

Respon Fisiologis Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) terhadap Durasi Penyinaran

Physiological Responses of Red Tilapia (*Oreochromis niloticus*) to Photoperiod

Ahmad Wiranda¹⁾, Khusnul Khotimah¹⁾, Meika Puspita Sari^{1)*}, Elva Dwi Harmilia¹⁾, Irkhamiawan Ma'ruf¹⁾

¹⁾ Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

Penulis Korespondensi: meikadyan@gmail.com

Received October 2025, Accepted December 2025, Published December 2025

ABSTRAK

Faktor lingkungan berperan penting dalam pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Peran ini tidak hanya sebatas penentu keberhasilan pertumbuhan panjang dan berat ikan, tingkah laku, pola makan, dan metabolisme ikan pun turut terpengaruh. Fotoperiode sendiri didefinisikan sebagai lama waktu penyinaran lama terang dan gelap. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh fotoperiodisme terhadap laju pertumbuhan dan respon fisiologis ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*). Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Gandus, Kota Palembang. Data dan Analisis dilakukan menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan beberapa parameter seperti Laju pertumbuhan panjang, pertambahan berat ikan, kelangsungan hidup serta perilaku dari ikan Nila merah yang diamati secara kualitatif terhadap perlakuan dengan variasi lama Penyinaran. Perlakuan yang diberikan adalah dengan 3 variasi penyinaran terang gelap dan 5 kali ulangan dengan variasi P1 : 20 jam terang : 4 jam gelap (20T ; 4G) P2 : 16 jam terang : 8 jam gelap (16T ; 8G) dan P3 : 12 jam terang : 12 jam gelap (12T ; 12G). Hasil analisa menunjukkan bahwa ikan nila merah memiliki respon pertumbuhan yang positif yang ditandai dengan pertambahan panjang dan berat ikan yang disebabkan karena meningkatkan metabolisme akibat peningkatan laju konsumsi pakan. Perilaku ikan mengalami perubahan dibandingkan dengan kontrol yang diakibatkan oleh stres fisiologis akibat pemberian perlakuan lama penyinaran.

Kata Kunci: fotoperiodisme; ikan nila merah; respon pertumbuhan

ABSTRACT

*Environmental factors play an important role in the growth and survival of fish, both directly and indirectly. This role is not limited to determining the success of fish growth in terms of length and weight; fish behavior, feeding patterns, and metabolism are also affected. Photoperiod itself is defined as the length of time of light and dark exposure. This study aims to evaluate the effect of photoperiodism on the growth rate and physiological response of red tilapia (*Oreochromis niloticus*). The study was conducted in Gandus District, Palembang City. Data and analysis were performed using a completely randomized design (CRD) with several parameters such as growth rate, weight gain, survival rate, and behavior of red tilapia observed qualitatively in response to treatment with varying light exposure times. The treatments given were 3 variations of light and dark exposure and 5 repetitions with variations P1: 20 hours of light: 4 hours of dark (20T; 4G) P2: 16 hours of light: 8 hours of dark (16T; 8G), and P3: 12 hours light : 12 hours dark (12T; 12G). The analysis results showed that red tilapia had a positive growth response, characterized by an increase in fish length and weight, caused by increased metabolism due to an increase in feed consumption rate. Fish behavior changed compared to the control group due to physiological stress caused by prolonged exposure to light.*

Keywords: photoperiodism; red tilapia; growth response

PENDAHULUAN

Kegiatan budidaya ikan tidak terbatas hanya memperhatikan pakan dan kualitas air. Budidaya yang dilakukan pada kolam terbuka keberhasilan kegiatan budidaya juga ditentukan oleh faktor lingkungan terutama faktor abiotik, seperti cahaya, suhu, pH, salinitas, curah hujan. Kondisi lingkungan yang optimal akan mendukung keberhasilan budidaya dan menurunkan angka kematian ikan (Supono, 2015).

