

Performa osmoregulasi, faktor kondisi dan kematangan gonad ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di waduk Cengklik, Boyolali

Osmoregulation performance, condition factor, and gonad maturity of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Cengklik reservoir, Boyolali

Received: 20 November 2022, Accepted: 09 January 2023
DOI: 10.29103/aa.v1i2.9356

Akbar Aryansyah^{a*}, Sutrisno Anggoro^a dan Norma Afianti^a

^aProgram Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Abstrak

Osmoregulasi merupakan mekanisme penyesuaian fisiologis ikan terhadap kondisi lingkungan. Performa pertumbuhan ikan akan berkurang ketika sejumlah besar energi dialihkan untuk proses osmoregulasi. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui tingkat kerja osmotik (TKO), pola osmoregulasi, faktor kondisi (K), tingkat kematangan gonad (TKG) serta menganalisis hubungan TKO dengan faktor kondisi dan TKG ikan nila dari tiga keramba jaring apung (KJA) waduk Cengklik, Boyolali. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Maret – April 2022 yang dilanjutkan dengan beberapa pengukuran alometrik dan analisis regresi. TKO ikan nila pada ketiga stasiun KJA berkisar 4 – 10 mOsm/L H₂O; seluruh sampel ikan memiliki pola osmoregulasi hiperosmotik. Faktor kondisi ikan nila jantan dan betina yaitu 1,86±0,21 dan 1,89±0,18. TKG ikan nila jantan dan betina didominasi oleh TKG IV dengan fekunditas 9408±2092,54 butir telur. TKO tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap faktor kondisi maupun TKG ikan nila ($p>0,05$). Uji korelasi Pearson menunjukkan hubungan yang lemah antara TKO dengan faktor kondisi ($r = 0,204$) dan TKG ikan nila ($r = -0,001$). Oleh karena itu, disimpulkan bahwa ikan nila menggunakan lebih sedikit energi dalam kerja osmotik untuk menghasilkan performa pertumbuhan yang baik karena lebih besar energi untuk pertumbuhan, yang ditunjukkan dengan faktor kondisi tinggi ($K>1$) dan didominasi oleh ikan nila yang sudah matang gonad (TKG IV).

Kata kunci: Faktor Kondisi; Kematangan Gonad; KJA; *Oreochromis niloticus*; Osmoregulasi

Abstract

Osmoregulation is a physiological adjustment mechanism of fish to environmental conditions. Fish growth performance will reduce when a large amount of energy is redirected for the osmoregulation process. The purpose of this study was to determine the osmotic work level (OWL), osmoregulation pattern, condition factor (K), gonad maturity stages (GMS) and analyze the relationship between OWL with condition factor and GMS of tilapia collected from three floating net cages in Cengklik reservoir, Boyolali. Samples were collected during March – April 2022 followed by some allometric measurements and regression analyses. The OWL of tilapia at the three cages ranged from 4 – 10 mOsm/L H₂O; they performed a hyperosmotic osmoregulation pattern. The condition factor of male and female tilapia were 1,86±0,21 and 1,89±0,18. GMS of both male and female tilapia was dominated by GMS IV with a fecundity of 9408±2092.54 eggs. OWL did not reveal a significant effect on condition factors or on the GMS of tilapia ($p>0.05$). Pearson correlation test showed a weak relationship between OWL with condition factors ($r = 0,204$) and tilapia GMS ($r = -0,001$). Therefore, tilapia uses less energy in osmotic work to produce good growth performance because it has more energy for growth, as indicated by the high condition factor ($K>1$) and domination by fish with GMS IV level of mature gonads.

Keywords: Condition Factor; Gonad Maturity; Fish Cages; *Oreochromis niloticus*; Osmoregulation

* Korespondensi: Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Tembalang 50275, Semarang, Indonesia.
e-mail: akbaryansyah151@gmail.com

1. Pendahuluan

1.1. Latar belakang

Waduk Cengklik merupakan waduk yang terletak di Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah tepatnya di Desa Ngargorejo, Kecamatan Ngemplak. Pada masa pemerintahan Hindia Belanda

tahun 1923 waduk ini dibangun untuk memenuhi kebutuhan air industri Pabrik Gula Colo Madu, namun sejak tahun 1998 airnya dimanfaatkan untuk irigasi. Selain fungsi utama sebagai sarana irigasi lahan sawah seluas 1.578 ha, waduk Cengklik juga dimanfaatkan untuk kegiatan wisata dan akuakultur. Waduk Cengklik mempunyai luas genangan 10,69 km² dengan volume efektif 9,773 juta m³ air (Asmaranto & Suryono, 2018).

Menurut Roziaty *et al.* (2018), pemanfaatan waduk Cengklik sampai saat ini adalah sebagai pengendali banjir bagi kawasan pemukiman sekitar waduk, sebagai sarana irigasi bagi lahan pertanian padi dan palawija, sebagai objek rekreasi seperti mengendarai perahu mengelilingi waduk, serta kegiatan perikanan baik perikanan tangkap maupun budidaya. Perikanan tangkap menggunakan sistem tradisional dengan jaring dan pancing. Jenis ikan yang dapat ditemukan di waduk Cengklik yaitu ikan sepat (*Trichogaster trichopterus*), ikan wader (*Barbus binotatus*) dan ikan tombro (*Cyprinus carpio*). Jenis ikan yang dibudidayakan di waduk Cengklik yaitu ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan sistem budidaya keramba jaring apung (KJA).

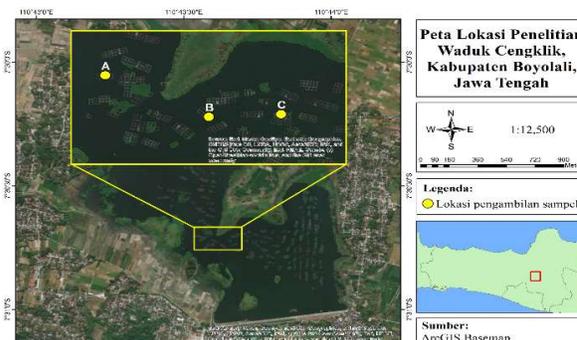
Cukup banyak aktivitas industri dan non-industri yang berada di dalam maupun di sekitar waduk ini, seperti misalnya industri otomotif, budidaya ikan dengan KJA, aktivitas pertanian dan pemukiman masyarakat yang berada di sekitar waduk. Aktivitas tersebut dapat menyumbang limbah yang masuk ke perairan waduk melalui sungai atau pun *run off*. Limbah yang masuk dapat menyebabkan perubahan kondisi perairan waduk. Perubahan kondisi perairan dapat menyebabkan organisme di dalam waduk harus menyesuaikan diri dengan perubahan tersebut, termasuk ikan yang dibudidayakan. Melalui proses osmoregulasi, ikan berusaha menyesuaikan konsentrasi cairan dalam tubuh agar seimbang dengan lingkungannya (Viermanda *et al.*, 2018). Apabila energi yang dibutuhkan untuk proses osmoregulasi semakin besar, maka energi untuk proses pertumbuhan akan menurun (Puryono *et al.*, 2019). Ikan yang osmolaritas darahnya lebih tinggi dari lingkungan menunjukkan total kerja osmotik yang lebih rendah, sehingga energi yang dibebaskan untuk proses osmoregulasi lebih kecil (Pamungkas, 2012). Melalui pengukuran osmolaritas darah ikan dan air sebagai media hidup dapat diketahui bagaimana pola osmoregulasi dan tingkat kerja osmotik ikan. Faktor kondisi dan tingkat kematangan gonad ikan yang menggambarkan pertumbuhan ikan, dapat dihubungkan dengan tingkat kerja osmotik untuk mengetahui bagaimana pengaruhnya terhadap faktor kondisi dan tingkat kematangan gonad ikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola osmoregulasi dan tingkat kerja osmotik ikan nila dari KJA waduk Cengklik serta mengetahui faktor kondisi dan TKG ikan nila dan hubungannya dengan tingkat kerja osmotik ikan nila. Penelitian ini diharapkan dapat menyediakan informasi mengenai kemampuan osmoregulasi yang dihubungkan dengan faktor kondisi dan tingkat kematangan gonad ikan nila yang dibudidayakan di KJA waduk Cengklik.

