

SKRIPSI

**PERTUMBUHAN DAN KECERAHAN WARNA IKAN
KOI (*Cyprinus carpio*) PADA *PHOTOPERIOD*
YANG BERBEDA**

***GROWTH AND COLOR BRIGHTNESS OF KOI (*Cyprinus
carpio*) FISH AT DIFFERENT PHOTOPERIODS***



Heru
05051281924057

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

SUMMARY

HERU. Growth and Color Brightness of Koi (*Cyprinus carpio*) Fish at Different Photoperiods (Supervised by **MOCHAMAD SYAIFUDIN** and **FERDINAND HUKAMA TAQWA**).

Koi (*Cyprinus carpio*) is one of popular types of ornamental fish with high commercial value. One of the innovations that can be made to increase the growth and color brightness of koi fish is through the manipulation of light duration (photoperiod). This study aimed to determine the best photoperiod for the growth and color brightness of koi fish. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with consisting of 5 treatments and 3 replications, that was P1 photoperiod 0 hours light dan 24 hours dark (0L:24D), P2 6 hours light and 18 hours dark (6L:18D), P3 12 hours light and 12 hours dark (12L:12D), P4 18 hours light and 6 hours dark (18L:6D) and P5 24 hours light and 0 hour dark (24L:0D). Fish rearing was performed for 40 days. The results showed that differences in photoperiod had a significant effect on absolute length growth, absolute weight growth, feed efficiency and color brightness of koi fish. Photoperiod 18L:6D was the best treatment which resulted in absolute length growth of 2.05 cm, absolute weight growth of 3.81 g and feed efficiency of 52.33%. In addition, photoperiod 18L:6D resulted final value in color brightness of 19,39 and increase in koi fish color brightness of 4,97 based on the Toca Color Finder (TCF) scale. Differences in photoperiod did not have a significant effect on the survival of koi fish. The water quality values during rearing were suitable for rearing koi fish.

Keywords : color brightness, *Cyprinus carpio*, growth, photoperiod

RINGKASAN

HERU. Pertumbuhan dan Kecerahan Warna Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) pada *Photoperiod* yang Berbeda (Dibimbing oleh **MOCHAMAD SYAIFUDIN** dan **FERDINAND HUKAMA TAQWA**).

Ikan koi (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu jenis ikan hias populer yang bernilai komersial tinggi. Salah satu inovasi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan kecerahan warna ikan koi adalah melalui rekayasa lama pencahayaan (*photoperiod*). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan *photoperiod* yang terbaik terhadap pertumbuhan dan kecerahan warna ikan koi. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 3 ulangan, yaitu P1 *photoperiod* 0 jam terang dan 24 jam gelap (0T:24G), P2 6 jam terang dan 18 jam gelap (6T:18G), P3 12 jam terang dan 12 jam gelap (12T:12G), P4 18 jam terang dan 6 jam gelap (18T:6G) dan P5 24 jam terang dan 0 jam gelap (24T:0G). Pemeliharaan ikan koi dilakukan selama 40 hari. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan *photoperiod* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan bobot mutlak, efisiensi pakan dan kecerahan warna ikan koi. *Photoperiod* 18T:6G merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan pertumbuhan panjang mutlak 2,05 cm, pertumbuhan bobot mutlak 3,81 g dan efisiensi pakan 52,33%. Selain itu, *photoperiod* 18T:6G menghasilkan nilai akhir kecerahan warna sebesar 19,39 dan peningkatan kecerahan warna ikan koi sebesar 4,97 berdasarkan skala *Toca Colour Finder* (TCF). Perbedaan *photoperiod* berpengaruh tidak nyata terhadap kelangsungan hidup ikan koi. Adapun nilai kualitas air selama pemeliharaan tergolong layak untuk pemeliharaan ikan koi.

