

JURNAL

**Kandungan Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di outlet
Waduk Koto Panjang Kabupaten Kampar**

Oleh:

EFRIDA YANTI



MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN

UNIVERSITAS RIAU

PEKANBARU

2021

Content of Lead (Pb) in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) at the outlet of the Koto Panjang Reservoir, Kampar Regency

Efrida Yanti¹⁾, Budijono²⁾, Eko Purwanto³⁾

¹Mahasiswa Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

²Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

e-mail:*efridayanti2014@gmail.com

ABSTRACT

Koto Panjang Reservoir has been contaminated by lead (Pb) and accumulated in fish. The reservoir inundation flow ends at the reservoir outlet inhabited by tilapia (*Oreochromis niloticus*) which can accumulate high amounts of Pb. This study aims to determine the content of Pb in the gills and muscles of tilapia. The fishing survey was conducted in August - September 2021. Samples of gills and muscles of tilapia (*O. niloticus*) is taken from the catches of local fishermen. Pb content analyzed after acid extraction. The results showed that the lead (Pb) content in the gills was 0.0567 mg/kg higher than in the muscles (0.0049 mg/kg) and the content was still below the threshold so it was suitable for consumption.

Keywords: Lead gill, muscles reservoir tilapia

**Kandungan Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di outlet
Waduk Koto Panjang Kabupaten Kampar**

Efrida Yanti¹⁾, Budijono²⁾, Eko Purwanto³⁾

¹Mahasiswa Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

²Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

e-mail:*efridayanti2014@gmail.com

ABSTRACT

Penelitian bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat pada insang, otot dan ginjal *O. niloticus* dan *P. schwanenfeldii* di bendungan tersebut. Pengambilan sampel ikan di lakukan sebanyak dua kali dengan interval waktu tiap pengambilan satu bulan sekali. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei dengan melakukan pengamatan dan pengambilan sampel ikan di lokasi Lubang Kolam *Out Let* Waduk Koto Panjang. Data yang dikumpulkan merupakan data primer dan sekunder. Logam berat di analisis menggunakan metode AAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat Pb dan Cd pada ikan *O. niloticus* dan *Puntius schwanenfeldii* yang diperoleh pada ikan nila adalah insang (0,0567-0,0018 mg/kg), ginjal (0,0164-0,0036 mg/kg), otot (0,0049-0,0036 mg/kg), pada ikan kapek juga diperoleh berkisar insang (0,0437-0,0018 mg/kg), ginjal (0,0236-0,0215 mg/kg), otot (0,0257-0,0047 mg/kg). Logam berat Pb dan Cd dalam organ kedua jenis ikan masih dibawah batas baku mutu.

Kata kunci: Waduk Koto Panjang, logam berat, ikan nila

Pendahuluan

Waduk Koto Panjang di Provinsi Riau memiliki luas genangan seluas 12400 ha dengan pasokan air utama dari Sungai Batang Mahat dan Sungai Kampar. Kegunaan utama waduk ini adalah pembangkit listrik tenaga air dan kegunaan lainnya seperti lokasi penangkapan, lahan budidaya sistem karamba jaring apung, dan pariwisata. Di kawasan daratan banyak dialihfungsi menjadi kawasan pemukiman, pertanian, dan perkebunan, bahkan di beberapa anak sungai yang bermuara kedalam genangan waduk menjadi lokasi pertambangan pasir dan batu kerikil. Aktivitas-aktivitas tersebut secara langsung ataupun tidak langsung memberikan pengaruh terhadap kualitas air genangan waduk.

Kondisi perairan Waduk Koto Panjang di zona riverine, transisi dan lakustrin pada tahun 2020 dikategorikan tercemar ringan dengan parameter yang melebihi nilai ambang batas adalah BOD₅, COD dan fosfat. Konsentrasi nilai N dan P di Waduk Koto Panjang menurun seiring dengan bertambahnya jumlah keramba yang mengindikasikan tingginya nilai nitrat dan fosfat di Waduk Koto Panjang tidak hanya berasal dari kegiatan keramba jaring apung tetapi juga dari sumber lain. seperti perumahan, pertanian, perkebunan, dan pariwisata (Budijono *et al.*, 2021). Pencemar lain yang telah dikaji dalam waduk ini adalah logam

berat Pb di air, sedimen dan telah terakumulasi rendah pada ikan kapiek, toman, baung, gurami, mas dan nila yang hidup secara liar (Budijono and Hasbi, 2021). Kehadiran Pb dalam perairan genangan waduk dan dikeluarkan setelah menggerakkan turbin menuju ke lokasi lubang kolam sebagai lokasi outlet waduk akan dapat mengkontaminasi dan terakumulasi pada biota akutik di dalamnya seperti pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