2. Materi dan Metode

2.1. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – April 2022. Pengambilan sampel ikan nila dan sampel air media dilakukan di waduk Cengklik, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah. Sampel ikan nila dan air media diambil pada tiga stasiun KJA. Tiap KJA diambil 10 ekor ikan nila dan 100 ml sampel air media. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Pengelolaan Sumber Daya Ikan dan Lingkungan, Departemen Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

2.2. Bahan dan alat penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ikan nila serta sampel air KJA. Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu botol plastik 100 mL, alat tulis dan label, *cool box*, GPS Garmin 76S, DO meter Smart Sensor AR8210, pH meter EZ-9908, alat suntik, *microtube* 1,5 mL, mistar dengan ketelitian 0,5 mm, peralatan bedah, *Micro-osmometer with electrolyte analyzer* HP 33844-RZ dengan ketelitian 1 mOsm/L H₂O dan kamera.

2.3. Rancangan penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode observasi dengan beberapa pengukuran dan analisis regresi. Metode penelitian observasi merupakan metode yang bertujuan untuk mendapatkan data atau fakta mengenai objek tertentu dan mendapat kesimpulan dari hasil yang diperoleh (Hanik *et al.*, 2018). Objek yang diamati atau diukur yaitu ikan nila (*O. niloticus*) untuk mengetahui tingkat kerja osmotik, pola osmoregulasi, faktor kondisi dan tingkat kematangan gonad. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui hubungan antara tingkat kerja osmotik dengan faktor kondisi dan tingkat kematangan gonad ikan nila.

2.4. Prosedur penelitian

2.4.1. Penanganan sampel ikan nila dan air media

Sampel ikan nila diambil darahnya setelah dianestesi terlebih dahulu dalam wadah yang diberi lima tetes minyak cengkeh dalam 1 liter air (Lubis *et al.*, 2016). Ketika ikan sudah tidak bergerak lagi, kemudian darah diambil dari daerah dagu dengan menyisipkan alat suntik 1,5 mL di antara sisik-sisik lalu disimpan dalam *microtube* dan diberi label. Segera setelahnya, *microtube* yang berisi darah ikan dan sampel ikan yang telah mati disimpan dalam *coolbox* yang berisi bongkahan es agar tetap segar. Sampel air KJA sebanyak 100 ml untuk pengukuran osmolaritas dan elektrolit air, serta sampel air sebanyak 600 ml untuk pengukuran salinitas dimasukkan pula ke dalam *coolbox*.

2.4.2. Pengukuran osmolaritas, elektrolit air dan tingkat kerja osmotik ikan nila

Osmolaritas darah ikan nila dan osmolaritas air media serta kadar elektrolit air diukur dengan alat *Micro-osmometer with electrolyte analyzer* HP 33844-RZ. Tingkat kerja osmotik (TKO) diperoleh dari selisih osmolaritas darah ikan nila dengan osmolaritas air media. TKO dihitung berdasarkan persamaan dari Anggoro & Nakamura (2009) sebagai berikut:

$$TKO = [P_{osmo\ darah} - P_{osmo\ media}]$$

Keterangan: P_{osmo darah} adalah tekanan osmotik cairan tubuh dan P_{osmo media} adalah tekanan osmotik air media dalam satuan mOsm/L H₂O.

2.4.3. Pengukuran faktor kondisi ikan nila

Faktor kondisi ikan nila didapat dari data panjang dan berat basah ikan. Sebelum faktor kondisi dihitung, dilakukan analisis hubungan panjang dan berat ikan untuk mengetahui sifat alometrik pertumbuhan ikan nila. Hubungan panjang dan berat ikan dihitung berdasarkan persamaan Ricker (1975), sebagai berikut:

$$W = aL^b$$

$$\log W = \log a + b \log L$$

Dimana: W adalah berat total (g), L adalah panjang total (cm), a: *intercept* dan b: *slope*.

Apabila yang dibandingkan misalnya adalah variabel berat terhadap panjang, maka koefisien isometrik $\beta=3/1=3$, sedangkan apabila dibandingkan terhadap beratnya maka $\beta=1/3$; apabila yang dibandingkan variabel luas permukaan terhadap panjang maka $\beta=2$; apabila yang dibandingkan variabel panjang terhadap lebar maka $\beta=1$ (Afiati, 2005). Uji statistik sederhana untuk mengetahui penyimpangan dari pola pertumbuhan isometrik atas variabel-variabel yang dibandingkan yaitu sebagai berikut (Afiati *et al.*, 2017):

$$t_{\text{obs}}(n-1)df = \frac{(b - \beta)}{S \text{ error } b}$$

Apabila $b=3$, sifat pertumbuhan ikan adalah isometrik. Apabila $b<3$, sifat pertumbuhan ikan adalah alometrik negatif atau pertumbuhan panjang ikan lebih cepat daripada penambahan berat. Apabila $b>3$, sifat pertumbuhan ikan adalah alometrik positif atau penambahan berat ikan lebih cepat daripada pertumbuhan panjang (Agista *et al.*, 2019).

Faktor kondisi ikan nila dihitung berdasarkan persamaan Fulton menurut Froese (2006), sebagai berikut:

$$K = 100 \times WL^{-3}$$

Keterangan: K adalah faktor kondisi, W adalah berat total (g) dan L adalah panjang total (cm). Apabila $K<1$, mengindikasikan ikan dalam kondisi kurus.

Apabila $K>1$, menunjukkan ikan dalam kondisi gemuk atau berbobot (de Vries *et al.*, 2020).

2.4.4. Penentuan tingkat kematangan gonad ikan nila

Tingkat kematangan gonad (TKG) ditentukan dengan cara membedah abdomen ikan nila. Bila sudah terdapat gonad maka ditentukan jenis kelamin individualnya. Selanjutnya gonad dipisahkan. TKG ditentukan dengan mengamati bentuk gonad, ukuran gonad, warna gonad, dan tekstur gonad menurut Tester & Takata, (1953) dalam Simbolon *et al.* (2020). Setelah itu, gonad dicatat timbangan beratnya, dipotong menjadi tiga bagian yaitu dari bagian pangkal, tengah dan ujung. Masing-masing potongan ditimbang dan dihitung jumlah telur. Fekunditas dihitung secara gravimetri dengan rumus (Le Cren 1951 dalam Roy *et al.*, 2021):

$$F = (X \times G) / g$$

Keterangan: F adalah fekunditas (butir), X adalah jumlah telur dalam sampel, G adalah berat total gonad (g), g adalah berat sampel gonad (g).

