

**TINGKAT KONSUMSI OKSIGEN BENIH IKAN MAS KOKI (*Carassius auratus*)
PADA VOLUME AIR YANG BERBEDA
OXYGEN CONSUMPTION LEVEL OF GOLDFISH (*Carassius auratus*) JUVENILE
IN DIFFERENT WATER VOLUME**

Luh Mayda Ruspita Sari*, Gede Ari Yudasmara, Ida Bagus Jelantik Swasta

Prodi Akuakultur, Jurusan Biologi dan Perikanan Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha, Jl. Udayana No.11 Singaraja-Bali

*Corresponding author email : mayda@undiksha.ac.id

Submitted: 04 June 2023 / Revised: 20 July 2023 / Accepted: 25 July 2023

<http://doi.org/10.21107/juvenil.v4i3.20286>

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat konsumsi oksigen benih ikan mas koki (*Carassius auratus*) pada volume air yang berbeda. Ikan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah benih ikan berumur 2 bulan. Penelitian yang digunakan berjenis penelitian eksperimen dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 perlakuan volume air yang berbeda dan 3 kali ulangan sebagai berikut : (A) 10 liter, (B) 15 liter, (C) 20 liter, dan (D) 25 liter dengan kepadatan 2 individu/liter. Wadah yang digunakan adalah ember 28 liter sebanyak 12 unit. Analisis statistik dilakukan dengan uji One Way ANOVA dan untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan satu dengan lainnya dilakukan uji lanjut Tukey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume air yang berbeda berpengaruh terhadap tingkat konsumsi oksigen benih ikan mas koki (*Carassius auratus*). Tingkat konsumsi oksigen selama 4 minggu penelitian pada perlakuan A : $0,08 \pm 0,03$ mgO₂/g/jam, perlakuan B : $0,09 \pm 0,02$ mgO₂/g/jam, perlakuan C : $0,11 \pm 0,02$ mgO₂/g/jam dan perlakuan D : $0,13 \pm 0,02$ mgO₂/g/jam. Hasil uji Tukey menunjukkan bahwa perlakuan A berbeda nyata dengan C dan D, namun, tidak berbeda nyata dengan perlakuan B. Nilai parameter kualitas air yang diperoleh selama penelitian adalah DO 4,93 – 5,46 mg/L, suhu 26,34 – 27,05°C, dan pH 7,57 – 8,20.

Kata Kunci: *Carassius auratus*, Ikan Mas Koki, Tingkat Konsumsi Oksigen, Volume Air

ABSTRACT

The research aim was to analyze the oxygen consumption level of goldfish (*Carassius auratus*) juvenile in different water volume. The fish used in this research was juvenile of 2 months. Experimental method was used, completely random design with 4 treatments and 3 replications of different water volumes as follow: (A) 10 liters, (B) 15 liters, (C) 20 liters, and (D) 25 liters with stocking densities 2 individual/liter. The container used is chamber 28 liters as many as 12 pieces. Statistical analysis used One Way ANOVA and to know the difference between a single treatment with other treatments performed advanced test which used Tukey Test. The results showed that different water volume had significant effect on oxygen consumption of goldfish (*Carassius auratus*) juvenile. The oxygen consumption level for 4 weeks of research in treatment A : $0,08 \pm 0,03$ mgO₂/g/hour, treatment B : $0,09 \pm 0,02$ mgO₂/g/hour, treatment C : $0,11 \pm 0,02$ mgO₂/g/hour and treatment D : $0,13 \pm 0,02$ mgO₂/g/hour. Tukey test results showed that treatment A was significantly different from C and D, but not significantly different from treatments B. The water quality values obtained during the research were DO 4,93 – 5,46 mg/L, temperature 26,34 – 27,05°C, and pH 7,57 – 8,20.

Keywords: *Carassius auratus*, Goldfish, Oxygen Consumption, Water Volume

PENDAHULUAN

Ikan mas koki (*Carassius auratus*) merupakan satu diantara sekian banyak variasi ikan ornamental populer dan sangat digemari (Iswardiantok, 2014). Penampilan fisiknya yang

cantik dengan ragam warna dan corak seperti merah, oranye, kuning, hijau, hitam hingga perak ditambah gerakan yang menggemaskan ketika berenang menjadi daya tarik dalam memelihara ikan ini (Fazil *et al.*, 2017). Ikan ini juga memiliki daya tahan terhadap lingkungan

sehingga perawatannya mudah dilakukan. Disamping dijadikan sebagai hewan peliharaan yang menghiasi rumah, ikan mas koki juga sering dijadikan sebagai ikan kontes. Ikan yang memperoleh juara dalam suatu kontes akan memiliki nilai jual yang tinggi dan diburu oleh pecinta ikan hias. Berbekal segudang kelebihan tersebut, permintaan pasar untuk ikan hias yang berasal dari Cina ini terus mengalami peningkatan di dalam maupun luar negeri (Haris *et al.*, 2021). Oleh sebab itu, ikan ini sebagai satu diantara sekian banyak komoditas ikan ornamental unggulan bernilai ekonomis tinggi yang potensial untuk terus dikembangkan lewat kegiatan budidaya.

Budidaya *Carassius auratus* adalah kegiatan meningkatkan kualitas serta kuantitas ikan mas koki. Budidaya ini tidak terlepas dari media air sebagai tempat berlangsungnya kehidupan bagi ikan. Media air adalah ruang pergerakan sekaligus pemasok makanan alami ikan karena terdapat berbagai nutrisi di dalamnya yang dimanfaatkan oleh organisme-organisme kecil (pakan ikan) untuk tetap hidup berkembang (Susanto *et al.*, 2017). Cholik *et al.* (1986) menyatakan bahwa faktor pengaruh tingkat sintasan, pertumbuhan, perkembangbiakan, maupun produksi ikan adalah kualitas air. Baiknya kualitas air menyebabkan pertumbuhan ikan menjadi optimal. Namun, kuantitas air dengan kualitas standar untuk pemeliharaan ikan sangatlah terbatas. Oleh sebab itu, pemanfaatan air harus efektif serta efisien. Salah satu strategi yang dapat diaplikasikan, yakni lewat pengaturan volume air dalam wadah budidaya. Hal ini didukung oleh Kifly *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa volume air berdampak pada kuantitas air yang digunakan.

Selain dapat menghemat penggunaan air, pengaturan volume air juga dapat menghemat penggunaan energi listrik akibat pemasangan sistem aerasi. Pada kegiatan budidaya perikanan, pemasangan sistem aerasi harus mampu menjangkau banyak titik sehingga oksigen terlarut tersebar secara merata serta dimanfaatkan sepenuhnya oleh biota yang dibudidayakan. Oleh sebab itu, semakin besar volume air yang terdapat dalam suatu wadah budidaya maka sistem aerasi yang dipasang menjadi semakin banyak dan kompleks. Dampaknya, penggunaan energi listrik menjadi besar dan biaya produksi mengalami peningkatan.