Kata kunci : *Cyprinus carpio*, kecerahan warna, pertumbuhan, *photoperiod*

SKRIPSI

PERTUMBUHAN DAN KECERAHAN WARNA IKAN KOI (*Cyprinus carpio*) PADA *PHOTOPERIOD* YANG BERBEDA

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Perikanan Pada Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya



Heru
05051281924057

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

PERTUMBUHAN DAN KECERAHAN WARNA IKAN
KOI (*Cyprinus carpio*) PADA *PHOTOPERIOD*
YANG BERBEDA

SKRIPSI

Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

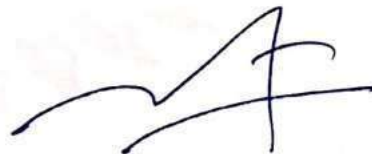
Heru
05051281924057

Pembimbing 1



Mochamad Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D.
NIP. 197603032001121001

Indralaya, Maret 2024
Pembimbing 2



Dr. Ferdinand H. Taqwa, S.Pi., M.Si.
NIP. 197602082001121003



Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.
NIP 196412291990011001

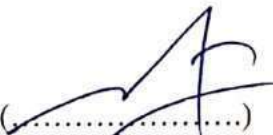
Skripsi dengan judul “Pertumbuhan dan Kecerahan Warna Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) pada *Photoperiod* yang Berbeda” oleh Heru telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 13 Maret 2024 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji

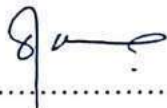
1. Mochamad Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D. Ketua
NIP. 197603032001121001

(
.....)

2. Dr. Ferdinand H. Taqwa, S.Pi., M.Si. Sekretaris
NIP. 197602082001121003

(
.....)

3. Dr. Dade Jubacdah, S.Pi., M.Si. Anggota
NIP. 197707212001122001

(
.....)



PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Heru
NIM : 05051281924057
Judul : Pertumbuhan dan Kecerahan Warna Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)
pada *Photoperiod* yang Berbeda

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapatkan paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Maret 2024



[Heru]

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Desa Simpangkatis, Kecamatan Simpangkatis, Kabupaten Bangka Tengah, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung pada tanggal 03 Maret 2001. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Orangtua bernama Derahman dan Juina. Penulis memulai pendidikan dasar di SDN 01 Simpangkatis pada tahun 2007-2013. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 01 Simpangkatis pada tahun 2013-2016 dan MAN Insan Cendekia Bangka Tengah pada tahun 2016-2019. Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan strata 1 di Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Penulis ikut berperan aktif dalam beberapa organisasi kampus dan kegiatan kemahasiswaan. Adapun riwayat organisasi penulis selama di kampus antara lain, Ketua Umum Komisi Pemilihan Umum (KPU) FP Unsri tahun 2020, Ketua Umum Lembaga Dakwah Fakultas (LDF) BWPI FP Unsri tahun 2021, Menteri Dalam Negeri BEM KM Unsri tahun 2022 dan *Deputy Local Director International Association of Students in Agricultural and Related Sciences (IIAAS) LC Unsri* tahun 2023. Penulis juga merupakan awardee program beasiswa *Bright Scholarsip YBM Brillian* tahun 2020-2023. Selain itu, penulis dipercaya menjadi asisten praktikum mata kuliah Penyuluhan Perikanan pada tahun 2022.

Pada tahun 2021 penulis melaksanakan kegiatan magang di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung dengan judul “Teknik Pendederan Benih Lobster Pasir (*Panulirus homarus*) pada Wadah Terkontrol di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung.” Selanjutnya, penulis melaksanakan kegiatan praktek lapangan di Desa Burai, Ogan Ilir pada tahun 2022 dengan judul “Kombinasi Ekstrak Daun Sirih Cina (*Peperomia pellucida*) dan Vitamin E Terhadap Perkembangan Gonad Ikan Selincah (*Belontia hasselti*) di Kelompok Tani Kelekar II, Desa Burai, Ogan Ilir.” Sebagai tugas akhir, penulis melakukan penelitian tentang “Pertumbuhan dan Kecerahan Warna Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) pada *Photoperiod* yang Berbeda.”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena telah memberikan rahmat dan kasih sayang-Nya. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah pada baginda Nabi Muhammad SAW, pada keluarga, sahabat dan umat hingga akhir zaman.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu. Pertama, kepada Emak dan abang yang telah memberikan dukungan baik moril dan materil. Doa yang tulus penulis sampaikan pada almarhum ayah, semoga beliau diberikan tempat terbaik di sisi Allah SWT. Ucapan terimakasih juga penulis ucapkan kepada bapak ibu dosen Budidaya Perairan Unsri yang telah membantu penulis selama studi dan dalam pembuatan skripsi ini, terkhusus kepada bapak Tanbiyaskur, S.Pi., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik, kemudian dosen pembimbing penelitian bapak Mochamad Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D. dan bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada teman-teman yang telah banyak membantu selama perkuliahan dan dalam pembuatan skripsi. Terkhusus kepada almarhumah Ulfa Mustofia Nur, terimakasih telah menjadi salah satu sahabat terbaik. Semoga almarhumah diberikan tempat terbaik di sisi Allah SWT.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta menjadi sumber pengetahuan bagi banyak orang.