2.4.5. Pengukuran variabel kualitas air

Pengukuran variabel kualitas air dilakukan sebagai data pendukung dalam penelitian. Variabel tersebut antara lain suhu, pH, oksigen terlarut dan salinitas. Pengukuran dilakukan secara *in situ*, sedangkan salinitas diukur dengan salino meter yang diuji di Laboratorium Pengujian Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro. Pengukuran dilakukan tiga kali ulangan untuk setiap KJA.

2.5. Analisis Data

2.5.1. Analisis hubungan tingkat kerja osmotik dengan faktor kondisi dan tingkat kematangan gonad ikan nila

Analisis regresi digunakan untuk menguji hipotesis dan mengetahui bentuk hubungan statistik antara TKO dengan faktor kondisi serta TKG ikan. Menurut Maryati *et al.* (2021), analisis regresi merupakan metode analisis statistik untuk mengetahui hubungan antara satu atau lebih variabel bebas (X) dengan satu variabel terikat (Y), dalam bentuknya yang paling sederhana memiliki persamaan berikut:

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

X : variabel bebas (TKO)

Y : variabel terikat (faktor kondisi dan TKG)

a : *intercept*

b : *slope*

Guna mengetahui keamatan hubungan antara TKO dengan faktor kondisi dan TKG dilakukan analisis korelasi. Hasil akhir dari analisis korelasi adalah koefisien korelasi (r) yang nilainya berkisar dari -1 hingga +1 (Gogtay & Thatte, 2017). Keamatan hubungan statistik dua variabel disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1

Keamatan hubungan statistik dua variabel menurut Gogtay & Thatte (2017)

Koefisien korelasi (r)	Keamatan hubungan
(-1) – (-0,5)	Kuat
(-0,5) – 0	Lemah
0 – 0,5	Lemah
0,5 – 1	Kuat

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tingkat kerja osmotik dan pola osmoregulasi ikan nila

Tingkat kerja osmotik (TKO) merupakan respons atau beban kerja yang dilakukan oleh ikan nila untuk mengatur keseimbangan antara osmolaritas cairan internal tubuh dan osmolaritas media eksternal (Anggoro *et al.*, 2018a). TKO ikan nila yang didapat pada ketiga stasiun (Tabel 2), dapat diketahui rata-rata TKO stasiun A yaitu $5,1 \pm 0,54$ mOsm/L H₂O, stasiun B sebesar $7,6 \pm 0,92$ mOsm/L H₂O dan stasiun C sebesar $9 \pm 0,63$ mOsm/L H₂O, salinitas waduk Cengklik berkisar antara 0,094 – 0,098 g/L. Menurut Susilo *et al.* (2012), ikan nila yang dipaparkan pada salinitas 0-20 g/L menunjukkan beban kerja osmotik antara 0,5 – 3 yang berarti bahwa osmolaritas darah hampir sama dengan osmolaritas media. Ikan pada kondisi tersebut tidak memerlukan banyak energi untuk melakukan regulasi osmotik. Semakin rendah TKO akan menyebabkan energi yang digunakan untuk proses osmoregulasi ikan semakin sedikit, sehingga dapat diinterpretasikan bahwa energi dapat lebih banyak digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan ikan sepanjang kondisi lain ideal (Garcia *et al.*, 2014; Anggoro *et al.*, 2018b).

Tabel 2

Tingkat kerja osmotik (TKO) dan pola osmoregulasi ikan nila di tiga stasiun KJA waduk Cengklik, Maret 2022.

Stasiun	Kode Sampel	Osmolaritas (mOsm/L H ₂ O)		TKO (mOsm/L H ₂ O)	Pola Osmoregulasi
		Air Media	Darah Ikan		
A	A1	13	19	6	hiperosmotik
	A2	16	21	5	
	A3	14	19	5	
	A4	13	18	5	
	A5	15	20	5	
	A6	18	23	5	
	A7	17	21	4	
	A8	15	20	5	

A9	15	20	5	
A10	16	22	6	
B1	17	24	9	
B2	15	23	8	
B3	19	27	8	
B4	16	23	7	
B5	16	22	6	
B6	18	25	7	hiperosmotik
B7	19	26	7	
B8	15	24	9	
B9	17	24	7	
B10	17	25	8	
C1	17	26	9	
C2	17	25	8	
C3	18	26	8	
C4	18	27	9	
C5	16	25	9	hiperosmotik
C6	19	29	10	
C7	19	28	9	
C8	17	27	10	
C9	18	27	9	
C10	17	26	9	

Osmoregulasi berkaitan dengan perbedaan pada osmolaritas darah ikan dan osmolaritas media eksternal. Hasil pengukuran osmolaritas darah ikan nila dan air media pada ketiga stasiun menunjukkan konsentrasi osmolaritas darah berada di atas konsentrasi osmolaritas media (Tabel 2). Hasil osmolaritas tersebut menunjukkan bahwa ikan nila sampel mempunyai pola osmoregulasi hiperosmotik, yaitu organisme yang mempertahankan konsentrasi garam-garam cairan tubuh di atas konsentrasi air media eksternalnya (Puryono *et al.*, 2019; Fridman, 2020). Ikan yang hiperosmotik mengalami kehilangan ion atau garam ke dalam air di lingkungannya, sehingga ikan akan banyak meminum air dan ginjal ikan menyerap kembali ion serta akan memproduksi urin (Gui *et al.*, 2016). Guna mencegah konsentrasi cairan internal tubuh ikan menjadi terlalu encer, maka ikan mengeluarkan urin dengan volume yang relatif besar dan menyerap NaCl secara aktif melalui epitel insang (Nasmi *et al.*, 2017).

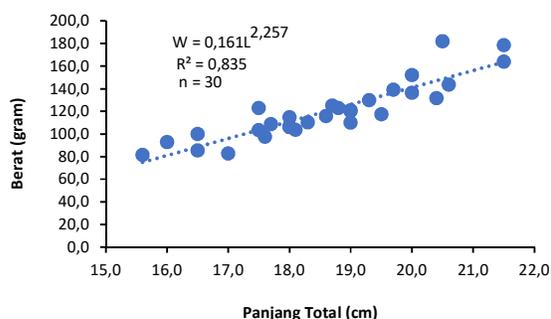
Ion yang terkandung dalam air tawar antara lain yaitu Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} (Tabel 3). Semakin tinggi konsentrasi ion dalam air akan meningkatkan kadar salinitas. Salinitas yang semakin tinggi akan menyebabkan tekanan osmotik media semakin tinggi (Sobirin *et al.*, 2014). Waduk Cengklik merupakan perairan tawar dimana konsentrasi ion-ion yang diperoleh rendah dibanding dengan konsentrasi ion di waduk DAS Damodar (Tabel 3). Ion Na^+ berperan dalam pertukaran NH_4^+ dan H^+ dari dalam tubuh ikan ke lingkungannya, sementara ion Cl^- untuk pertukaran HCO_3^- , sehingga pertukaran ini menyebabkan level amonia dalam darah rendah (Puryono *et al.*, 2019). Pertukaran ion banyak terjadi pada insang, sehingga insang adalah organ yang sangat penting untuk mengatur keseimbangan ion-ion di dalam tubuh ikan (Kurniawan dan Mustikasari, 2021). Ion-ion divalen seperti Ca dan Mg berpengaruh terhadap permeabilitas membran pada proses osmoregulasi. Ion Ca yang tinggi di perairan tawar membantu mengurangi kehilangan garam dari insang dan permukaan tubuh. Dengan demikian kerja ginjal lebih ringan dalam menjaga konsentrasi garam dalam darah (Asmaini *et al.*, 2020).