Ikan nila menjadi salah satu hasil tangkapan ikan oleh nelayan setempat dan bukan merupakan ikan asli perairan Sungai Kampar yang diduga berasal lepasnya bibit ikan secara tidak disengaja di lokasi genangan karena merupakan salah satu komoditas budidaya, selain ikan mas dan gurami. Komoditas utama ikan budidaya, adalah mas (*Cyprinus carpio*), nila (*Oreochromis niloticus*) dan gurami (*Osporonemus gourami*) (Siagian, 2010; Sumiarsih, 2014 dan Warningsih, 2016) dan ketiga spesies ikan budidaya tersebut pernah diintroduksi kedalam waduk ini (LIPI, 2019).

Kondisi kesehatan ekosistem *outlet* waduk sebagai air genangan waduk memasuki Sungai Kampar kembali dapat dinilai dari kehadiran Pb yang terakumulasi dalam tubuh ikan nila ini. Ikan dapat digunakan sebagai bioindikator yang penting dalam memantau pencemaran logam berat (Authman *et al.*, 2015) karena ikan tidak dapat melepaskan diri dari efek merusak polutan dalam air

(Mahboob *et al.*, 2014). Kehadiran logam berat dapat mengganggu integritas mekanisme fisiologis dan biokimia ikan (Gaber *et al.*, 2013 dan Ibrahim *et al.*, 2013). Oleh sebab itu, data kandungan Pb pada ikan ini menjadi data dasar dan melengkapi data sebelumnya yang masih terbatas dipublikasikan yang melatar belakangi riset ini sehingga riset ini dianggap penting untuk dilakukan.

Metodologi Penelitian

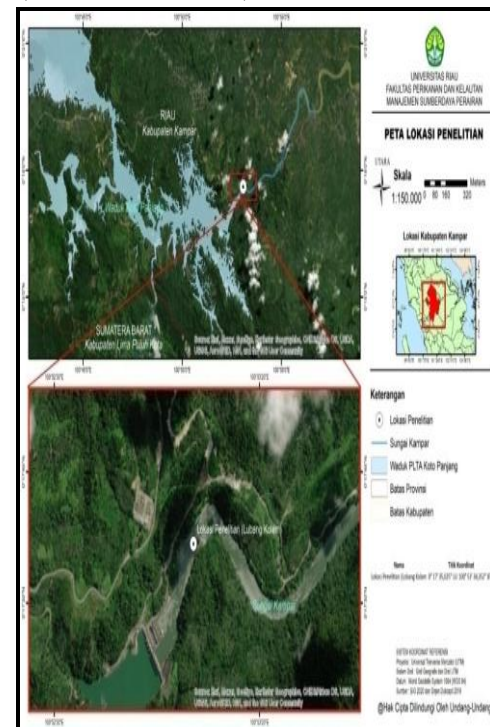
Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus – September 2020 di Lubang Kolam Desa outlet Waduk Koto Panjang, tepatnya di Lubang Kolam. Dekstruksi sampel di Laboratorium Terpadu FPK Universitas Riau dan analisis logam berat di UPT Laboratorium Bahan Konstruksi Dinas PUPR Provinsi Riau.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah organ insang dan otot ikan nila (*O. niloticus*) yang diperoleh dari nelayan setempat. Bahan untuk keperluan analisis, diantaranya aquabides, HNO_3 , H_2O_2 , MnSO_4 , NaOH-KI , H_2SO_4 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, Amilum, Na_2CO_3 0,0454 N, larutan phenolphthalein, larutan standar logam berat Pb. Alat laboratorium yang digunakan, diantaranya adalah erlenmeyer 100 ml, gelas ukur 50 ml, pipet tetes, beuret, botol sampel air (PE), kertas label, timbangan analitik, penggaris, spatula, oven, tabung reaksi, *beaker glass*, *hot*

plate, corong kaca, kertas whatman no. 41, lampu katoda, AAS (Shimadzu AA- 7000 tipe flame) serta alat lapangan seperti pH meter (pH air Hanna HI98107), termometer Hg, *secchi disk*, tali berskala yang diberi pemberat dan DO meter (Lutron DO-5510).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Parameter dan Prosedur

