



## Kualitas air pada media budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar limbah cair kelapa sawit [Water quality in tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture media exposed to palm oil waste]

Hayatun Nufus\*

<sup>1</sup>Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian Universitas Almuslim. Jln. Almuslim Matanglumpangdua, Bireuen-Aceh

**ABSTRACT** | Palm oil liquid waste is waste from palm oil processing and its potential as an environmental polluter increases with the increasing number of palm oil processing industries. Tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of the fish species that is very likely to be contaminated with palm oil wastewater. Temperature, pH, and DO are parameters that are measured to see water quality as a medium for tilapia cultivation. Temperature is an important factor in aquaculture, where if the temperature is too low, it can cause fish to lose appetite, and too high a temperature can cause respiratory stress in fish.

**Key words** | Palm oil waste, tilapia fish, water quality.

**ABSTRAK** | Limbah cair kelapa sawit merupakan limbah hasil pengolahan kelapa sawit dan potensinya sebagai pencemar lingkungan meningkat dengan semakin banyaknya industri pengolahan kelapa sawit. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu spesies ikan yang sangat berpeluang terkontaminasi limbah cair kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk menguji dampak limbah cair kelapa sawit konsentrasi subletal dan parameter kualitas air ikan nila yang berpengaruh nyata terhadap perubahan kualitas air media budidaya. Suhu, pH, dan DO merupakan parameter yang diukur untuk melihat kualitas air sebagai media budidaya ikan nila. Suhu merupakan faktor penting dalam budidaya, dimana apabila suhu terlalu rendah, dapat menyebabkan ikan kehilangan nafsu makan, dan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres pernafasan pada ikan.

**Kata kunci** | Limbah kelapa sawit, ikan nila, kualitas air.

**Received** | 27 April 2022, **Accepted** | 25 Mei 2022, **Published** | 29 Mei 2022.

\***Koresponden** | Hayatun Nufus, Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian Universitas Almuslim. Jln. Almuslim Matanglumpangdua, Bireuen-Aceh. Email: hayatunnufusbukhari@gmail.com

**Kutipan** | Nufus, H. (2022). Kualitas air pada media budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar limbah cair kelapa sawit, 4(1), 69-73.

p-ISSN (Media Cetak) | 2657-0254

e-ISSN (Media Online) | 2797-3530



© 2022 Oleh authors. [Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan](#). Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#).

## PENDAHULUAN

Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas perikanan penting budidaya air tawar yang memiliki nilai komersial tinggi di Indonesia (Zulfahmi *et al.*, 2014). Ikan Nila umumnya memiliki bentuk tubuh panjang dan ramping, dengan sisik berukuran besar, matanya besar, menonjol, dan bagian tepinya berwarna putih. Ikan Nila memiliki lima sirip, yaitu sirip punggung, sirip dada, sirip perut, sirip anus, dan sirip ekor terdapat jari-jari lemah (Ciptanto, 2010). Ikan

nila mendiami berbagai habitat air tawar, termasuk saluran air yang dangkal, kolam, sungai dan danau, hingga tambak (Amri dan Khairuman, 2013). Ikan Nila dapat menjadi masalah sebagai spesies invasif pada habitat perairan hangat, tetapi sebaliknya pada daerah beriklim sedang karena ketidakmampuan ikan nila untuk bertahan hidup di perairan dingin, yang umumnya bersuhu di bawah 21° C (Harrysu, 2012). Meskipun demikian, kelimpahan ikan dan kelangsungan hidup ikan sangat berpengaruh terhadap keberadaan fitoplankton, terutama ikan herbivora pemakan

fitoplankton dan bagi ikan-ikan pada tahap awal perkembangan (Muliari & Zulfahmi, 2016). Paparan limbah deterjen dan pestisida menurunkan nilai indeks keragaman, nilai indeks keseragaman fitoplankton (Akmal *et al.*, 2021). Saat ini yang mencemari lingkungan adalah limbah cair kelapa sawit.