Tabel 3
Kandungan elektrolit air media di tiga stasiun KJA waduk Cengklik, Maret 2022.

Stasiun	Cl^- (mg/L)	Na^+ (mg/L)	Mg^{2+} (mg/L)	Ca^{2+} (mg/L)
A	0,06	0,08	0,20	0,31
B	0,07	0,08	0,20	0,30
C	0,07	0,07	0,20	0,30
Waduk DAS Damodar*	3,0	5,2	2,9	9,8

Keterangan: *Singh *et al.* (2008).

3.2. Hubungan panjang dan berat ikan nila



Gambar 2. Pertumbuhan alometrik ikan nila diukur dari panjang dan berat ikan di tiga stasiun KJA waduk Cengklik, Maret 2022.

Tabel 4
Pertumbuhan alometrik ikan nila diukur dari panjang dan berat ikan di tiga stasiun KJA waduk Cengklik, Maret 2022.

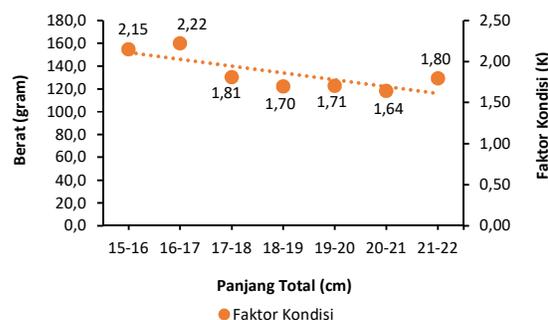
Jumlah ikan (n)	a	b	β	Seb	Alometrik	r	t_{obs}
30	0,161	2,257	3	0,190	-	0,914	-3,911*

Keterangan:

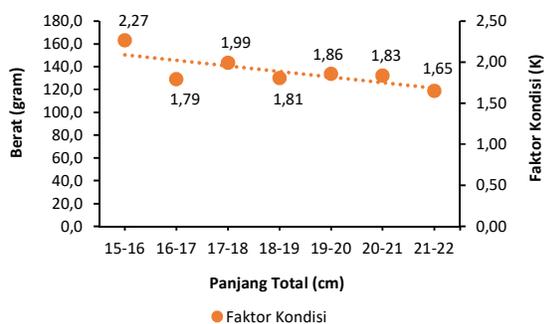
- * = t_{hitung} berbeda nyata pada $p < 0,05$ ($n=30$, $t_{0,05}=2,045$)
- = alometrik negatif

Hasil regresi panjang dan berat ikan nila pada tiga stasiun KJA diperoleh harga a sebesar 0,161 dan koefisien b sebesar 2,257 (Tabel 4). Adapun persamaan hubungan panjang dan berat ikan nila yang diperoleh yaitu $W=0,161L^{2,257}$ (Gambar 2). Hubungan panjang dan berat ikan penting dalam studi biologi ikan karena bertujuan memberikan informasi mengenai pola pertumbuhan dan kondisi individu ikan (Radhi *et al.*, 2018). Hasil analisis hubungan panjang dan berat ikan nila di KJA waduk Cengklik menunjukkan ikan nila mempunyai pola pertumbuhan alometrik negatif ($b < 3$) atau pertumbuhan panjang yang relatif lebih cepat daripada pertambahan berat ikan. Pertumbuhan alometrik dapat dipengaruhi oleh intensitas makan ikan, ketersediaan pakan, kerapatan anggota populasi atau padat tebar pada kultivan budidaya, jenis kelamin dan kondisi lingkungan (Escote & Jumawan, 2017). Umumnya pertumbuhan alometrik bersifat sementara, misalnya berubah karena perubahan yang berkaitan dengan kenaikan bobot selama proses pematangan gonad ikan (Aisyah *et al.*, 2017).

3.3. Faktor kondisi ikan nila



Gambar 3. Faktor kondisi ikan nila jantan di tiga stasiun KJA waduk Cengklik, Maret 2022.

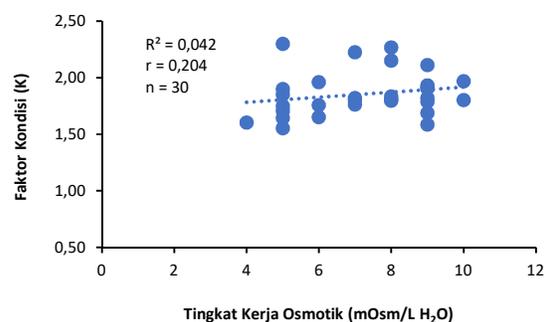


Gambar 4. Faktor kondisi ikan nila betina di tiga stasiun KJA waduk Cengklik, Maret 2022.

Hasil perhitungan faktor kondisi (K) ikan nila pada tiga stasiun KJA yang dilakukan, diperoleh faktor kondisi ikan nila jantan berkisar antara 1,64 – 2,22 (Gambar 3). Faktor kondisi ikan nila betina berkisar antara 1,65 – 2,27 (Gambar 4). Rata-rata faktor kondisi ikan nila jantan sebesar $1,86 \pm 0,21$ dan rata-rata faktor kondisi ikan nila betina adalah $1,89 \pm 0,18$. Faktor kondisi ikan nila jantan dan betina menunjukkan bahwa sampel ikan nila dalam kondisi gemuk atau berbobot ($K > 1$). $K > 1$ menggambarkan kualitas KJA sebagai tempat hidup yang menguntungkan bagi pertumbuhannya, kebutuhan pakan dan nutrisi ikan tercukupi. Harga K yang lebih tinggi menunjukkan penumpukan lemak atau penambahan massa otot (daging) ikan (Valikhani *et al.*, 2020; Arafat & Bakhtiyar, 2022; Dinh *et al.*, 2022). Hasil tersebut menandakan bahwa ikan nila yang dibudidayakan di ketiga KJA di waduk Cengklik tumbuh dengan baik.

Faktor kondisi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan biotik dan abiotik serta dapat digunakan sebagai indeks untuk menilai kondisi lingkungan perairan tempat ikan hidup. Jenis kelamin, kematangan gonad, jenis pakan yang dikonsumsi dan musim merupakan faktor biotik dan abiotik yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya K atau faktor kondisi (Suleiman *et al.*, 2018). Variasi faktor kondisi dapat disebabkan oleh kualitas dan kuantitas pakan, intensitas pemberian pakan berkaitan dengan proses perkembangan gonad ikan (Syuhada *et al.*, 2020). Tingginya faktor kondisi dapat terjadi karena sumber energi utama digunakan untuk perkembangan gonad yang akan mencapai puncak sebelum memijah (Rahardjo & Simanjuntak, 2008; Nugroho *et al.*, 2018). Perkembangan sel reproduksi berada di puncaknya pada TKG IV saat ukuran gonad terbesar sudah tercapai, sehingga meningkatkan bobot tubuh ikan secara keseluruhan (Kartini *et al.*, 2017). Hal ini sejalan dengan angka faktor kondisi ikan nila yang lebih besar dari satu ($K > 1$), sebab tingkat kematangan gonad ternyata didominasi oleh ikan nila yang berada dalam tahap matang gonad (TKG IV).