Indralaya, Maret 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan dan Kegunaan Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Ikan Koi (<i>Cyprinus carpio</i>).....	4
2.2. <i>Photoperiod</i>	6
2.3. Kualitas Air.....	8
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN.....	10
3.1. Tempat dan Waktu	10
3.2. Bahan dan Alat	10
3.3. Metode	11
3.4. Prosedur Penelitian.....	12
3.5. Parameter Uji	13
3.6. Analisis Data	15
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	16
4.1. Pertumbuhan Panjang Mutlak dan Bobot Mutlak.....	16
4.2. Efisiensi Pakan	18
4.3. Kecerahan Warna	19
4.4. Kelangsungan Hidup	21
4.5. Kualitas Air	22
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	24
5.1. Kesimpulan	24
5.2. Saran.....	24

DAFTAR PUSTAKA25
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Ikan koi.....	4

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Bahan yang digunakan selama penelitian	10
Tabel 3.2. Alat yang digunakan selama penelitian	11
Tabel 4.1. Pertumbuhan panjang mutlak dan bobot mutlak ikan koi	16
Tanel 4.2. Efisiensi pakan ikan koi	18
Tabel 4.3. Kecerahan warna ikan koi.....	20
Tabel 4.4. Kelangsungan hidup ikan koi.....	22
Tabel 4.5. Kualitas air pemeliharaan ikan koi.....	22

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pertumbuhan panjang mutlak ikan koi	31
Lampiran 2. Pertumbuhan bobot mutlak ikan koi.....	33
Lampiran 3. Efisiensi pakan ikan koi.....	35
Lampiran 4. Jumlah konsumsi pakan ikan koi.....	37
Lampiran 5. Kecerahan warna ikan koi	38
Lampiran 6. Kelangsungan hidup ikan koi	41
Lampiran 7. Kualitas air pemeliharaan ikan koi	42
Lampiran 8. Dokumentasi penelitian	44

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan koi (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu jenis ikan hias yang populer, terutama di Asia dan beberapa negara Eropa (Mekata *et al.*, 2021). Ikan ini mempunyai keunikan pada pola warnanya, yaitu merah, putih, kuning, hitam dan kombinasi warna yang terletak pada bagian punggung. Pada tahun 2021 produksi ikan hias koi di Indonesia mencapai 458.059.000 ekor (DJPB, 2021) dan mengalami peningkatan pada tahun 2022, yakni 484.391.000 ekor (DJPB, 2022). Peningkatan produksi pada ikan koi menjadikan perlu adanya teknik budidaya yang tepat, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhannya. Namun, usaha pengembangan ikan koi tidak hanya bertumpu pada upaya untuk meningkatkan pertumbuhan. Simbolon *et al.* (2021) menyatakan perlu adanya upaya untuk mendapatkan penampilan ikan koi yang menarik agar nilai estetika seperti kecerahan warnanya tetap terjaga.

Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk meningkatkan performa pertumbuhan dan kecerahan warna ikan koi adalah melalui pencahayaan. Cahaya merupakan faktor eksternal yang komponennya meliputi spektrum warna (kualitas), intensitas (kuantitas) dan lama pencahayaan (periodisitas) (Boeuf dan Falcon, 2001). Penelitian Tha (2016) menyatakan paparan spektrum cahaya LED hijau menghasilkan laju pertumbuhan harian ikan koi terbaik sebesar 0,08 g ekor⁻¹ hari⁻¹, sedangkan kualitas warna terbaik ikan koi terdapat pada paparan spektrum cahaya LED merah dengan keragaan visual 67,70% dan jumlah sel kromatofor sebanyak 367. Hasil penelitian tersebut telah menentukan spektrum warna cahaya yang tepat untuk pertumbuhan dan kecerahan warna ikan koi. Namun, pertumbuhan dan kecerahan warna ikan koi masih dapat ditingkatkan jika ditentukan lama pencahayaan (*photoperiod*) yang tepat.

Rekayasa *photoperiod* merupakan upaya yang efektif untuk meningkatkan pertumbuhan ikan dan relatif mudah untuk dilakukan karena hanya perlu melakukan pengaturan waktu pada sumber cahaya (Casey *et al.*, 2020). Boeuf dan Falcon (2001) menyatakan bahwa *photoperiod* dapat memengaruhi fotoreseptor

pineal dan retina sehingga dapat memicu produksi hormon pertumbuhan ikan dan sekresi baik secara langsung (pada hipofisis) atau tidak langsung (hipotalamus). Selain itu, *photoperiod* juga memiliki peranan penting pada pigmentasi warna sehingga dapat menjadi alternatif peningkatan kecerahan warna ikan koi. Prasad dan Velmurugan (2020) menyatakan di antara semua faktor yang digunakan dalam penelitiannya (kondisi air, pakan berpigmen dan *photoperiod*), *photoperiod* memiliki pengaruh yang paling kuat atas pigmentasi warna tubuh ikan hias molly (*Poecilia sphenops*).

Penelitian tentang *photoperiod* untuk meningkatkan pertumbuhan dan kecerahan warna telah dilakukan pada beberapa spesies ikan. Shawon *et al.* (2017) menyatakan *photoperiod* selama 24 jam terang pada larva ikan platy (*Xiphophorus maculatus*) menghasilkan nilai pertumbuhan bobot mutlak dan pewarnaan tubuh terbaik. Malambuigi *et al.* (2020) menyatakan penambahan bobot dan peningkatan kecerahan warna ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan pada *photoperiod* 24G:0T signifikan lebih tinggi daripada perlakuan lainnya. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya perbedaan pertumbuhan dan kecerahan warna ikan yang diberi variasi *photoperiod*. Pada ikan koi belum diketahui *photoperiod* terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan, kecerahan warna dan kelangsungan hidup. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian pengaruh *photoperiod* terhadap pertumbuhan, kecerahan warna dan kelangsungan hidup ikan koi.

1.2. Rumusan Masalah

Salah satu inovasi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan kecerahan warna ikan koi adalah melalui rekayasa lama pencahayaan (*photoperiod*). *Photoperiod* memberikan efek terhadap fotoreseptor pineal dan retina sehingga dapat memicu produksi hormon pertumbuhan ikan. Selain itu, *photoperiod* juga memiliki peranan penting pada pigmentasi warna tubuh ikan. Oleh karena itu, pemberian cahaya dalam durasi yang sesuai diduga akan meningkatkan pertumbuhan dan kecerahan warna ikan koi. Namun, belum diketahui lama waktu terbaik untuk melakukan pencahayaan pada ikan koi.

Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan riset untuk mengetahui *photoperiod* yang terbaik agar dapat meningkatkan pertumbuhan dan kecerahan warna ikan koi.