Parameter utama yang diamati adalah kandungan Pb dalam organ insang dan otot ikan nila, serta kualitas air lain seperti suhu, pH, DO, CO_2 , kecerahan dan kedalaman di *outlet* Waduk Koto Panjang. Ikan nila yang diperoleh dari lapangan dimasukkan ke dalam *ice box* dan dibawa ke laboratorium diukur panjang total dan beratnya. Total sampel ikan sebanyak 12 ekor berukuran kisaran panjang 16 – 23 cm dan berat 77 – 274,5 g. Seluruh

sampel ikan nila segera dibedah dan diambil organ insang dan otot dan dimasukkan kedalam botol sampel yang telah diasamkan. Analisis kandungan logam berat dalam masing-masing organ ikan dimulai dengan penghancuran (destruksi), penyaringan, dan membuat larutan standar Pb dari $PbNO_3$, kemudian larutan diencerkan menjadi 4 konsentrasi masing-masing, adalah: 0,00; 0,05; 0,1; 1 ppm. Pemeriksaan Pb menggunakan AAS merek Shimadzu AA- 7000 (*type flame*) pada panjang gelombang 217,0 nm. Perhitungan kadar logam berat sampel dilakukan menurut rumus Razak (1987):

$$K = \frac{DxB}{A}$$

Dimana:

K : Konsentrasi logam berat (mg/kg)

D : Kandungannya dihitung berdasarkan nilai absorbansi (mg/L)

B : Volume sampel (L)

A : Berat sampel (g)

Analisis Data

Data kandungan Pb dalam organ insang dan otot ditampilkan dalam bentuk grafik dan dianalisis secara komparatif berdasarkan batas cemaran logam berat dalam pangan (SNI 7387-2009; BPOM RI, 2018).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Kualitas Perairan Outlet Waduk Koto Panjang

Kondisi perairan di lokasi *outlet* (lubang kolam) sebagai lokasi penelitian memiliki kisaran pH 6-6,5, suhu 30,8 – 31,0°C, CO_2 7,99 –

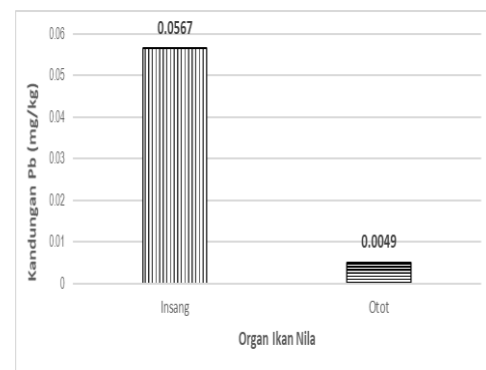
15,98 mg/L, kecerahan 80 – 85 cm, DO 6,5 – 8,3 mg/L dan kedalaman 7 – 17 m. Kondisi perairan sedikit berbeda di lokasi yang sama diperoleh kisaran suhu $27,5 \pm 0,2 - 29,2 \pm 0,1$ °C, pH $6,3 \pm 0,1 - 6,9 \pm 0,04$, DO $6,3 \pm 0,1 - 6,4 \pm 0,02$ mg/L, BOD₅ $5,9 \pm 0,3 - 6,6 \pm 0,3$,g/L dan COD $23,0 \pm 0,9 - 26,6 \pm 2,1$ mg/L (Budijono *et al.* (2021). Tetapi kondisi perairan ini serupa hasil riset lain di lokasi damsite sebagai lokasi budidaya ikan mas dan penangkapan ikan dengan kisaran pH 6.3-6.8, suhu 28-31 °C, DO 5,24-6.14, kecerahan 1.45-2.32 m dan kedalaman 20-51 m (Muryadi *et al.*, 2020; Fadhli *et al.*, 2020) serta yang diperoleh oleh Siagian (2018), yaitu: rata-rata suhu 28.4 °C. pH 6.5, kecerahan 134 cm dan DO 3,9 mg/L. Karakteristik kondisi perairan ini juga tidak jauh berbeda dengan kondisi danau dari riset lain yang memperoleh kisaran suhu berkisar 28 0C – 30 °C, pH 6,16 – 6,86, kecerahan 0,52 – 0,82 m, DO 3,8 – 5,5 mg/L dan CO_2 8,9 – 15,2 mg/L (Lidia *et al.*, 2020; Syarfage *et al.*, 2020). Secara umum, kondisi kualitas perairan tersebut masih mendukung untuk kehidupan ikan nila berdasarkan parameter pH dan DO, karena pH berada pada rentang 6-9 dan nilai DO minimum hampir mendekati 4 mg/L (PP.82/2001).