Hasil analisis regresi hubungan tingkat kerja osmotik (TKO) dan faktor kondisi ikan nila (Gambar 5) menunjukkan hubungan linear positif yaitu semakin tinggi TKO maka faktor kondisi ikan nila semakin tinggi. Namun, kenaikan TKO tersebut tidak berpengaruh signifikan terhadap faktor kondisi ikan nila ($p > 0,05$). Koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh juga rendah (Gambar 5), yang berarti bahwa TKO hanya memberikan pengaruh sebesar 4,2% terhadap faktor kondisi ikan nila.

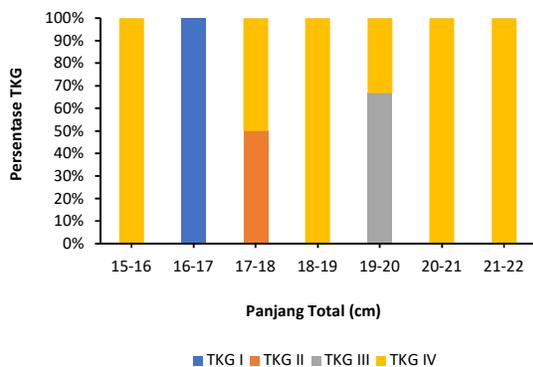


Gambar 5. Hubungan TKO dan faktor kondisi ikan nila di tiga stasiun KJA waduk Cengklik, Maret 2022.

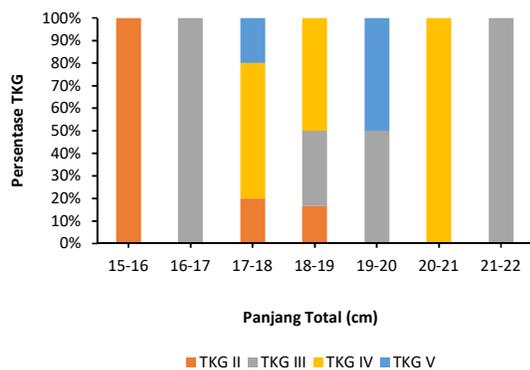
Hal ini juga diperkuat dengan hasil uji korelasi Pearson ($r = 0,024$) yang menunjukkan bahwa TKO dan faktor kondisi ikan nila mempunyai keeratan hubungan yang lemah. Pengaruh yang kecil antara TKO dengan faktor kondisi ikan nila ini karena TKO yang diperoleh juga rendah. Dapat disimpulkan bahwa TKO yang rendah tersebut mengakibatkan energi yang digunakan ikan nila untuk proses osmoregulasi lebih sedikit, penghematan biaya energi untuk osmoregulasi ini menyebabkan cukup besar energi untuk meningkatkan pertumbuhan (Abdel-Tawwab *et al.*, 2019). Besarnya energi untuk pertumbuhan tersebut ditunjukkan dengan faktor kondisi ikan nila pada ketiga stasiun menghasilkan $K > 1$ atau ikan nila dalam keadaan yang gemuk. TKO yang rendah menyebabkan surplus energi yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan sehingga faktor kondisi akan meningkat (Permata *et al.*, 2021).

3.4. Tingkat kematangan gonad ikan nila

Pengamatan gonad terhadap 30 sampel ikan nila dari ketiga KJA menunjukkan bahwa sampel terdiri dari 11 ikan nila jantan dan 19 ikan nila betina. Hasil pengamatan gonad menunjukkan gonad ikan nila ditemukan pada tahap perkembangan gonad I – V. Status gonad ikan nila jantan berkisar dari TKG I hingga IV, yaitu 9,1% ikan dengan TKG I dan TKG II, 18,2% berada pada TKG III dan didominasi oleh TKG IV sebesar 63,6%. (Gambar 6). Adapun gonad ikan nila betina, berkisar dari TKG II hingga V dengan rincian 15,8% ikan dalam status TKG II, 31,6% berada pada TKG III, TKG IV mendominasi sejumlah 42,1% dan TKG V sebesar 10,5% (Gambar 7). Ikan nila jantan maupun betina didominasi oleh ikan yang sudah dalam tahap matang gonad (TKG IV) yaitu 63,6% pada ikan jantan dan 42,1% pada ikan betina. Kematangan gonad dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal (hormon). Suhu dan pakan merupakan faktor eksternal yang dominan dalam mempengaruhi kematangan gonad (Tarigan *et al.*, 2017). Perkembangan gonad biasanya bervariasi tergantung pada suhu air wadah budidaya; dimana perkembangan reproduksi lebih cepat di air yang hangat dengan suhu optimum 28 – 32°C (Wang *et al.*, 2017; Karimah *et al.*, 2018). Dapat disimpulkan bahwa ikan nila dari ketiga KJA waduk Cengklik mempunyai perkembangan gonad yang optimal, karena pemberian pakan yang teratur dan suhu air yang optimum yaitu 30-31°C.



Gambar 6. Persentase TKG ikan nila jantan di tiga stasiun KJA waduk Cengklik, Maret 2022.



Gambar 7. Persentase TKG ikan nila betina di tiga stasiun KJA waduk Cengklik, Maret 2022.

Tabel 5

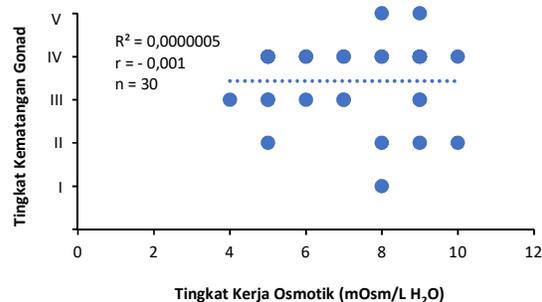
Fekunditas ikan nila betina di tiga stasiun KJA waduk Cengklik, Maret 2022.

TKG	Kode Sampel	Fekunditas (butir)	Rata-rata Fekunditas (butir)
II	A2	1013	807±240,53
	B2	938	
	C6	469	
III	A4	7391	6908±1750,40
	A7	9577	
	A10	6706	
	B4	5843	
	B7	3956	
	C1	7976	
IV	A1	4472	9408±2092,54
	A3	9506	
	A8	10797	
	B5	8765	
	C5	10220	
	C7	10277	
	C8	9204	
C10	12026		
V	C2	366	1317±951
	C9	2268	

Perkembangan gonad ikan nila tersebut didukung juga dengan fekunditas yang cukup banyak. Ikan nila betina dari ketiga stasiun mempunyai rata-rata fekunditas berkisar antara 807±240,53 – 9408±2092,54 butir telur (Tabel 5). Ikan nila dapat mempunyai jumlah telur yang berkisar antara 300 – 3000 hingga 6000 – 13000 butir telur per individu (Wahyuni *et al.*, 2015). Fekunditas ikan akan meningkat seiring meningkatnya ukuran ikan dan tingkat kematangan gonad (Liyana *et al.*, 2019). Variasi jumlah telur umum terjadi pada spesies ikan atau pada spesies yang sama karena adanya perbedaan usia, panjang tubuh, berat gonad, dan faktor lingkungan (Mohamed & Al-Wan, 2020). Fekunditas atau jumlah telur ikan sangat dipengaruhi oleh lingkungan perairan dan pakan (Simbolon *et al.*, 2016).