1.3. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan *photoperiod* yang terbaik terhadap pertumbuhan dan kecerahan warna ikan koi. Hasil penelitian yang dilakukan diharapkan dapat menjadi informasi bagi pembudidaya dan penggemar ikan hias koi tentang lama pencahayaan ikan koi yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdollahpour, H., Falahatkar, B. and Lawrence, C., 2020. The effect of photoperiod on growth and spawning performance of zebrafish, *Danio rerio*. *Aquaculture Reports*, 17(100295), 1-5.
- Aras, A.K., Nirmala, K. dan Soelistyowati, D.T., 2015. Manipulasi spektrum cahaya terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan botia *Chromobotia macracanthus* (Bleeker, 1852). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(1), 45-55.
- Arnason, T., Gunnarsson, A., Steinarsson, A., Danielsdottir, A.K. and Bjornsson, B.T., 2019. Impact of temperature and growth hormone on growth physiology of juvenile atlantic wolffish (*Anarhichas lupus*). *Aquaculture*, 504, 404-413.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2011. *Ikan Hias Koi (Cyprinus carpio) – Syarat Mutu dan Penanganan (SNI No. 7734)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badiola, M., Basurko, O.C., Piedrahita, R., Hundley, P. and Mendiola, D., 2018. Energy use in recirculating aquaculture systems (RAS): a review. *Aquacultural engineering*, 81, 57-70.
- Boeuf, G. and Falcon, J., 2001. Photoperiod and growth in fish. *Vie et Milieu/Life and Environment*, 51(4), 247-266.
- Boeuf, G. and Le Bail, P.Y., 1999. Does light have an influence on fish growth?. *Aquaculture*, 177, 129-152.
- Boujard, T. and Leatherland, J.F., 1992. Circadian rhythms and feeding time in fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 35, 109-131.
- Boyd, C.B. and Tucker, C.S., 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. New York: Springer Science+Business Media, LLC.
- Buwono, N. R., Mahmudi, M., Sabtaningsih, S. O. dan Lusiana, E., 2019. Analisis daya cerna pakan alami pada larva ikan koi. *The Indonesian Green Technology Journal*, 1(3), 11-16.
- Casey, P., Butts, I.A., Zadmajid, V., Sørensen, S.R. and Litvak, M.K., 2020. Prolonged photoperiod improves the growth performance for a hatchery reared right-eyed flatfish. *Aquacultural Engineering*, 90(102089), 1-6.
- Chatziantoniou, A., Spondylidis, S.C., Stavrakidis-Zachou, O., Papandroulakis, N. and Topouzelis, K., 2022. Dissolved oxygen estimation in aquaculture sites using remote sensing and machine learning. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 28(100865), 1-10.
- Dasgupta, P., 2020. An account of oxidative stress, antioxidant response and glucose concentration due to artificial photoperiodic regimes in Koi (*Cyprinus carpio* var koi). *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 3-4(100012), 1-7.

- Di, Z., Li, K., Li, T., Yan, L., Jiang, H. and Liu, L., 2023. Effects of light intensity and photoperiod on the growth performance of juvenile murray cods (*Maccullochella peelii*) in recirculating aquaculture system (RAS). *Aquaculture and Fisheries*, 8(3), 274-279.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (DJPB), 2021. *Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Tahun 2021*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (DJPB), 2022. *Laporan Kinerja 2022 Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya.
- Dwiastuti, S.A., Hastuti, S. dan Samidjan, I., 2023. Pengaruh tepung wortel (*Daucus carota*) dalam pakan komersil terhadap performa warna koi (*Cyprinus carpio*). *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 8(1), 35-49.
- Ebeneezar, S., Prabu, D.L., Chandrasekar, S., Tejpal, C.S., Madhu, K., Sayooj, P. and Vijayagopal, P., 2020. Evaluation of dietary oleoresins on the enhancement of skin coloration and growth in the marine ornamental clown fish, *Amphiprion ocellaris* (Cuvier, 1830). *Aquaculture*, 529(735728), 1-9.
- Effendie, M.I., 2002. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama.
- Falcon, J. and Zohar, Y., 2018. Photoperiodism in Fish. In: Skinner, M. K., ed. *Encyclopedia of Reproduction*. Second Edition. New York: Academic Press, 400-408.
- Fu, X., Zou, Z., Zhu, J., Xiao, W., Li, D., Yu, J., Chen, B. and Yang, H., 2022. Effects of different photoperiods on growth performance, daily rhythm of growth axis-related genes, and hormones in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 553(738071), 1-9.
- Ghomi, M., Zarei, M. and Sohrabnejad, M., 2011. Effect of photoperiod on growth and feed conversion of juvenile wild carp, *Cyprinus carpio*. *Acta Biologica Hungarica*, 62(2), 215-218.
- Gumelar, W.R., Nurruhwati, I., Sunarto dan Zahidah, 2017. Pengaruh penggunaan tiga varietas tanaman pada sistem akuaponik terhadap konsentrasi total amonia nitrogen media pemeliharaan ikan koi. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 8(2), 36-42.
- Gunawan, B.K., Nirmala, K., Soelistyowati, D.T., Djokosetiyanto, D. and Nurussalam, W., 2022. The effects of LED light spectrum manipulation on growth and color performance of giant gourami *Osphronemus gouramy Lacepede* Padang strain. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 21(1), 11-21.
- Kock, S.D. and Gomelsky, B., 2015. Japanese ornamental koi carp: origin, variation and genetics. In: Pietsch, C. and Hirsch, P. eds. *Biology and Ecology of Carp*. Boca Raton: CRC Press, 27-53.
- Kusrini, E., Cindelaras, S. dan Prasetio, A.B., 2015. Pengembangan budidaya ikan hias koi (*Cyprinus carpio*) lokal di Balai Penelitian dan Pengembangan