Faktor lingkungan terbagi menjadi faktor kimia, fisika dan biologi (Viadero, 2005). Faktor Fisika Seperti suhu, intensitas cahaya, salinitas, aliran air. Faktor Kimia seperti pH air, Oksigen terlarut, salinitas. Serta Faktor Biologi seperti, bakteri, virus, plankton, dan kepadatan populasi (Gunadi *et al.*, 2013). Pada penelitian ini, salah satu faktor lingkungan yang coba untuk di evaluasi adalah mengenai lama penyinaran atau lama periode gelap terang dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan ikan. Periode lama terang atau yang dikenal dengan istilah Fotoperiode, merupakan durasi atau lama nya periode gelap dan terang (Maishela, 2013).

Ikan nila merah merupakan ikan yang aktif pada siang hari (diurnal), yang artinya ikan nila aktif mencari makan dan beraktifitas pada siang hari (Santikawati *et al.*, 2022). Dengan aktifitasnya yang dilakukan pada siang hari, penting bagi ikan nila untuk beradaptasi terhadap lamanya penyinaran cahaya matahari. Beberapa jenis ikan memiliki toleransi dan kepekaan yang berbeda terhadap paparan cahaya matahari (Noprianto *et al.*, 2022). Fotoperiodisme mempengaruhi ikan dalam hal pola makan, pola mencari makan dan beberapa aktivitas lainnya di perairan (Yuma *et al.*, 2023). Lebih lanjut Ofonime (2024), Fotoperiodisme pada ikan bersifat spesifik pada setiap spesies ikan yang dengan demikian berdampak pada tiap stase kehidupannya. Pergantian gelap dan terang dianggap sebagai penyelarasan utama yang berkaitan dengan aktifitas dan pola makan ikan. Perilaku tersebut dipengaruhi oleh mekanisme fisiologis seperti produksi hormon tertentu yang dapat meningkatkan konversi pakan.

Penelitian mengenai fotoperiodisme dan respon fisiologis ikan perlu dilakukan dalam tujuan penting, terutama dalam konteks perikanan budidaya, seperti mengoptimalkan pertumbuhan ikan, mengendalikan kegiatan reproduksi ikan, memperbaiki efisiensi pakan, serta memahami adaptasi alamiah ikan. Penelitian yang dilakukan (Xu *et al.*, 2022), menemukan bahwa fotoperiodisme berperan dalam mempengaruhi respon fisiologis ikan seperti status kesehatan ikan serta respon

fisiologis lain dengan pemberian lama penyinaran. Valenzuela, 2022, melakukan penelitian mengenai respon fisiologis ikan trout dengan pendekatan enzim dan sel darah untuk mengetahui respon fisiologis ikan selain peningkatan pertumbuhan dan nafsu makan. Wang, 2023 juga melakukan penelitian untuk mengetahui respon fisiologis ikan nila dalam pendekatan respons stres yang disebabkan oleh durasi lama terang. Dengan melakukan manipulasi faktor lingkungan seperti variasi lama penyinaran gelap dan terang, kita dapat mengevaluasi respon fisiologis yang ditampilkan oleh ikan nila berupa peningkatan pertumbuhan, persentase kelangsungan hidup serta tingkatan stres dan perubahan perilaku ikan sebagai respon terhadap perubahan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi aerator, selang aerator, batu aerasi, plastik *polyethylene*, lampu LED, toples 16 liter sebagai wadah pemeliharaan, buku, alat tulis, penggaris, timbangan digital, seser atau serok, selang, DO meter mengukur oksigen terlarut dalam air, pH meter mengukur tingkat asam atau basa air, Thermometer mengukur suhu air, Sedangkan untuk bahan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah benih ikan nila merah dengan rentang ukuran 3 sampai 5 cm sebanyak 300 ekor. Pakan yang diberikan yakni pakan pelet yang memiliki kadar protein 30%.

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2025 di talang Kepus, Gandus, Kota Palembang. Provinsi Sumatera Selatan.

Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL). Adapun banyaknya perlakuan adalah dengan 3 variasi penyinaran terang gelap dan 5 kali ulangan. Variasi lama terang (T) - gelap (G) sebagai berikut:

- P1 : 20 jam terang : 4 jam gelap (20T ; 4G)
- P2 : 16 jam terang : 8 jam gelap (16T ; 8G)
- P3 : 12 jam terang : 12 jam gelap (12T ; 12G)

Metode Pengumpulan Data

Data dianalisis menggunakan Analisis Sidik Ragam dan dilanjutkan dengan Uji BNT apabila hasil menunjukkan perbedaan yang signifikan. Parameter yang di ukur dalam penelitian ini meliputi:

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak didefinisikan sebagai selisih panjang tubuh ikan antara awal dan akhir periode penelitian. Pertumbuhan panjang mutlak dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Effendie, 2002) sebagai berikut:

$$L = L_t - L_0$$

Keterangan:

L :Pertumbuhan panjang (cm)

L_t :Panjang akhir (cm)

L_0 :Panjang awal (cm)

Pertumbuhan Berat Mutlak

Pertumbuhan berat mutlak didefinisikan sebagai selisih berat tubuh ikan antara akhir dan awal periode penelitian. Laju pertumbuhan berat mutlak pada penelitian ini dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Effendie, 2002).

$$W_m = W_t - W_0$$

Keterangan :

W_m : Pertumbuhan berat (g)

W_t : Berat akhir (g)

W_0 : Berat awal (g)

Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup diartikan sebagai persentase perbandingan antara jumlah ikan yang tetap hidup dengan jumlah ikan yang ditebar selama masa pemeliharaan (Effendie 2002).

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan :

SR : Kelangsungan hidup ikan (%)

N_t : Jumlah ikan hidup akhir

N_0 : Jumlah ikan hidup awal

Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air pada media pemeliharaan dilakukan setiap minggu. Parameter yang diamati meliputi kadar oksigen terlarut (DO), suhu, dan pH.

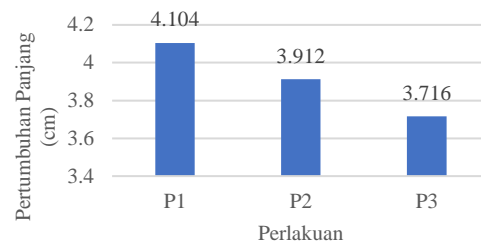
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap variabel pengamatan, adapun analisis dilakukan dengan menggunakan parameter pertumbuhan panjang dan berat ikan, kelangsungan hidup serta respon fisiologis ikan.

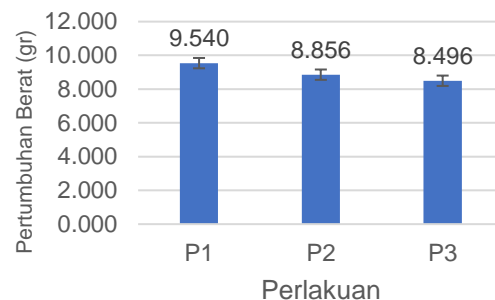
Pertumbuhan Panjang dan Berat Ikan

Analisis pertumbuhan panjang dan berat bertujuan untuk melihat salah satu respon fisiologis ikan berupa pertambahan ukuran panjang dan berat ikan yang kemudian dibandingkan dengan ukuran ikan sebelum

perlakuan. Untuk mendapatkan hasil, dilakukan pengukuran pada setiap 10 hari sampling untuk kemudian dilakukan perhitungan menggunakan rumus Pertumbuhan panjang mutlak ikan, sehingga di dapatkan hasil seperti yang ditampilkan pada Gambar 1 dan pertambahan berat pada gambar 2 dibawah ini:



Gambar 1. Grafik Rerata Pertambahan Panjang Ikan

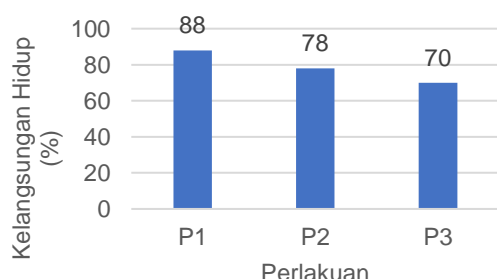


Gambar 2. Grafik Rerata Pertambahan Berat ikan

Pertumbuhan merupakan salah satu respon fisiologis makhluk hidup yang ditandai dengan pertambahan panjang dan berat (Effendie, 2002). Xu (2022) mengungkapkan bahwa pertumbuhan ikan akan cenderung meningkat seiring dengan pertambahan usia atau umur ikan, akan tetapi dengan mempelajari dan mengevaluasi beberapa faktor lingkungan, maka pertambahan panjang dan berat dapat ditingkatkan. Pemberian perlakuan lama gelap dan terang mempengaruhi pertumbuhan ikan, ikan yang beraktifitas pada siang hari cenderung akan aktif mencari makan pada kondisi lingkungan yang terang, dan akan menurun aktifitasnya ketika cahaya mulai gelap. Pada ikan nila merah, cahaya panjang sering berhubungan dengan laju pertumbuhan lebih cepat karena waktu makan lebih panjang dan metabolisme meningkat. Kenaikan bobot ikan didapatkan melalui konversi makanan yang lebih baik, bukan hanya sekadar asupan makanan yang terstimulasi, melalui penerimaan makanan yang baik akan menstimuli keterlibatan hormon pertumbuhan seperti melatonin, somatropin, hormon tiroid

dan lainnya (Boeuf,1999). Lebih lanjut Simensen (2000), bahwa fotoperiodisme bertindak sebagai faktor pemandu dan penyelaras dalam mengendalikan faktor-faktor penyebab pertumbuhan pada ikan, dengan mempengaruhi dan mengatur ritme sistem internal dan tingkat sirkulasi hormon. Hormon melatonin dan periode penyinaran berkaitan erat dan saling mempengaruhi (Hisar, 2005).

Dengan meningkatkan konversi pakan dan pertumbuhan ukuran ikan, tingkat kelangsungan hidup pun akan dipengaruhi melalui penurunan angka kematian ikan yang ditampilkan seperti pada gambar 3. Berdasarkan hasil analisis statistik, pemberian variasi lama terang dan gelap tidak berpengaruh nyata terhadap ukuran ikan melainkan terhadap kelulushidupan ikan. Artinya pemberian perlakuan lama periode terang tidak menunjukkan hasil yang signifikan terhadap penambahan bobot dan panjang ikan tetapi menunjukkan persentase yang besar pada kelulushidupan ikan. Pada gambar 3 dibawah ini, merupakan persentase kelulushidupan ikan nila ,merah yang diberi perlakuan durasi penyinaran.



Gambar 3. Persentasi Kelulushidupan Ikan

Respon Fisiologis ikan Nila merah

Respon fisiologis yang dievaluasi kemudian adalah regulasi atau mekanisme stres pada ikan yang di ukur melalui pengukuran kadar glukosa darah untuk menilai apakah glukosa pada ikan yang diberi perlakuan lama gelap terang mengalami perubahan sebagai respon terhadap perubahan lingkungan.

Stress merupakan terjadinya reaksi fisiologis pada hewan saat mempertahankan homeostassis dalam menghadapi adanya penyebab stress (Djauhari *et al.*, 2019). Stress dapat berasal dari faktor perubahan lingkungan dan respon organisme lain (Komalasari *et al.*, 2018). Berdasarkan hasil penelitian, pemberian perlakuan fotoperiodisme berbeda menunjukan terjadinya peningkatan kadar glukosa darah. Nilai kadar glukosa darah pada perlakuan 20 jam terang dan 4 jam gelap (20T ; 4G) yaitu 30-108 mg/dL. Pada perlakuan 16 jam terang dan

8 jam gelap (16T ; 8G) yaitu 32-92 mg/dL. Pada fotoperiodisme 12 Terang dan 12 jam gelap (12T ; 12G) menunjukan nilai kadar glukosa darah 33-79 mg/dL. Sedangkan untuk nilai kadar glukosa darah ikan yang tidak diberi fotoperiodisme yaitu sebesar 24-36 mg/dL. Normalnya, kadar glukosa darah bagi ikan berkisar antara 40 sampai 90 mg/dL. (Cahyanti dan Awalina, 2022).

Penelitian mengenai gula darah sebagai respon terhadap stres lingkungan merupakan salah satu indikator untuk mengetahui respon fisiologis ikan terhadap perubahan lingkungan. kadar glukosa darah tetap sama atau membutuhkan stimuli yang lebih lama dan banyak untuk menunjukkan perubahan yang signifikan. Periode lama terang untuk spesies ikan yang nocturnal akan mempengaruhi sistem biologis tubuh dan menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah sebagai respon stres. Kadar glukosa darah yang meningkat menunjukkan level stres yang tinggi pada ikan (Odhiambo *et al.*, 2020; Pratama *et al.*, 2022; Renitasari *et al.*, 2021).