Lingkungan yang baik bagi kehidupan ikan akan mengurangi pengalokasian energi dari nutrisi pakan yang dikonsumsi untuk penyeimbangan proses tubuh dengan lingkungan, sehingga energi tersebut difokuskan untuk pembentukan telur yang akan meningkatkan jumlah telurnya (Burmansyah *et al.*, 2013).

Hasil analisis regresi hubungan tingkat kerja osmotik (TKO) dan TKG ikan nila (Gambar 8) menunjukkan hubungan linear negatif yaitu semakin tinggi TKO maka TKG ikan nila semakin rendah. Namun, sama halnya dengan pengaruh TKO terhadap faktor kondisi, kenaikan TKO tidak memberikan pengaruh yang signifikan pula terhadap TKG ikan nila ($p > 0,05$). Koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh dari ketiga stasiun pun juga rendah (Gambar 8), yang berarti bahwa TKO hanya memberikan pengaruh sebesar 0,000005% terhadap TKG ikan nila.



Gambar 8. Hubungan TKO dan TKG ikan nila di tiga stasiun KJA waduk Cengklik, Maret 2022.

Hal ini juga diperkuat dengan hasil uji korelasi Pearson ($r = -0,001$) yang menunjukkan bahwa TKO dan TKG ikan nila mempunyai keeratan hubungan yang lemah. TKO yang rendah mengakibatkan pengaruh yang kecil antara TKO terhadap TKG ikan nila. Dapat disimpulkan bahwa TKO yang rendah tersebut mengakibatkan energi yang digunakan untuk proses osmoregulasi ikan nila lebih sedikit, sehingga lebih banyak porsi energi dipakai untuk perkembangan gonad. Banyaknya porsi energi untuk perkembangan gonad tersebut ditandai dengan banyaknya ikan nila pada ketiga stasiun yang sudah dalam tahap matang gonad (TKG IV). Reproduksi yang berhasil membutuhkan sumber daya yang memadai karena tuntutan energi yang tinggi dalam perkembangan gonad, oleh karena itu konsumsi makanan yang rendah dapat menghambat reproduksi (Volkoff & London, 2018).

3.5. Variabel kualitas air

Kualitas air merupakan bagian penting dalam sistem budidaya ikan. Kondisi perairan yang baik merupakan kebutuhan untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan karena semua proses kehidupan ikan sangat bergantung pada kualitas lingkungan hidupnya (Devi *et al.*, 2017). Oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) adalah variabel kualitas air yang sangat penting pada budidaya ikan, dimana rendahnya DO dapat mengurangi nafsu makan yang kemudian mempengaruhi pertumbuhan (Khater *et al.*, 2021). Konsentrasi DO optimum untuk pertumbuhan ikan nila adalah di atas 5 mg/L dengan DO minimum 3 mg/L, sedangkan kisaran pH antara 6,5 – 9 adalah optimum untuk pertumbuhan ikan nila (Makori *et al.*, 2017). Reproduksi ikan nila dianggap baik pada pH 6,1 – 8, sedangkan DO optimum untuk produksi telur ikan nila yaitu 4,5 – 6 mg/L (Makori *et al.*, 2017; Alam *et al.*, 2021). Hasil pengukuran DO pada ketiga stasiun KJA mempunyai rentang antara 6,58 – 8,46 mg/L, sedangkan pH pada kisaran 7,23 – 7,87 (Tabel 6). Konsentrasi DO dan pH yang diperoleh tersebut berada pada keadaan optimum untuk pertumbuhan dan reproduksi ikan nila. Efek perairan yang asam pH 4,2 – 5 dapat mengganggu fungsi

insang sebagai organ osmoregulasi dalam menyerap ion (Portz *et al.*, 2006).

Tabel 6

Hasil pengukuran variabel kualitas air di tiga stasiun KJA waduk Cengklik, Maret 2022.

Stasiun	DO (mg/L)	pH	Suhu (°C)	Salinitas (g/L)
A	8,46	7,87	30,23	0,098
B	6,58	7,23	31,03	0,095
C	8,25	7,76	31,00	0,094

Suhu merupakan faktor penting pada budidaya ikan karena secara langsung mempengaruhi kinerja ikan dan reaksi biokimia. Umumnya, ikan nila akan menghentikan asupan pakannya ketika suhu turun di bawah 15°C dan tidak dapat bereproduksi di bawah 20°C (El-Wahab *et al.*, 2020). Apabila suhu air melebihi kisaran optimum dapat mengganggu fungsi fisiologis ikan yang mengakibatkan energi terpakai untuk mengatasi stres (Portz *et al.*, 2006). Suhu optimum untuk kinerja pertumbuhan ikan nila berada pada kisaran 27 – 32°C (Mengistu *et al.*, 2020). Suhu yang diperoleh dari hasil pengukuran pada ketiga stasiun KJA berada pada kisaran 30,23 – 31,03°C, sehingga suhu tersebut optimum untuk pertumbuhan ikan nila. Waduk Cengklik merupakan ekosistem air tawar dimana salinitas yang telah diukur pada ketiga stasiun KJA berada pada kisaran 0,094 – 0,098 g/L. Budidaya ikan nila dapat dilakukan secara luas pada berbagai lingkungan perairan, termasuk air tawar, air payau, dan kondisi air asin dengan salinitas antara 0 – 35 g/L (Pizzelli, 2020; Rahman *et al.*, 2021). Ikan nila dapat tumbuh baik pada salinitas antara 0 – 18 g/L (Souza *et al.*, 2019).

4. Kesimpulan

Tingkat kerja osmotik (TKO) ikan nila pada ketiga stasiun berkisar antara 4 – 10 mOsm/l H₂O. Sampel ikan nila mempunyai pola osmoregulasi hiperosmotik. Faktor kondisi (K) sampel ikan nila diperoleh K>1 yang menunjukkan ikan nila dalam keadaan gemuk. Tingkat kematangan gonad (TKG) sampel ikan nila baik ikan jantan maupun betina didominasi oleh TKG IV atau sudah tahap matang gonad. TKO tidak memberi pengaruh yang signifikan terhadap faktor kondisi dan TKG ikan nila ($p>0,05$). Uji korelasi Pearson menunjukkan antara TKO dengan faktor kondisi dan TKG ikan nila berhubungan lemah.

Bibliograph

Abdel-Tawwab, M., Monier, M. N., Hoseinifar, S. H. & Faggio, C. 2019. Fish Response to Hypoxia Stress: Growth, Physiological, and Immunological Biomarkers. *Fish Physiology and Biochemistry*, 45(3), 997-1013.

Afiati, N. 2005. Karakteristik Pertumbuhan Allometrik Cangkang Kerang Darah *Anadara indica* (L.) (Bivalvia:Arcidae). *Jurnal Saintek Perikanan*, 1(2): 45 - 52.