Penelitian *Carassius auratus* dengan volume air tertentu masih terbatas informasinya. Namun, penelitian terhadap benih ikan dari

jenis lainnya, seperti ikan koi (*Cyprinus rubrofuscus*) dan nila (*Oreochromis sp.*) yang dipelihara menggunakan volume air tertentu telah dilakukan oleh Kifly *et al.* (2020) dan Sahetapy (2013). Berdasarkan kedua penelitian tersebut, diketahui bahwa peningkatan ketinggian air akan memperbesar jarak dari dasar wadah menuju ke permukaan air sehingga berdampak pada semakin banyaknya energi yang digunakan oleh ikan.

Ketersediaan DO di lingkungan ikan sangat menentukan kelangsungan hidup ikan tersebut (Novita *et al.*, 2011). Oleh sebab itu, konsentrasi oksigen terlarut harus dipastikan tetap terjaga agar persaingan ikan dalam memenuhi keperluan DO dapat diminimalisir (Sahetapy, 2013). Extrada *et al.* (2013) menambahkan bahwa persaingan dapat mengembangkan pola tingkah laku pertahanan serta dominansi. Harahap *et al.* (2022) mengungkapkan apabila dibiarkan terjadi secara terus menerus akan memungkinkan terjadinya penurunan nilai sintasan benih yang dibudidayakan atau dipelihara. Berdasarkan hal tersebut, penelitian mengenai "Tingkat Konsumsi Oksigen Benih Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) pada Volume Air yang Berbeda" perlu dilaksanakan sehingga diketahui volume air yang menghasilkan TKO terendah maupun tertinggi pada benih ikan mas koki.

MATERI DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan bulan April tahun 2023 yang bertempat di Dusun Bangkang, Desa Baktiseraga, Kecamatan Buleleng, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah ember plastik kapasitas 28 liter berjumlah 12 unit, aerator, *water quality tester* model C-600, DO meter model 9100, timbangan digital akurasi 0,01 g, plastik sebanyak 12 buah, alat tulis, kamera, jaring ikan, alat sifon, gelas ukur 1 L, dan kabel *roll*. Adapun bahan-bahan yang digunakan adalah ikan mas koki (*Carassius auratus*) umur 2 bulan dengan bobot rata-rata 1-3 g/ekor berjumlah 240 ekor, air 1680 L, dan pakan pellet PF 800 sebanyak 1 kg.

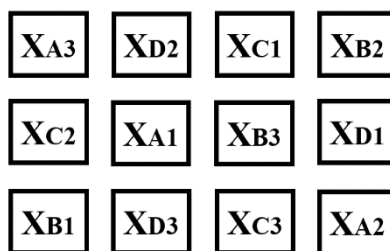
Rancangan Penelitian

Penelitian eksperimental digunakan agar pengaruh yang muncul akibat pemberian suatu perlakuan atau *treatment* dapat diketahui

(Rukminingsih et al., 2020). Adapun rancangan perlakuan yang diterapkan berupa pengukuran yang dilakukan sebelum serta sesudah pemberian perlakuan atau disebut sebagai *pre test-post test control group design* dalam rancangan eksperimen. Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan sebagai rancangan lingkungan atau rancangan penempatan unit eksperimen dengan ciri adanya satuan percobaan yang homogen, setiap perlakuan

memiliki jumlah ulangan, serta seluruh perlakuan terpapar kondisi yang sama. Pada penelitian ini diterapkan 4 perlakuan dengan 3 kali pengulangan dengan susunan perlakuan sebagai berikut:

- X_A → X_{A1}, X_{A2}, X_{A3}: Volume air 10 liter
- X_B → X_{B1}, X_{B2}, X_{B3}: Volume air 15 liter
- X_C → X_{C1}, X_{C2}, X_{C3}: Volume air 20 liter
- X_D → X_{D1}, X_{D2}, X_{D3}: Volume air 25 liter



Gambar 1. Tata Letak Wadah Penelitian

Tahap Persiapan

1. Pembersihan wadah pemeliharaan dengan air mengalir sehingga terbebas dari kotoran serta pemasangan instalasi aerasi dirangkai pada setiap ember.
2. Penambahan air tawar ke masing-masing ember dengan jumlah sesuai perlakuan yang diujikan dan pemberian aerasi selama 24 jam agar oksigen dalam air stabil.
3. Pemeliharaan ikan uji 20 ekor/wadah dengan padat tebar 2 ekor/L, mengacu pada penelitian Nirmala et al. (2011), dapat dimulai. Adapun 50% dari populasi dijadikan sebagai sampel (Harahap et al., 2022). Aklimatisasi dilakukan selama 15 menit agar ikan uji memperoleh kesempatan beradaptasi dengan lingkungan baru (Khalil et al., 2015).

Tahap Pelaksanaan

Pengukuran TKO

1. Penebaran ikan secara hati-hati ke dalam ember agar tidak ada air yang memercik.
2. Penimbangan bobot total ikan uji pada masing-masing ember.
3. Penghentian aerasi untuk mengetahui DO awal air.
4. Penutupan ember selama 1 jam dengan plastik untuk mencegah difusi oksigen secara langsung dari luar ember.
5. Pengukuran DO akhir dilakukan 1 jam pasca penutupan ember dengan cara membuka plastik sebesar ukuran sensor DO meter agar kontak oksigen dari luar ember ke media air dapat diminimalisir.
6. Pengukuran TKO dilakukan setiap 1 minggu sekali.

7. Pencatatan seluruh data yang diperoleh untuk dianalisis secara lebih mendalam.

Pengukuran Kualitas Air, Pemeliharaan Media Air, Wadah, dan Ikan Uji

1. Pengukuran DO, suhu dan pH yang dilakukan secara rutin.
2. Penyiponan serta pergantian air setiap 4 hari sekali sebesar 25% dari volume air pada masing-masing perlakuan agar lingkungan pemeliharaan ikan uji tetap terjaga kebersihannya dari feses dan sisa pakan yang tidak termakan.
3. Pemberian pakan sebanyak 3 kali sehari, yaitu pada pagi, siang dan sore hari secara *ad satiation*.