- Budidaya Ikan Hias Depok. *Media Akuakultur*, 10(2), 71-78.
- Li, X., Wei, P., Liu, S., Tian, Y., Ma, H. and Liu, Y., 2021. Photoperiods affect growth, food intake and physiological metabolism of juvenile European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture Reports*, 20(100656), 1-8.
- Liu, L., Wang, X., Zhang, R., Li, H. and Zhu, H., 2024. Correlation of skin color and plasma carotenoid-related metabolites of ornamental koi carp under temperature fluctuations. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 273(116165), 1-9.
- Liu, Y., Li, X., Xu, G.F., Bai, S.Y., Zhang, Y.Q., Gu, W. and Mou, Z.B., 2015. Effect of photoperiod manipulation on the growth performance of juvenile lenok, *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773). *Journal of Applied Ichthyology*, 31(1), 120-124.
- Malambugi, A., Yu, Z., Zhu, W., Wang, L., Song, F., Limbu, S.M. and Dong, Z., 2020. Effects of photoperiod on growth performance and melanogenesis pathway for skin pigmentation of Malaysian red tilapia. *Aquaculture Research*, 51(5), 1824-1833.
- Malinovskyi, O., Rahimnejad, S., Stejskal, V., Bonko, D., Stara, A., Velisek, J. and Policar, T., 2022. Effects of different photoperiods on growth performance and health status of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) juveniles. *Aquaculture*, 548(737631), 1-8.
- Mekata, T., Kawato, Y. and Ito, T., 2021. Complete genome sequence of carp edema virus isolated from koi carp. *Microbiology Resource Announcements*, 10(16), 1-2.
- National Research Council (NRC), 2011. *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. Washington DC: The National Academies Press.
- NCFishes.com, 2024. *Koi, Cyprinus rubrofuscus Lacepède, in North Carolina* [online]. <https://ncfishes.com/koi-cyprinus-rubrofuscus-lacepede-in-north-carolina/> (diakses 15 Februari 2024).
- Noureldin, S.M., Diab, A.M., Salah, A.S. and Mohamed, R.A., 2021. Effect of different monochromatic LED light colors on growth performance, behavior, immune-physiological responses of gold fish, *Carassius auratus*. *Aquaculture*, 538(736532), 1-9.
- Oldham, T., Nowak, B., Hvas, M. and Oppedal, F., 2019. Metabolic and functional impacts of hypoxia vary with size in atlantic salmon. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 231, 30-38.
- Papilon, U.M. dan Efendi, M., 2017. *Ikan Koi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Prasad K.M.M. and Velmurugan, K., 2020. Effects of artificial photoperiod on the body colouration in the ornamental fish *Poecilia sphenops*. *Kongunadu Research Journal*, 7(1), 69-75
- Putri, F.P. and Dewi, N.N., 2019. Growth monitoring of koi fish (*Cyprinus carpio*)

in natural hatchery techniques in Umbulan, Pasuruan, East Java. *In: The 1st International Conference on Fisheries and Marine Science*, East Java, 6 October 2018. East Java: IOP Publishing.