Efek negatif lain dari limbah cair kelapa sawit juga berpotensi mengganggu kinerja hormon reproduksi terjadinya kerusakan gonad, kadar lipid serta hati selain itu dapat terjadi gangguan reproduksi jantan (Nisak *et al.*, 2020; Zulfahmi *et al.*, 2018b; Muliari *et al.*, 2020). Menurut Muliari *et al.* (2020) limbah kepala sawit dapat mempengaruhi perkembangan larva ikan nila. Kandungan limbah cair kelapa sawit dapat mengganggu metabolisme sel lambung, usus serta hati (Akmal *et al.*, 2021). Muliari *et al.*, 2019b menambahkan bahwa limbah cair kelapa sawit mempengaruhi hormon reproduksi ikan nila. Limbah ini menjadi berbahaya bagi organisme perairan apabila dibuang langsung ke perairan tanpa proses pengolahan terlebih dahulu. Saat ini yang mencemari lingkungan adalah limbah cair kelapa sawit. Limbah cair kelapa sawit merupakan salah satu polutan yang berpotensi menimbulkan efek negatif terhadap lingkungan. Hal ini disebabkan karena limbah cair kelapa sawit memiliki kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan padatan tersuspensi yang tinggi (Chan *et al.*, 2013). Kandungan BOD dalam limbah cair kelapa sawit berkisar antara 21.500-28.500 mg. L<sup>-1</sup>, COD berkisar antara 45.000-65.000 mg. L<sup>-1</sup> dan Total suspended solid (TSS) berkisar antara 15.660-23.560 mg. L<sup>-1</sup> (Wong *et al.*, 2009).

Limbah cair kelapa sawit berpengaruh nyata terhadap perubahan kualitas air media budidaya. Suhu, pH, dan DO merupakan parameter yang diukur untuk melihat kualitas air sebagai media budidaya ikan nila. Suhu merupakan faktor penting dalam budidaya, dimana apabila suhu terlalu rendah, dapat menyebabkan ikan kehilangan nafsu makan, dan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres pernafasan pada ikan (Yanuar, 2017).

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian direncanakan dilaksanakan pada

Bulan Agustus-November tahun 2021. Tahap pemaparan LCKS terhadap ikan uji dilaksanakan di Laboratorium Lab basah Akuakultur, Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Almuslim.

### Rancangan Penelitian dan Parameter Pengukuran

Penelitian dilakukan secara eksperimen mental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari empat perlakuan dan lima ulangan. Konsentrasi LCKS untuk tiap perlakuan didasari kepada nilai LC50-96 jam limbah cair kelapa sawit terhadap ikan Nila yang telah diperoleh pada penelitian sebelumnya yaitu sebesar 15,65 mg. L<sup>-1</sup>. Perlakuan A (0% LCKS), Perlakuan B (10% dari nilai LC50-96 jam: 1,565 mg. L<sup>-1</sup>), Perlakuan C (15% dari nilai LC50-96 jam: 2,347 mg. L<sup>-1</sup>), Perlakuan D (20% dari nilai LC50-96 jam: 3,130 mg. L<sup>-1</sup>).

Wadah pemaparan ikan uji berupa akuarium berukuran 60 cm x 40 cm x 30 cm dengan volume air sebanyak 43 liter yang dilengkapi dengan aerasi. Jumlah ikan uji sebanyak sepuluh ekor per wadah uji. Selama masa pemaparan, ikan uji diberipakan komersial secara ad libitum sebanyak dua kali sehari. Pengukuran parameter fisik kimia air (suhu, pH, Do) dan pergantian air secara total dilakukan setiap 15 hari sekali. Masa pemaparan LCKS berlangsung selama 45 hari.