Variabel yang Diukur

Tingkat Konsumsi Oksigen (TKO)

TKO merupakan salah satu parameter fisiologis yang menyatakan banyaknya konsumsi oksigen biota akuatik dalam waktu tertentu yang berhubungan dengan konsentrasi DO (Khalil et al., 2015). TKO ikan uji dihitung menggunakan rumus Liao dan Huang (1975) dalam Sahetapy (2011).

$$TKO = \left\{ \frac{(DO \text{ awal} - DO \text{ akhir})}{W \times t} \right\} \times V \dots\dots\dots(1)$$

Dimana, TKO = Tingkat konsumsi oksigen (mgO₂/g/jam); DO Awal = Oksigen terlarut pada awal pengamatan (mg/L); DO Akhir = Oksigen terlarut pada akhir pengamatan (mg/L); W = Berat total ikan uji (g); t = Periode pengamatan (jam); dan V = Volume air (L)

Kualitas Air

Parameter yang diukur, yaitu DO (mg/L), suhu (°C), dan pH. Pengukuran suhu dilakukan setiap hari, sementara untuk DO dan pH dilakukan seminggu sekali.

Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah uji *One Way ANOVA* dan uji *Tukey* dengan tingkat kepercayaan 95% dan taraf signifikansi 5%.

Data dianalisis menggunakan SPSS versi 25 dan disajikan dalam bentuk tabel serta grafik.

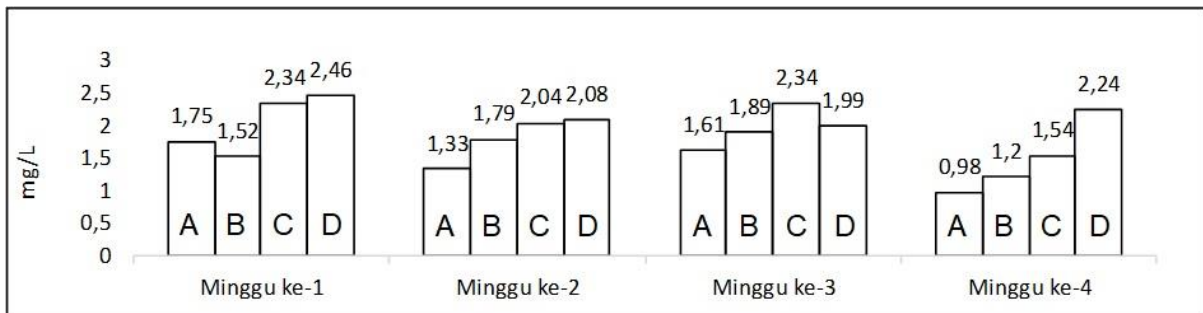
HASIL DAN PEMBAHASAN
Tingkat Konsumsi Oksigen (TKO)

Hasil pengukuran tingkat konsumsi oksigen berupa perhitungan rata-rata nilai tingkat konsumsi oksigen setiap minggu selama penelitian dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Gambar 2**.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tingkat Konsumsi Oksigen (TKO)

Perlakuan Volume Air	TKO (mgO ₂ /g/jam)
A (10 liter)	0,08±0,03 ^a
B (15 liter)	0,09±0,02 ^{ab}
C (20 liter)	0,11±0,02 ^{bc}
D (25 liter)	0,13±0,02 ^c

Keterangan : Angka yang diikuti oleh superskrip alfabet yang berbeda menunjukkan nilai berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.



Gambar 2. Grafik Hasil Pengukuran Tingkat Konsumsi Oksigen (TKO)

Hasil pengukuran tingkat konsumsi oksigen pada benih ikan mas koki (*Carassius auratus*) selama penelitian menunjukkan kisaran rata-rata antara 0,04 – 0,16 mgO₂/g/jam. Berdasarkan grafik pada **Gambar 2.**, perubahan TKO terjadi setiap minggu, namun tidak bersifat signifikan. Secara umum, TKO pada keempat perlakuan, yaitu perlakuan A (volume air 10 L), B (volume air 15 L), C (volume air 20 L), dan D (volume air 25 L) menunjukkan adanya suatu perbedaan.

TKO adalah parameter fisiologis yang menyatakan banyaknya konsumsi oksigen ikan pada suatu waktu tertentu yang berkaitan dengan konsentrasi DO serta dinyatakan dalam satuan mgO₂/g/jam (Khalil *et al.*, 2015). Secara tidak langsung, konsumsi oksigen dapat mengukur tingkat metabolisme pada ikan. Penggambaran pengeluaran energi dari mahluk hidup dalam suatu proses fisiologis disebut metabolisme (Prakoso *et al.*, 2018). Semakin banyak energi yang dikeluarkan atau dihabiskan untuk beraktivitas maka akan semakin tinggi pula tingkat konsumsi oksigen (TKO)-nya. Terdapat beberapa parameter lain yang turut memengaruhi terhadap tingkat konsumsi oksigen. Menurut Khalil *et al.* (2015),

perubahan nilai pada kandungan oksigen terlarut, volume air pada wadah, durasi perhitungan TKO, hingga bobot akan mengubah tingkat konsumsi oksigen ikan. Hurkat & Marthur (1976) menambahkan bahwa jenis kelamin, ukuran tubuh, umur, suhu, hormon, dan aktivitas yang dilakukan turut andil dalam menghasilkan perbedaan konsumsi oksigen terlarut.

Pada minggu pertama, rata-rata TKO pada perlakuan A (volume air 10 liter), yaitu sebesar 0,11 mgO₂/g/jam, lebih tinggi dari perlakuan B (volume air 15 liter) 0,10 mgO₂/g/jam, tetapi lebih rendah dari perlakuan C (volume air 20 liter) 0,14 mgO₂/g/jam dan D (volume air 25 liter) 0,16 mgO₂/g/jam. Perbedaan TKO diduga terjadi akibat ikan uji baru melakukan adaptasi terhadap lingkungan wadah media air sehingga respon tubuh dari individu pada setiap perlakuan berbeda. Pada kondisi tertekan, ikan uji akan melakukan pergerakan yang agresif sebagai bentuk kewaspadaan terhadap hal-hal yang berpotensi mengancam kehidupannya. Hal ini mengakibatkan kebutuhan energi untuk pertahanan diri menjadi meningkat. Menurut Barton *et al.* (1980), pada kondisi yang tertekan atau stres, hormon stress katekolamin

(*adrenaline dan ephinepherine*) serta kortisol akan dirilis ke dalam aliran darah melalui sistem endokrin sebagai bentuk respon dari tubuh ikan. Rachmawati (2010) menyatakan bahwa pelepasan hormon ini menyebabkan meningkatnya kadar glukosa darah sebagai upaya menjaga keperluan energi yang banyak. Hal ini berdampak pada banyaknya konsumsi DO oleh ikan.