- Rana, S., Al Bari, A., Shimul, S.A., Al Mazed, M. and Al Nahid, S.A., 2023. Enhancement of body coloration of sword-tail fish (*Xiphophorus helleri*): Plant-derived bio-resources could be converted into a potential dietary carotenoid supplement. *Heliyon*, 9(15028), 1-6.
- Saanin, H., 1984. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*. Jakarta : Bina Cipta.
- Sahoo, G., Sinha, M.K. and Nayak, Y., 2020. Studies on biology, seed production and rearing of *Cyprinus carpio robrofuscus* (Koi carp). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 8(2), 633-638.
- Shahjahan, M., Al-Emran, M., Islam, S.M., Baten, S.A., Rashid, H. and Haque, M.M., 2020. Prolonged photoperiod inhibits growth and reproductive functions of *rohu labeo rohita*. *Aquaculture Reports*, 16(100272), 1-8.
- Shawon, F.I., Islam, N., Rana, S., Shimul, S.A. and Al Nahid, S.A., 2022. The impact of photoperiod to accelerate the development and maturation of platy fish *Xiphophorus maculatus*. *Bangladesh Journal of Fisheries*, 34(1), 1-8.
- Simamora, E.K., Mulyani, C. dan Isma, M.F., 2021. Pengaruh pemberian pakan yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan mas koi (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*, 5(1), 9-16.
- Simbolon, S.M., Mulyani, C. dan Febri, S.P., 2021. Efektivitas penambahan ekstrak buah pepaya pada pakan terhadap peningkatan kecerahan warna ikan mas koi (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Kelautan dan Perikanan Indonesia*, 1(1), 1-9.
- Subhan, R.Y. and Hartono, D.P., 2022. Growth performance of giant gouramy (*Osphronemus gouramy*) in pre-enlargement phase with different temperature. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 5(1), 96-104.
- Susanto, H., 2001. *Koi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tan, M.L., Xie, C.T., Tu, X., Li, Y.W., Chen, Q.L., Shen, Y.J. and Liu, Z.H., 2023. Short daylight photoperiod alleviated alarm substance-stimulated fear response of zebrafish. *General and Comparative Endocrinology*, 338(114274), 1-8.
- Tha, R.A.A., 2016. *Kinerja Pertumbuhan dan Kualitas Warna Benih Ikan Koi Jenis Kohaku (Cyprinus carpio L.) dengan Paparan Spektrum Lampu LED yang Berbeda*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Tobler, I. and Borbely, A.A., 1985. Effect of rest deprivation on motor activity of fish. *Journal Comparative Physiology A*, 157, 817-822.
- Tumwesigye, Z., Tumwesigye, W., Opio, F., Kemigabo, C. and Mujuni, B., 2022. The effect of water quality on aquaculture productivity in Ibanda District, Uganda. *Aquaculture Journal*, 2(1), 23-36.
- Wang, K., Li, K., Liu, L., Tanase, C., Mols, R. and Meer, M.V.D., 2023. Effects of

light intensity and photoperiod on the growth and stress response of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture and Fisheries*, 8(1), 85-90.

Wei, H., Cai, W.J., Liu, H.K., Han, D., Zhu, X.M., Yang, Y.X., Jin, J.Y. and Xie, S.Q., 2019. Effects of photoperiod on growth, lipid metabolism and oxidative stress of juvenile gibel carp (*Carassius auratus*). *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 198(111552), 1-10.

Yanagitsuru, Y.R., Hewitt, C.R., Phuong-Linh, P., Rodgers, E.M., Wang, T., Huongc, D.T.T., Nguyen, T.P.B.C.J. and Bayley, M., 2019. Effect of water pH and calcium on ion balance in five fish species of the Mekong Delta. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 232, 34-39.

Zhu, W., Liu, L., Wang, X., Gao, X., Jiang, J. and Wang, B., 2018. Transcriptomics reveals the molecular processes of light-induced rapid darkening of the non-obligate cave dweller *Oreolalax rhodostigmatus* (Megophryidae, Anura) and their genetic basis of pigmentation strategy. *BMC genomics*, 19(1), 1-13.