### Persiapan Ikan Uji dan Limbah Cair Kelapa Sawit

Sebanyak 300 ekor ikan nila berjenis kelamin jantan dan betina dengan kisaran bobot total masing masing 9-10 gram dan panjang total 10-13 cm diperoleh dari kolam Puspa Gading Kabupaten Bireuen. Ikan diangkut ke laboratorium dan kemudian dipelihara dalam wadah aklimatisasi selama 1 minggu. Setelah masa aklimatisasi selesai, ikan sehat dipilih untuk digunakan pada percobaan. Selama masa aklimatisasi, ikan diberi pakan buatan sebanyak dua kali sehari secara ad libitum. Kotoran ikan dan limbah pakan disipon 2 hari sekali untuk menjaga kondisi kualitas air media. Bahan polutan/toksikan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah cair kelapa sawit yang berasal dari Pabrik Kelapa Sawit PT. Syaikh Sejahtera Kecamatan Grugok Kabupaten Bireuen. Larutan stok limbah cair kelapa sawit dipersiapkan 30 liter dan

berkonsentrasi tinggi ( $100 \text{ ml/L}_1$ ) yang siap untuk diencerkan kedalam konsentrasi yang diperlukan. Masa pemaparan limbah cair kelapa sawit berlangsung selama 45 hari.

### Analisis Statistik

Analisis statistik yang digunakan adalah ANOVA satu arah dengan bantuan *software* SPSS 22 yang diukur yaitu suhu, Ph, do Nilai pengukuran untuk setiap parameter disajikan dalam bentuk nilai rata-rata dan standar deviasi. Kriteria berbeda nyata yang digunakan pada penelitian ini adalah pada tingkat kepercayaan 95% ( $p < 0,05$ ) yang teramati antar perlakuan dianalisis secara deskriptif.

## HASIL

### Oksigen Terlarut (DO)

Pemeriksaan DO pada ketiga periode pengamatan menunjukkan kecenderungan penurunan, dengan nilai DO tertinggi ditunjukkan oleh kontrol dan yang terendah ditunjukkan oleh perlakuan C. Hasil analisis statistik menunjukkan terdapat perbedaan signifikan nilai DO pada ketiga periode pengamatan. Di hari ke-15 dan ke-30, uji lanjut BNT menunjukkan terdapat perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ) perlakuan B dan C terhadap perlakuan A dan kontrol. Pada hari ke-45, perbedaan signifikan ditunjukkan oleh perlakuan C terhadap perlakuan A, B, dan kontrol.

Tabel 1. Rata-rata nilai DO selama pemeliharaan

Perlakuan	Rata-rata DO (mg/L)		
	15 hari	30 hari	45 hari
Kontrol (0%)	$7,04 \pm 0,90^b$	$6,34 \pm 1,05^b$	$4,34 \pm 0,23^b$
A (10% LC50)	$6,06 \pm 1,38^b$	$6,20 \pm 1,43^b$	$4,32 \pm 0,43^b$
B (15% LC50)	$4,00 \pm 0,64^a$	$3,90 \pm 0,76^a$	$4,14 \pm 0,80^b$
C (20% LC50)	$3,60 \pm 0,63^a$	$3,84 \pm 0,60^a$	$2,54 \pm 0,81^a$

<sup>ab</sup>Nilai pada kolom yang sama dengan superskrip berbeda mengindikasikan beda nyata ( $p < 0,05$ )

### Suhu

Pengukuran suhu terendah media budidaya terendah di hari ke-15 ditunjukkan oleh perlakuan B dengan suhu  $27,5 \text{ }^\circ\text{C}$  dan tertinggi ditunjukkan oleh kontrol dan perlakuan C dengan suhu rata-rata  $28,2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Di hari ke-30, suhu terendah ditunjukkan oleh perlakuan B dengan suhu  $28,6 \text{ }^\circ\text{C}$ , dan yang tertinggi terdapat pada perlakuan A, C dan kontrol dengan suhu  $29 \text{ }^\circ\text{C}$ . Di hari ke-45, seluruh perlakuan menunjukkan suhu yang sama.