Pada minggu kedua terjadi penurunan rata-rata TKO pada perlakuan A sebanyak 0,04 mgO₂/g/jam, perlakuan C sebanyak 0,02 mgO₂/g/jam, dan perlakuan D sebanyak 0,03 mgO₂/g/jam, sedangkan pada perlakuan B mengalami sedikit peningkatan, yaitu 0,01 mgO₂/g/jam. Penurunan TKO ini diduga berkaitan dengan kondisi ikan uji yang telah mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan penelitian sehingga pergerakan atau aktivitas yang ditunjukkan oleh ikan uji pada media pemeliharaan menjadi lebih tenang. Ikan yang beraktivitas dengan intensitas rendah maka akan mengonsumsi oksigen terlarut dengan lebih sedikit. Peningkatan TKO pada perlakuan B diduga terjadi karena ikan aktif dalam melakukan pergerakan, seperti berenang dan mencari makan, meskipun volume media air yang diterapkan pada perlakuan ini 5 – 10 liter lebih sedikit dari perlakuan C dan D. Selain itu, bertambahnya bobot tubuh ikan uji juga diduga memberikan suatu pengaruh. Peningkatan bobot menyebabkan ikan mengeluarkan tenaga yang lebih banyak untuk menggerakkan tubuhnya saat beraktivitas sehingga respirasi yang dilakukan juga akan meningkat. Menurut Isnaeni (2006), peningkatan bobot tubuh ikan akan diiringi dengan peningkatan jumlah sel dalam tubuh. Hal ini menyebabkan kebutuhan terhadap energi menjadi tinggi sehingga oksigen sebagai bahan respirasi akan diikat dalam jumlah lebih banyak oleh darah (Suwoyo et al., 2013). Boyd (1990) menambahkan bahwa ikan muda atau kecil memerlukan banyak oksigen untuk respirasi ikan berumur muda memiliki pergerakan yang lebih aktif dan lincah apabila dibandingkan dengan ikan yang telah mencapai umur tua. Hal ini sehubungan dengan kinerja organ-organ ikan muda yang masih dalam kondisi prima dan sel-sel tubuh yang masih mengalami regenerasi karena berada pada fase pertumbuhan (Isnaeni, 2006). Dampaknya, ikan muda memerlukan oksigen yang lebih banyak daripada ikan tua dalam rangka memenuhi kebutuhan energi yang tinggi dan pada akhirnya meningkatkan konsumsi oksigen terlarut.

Pada minggu ketiga, perlakuan A dan C sama-sama mengalami peningkatan rata-rata TKO

sebanyak 0,01 mgO₂/g/jam, sedangkan perlakuan B dan D mengalami penurunan rata-rata TKO masing-masing sebanyak 0,01 mgO₂/g/jam serta 0,02 mgO₂/g/jam. Peningkatan TKO diduga disebabkan karena ikan berlomba-lomba memperoleh oksigen yang kelarutannya sedikit berkurang sehubungan dengan terjadinya peningkatan rata-rata suhu media air dari semula 26,67°C (minggu kedua) menjadi 27,03°C (minggu ketiga). Pada kondisi demikian, ikan uji berusaha meningkatkan laju pernafasannya sehingga kebutuhan oksigen untuk menjalankan berbagai reaksi oksidasi dalam tubuhnya tetap dapat terpenuhi. Menurut Suarsa (2017), penurunan DO saat proses pemanasan dipicu oleh peningkatan energi kinetik molekul oksigen terlarut dan air yang bergerak sehingga terjadi tumbukan satu sama lain. Apabila tumbukan bersifat efektif (energi kinetik molekul sama dengan atau melebihi energi aktivasinya (energi minimum untuk bereaksi ketika bertumbukan)) maka dapat memutuskan ikatan antara molekul air dengan molekul oksigen sehingga molekul oksigen terlarut terlepas ke atmosfer. Terkait dengan penurunan konsumsi oksigen pada perlakuan B dan D, diduga disebabkan penurunan aktivitas ikan uji dalam wadah.

Pada minggu keempat terjadi perubahan yang cukup signifikan yang menunjukkan penurunan rata-rata TKO pada perlakuan A, B, dan C masing-masing sebanyak 0,04 mgO₂/g/jam, 0,04 mgO₂/g/jam, serta 0,06 mgO₂/g/jam, sedangkan pada perlakuan D menunjukkan sedikit peningkatan, yaitu 0,01 mgO₂/g/jam. Hal ini menjadikan perlakuan D sebagai penghasil TKO tertinggi pada minggu keempat sebesar 0,12 mgO₂/g/jam, B 0,06 mgO₂/g/jam, dan A 0,04 mgO₂/g/jam. Penurunan TKO pada perlakuan A, B, dan C diduga disebabkan karena penurunan mobilitas sebagai akibat bertambahnya ukuran tubuh dari ikan uji. Ukuran tubuh yang dimiliki oleh ikan uji pada minggu keempat adalah lebih besar bila dibandingkan dengan ukuran tubuh ikan uji pada minggu pertama. Tubuh yang lebih besar memudahkan ikan untuk berenang dari satu titik ke titik lainnya karena jangkauan ruang menjadi semakin sempit pada volume air yang tetap. Dampak yang ditimbulkan, yaitu terjadi penghematan dalam penggunaan energi. Peningkatan TKO ikan uji pada perlakuan D diduga memiliki hubungan dengan volume air yang diterapkan. Pada perlakuan D, volume air yang diterapkan lebih banyak dibandingkan perlakuan lain sehingga energi yang dikeluarkan untuk melakukan berbagai

aktivitas, seperti memperoleh pakan yang mengapung di permukaan air maupun berenang dari titik satu ke titik yang berbeda pada wadah pemeliharaan menjadi lebih besar. Ditambah lagi, ikan uji pada perlakuan D memperlihatkan respon yang cepat ketika diberikan pakan.

Hasil pengukuran selama empat minggu, pemeliharaan benih *Carassius auratus* dengan perlakuan volume air berbeda menunjukkan bahwa rerata TKO terendah diperoleh oleh perlakuan A (volume air 10 liter), yaitu $0,08 \pm 0,03$ mgO₂/g/jam, diikuti oleh perlakuan B (volume air 15 liter) $0,09 \pm 0,02$ mgO₂/g/jam, lalu perlakuan C (volume air 20 liter) $0,11 \pm 0,02$ mgO₂/g/jam, dan rerata TKO tertinggi diraih oleh perlakuan D (volume air 25 liter) sebanyak $0,13 \pm 0,02$ mgO₂/g/jam. Sahetapy (2013) menyatakan bahwa volume media air memberikan suatu pengaruh terhadap TKO ikan, yaitu semakin banyak volume media air yang ditambahkan pada wadah maka dapat meningkatkan TKO ikan yang tinggal pada wadah tersebut. Volume air yang besar mengakibatkan jarak antara dasar wadah dengan permukaan air menjadi jauh yang berdampak pada peningkatan penggunaan energi oleh ikan.