Peningkatan glukosa darah pada ikan nila merah merupakan respon stres yang terjadi akibat pelepasan hormon yang diinduksi oleh stres ke dalam sirkulasi darah, hormon seperti epinefrin dan norepinefrin akan memicu peristiwa glikogenolisis pada organ otot dan hati dan melepaskan glukosa untuk kebutuhan energi yang meningkat selama dan setelah periode stres (Eslamloo *et al.*, 2014). Dengan demikian, peningkatan glukosa yang ditemukan dalam penelitian ini dapat dijelaskan oleh tingginya kebutuhan glukosa oleh jaringan ikan yang dihadapkan pada stres yang berulang.

Perilaku Ikan Nila dan Fotoperiodisme

Penilaian terhadap perilaku ikan dilakukan secara deskriptif. Nurdin (2013) bahwa ikan memiliki perspektif pemilihan warna yang berbeda, kemampuan ini ditentukan oleh intensitas cahaya dan panjang gelombang tertentu yang berpengaruh terhadap pergerakan dan tingkah laku ikan baik secara langsung maupun tidak langsung. Cahaya akan mempengaruhi aktifitas renang ikan, seperti yang ditampilkan pada tabel 1. Variasi lama penyinaran gelap dan terang memberikan pengaruh yang berbeda terhadap perilaku ikan dalam aktifitas renang dan pengambilan makanan. Ikan nila yang diberi perlakuan terang 20 jam memiliki respon yang lebih cepat dibandingkan ikan dengan lama penyinaran terang lebih rendah. Nofrizal *et al.*, 2009, bahwa aktifitas renang ikan dibagi menjadi 3 jenis berdasarkan kecepatannya yaitu, *Sustained*, *Prolonged*, dan *Brush swimming speed*. Ketiga jenis kecepatan renang pada ikan ini akan

menentukan respon atau gangguan fisiologis ikan ketika berenang.

Tabel 1. Perilaku ikan selama perlakuan Lama penyinaran

Indikator	Perlakuan		
	P1 (20T ; 4G)	P2 (16T ; 8G)	P3 (12T ; 12G)
Perilaku renang	Aktif	Aktif	Lambat
Nafsu makan	Nafsu makan normal	Nafsu makan normal	Nafsu makan menurun
Respon pemberian pakan pagi hari	Merespon dengan cepat	Mersepon dengan cepat	Merespon tapi lambat
Respon pemberian pakan malam hari	Merespon dengan cepat	Merespon cukup cepat	Tidak merespon

Aktifitas renang pada penelitian ini, ikan cenderung normal yang artinya tidak ada perubahan yang signifikan terhadap perilaku aktifitas renang ikan. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut melalui peningkatan durasi lama terang gelap terhadap perilaku dan aktifitas renang ikan, guna mendapatkan informasi lebih akurat mengenai hubungan antara fotoperiodisme dan respon fisiologis ikan nila merah.