Afiati, N., Nusari, D. M. & Subagiyo. 2017. Allometric Study of *Urotheutis (Photololigo) duvauceli* (d'Orbigny 1835) from Northern Coast of Java. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: B. Life and Environmental Sciences*, 54(1), 21-27.

Agista, L., Muhammadar, A. A. & Chaliluddin, M. A. 2019. The Relationship of Length-Weight and Condition Factors of Layang Fish (*Decapterus russelli*) Landed at KUD Gabion of Oceanic Fishing Port, North Sumatra. *Earth and Environmental Science*, 348(1), 1-7.

Aisyah, S., Bakti, D. & Desrita, D. 2017. Pola Pertumbuhan dan Faktor Kondisi Ikan Lemeduk (*Barbodes schwanenfeldii*) di Sungai Belumai Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 4(1), 8-12.

Alam, S.M.A., Sarkar, S.I., Miah, M.A. & Rashid, H. 2021. Management Strategies for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Hatchery in the Face of Climate Change Induced Rising Temperature. *Aquaculture Studies*, 21(2), 55-62.

Anggoro, S., Suprpto, D. & Purwanti, F. 2018a. Osmoregulation Pattern of Fingerling Vannamee Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Rearing in Three Molt Stage Iso-osmotic Media. *Indonesian Journal of Marine Sciences*, 23(3), 119-122.

Anggoro, S., Purwanti, F., Taufani, W. T. & Nakamura, K. 2018b. Effect of Osmotic Shocks on Sodium Regulation and Na-K-ATPase Activity of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931). *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: B. Life and Environmental Sciences*, 55(1), 15-19.

Anggoro, S. & Nakamura, K. 2009. Osmotic Response and Feeding Pattern of Kuruma Shrimp (*Penaeus japonicus*) at Various Molting Stages. Research Report. Lab. of Propagation Physiology. Scientific Article 11. Fisheries Fac. Kagoshima University, Kagoshima, Japan

Arafat, M. Y. & Bakhtiyar, Y. 2022. Length-Weight Relationship, Growth Pattern and Condition Factor of Four Indigenous Cypriniform *Schizothorax* Species from Vishav Stream of Kashmir Himalaya, India. *Journal of Fisheries*, 10(1), 101202.

Asmaini, A., Handayani, L. & Nurhayati. 2020. Penambahan Nano CaO Limbah Cangkang Kijing (*Pilsbryocncha exilis*) pada Media Bersalinitas untuk Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 7(1), 1-7.

Asmaranto, R. & Suryono, A. 2018. Environmental Carrying Capacity Review in Cengklik Reservoir. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4), 4528-4533.

Burmansyah, Muslim & Fitriani, M. 2013. Pemijahan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) Semi Alami dengan Sex Ratio Berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(1), 23-33.

de Vries, A. N., Govoni, D., Árnason, S. H. & Carlsson, P. 2020. Microplastic Ingestion by Fish, Body Size, Condition Factor and Gut Fullness are Not Related to the Amount of Plastics Consumed. *Marine Pollution Bulletin*, 151, 110827.

Devi, P. A., Padmavathy, P., Aanand, S. & Aruljothi, K. 2017. Review on Water Quality Parameters in Freshwater Cage Fish Culture. *International Journal of Applied Research*, 3(5), 114-120.

Dinh, Q. M., Nguyen, T. H. D., Truong, N. T. & Nguyen-Ngoc, L. 2022. Factors Regulating Growth Pattern and Condition Factor of an Amphibious Fish *Periophthalmus gracilis* Living in the Mekong Delta. *PeerJ*, 10, 1-18.

El-Wahab, A. A., Visscher, C., Teitge, F. & Steinhagen, D. 2020. Choice Preference of Diets with Different Protein Levels Depending on Water Temperature in Nile Tilapia. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(2), 512-526.

- Escote, M. J. V. & Jumawan, J. C. 2017. Length-Weight Relationship of Fishes in Sta. Ana Dam, Nabunturan, Compostella Valley, Philippines. *International Journal of Biosciences*, 11(3), 199-204.
- Fridman, S. 2020. Ontogeny of the Osmoregulatory Capacity of Teleosts and the Role of Ionocytes. *Frontiers in Marine Science*, 7(709), 1-14.
- Froese, R. 2006. Cube Law, Condition Factor and Weight–Length Relationships, History, Meta-Analysis and Recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241-253.
- Garcia, A. B., Partridge, G. J., Flik, G., Roques, J. A. & Abbink, W. 2015. Ambient Salinity and Osmoregulation, Energy Metabolism and Growth in Juvenile Yellowtail Kingfish (*Seriola lalandi Valenciennes 1833*) in a Recirculating Aquaculture System. *Aquaculture Research*, 46(11), 2789-2797.
- Gogtay, N. J., & Thatte, U. M. 2017. Principles of Correlation Analysis. *Journal of the Association of Physicians of India*, 65(3), 78-81.
- Gui, L., Zhang, P., Liang, X., Su, M., Wu, D., & Zhang, J. 2016. Adaptive Responses to Osmotic Stress in Kidney-Derived Cell Lines from *Scatophagus argus*, a Euryhaline Fish. *Gene*, 583(2), 134-140.
- Hanik, N. R., Harsono, S. & Nugroho, A. A.. 2018. Penerapan Pendekatan *Contextual Teaching and Learning* dengan Metode Observasi untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Matakuliah Ekologi Dasar. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 9(2): 127-138.
- Karimah, U., Samidjan, I. & Pinandoyo. 2018. Performa Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Jumlah Pakan yang Berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 7(1), 128-135.
- Kartini, N., Boer, M. & Affandi, R. 2017. Pertumbuhan, Faktor Kondisi, dan Beberapa Aspek Reproduksi Ikan Lemuru (*Amblygaster sirm*, Walbaum 1792) di Perairan Selat Sunda. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 9(1), 43-56.
- Khater, E. S., Bahnasawy, A., El-Ghobashy, H., Shaban, Y., Elsheikh, F. & El-Reheem, S. A.. 2021. Mathematical Model for Predicting Oxygen Concentration in Tilapia Fish Farms. *Scientific Reports*, 11(1), 1-15.
- Kurniawan, A. & Mustikasari, D. 2021. Review tentang Kemampuan Ikan Ekstremofil untuk Hidup di Perairan Asam dan Terkontaminasi Logam Berat Pascapenambangan Timah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(3), 541-554.
- Liyana, S. H., Sari, L. A. & Agustono, A. 2019. Evaluasi Pengaruh Hormon Gonadotropin pada Tingkat Kematangan Gonad Ikan Botia (*Chromobotia macracanthus*). *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 2(2), 96-105.
- Lubis, N. G., Sugito, S., Zuhrawati, Zuraidawati, Asmilia, N., Hamny, H., & Balqis, U. 2016. Efek Peningkatan Suhu Terhadap Jumlah Leukosit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Medika Veterinaria*, 10(1): 31-33.
- Makori, A. J., Abuom, P. O., Kapiyo, R., Anyona, D. N. & Dida, G. O. 2017. Effects of Water Physico-Chemical Parameters on Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Growth in Earthen Ponds in Teso North Sub-County, Busia County. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(1), 1-10.
- Maryati, I., Sumartini, T. S. & Sofyan, D. 2021. Experiences of Pearson Formula in Analysis Regression. *Materials Science and Engineering*, 1098(3), 1-7.
- Mengistu, S. B., Mulder, H. A., Benzie, J. A. & Komen, H. 2020. A Systematic Literature Review of The Major Factors Causing Yield Gap by Affecting Growth, Feed Conversion Ratio and Survival in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Reviews in Aquaculture*, 12(2), 524-541.
- Mohamed, A. R. M. & Al-Wan S. A. 2020. Biological Aspects of an Invasive Species of *Oreochromis niloticus* in the Garmat Ali River, Basrah, Iraq. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 13(2), 15-26.
- Nasmi, J., Nirmala, K. & Affandi, R. 2017. Pengangkutan Juvenil Ikan Gabus *Channa striata* (Bloch 1793) dengan Kepadatan Berbeda pada Media Bersalinitas 3 ppt. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(1), 101-114.
- Nugroho, S. C., Jatmiko, I. & Wujdi, A. 2018. Pola pertumbuhan dan Faktor Kondisi Madidihang, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788) di Samudra Hindia Bagian Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(1), 13-21.
- Pamungkas, W. 2012. Aktivitas Osmoregulasi, Respons Pertumbuhan, dan *Energetic Cost* pada Ikan yang Dipelihara dalam Lingkungan Bersalinitas. *Media Akuakultur*, 7(1): 44-51.
- Permata, W. M., Anggoro, S. & Suryanti. 2021. Osmoregulation Pattern and Condition Factor of Indian white Shrimp (*Penaeus indicus*) in the Mangrove Eco-Education Area of Tapak, Semarang. *AACL Bioflux*, 14(4), 2198- 2210.
- Pizzelli, S. 2020. DNA Analysis on *Oreochromis niloticus*. *International Journal Paper Advance and Scientific Review*, 1(1), 1-7.
- Portz, D. E., Woodley, C. M. & Cech, J. J. 2006. Stress-associated Impacts of Short-Term Holding in Fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 16(2), 125-170.
- Puryono, S., Anggoro, S., Suryanti & Anwar, I. S. 2019. Pengelolaan Pesisir dan Laut Berbasis Ekosistem. Universitas Diponegoro, Semarang, 284 hal.
- Radhi, A. M., Fazlinda, M. F. N., Amal, M. N. A. & Rohasliney, H. 2018. A Review of Length-Weight Relationships of Freshwater Fishes in Malaysia. *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research*, 20(1), 55-68.
- Rahardjo, M. F. & Simanjuntak, C. P. 2008. Hubungan Panjang Bobot dan Faktor Kondisi Ikan Tetet, *Johnius belangerii* Cuvier (Pisces: Sciaenidae) di Perairan Pantai Mayangan, Jawa Barat. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 15(2), 135-140.
- Rahman, M. L., Shahjahan, M. & Ahmed, N. 2021. Tilapia Farming in Bangladesh, Adaptation to Climate Change. *Sustainability*, 13(14), 7657.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 191, 1-382.