Energi adalah kemampuan untuk melakukan berbagai aktivitas. Keberadaan energi dalam tubuh ikan tidak terlepas dari proses respirasi. Energi dimanfaatkan oleh ikan untuk tumbuh dan berkembang. Benih ikan yang berukuran kecil serta jangkauan renang yang belum begitu jauh, ketika ditempatkan dalam wadah bervolume air tinggi dengan padat tebar yang tinggi, pada beberapa kasus, dapat mengakibatkan teralihnya penggunaan energi. Energi yang seharusnya dimanfaatkan untuk tumbuh dan berkembang, justru terkuras untuk mempertahankan diri, seperti memperebutkan ruang gerak, pakan dan oksigen dengan individu lainnya dalam satu wadah yang sama. Banyaknya penggunaan energi dalam beraktivitas maka dapat meningkatkan TKO.

Pada data tingkat konsumsi oksigen yang dianalisis dengan SPSS versi 25, menyatakan bahwa data terdistribusi normal (Sig. > 0,05) serta bersifat homogen (Sig. > 0,05). Selanjutnya dilakukan uji *One Way ANOVA*

(*Analysis of Variance*) dengan tingkat kepercayaan 95% dan taraf signifikansi 5%. Hasil uji ANOVA memperlihatkan bahwa volume air yang berbeda berpengaruh nyata terhadap TKO benih *Carassius auratus* dengan F hitung > F tabel ($6,010 > 2,82$) dan Signifikansi hasil uji (Sig.) < taraf signifikansi ($0,00 < 0,05$). Pengujian dilanjutkan dengan uji *Tukey's Honestly Significant Difference* (HSD) sehingga perbedaan antar perlakuan dapat diketahui (Nirmala *et al.*, 2011). Uji lanjut Tukey memberikan hasil bahwa perlakuan A tidak berbeda nyata dengan perlakuan B, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan C dan D. Perlakuan B tidak berbeda nyata dengan perlakuan A dan C, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan D. Perlakuan C tidak berbeda nyata dengan perlakuan B dan D, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan A. Perlakuan D tidak berbeda nyata dengan perlakuan C, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan A dan B.

Adapun perlakuan terbaik dalam riset ini adalah perlakuan A karena perlakuan ini menghasilkan rerata TKO terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Rerata TKO yang rendah menandakan minimnya persaingan antar individu dalam memperoleh oksigen, mengingat pada perlakuan A ruang gerak bersifat terbatas sehingga aktivitas ikan uji menjadi lebih sedikit yang berdampak pada sedikitnya kebutuhan oksigen untuk respirasi dan metabolisme. Selanjutnya, faktor lain yang menjadi pertimbangan dalam menentukan perlakuan terbaik pada penelitian ini, yaitu kuantitas penggunaan air. Berdasarkan hasil uji Tukey, dari keempat perlakuan yang diujikan, perlakuan A dan B termasuk perlakuan dengan nilai rata-rata TKO terendah dengan tidak memiliki perbedaan nyata satu sama lain. Namun, volume air yang diterapkan pada perlakuan A lebih sedikit dibandingkan perlakuan B sehingga penggunaan air menjadi lebih hemat.

Kualitas Air

Hasil pengukuran parameter kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada **Tabel 2**, **Gambar 3**, **Gambar 4**, dan **Gambar 5** sebagai berikut.

Tabel 2. Nilai DO, Suhu, dan pH Masing-masing Perlakuan

Parameter	Perlakuan Volume Air			
	A (10 liter)	B (15 liter)	C (20 liter)	D (25 liter)
DO (mg/L)	5,18±0,19	5,14±0,15	5,13±0,13	5,10±0,19
Suhu (°C)	26,65±0,29	26,66±0,29	26,64±0,28	26,65±0,28
pH	7,94±0,14	7,91±0,20	7,89±0,20	7,80±0,24

Hasil pengukuran parameter kualitas air pada wadah pemeliharaan ikan mas koki (*Carassius auratus*) selama penelitian menunjukkan nilai yang berubah-ubah setiap minggu, namun perubahan ini tidak bersifat signifikan. Berdasarkan keempat perlakuan yang diujikan, secara umum tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hasil pengukuran oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* selama penelitian menunjukkan kisaran rata-rata antara 4,93 – 5,46 mg/L. Terkait parameter suhu menunjukkan kisaran rata-rata antara 26,34 – 27,05°C. Adapun hasil pengukuran derajat keasaman atau pH menunjukkan kisaran rata-rata antara 7,57 – 8,20.

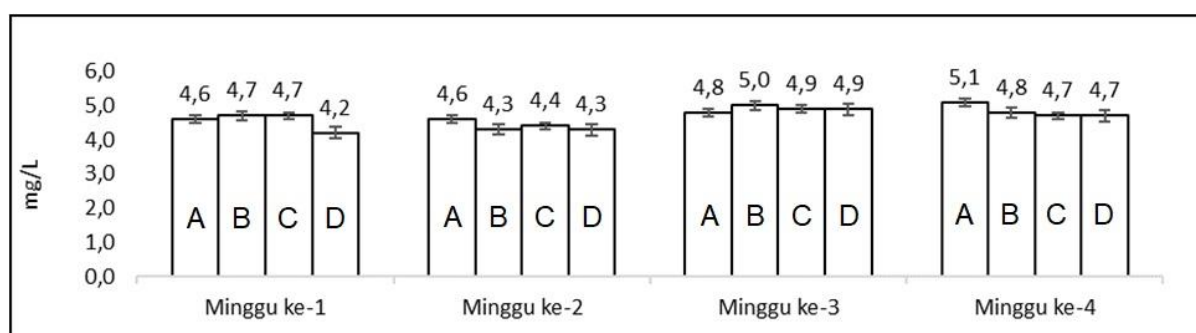
Oksigen Terlarut

Parameter esensial pada kegiatan pemeliharaan biota akuatik, tidak terkecuali ikan adalah oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO). Oksigen terlarut adalah bahan respirasi bagi ikan sehingga dapat menghasilkan energi yang selanjutnya dimanfaatkan untuk beraktivitas dan bertahan hidup. Selain itu, oksigen terlarut juga memiliki andil yang besar pada proses dekomposisi bahan organik sehingga mengurangi tingkat pencemaran dalam suatu perairan (Salmin, 2005). Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi kelarutan O₂, seperti produksi

O₂ dari fotosintesis tumbuhan air atau fitoplankton, laju respirasi biota akuatik, kecepatan difusi O₂ dari udara bebas ke kolom air, nilai temperatur serta kadar garam pada suatu perairan (Hepher & Pruginin, 1981).