Tabel 2 Rata-rata suhu air selama pemeliharaan

Perlakuan	Rata-rata Suhu ( $^\circ\text{C}$ )		
	15 hari	30 hari	45 hari
Kontrol (0%)	$28,20 \pm 0,45^b$	$29,00 \pm 0,00^b$	$28,00 \pm 0,00^{ab}$
A (10% LC50)	$28,00 \pm 0,00^b$	$29,00 \pm 0,00^b$	$28,00 \pm 0,00^{ab}$
B (15% LC50)	$27,5 \pm 0,50^a$	$28,60 \pm 0,55^a$	$28,00 \pm 0,00^{ab}$
C (20% LC50)	$28,20 \pm 0,27^b$	$29,00 \pm 0,00^b$	$28,00 \pm 0,00^{ab}$

<sup>ab</sup>Nilai pada kolom yang sama dengan superskrip berbeda mengindikasikan beda nyata ( $p < 0,05$ )

Analisis statistik terhadap suhu media budidaya menunjukkan terdapat perbedaan signifikan pada hari ke-15 dan 30. Uji lanjut menunjukkan perlakuan B yang memiliki perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap perlakuan A, C, dan kontrol.

### pH

Nilai pH media budidaya di hari ke-15 menunjukkan nilai terendah pada perlakuan B dengan nilai sebesar 7,97 dan tertinggi pada perlakuan C dengan nilai sebesar 8,12. Di hari ke-30 nilai pH terendah ditunjukkan perlakuan B dan yang tertinggi pada perlakuan A dengan nilai 7,57 dan 7,76. Di hari ke-45, pH terendah ditunjukkan oleh perlakuan C dan yang tertinggi pada kontrol dengan nilai 7,58 dan 7,86.

Tabel 3 Nilai pH air selama masa pemeliharaan

Perlakuan	Rata-rata Ph		
	15 hari	30 hari	45 hari
Kontrol (0%)	$8,00 \pm 0,06^{ab}$	$7,71 \pm 0,04^b$	$7,86 \pm 0,08^b$
A (10% LC50)	$8,05 \pm 0,14^{ab}$	$7,76 \pm 0,15^b$	$7,85 \pm 0,15^b$
B (15% LC50)	$7,97 \pm 0,13^a$	$7,57 \pm 0,06^a$	$7,62 \pm 0,05^a$
C (20% LC50)	$8,12 \pm 0,03^b$	$7,59 \pm 0,08^a$	$7,58 \pm 0,07^a$

<sup>ab</sup>Nilai pada kolom yang sama dengan superskrip berbeda mengindikasikan beda nyata ( $p < 0,05$ )

Hasil uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan signifikan nilai pH pada ketiga periode pengamatan. Di hari ke-15, terdapat perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap perlakuan B, sedangkan di hari ke-30 dan ke-45, perbedaan signifikan ditunjukkan oleh perlakuan B dan C terhadap perlakuan A dan kontrol.

## PEMBAHASAN

### Parameter Kualitas Air

LCKS berpengaruh nyata terhadap perubahan kualitas air media budidaya. Suhu, pH, dan DO merupakan parameter yang diukur untuk melihat kualitas air sebagai media budidaya ikan nila. Suhu merupakan faktor penting dalam budidaya, dimana apabila suhu terlalu rendah, dapat menyebabkan ikan kehilangan

nafsu makan, dan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres pernafasan pada ikan (Yanuar, 2017). Yanuar (2017) menyatakan bahwa perairan tawar dengan suhu 25-30 °C merupakan kondisi lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan ikan nila. Pengukuran selama pemeliharaan 45 hari dengan interval pengamatan setiap 15 hari pada kualitas air budidaya ikan nila yang dipapar LCKS. Penurunan kualitas air dapat juga disebabkan oleh limbah pestisida dan deterjen dapat berakibat ketidakseimbangan lingkungan perairan seperti suhu, dan kecerahan (segi fisika), pH, karbondioksida, oksigen terlarut (Akmal *et al.*, 2021). Konsentrasi sub letal menunjukkan bahwa suhu air media budidaya masih dapat dipertahankan pada rentang yang disyaratkan untuk budidaya ikan nila, dengan rata-rata suhu terendah sebesar 27,5°C dan suhu tertinggi sebesar 29°C.