- Roy, D., Sarker, A. K., Abedin, A. M. M. K., Sarker, S., Begum, K. N. & Latifa, G. A. 2021. Some Biological Aspects of Cultured *Ompok pabda* (Hamilton, 1822) Collected from a Local Fish Farm in Mymensingh, Bangladesh. *Aquaculture Studies*, 21(4), 149-159.
- Roziaty, E., Hayu, D. & Setyowati, N. A. D. 2018. Keragaman Plankton di Wilayah Perairan Waduk Cengklik Boyolali Jawa Tengah. *Bioeksperimen, Jurnal Penelitian Biologi*, 4(1), 69-77.
- Simbolon, D., Tarigan, D. J., Yolanda, D. F. & Antika, M. R. 2020. Determination of Potential Fishing Zones of Areolate Grouper (*Epinephelus areolatus*) Based on Analysis of Productivity, Gonad Maturity and Fish Length in Karimunjawa National Park, Indonesia. *AACL Bioflux*, 13(2), 833-848.
- Simbolon, F. J., Utomo, B. & Lesmana, I. 2016. Perbandingan Induk Jantan dan Betina Terhadap Keberhasilan Derajat Penetasan dan Kelulusan Hidup Larva Ikan Mas Koki (*Carrasius auratus*). *Aquacoastmarine*, 11(1), 27-36.
- Singh, A. K., Mondal, G. C., Kumar, S., Singh, T. B., Tewary, B. K., & Sinha, A. 2008. Major Ion Chemistry, Weathering Processes and Water Quality Assessment in Upper Catchment of Damodar River Basin, India. *Environmental Geology*, 54(4), 745-758.
- Sobirin, M., Soegianto, A. & Irawan, B. 2014. Pengaruh Beberapa Salinitas terhadap Osmoregulasi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 17(2), 46-50.
- Souza, R. L. D., Lima, E. C. R. D., Melo, F. P. D., Ferreira, M. G. P. & Correia, E. D. S. 2019. The Culture of Nile Tilapia at Different Salinities Using a Biofloc System. *Revista Ciência Agronômica*, 50(2), 267-275.
- Suleiman, N., Yola, I. A. & Ahmed, I. M. 2018. Biodiversity and Condition Factor of Fish Species from Challawa Gorge Dam. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(3), 112-117.
- Susilo, U., Meilina, W. & Simanjuntak, S. B. I. 2012. Regulasi Osmotik dan Nilai Hematokrit Ikan Nila (*Oreochromis* sp.) pada Medium dengan Salinitas dan Temperatur air Berbeda. *Berkala Penelitian Hayati*, 18(1), 51-55.
- Syuhada, Y. M., Hertati, R. & Kholis, M. N. 2020. Hubungan Panjang Berat dan Faktor Kondisi Ikan Limbat (*Clarias nieuhofii*) yang Tertangkap pada Bubu Kawat di Perairan Rawa Rimbo Ulu Kabupaten Tebo Provinsi Jambi. *SEMAH Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Perairan*, 4(2), 90-102.
- Tarigan, A., Bakti, D. & Desrita, D. 2017. Tangkapan dan Tingkat Kematangan Gonad Ikan Selar Kuning (*Selariodes leptolepis*) di Perairan Selat Malaka. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 4(2), 44-52.
- Valikhani, H., Aazami, J., Abdoli, A., Nejat, F., Shahinpur, A. & Khezri, K. 2020. Length-Weight Relationship and Condition Factor of Fish Species in Shallow Freshwater Habitats from Khuzestan Province, Iran. *Journal of Wildlife and Biodiversity*, 4(2), 13-21.
- Viernanda, R., Andriani, Y. & Subhan, R. U. 2018. Efektivitas Penambahan *Spirullina platensis* sebagai Sumber Immunostimulan dalam Pakan Ikan Koi (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 9(2), 64-71.
- Volkoff, H. & London, S. 2018. Nutrition and Reproduction in Fish. *Encyclopedia of Reproduction*, 9, 743-748.
- Wahyuni, S., Sulistiono, S. & Affandi, R. 2015. Pertumbuhan, Laju Eksploitasi, dan Reproduksi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Limnotek*, 22(2), 144-155.
- Wang, W., Zhu, H., Dong, Y., Tian, Z., Dong, T., Hu, H. & Niu, C. 2017. Dimorphic Expression of Sex-Related Genes in Different Gonadal Development Stages of Sterlet, *Acipenser ruthenus*, a Primitive Fish Species. *Fish Physiology and Biochemistry*, 43(6), 1557-1569.