Hasil pengukuran DO selama penelitian menunjukkan rerata 4,93–5,46 mg/L. Berdasarkan grafik pada **Gambar 3.**, parameter kualitas air ini menunjukkan nilai yang berubah-ubah setiap minggu selama penelitian. Secara keseluruhan, rerata DO pada seluruh perlakuan tidak memperlihatkan perubahan yang signifikan atau menunjukkan nilai yang stabil. Hal ini diduga karena penggunaan komponen aerasi seperti aerator, selang, serta batu aerator yang memiliki spesifikasi sama sehingga DO terdistribusi secara merata. Terkait dengan pengurangan kadar oksigen terlarut di masing-masing perlakuan pada waktu yang berbeda diduga terjadi akibat proses respirasi dari ikan uji maupun proses penguraian feses dan sisa pakan yang membutuhkan oksigen.

Data hasil penelitian memperlihatkan bahwa nilai DO keempat perlakuan tergolong optimum untuk biota yang diujikan. Menurut Praseno *et al.* (2010) dan Brown *et al.* (2018), jumlah DO yang masih ditoleransi adalah 3 mg/L. Kadar DO yang optimal bagi *Carassius auratus* adalah minimal 5 mg/L.



Gambar 3. Grafik Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut

Suhu

Suhu adalah faktor penting bagi kehidupan biota akuatik, khususnya ikan. Ikan tergolong hewan poikilotermal yang temperatur tubuhnya tergantung pada temperatur media air tempat mereka hidup. Jika suhu media air naik maka terjadi penyesuaian dengan suhu tubuhnya yang juga akan naik, begitupun sebaliknya (Delfita, 2019). Peningkatan suhu tubuh ikan mengakibatkan percepatan laju metabolisme serta bertambah tingginya permintaan oksigen pada jaringan (Putra, 2015). Suhu yang meningkat menurunkan konsentrasi DO yang berdampak pada peningkatan kecepatan

respirasi, konsumsi O₂, dan kadar CO₂ (Paena *et al.*, 2015).

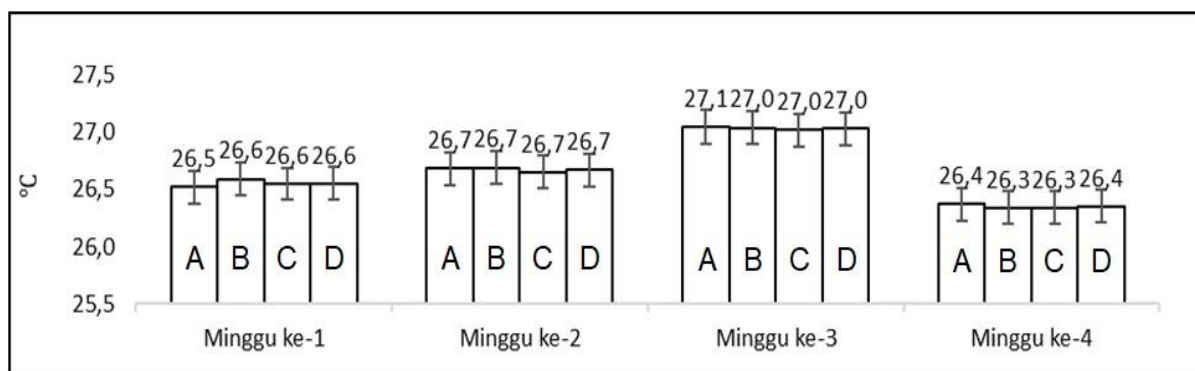
Menurut Suarsa (2017), penurunan DO saat proses pemanasan dipicu oleh peningkatan energi kinetik molekul oksigen terlarut dan air yang bergerak sehingga terjadi tumbukan satu sama lain. Kecepatan gerak serta jumlah molekul yang bertumbukan akan bertambah seiring dengan kenaikan suhu air, yaitu dua kali lipat setiap peningkatan temperatur 10°C. Hanya tumbukan yang bersifat efektif (energi kinetik molekul sama dengan atau melebihi energi aktivasinya (energi minimum untuk bereaksi ketika bertumbukan)) yang dapat memutus ikatan antara molekul air dengan

molekul oksigen sehingga molekul oksigen terlarut terlepas ke atmosfer. Apabila tumbukan tidak efektif, maka tidak akan terjadi pemutusan ikatan antarmolekul karena molekul-molekulnya hanya memantul.

Suhu air dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya intensitas sinar matahari yang menyinari perairan. Pada penelitian ini, penempatan wadah pemeliharaan untuk ikan uji berada di dalam ruangan (*indoor*) yang mengakibatkan suhu air menjadi cenderung rendah, tetapi kisaran suhu masih dalam kategori optimum untuk pemeliharaan *Carassius auratus*. Suhu yang dapat ditoleransi

Carassius auratus yaitu 25°C–32°C dan suhu optimum untuk kehidupan ikan mas koki berkisar antara 25°C–30°C (Praseno *et al.*, 2010) dan (Brown *et al.*, 2018).

Selama penelitian, nilai suhu memperlihatkan rerata 26,34–27,05°C. Berdasarkan grafik pada **Gambar 4**, perubahan suhu terjadi setiap hari, tetapi tidak bersifat signifikan. Fenomena alam berupa hujan yang terjadi secara tidak menentu selama penelitian menjadi satu diantara berbagai faktor penyebab dari perubahan suhu. Suhu media air pada keempat perlakuan secara umum tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengukuran Suhu

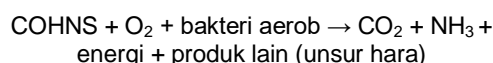
Derajat Keasaman (pH)

Potential of Hydrogen adalah parameter penentu baik maupun buruknya kualitas dari suatu perairan sehingga nilai pH berpengaruh besar terhadap kehidupan organisme akuatik (Fazil *et al.*, 2017). Selama penelitian, nilai pH menunjukkan kisaran 7,57–8,20. Berdasarkan grafik pada **Gambar 5.**, nilai pH pada media air cenderung berubah setiap minggu, tetapi tidak signifikan.