Pengujian nilai pH menunjukkan pada hari ke-15, perlakuan C dengan LCKS tertinggi menunjukkan nilai pH yang lebih tinggi secara signifikan, sedangkan pada hari ke 30 dan 45, perlakuan B dan C sebagai 2 perlakuan dengan kadar LCKS tertinggi menunjukkan penurunan nilai pH yang signifikan. Monalisa dan Minggawati (2010) menyatakan bahwa pH terendah yang dapat ditolerir oleh ikan pada budidaya adalah 5, namun pertumbuhan ikan akan terhambat. Untuk mendukung pertumbuhan ikan yang optimal, pH harus dipertahankan pada rentang 6,9 – 9,0. Penambahan LCKS konsentrasi subletal pada penelitian ini meskipun berpengaruh signifikan terhadap fluktuasi pH, namun nilai pH yang dihasilkan tetap dalam rentang yang dapat ditoleransi oleh ikan nila untuk tumbuh kembang optimal.

Pengujian DO menunjukkan adanya penurunan kadar DO yang signifikan pada media pertumbuhan ikan nila. Pada setiap periode observasi, terdapat kecenderungan penurunan kadar DO seiring dengan meningkatnya kadar LCKS, dengan perlakuan B dan C menunjukkan kadar DO yang lebih rendah secara signifikan. Yanuar (2017) menyatakan bahwa kadar DO yang baik bagi pertumbuhan ikan nila adalah >4 mg/L. Pemaparan LCKS dengan konsentrasi di atas 15% LC50 dapat menyebabkan penurunan kadar DO di bawah batas minimum yang dapat ditoleransi ikan. Frekuensi penyimpangan bentuk eritrosit semakin tinggi pada ikan-ikan

yang mengalami stres hipoksia pemeriksaan kadar DO menunjukkan pada konsentrasi tertinggi, kadar DO media menurun signifikan hingga di bawah 3 mg/L yang sangat memungkinkan terjadinya hipoksia pada ikan. Menurut Tatangindatu *et al.*, (2013) suhu yang baik untuk menunjang pertumbuhan ikan yang optimal dalam budidaya ikan air tawar seperti ikan nila dan ikan adalah 28°C, suhu berperan penting untuk menentukan pertumbuhan ikan. Kandungan oksigen terlarut dapat diukur dengan menggunakan alat ukur DO meter. Kandungan oksigen terlarut yang baik dan layak untuk budidaya ikan nila harus lebih tinggi dari 3,0 mg/L. Oksigen terlarut merupakan variable yang penting dan sangat dibutuhkan untuk kelangsungan hidup ikan (Nugroho *et al.*, 2013) Pemeriksaan kadar DO menunjukkan pada konsentrasi tertinggi, kadar DO media menurun signifikan hingga di bawah 3 mg/L yang sangat memungkinkan terjadinya hipoksia pada ikan. Salinitas merupakan kadar garam yang budidaya dan fluktuasi suhu yang baik menurut literatur suhu terkandung dalam suatu perairan. Salinitas sangat mempengaruhi tekanan osmotik air ikan nila dikatakan lebih baik pertumbuhannya jika hidup di air payau daripada air tawar. Ikan nila dapat bertahan di salinitas 0-35 ppt (Putra *et al.*, 2011).

## KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan yang diamati dari ikan nila yang dipapar limbah cair kelapa sawit (LCKS) yang menunjukkan perbedaan nyata yang disebabkan terjadinya penurunan dan peningkatan terhadap parameter kualitas air yang di uji adalah Suhu, Do, Ph. Konsentrasi sub letal menunjukkan bahwa kualitas air menunjukkan peningkatan dan penurunan yang signifikan pada paparan limbah cair kelapa sawit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, Y., Devi, C. M. S., Muliari, M., Humairani, R., & Zulfahmi, I. (2021). Morfometrik sistem pencernaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar limbah cair kelapa sawit. *Jurnal galung tropika*, 10(1), 68-81.
- Akmal, Y., Humairani, R., Muliari, H., & Zulfahmi, I. (2021). Komunitas fitoplankton sebagai bioindikator pada media pemeliharaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar

- limbah deterjen dan pestisida Phytoplankton community as bioindicators in aquaculture media Tilapia (*Oreochromis niloticus*) exposed to detergent and pesticide.
- Amri, K dan Khairuman. 2013. *Budi Daya Ikan*. Jakarta: Agromedia.
- Chan YJ, Mei-Fong C, Chung-Lim L. 2013. Optimization of palm oil mill effluent.
- Ciptanto, Sapto. 2010. *Top 10 Ikan Air Tawar - Paduan Lengkap Pembesaran Secara Organik di Kolam Air, Kolam Terpal, Keramba dan Jala Apung*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Harrysu, 2012. *Budidaya Ikan Nila*. Kanisius: Yogyakarta.
- Monalisa, S. S., & Minggawati, I. (2010). Kualitas air yang mempengaruhi pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis sp.*) di kolam beton dan terpal. *Journal of Tropical Fisheries*, 5(2), 526-530.
- Muliari, M., & Zulfahmi, I. 2016. Impact of palm oil mill effluent towards phytoplankton community in Krueng Mane River, North Aceh. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 6(2), 137-146.
- Muliari, M., Akmal, Y., Zulfahmi, I., Karja, N. W., Nisa, C., Mahyana, M., & Humairani, R. (2020). Effect of exposure to palm oil mill effluent on reproductive impairment of male Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758). In *E3S Web of Conferences* (Vol. 151, p. 01022). EDP Sciences.
- Muliari, M., Zulfahmi, I., Akmal, Y., Karja, N. W. K., Nisa, C., & Sumon, K. A. (2019b). Effects of palm oil mill effluent on reproductive hormone of female Nile tilapia, *oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). *Adv. Anim. Vet. Sci*, 7(11), 1035-1041.
- Muliari, M., Zulfahmi, I., Akmal, Y., Karja, N. W. K., Nisa, C., Sumon, K. A., & Rahman, M. M. (2020). Toxicity of palm oil mill effluent on the early life stages of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758). *Environmental Science and Pollution Research*, 27(24), 30592-30599.
- Nisak, K., Akmal, Y., Muliari, M., & Zulfahmi, I. (2020). Kandungan lipid dan hormon reproduksi ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758) yang dipapar limbah cair kelapa sawit. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 2(2), 90-96.
- Nugroho A, Arini E, Elfitasari T. 2013. Pengaruh kepadatan berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan filter arang. *Journal Of Aquaculture Management and Technology*, 2(3): 94-100.
- Putra I, Setiyanto DD, Wahyuningrum D. 2011. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila *Oreochromis niloticus* dalam sistem resirkulasi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 16(1) : 56-63.
- Tatangindatu F, Kalesaran O, Rompas R. 2013. Studi parameter fisika kim
- Wong FPS, Nandong J, Samyudia Y. 2009. *Optimised treatment of palm oil mill effluent. International Journal of Environment and Waste Management*, 3(3/4):265-277.
- Yanuar, V. 2017. Pengaruh pemberian jenis pakan yang berbeda terhadap laju pertumbuhan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan kualitas air di akuarium pemeliharaan. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 42(2), 91-99.
- Zulfahmi, I., Affandi, R., & Batu, D. T. L. 2014. Kondisi biometrik ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) yang terpapar merkuri [Biometric condition of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) after mercury exposure]. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 14(1), 37-48.
- Zulfahmi, I., Muliari, M., Akmal, Y., & Batubara, A. S. 2018. *Reproductive performance and gonad histopathology of female Nile tilapia (Oreochromis niloticus Linnaeus 1758) exposed to palm oil mill effluent*. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 44 (4), 327-332. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2018.09.003>.