KESIMPULAN

1. Fotoperiodisme memberikan pengaruh terhadap pertambahan ukuran panjang dan berat ikan serta kelulushidupan ikan, meskipun belum menunjukkan hasil yang signifikan
2. Pengukuran kadar glukosa darah dan pengamatan perilaku ikan dilakukan sebagai data penunjang yang menunjukkan respon fisiologis pada ikan yang diakibatkan oleh perubahan salah satu faktor lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyanti, Y., dan Awalina, I. 2022. "Studi Literatur: Pengaruh Suhu terhadap Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)". Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan. 2(4): 224–235. <https://doi.org/10.36312/pjipst.v2i4.110>
- Djauhari, R., Sylvia Monalisa, S., Sianturi, E., dan Matling. 2019. "Respon gula darah ikan Betok Respon Glukosa Darah Ikan Betok (*Anabas testudineus*) Terhadap Stres Padat Tebar". Jurnal Ilmu Hewani Tropika. 8(2): 43–49.
- Effendie, M.I. 2002. "Biologi Perikanan". Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Eslamloo, K., Akhavan, S.R., Fallah, F.J., and Henry, M.A. 2014. "Variations of physiological and innate immunological responses in goldfish (*Carassius auratus*) subjected to recurrent acute stress". Fish Shellfish Immun. 37(1):147-53. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.01.014>
- Gunadi, B., Harris, E., Supriyono, S., Sukenda, dan Budiardi, T. 2013. "Ketercernaan protein dan ekskresi amonia pada pemeliharaan ikan lele *Clarias gariepinus*". Jurnal Akuakultur Indonesia. 12(1): 62-69.
- Hisar, S.A., Kirim, B., Bektas, S., Altinkaynak, K., Hisar, O., and Yanik, T. 2005. "Effect of photoperiod on plasma thyroxine hormone level of mirror carp (*Cyprino carpio*) raised at low water temperature in a controlled environment". Israeli Journal of Aquaculture Bamidgheh. 57: 19-24.
- Komalasari, S.S., Subandiyono, S., dan Hastuti, S. 2018. "Pengaruh Vitamin C Pada Pakan Komersil Dan Kepadatan Ikan Terhadap Kelulushidupan Serta Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)". Sains Akuakultur Tropis : Indonesian Journal of Tropical Aquaculture. 1(1): 31-41. <https://doi.org/10.14710/sat.v1i1.2453>
- Maishela, B., Suparmono, Diantari, Rara., Muhaemin, M. 2013. Pengaruh Fotoperiode Terhadap Pertumbuhan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan. 1(2): 145-160
- Noprianto, T., Sugihartono, M., dan Arifin, M.Y. 2022. "Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Patin Siam (*Pangasianodon Hypophthalmus*). Jurnal Akuakultur Sungai Dan Danau. 7(April): 32-38. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v7i1.126>
- Odhiambo, E., Angienda, P.O., Okoth, P., and Onyango, D. 2020. "Stocking density induced stress on plasma cortisol and whole blood glucose concentration in Nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus*) of Lake Victoria, Kenya". International Journal of Zoology. 2020: 1-8.

- Ofonime, Edet, A., Musa, and Babatunde. 2024. "Impacts of Photoperiod Manipulation on Growth and Welfare of Juvenile African Catfish". *Asian Journal of Biological Sciences*. 17(4): 523-534. <https://doi.org/10.3923/ajbs.2024.523.534>
- Pratama, A. R., dan Sopyan, A. 2022. "Pengaruh eugenol terhadap glukosa darah dan sintasan benih ikan sepat mutiara (*Trichogaster Leeri*) selama dan pasca transportasi". *Jendela ASWAJA*, 3(2): 1-9.
- Santikawati, S., Sitinjak, L., dan Waruwu, R.A. 2022. "Pengaruh Perbedaan Suhu Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik dan Tingkat Kelulus Hidupan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Teknologi Manipulasi Photoperiode". *Journal Penelitian Terapan Perikanan dan Kelautan*. 4(2): 1-9.
- Simensen, L.M., Jonassen, T.M., Imsland, A.K. and Stefansson, S.O. 2000. "Photoperiod regulation of growth of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.)". *Aquaculture*, 190: 119-128. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00397-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00397-5)
- Supono, 2015. "Manajemen Lingkungan Untuk Akuakultur". Yogyakarta: Plantaxia.
- Valenzuela, A.,I. Rodríguez, B., Schulz, R., Cortés, J., Acosta, V., Campos and Escobar-Aguirre, S. 2022. "Effects of continuous light (LD24:0) modulate the expression of lysozyme, mucin and peripheral blood cells in rainbow trout". *Fishes*. 7. 10.3390/fishes7010028.
- Viadero, C.R. 2005. "Factors Affecting Fish Growth and Production". *Water Encyclopedia*. <https://doi.org/10.1002/047147844X.sw241>
- Wang, K., Li, K., Liu, L., Tanase, C., Mols, R. and van der Meer, M. 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. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.03.001>
- Xu, H., Shi, Ce., Ye, Y., Mu, C., and Wang. 2022. Effects of different photoperiods and feeding regimes on immune response, oxidative status, and tissue damage in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Frontiers Marine Science*. 9(2022).<https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1036289>