Perubahan nilai pH tidak dapat dipisahkan dari beragam aktivitas yang terjadi pada media air (Supriatna *et al.*, 2020). Penurunan pH selama penelitian diduga terjadi karena kandungan CO₂ bertambah sementara kandungan O₂ menurun sebagai hasil dari proses respirasi ikan uji. CO₂ yang terlarut dalam H₂O akan menghasilkan asam lemah karbonat (H₂CO₃) yang selanjutnya berdisosiasi atau mengalami pemecahan molekul menjadi ion bikarbonat (HCO₃⁻) serta ion hidrogen (H⁺). Kemudian, HCO₃⁻ akan melepaskan H⁺ dan membentuk karbonat (CO₃²⁻). Ion hidrogen (H⁺) yang dilepaskan menyebabkan pH air menurun karena ion ini bersifat asam kuat. Berikut ini merupakan reaksinya :



Disamping respirasi ikan uji, penurunan nilai pH juga dipengaruhi oleh adanya bakteri yang melakukan proses penguraian bahan alamiah bersifat kompleks ke senyawa tidak kompleks. CO₂ dihasilkan dari proses dekomposisi sebagai salah satu produk akhirnya. Akumulasi bahan organik pada dasar maupun kolom air mengakibatkan peningkatan kebutuhan O₂ serta pelepasan CO₂ yang dihasilkan dalam proses dekomposisi oleh bakteri. Senyawa organik dari makhluk hidup memiliki kandungan unsur C yang mudah teroksidasi menjadi CO₂. Menurut Garno (2004), reaksi penguraian bahan organik pada kondisi aerob adalah sebagai berikut:

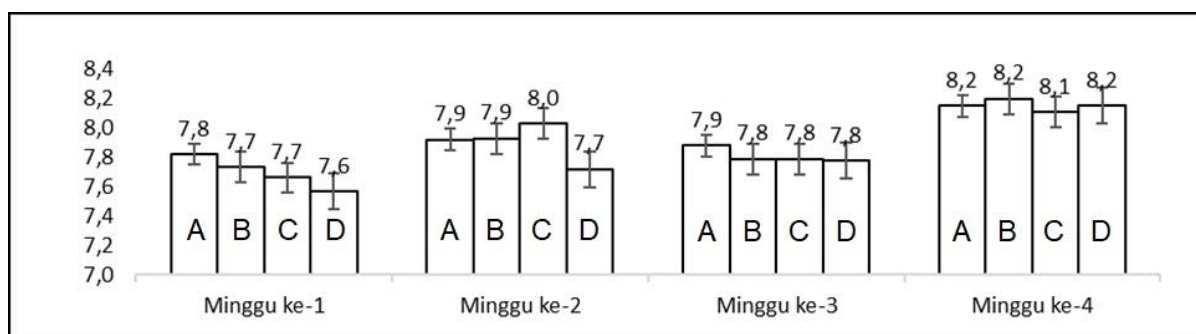


Sebaliknya, peningkatan pH terutama pada minggu keempat diduga terjadi akibat konsentrasi CO₂ yang menurun sementara konsentrasi O₂ meningkat. Rukminasari *et al.* (2014) menegaskan bahwa tinggi rendahnya konsentrasi O₂ maupun CO₂ pada media air mempengaruhi nilai pH.

Parameter suhu air juga berpengaruh terhadap fluktuasi pH. Menurut Paena *et al.* (2015), peningkatan suhu menyebabkan nilai pH menjadi rendah atau asam, terutama jika terjadi

pencemaran. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya kelarutan CO₂ sebagai hasil dari peningkatan laju respirasi ikan ketika terjadi kenaikan suhu air. Kandungan CO₂ berhubungan dengan pH dengan hubungan, yaitu semakin tinggi CO₂ maka nilai pH akan bergerak ke angka yang lebih rendah (Mackereth et al., 1989). Keempat perlakuan yang diujikan secara umum tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan selama penelitian, pH air menunjukkan nilai yang optimal untuk kehidupan biota. Menurut Praseno et al. (2010) dan Brown et al. (2018), perairan dengan pH antara 6–7 adalah perairan yang sesuai sebagai tempat hidup *Carassius auratus*. Adapun rentang pH untuk pengoptimalan kehidupan biota ini disarankan bernilai 7–8.



Gambar 5. Grafik Hasil Pengukuran pH

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini, yaitu: volume air yang berbeda berpengaruh nyata terhadap TKO benih *Carassius auratus* dengan nilai F hitung > F tabel (6,010 > 2,82). Adapun nilai TKO yang diperoleh pada masing-masing perlakuan, yaitu perlakuan A (volume air 10 L) : 0,08±0,03 mgO₂/g/jam, perlakuan B (volume air 15 L) : 0,09±0,02 mgO₂/g/jam, perlakuan C (volume air 20 L) : 0,11±0,02 mgO₂/g/jam, dan perlakuan D (volume air 25 L) : 0,13±0,02 mgO₂/g/jam. Volume air 10 L menunjukkan TKO terendah, yaitu : 0,08±0,03 mgO₂/g/jam dan volume air 25 L menunjukkan TKO tertinggi pada benih *Carassius auratus*, yaitu : 0,13±0,02 mgO₂/g/jam. Semakin besar volume air dalam wadah pemeliharaan akan meningkatkan tingkat konsumsi oksigen ikan yang dipelihara dalam wadah tersebut.

Saran dari penelitian ini, yaitu: peneliti selanjutnya diharapkan dapat menggunakan ikan uji dengan stadia hidup berbeda, seperti fase larva dan dewasa, serta menambah jangkauan perlakuan volume air yang lebih banyak sehingga diperoleh perbandingan konsumsi oksigen dalam satu spesies ini. Pembudidaya ikan dapat mengaplikasikan pengaturan volume air pada wadah budidaya masing-masing sehingga diharapkan dapat menunjang kehidupan ikan, mengemati penggunaan air, meminimalisir penggunaan energi listrik dari penggunaan aerator yang terlalu banyak sehingga dapat mengurangi biaya produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Boyd, Claude E. (1990). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama: Birmingham Publishing Co, 482p.
- Brown, Culum, David Wolfenden, & Lynne Sneddon. (2018). *Companion Animal Care and Welfare: The UFAW Companion Animal Handbook*. Oxford: Wiley Blackwell.
- Cholik, Fuad, Artati, & Rachmat Arifudin. (1986). *Pengelolaan Kualitas Air Kolam Ikan*. Jakarta : Direktorat Jenderal Perikanan, 52p.
- Delfita, Rina. (2019). *Fisiologi Hewan Komparatif*. Jakarta: Prenadamedia Group, 196p.
- Extrada, E., & Taqwa, F. H. (2013). Kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata*) pada berbagai tingkat ketinggian air media pemeliharaan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(1), 103-114.
- Fazil, M., Adhar, S., & Ezraneti, R. (2017). Efektivitas penggunaan ijuk, jerami padi dan ampas tebu sebagai filter air pada pemeliharaan ikan mas koki (*Carassius auratus*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 4(1), 37-43. doi:https://doi.org/10.29103/aa.v4i1.322
- Soetrisno, Y. (2004). Pengembangan budidaya udang dan potensi pencemarannya pada perairan pesisir. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 5(3), 187-192.
- Harahap, T. G. F., & Aryani, N. (2022). Pengaruh Ketinggian Air yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Larva

- Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). *Jurnal Akuakultur SEBATIN*, 3(1), 35-49.
- Haris, R. B. K., Kelana, P. P., Basri, M., Nugraha, J. P., & Arumwati, A. (2020). Perbedaan Ketinggian Air Terhadap Tingkat Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Maskoki (*Carassius auratus*). *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 15(2), 113-124. doi: <https://doi.org/10.31851/jipbp.v15i2.5128>
- Hazel, J. R., & Prosser, C. L. (1974). Molecular mechanisms of temperature compensation in poikilotherms. *Physiological reviews*, 54(3), 620-677. doi:10.1152/physrev.1974.54.3.620
- Hepher, Balfour & Pruginin, Y. (1981). *Commercial Fish Farming, with Special Reference to Fish Culture in Israel*. New York : Wiley Interscience publication, 261p.
- Hurkat, P.C. & Mathur, P.N. (1976). *A Text-Book of Animal Physiology*. New Delhi : S. Chand and Co. Ltd.
- Isnaeni, Wiwi. (2006). *Fisiologi Hewan*. Yogyakarta: Kanisius, 288p.
- Iswardiantok. (2014). *Prevalensi dan Intensitas Ikan Maskoki (Carassius auratus) yang Terserang Lernaea cyprinacea di Sentra Budidaya Ikan Maskoki Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur*. Skripsi. Jurusan Budidaya Perairan, Universitas Airlangga.
- Khalil, M., Mardiah, A., & Rusydi, R. (2015). Pengaruh penurunan salinitas terhadap laju konsumsi oksigen dan pertumbuhan ikan kerapu lumpur (*Epinephelus tauvina*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 2(2), 114-121. doi:<https://doi.org/10.29103/aa.v2i2>
- Kifly, K., Halid, I., & Baso, H. S. (2020). Pengaruh Ketinggian Air Terhadap Konsumsi Oksigen Larva Ikan Mas Koi (*Cyprinus carpio*). *Fisheries Of Wallacea Journal*, 1(2), 77-83. doi: doi.org/10.55113/fwj.v1i2.582
- Lochmann, R. T., & Phillips, H. (1994). Dietary protein requirement of juvenile golden shiners (*Notemigonus crysoleucas*) and goldfish (*Carassius auratus*) in aquaria. *Aquaculture*, 128(3-4), 277-285. doi:[https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)90317-4](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)90317-4)
- Nazhiroh, Nuraini, Mulyana, & Mumpuni, Sri, F. (2019). Pengaruh Penambahan Tepung *Spirulina platensis* dalam Pakan terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*). *Jurnal Mina Sains*, 5(1), 50-57. doi:<https://doi.org/10.30997/jms.v5i1.1773>
- Nirmala, K., Armansyah, R., & Priyadi, A. (2011). Kinerja pertumbuhan benih ikan maskoki mutiara *carassius auratus* pada air media bersalinitas 3 ppt dengan lama paparan medan listrik yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 10(2), 165-173.
- Novita, Y., Iskandar, B. H., Murdiyanto, B., Wiryawan, B., & Hariyanto, H. (2011). Konsumsi Oksigen Benih Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes Altivelis*) Ukuran Panjang 5-7 Cm. *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 2(1), 1-8.
- Paena, M., Suhaimi, R. A., & Undu, M. C. (2015). Analisis konsentrasi oksigen terlarut (DO), pH, salinitas dan suhu pada musim hujan terhadap penurunan kualitas air perairan Teluk Punduh Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. In *Seminar Nasional Kelautan X: Sinergitas Teknologi dan Sumber Daya Kelautan untuk Mewujudkan Indonesia sebagai Poros Maritim Dunia*.
- Prakoso, V. A., Ryu, J. H., & Chang, Y. J. (2018). Ritme Harian Konsumsi Oksigen Induk Ikan Mas *Cyprinus carpio* dengan Fotoperiode Kontinyu 24 Jam. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 8(1), 43 – 49. doi:<https://doi.org/10.31938/jsn.v8i1.105>
- Praseno, O., Krettiawan, H., Asih, S., & Sudrajdat, A. (2010). Uji ketahanan salinitas beberapa strain ikan Mas yang dipelihara di akuarium. In *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur* (pp. 93-100).
- Putra, A. N. (2015). Laju metabolisme pada ikan nila berdasarkan pengukuran tingkat konsumsi oksigen. *Jurnal Perikanan dan kelautan*, 5(1), 13-18.
- Rachmawati, F. N., Susilo, U., & Sistina, Y. (2010, September). Respon fisiologi ikan nila *Oreochromis niloticus*, yang distimulasi dengan daur pemuasaan dan pemberian pakan kembali. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi Universitas Gajah Mada* (pp. 24-25).
- Rukminingsih, Adnan, G., & Latief, M.A. (2020). *Metode Penelitian Pendidikan : Penelitian Kuantitatif, Penelitian Kualitatif, Penelitian Tindakan Kelas*. Cetakan ke-1. Yogyakarta: Erhaka Art.
- Sahetapy, J. M. (2013). Pengaruh Perbedaan Volume Air terhadap Tingkat Konsumsi Oksigen Ikan Nila (*Oreochromis sp.*). *Triton*, 9(2), 127–130.
- Salmin, S. (2005). Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Oseana*, 30(3), 21-26.

- Santoso, A. D., & Purwanta, W. (2008). Perkiraan Padat Tebar Optimum Berdasarkan Kebutuhan Oksigen Terlarut Pada Ikan Kerapu Tikus (*Epinephelus cromileptes*) dan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 10(1), 93-100.
- Suarsa, I.W. (2017). *Pengembangan Bahan Ajar Teori Tumbukan pada Laju Reaksi Kimia*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Supriatna, M., Mahmudi, M., & Musa, M. (2020). Model pH dan hubungannya dengan parameter kualitas air pada tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Banyuwangi Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 4(3), 368-374.
- Suwoyo, H. S., Undu, M. C., & Rachmansyah, R. (2017, February). Tingkat Konsumsi Oksigen Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Pada Ukuran Bobot Yang Berbeda. In *Prosiding FORUM Inovasi Teknologi Akuakultur* (Vol. 1, No. 1, pp. 135-142).
- Usmadi, U. (2020). Pengujian persyaratan analisis (Uji homogenitas dan uji normalitas). *Inovasi Pendidikan*, 7(1), 50–62.
- Ville, C.A., Walker, F.W. & Barnes, R.D. (1988). *Zoologi Umum*. Jakarta : Erlangga, 484p.
- Zainuddin, Z., Djawad, M. I., & Ardiyanti, R. (2012). Pengaruh level protein pakan terhadap laju metabolisme juwana ikan bandeng (*Chanos chanos*, Forsskal 1775). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 12(2), 111-119.