Kandungan Pb dalam Organ Insang dan Otot Ikan Nila

Kandungan Pb dalam organ insang dan otot ikan nila ditampilkan pada Gambar 2. Rata-rata kandungan Pb dalam insang sebesar 0,0567

mg/kg dan otot sebesar 0,0049 mg/kg. Dari Gambar 2 menunjukkan kandungan Pb terdeteksi tinggi dalam organ insang dibandingkan organ otot ikan nila. Kondisi ini mengindikasikan bahwa perairan outlet Waduk Koto Panjang telah terkontaminasi oleh Pb karena ikan tidak dapat menghindari dari paparan logam berat tersebut dalam air. Kehadiran logam berat Pb tidak terlepas dan berkaitan dengan kehadiran Pb di genangan waduk karena lokasi outlet menjadi tempat keluarnya air genangan waduk menuju Sungai Kampar. Pb yang terkandung di genangan waduk diduga berasal dari kegiatan di dalam perairan seperti alat angkut air, keramba jaring apung dan warung apung dan di daratan, seperti pertanian, perkebunan, pariwisata dan pemukiman. Hal ini sesuai pendapat adanya kontribusi buangan ini berasal kegiatan di dalam waduk, seperti budidaya KJA, penangkapan ikan dan di kawasan daratan, seperti perkebunan, pemukiman, ekoturisme, deforestasi, lahan terbuka dan lain-lain (Muryadi *et al.*, 2020; Fadhli *et al.*, 2020; Budijono and Hasbi, 2021). Selain itu, Pb juga dapat berasal dari logam berat yang terbawa oleh aliran sungai utama yang menjadi sumber air utama genangan waduk seperti Sungai Kampar dan Sungai Batang Mahat beserta anak-anak sungai lainnya (Budijono *et al.*, 2021). Pb adalah zat yang terbentuk secara alami, konsentrasi lingkungannya meningkat secara signifikan oleh

sumber antropogenik, seperti cat berbasis Pb, dan bensin bertimbal (Mager, 2011; Monteiro *et al.*, 2011). Pb dalam air mungkin berasal dari pestisida yang mengandung timah, melalui presipitasi, jatuhnya debu timbal, limpasan jalan, dan air limbah kota (Sorensen, 1991; Wepener, 1990).



Gambar 2. Kandungan Logam Berat Pb dalam Organ Insang dan Otot Ikan Nila

Akumulasi Pb dalam organ kedua organ ini merupakan hasil paparan logam berat dalam air yang diterima dan tidak bisa dihindari oleh ikan serta terus mengalami biomagnifikasi sejalan dengan waktu dan umur ikan. Di insang, Pb yang terakumulasi tinggi ini karena menjadi organ primer yang mengalami kontak atau paparan langsung dengan media air yang terkandung Pb tersebut pada proses respirasi. Menurut Tangahu (2011), hal tersebut sesuai dengan proses fisiologis pada tubuh ikan yaitu proses masuknya logam berat bersamaan dengan air yang berdifusi diserap oleh insang selanjutnya disebarkan ke seluruh tubuh melalui

darah sehingga terjadi penimbunan logam berat pada daging. Di samping itu, logam berat dapat diambil oleh ikan dari konsumsi makanan yang terkontaminasi melalui saluran pencernaan atau melalui insang dan kulit (Sfakianakis *et al.*, 2015). Secara efektif setelah penyerapan, logam dalam ikan kemudian diangkut melalui aliran darah ke organ dan jaringan di mana mereka terakumulasi (Fazio *et al.*, 2014). Deposit Pb di berbagai organ ikan adalah hati, ginjal dan limpa, tetapi juga saluran pencernaan dan insang (Castro-González, 2008) dan akumulasi Pb dalam spesies ikan yang berbeda telah ditemukan dalam beberapa penelitian (Jeziarska dan Witeska, 2006).

Pola urutan dari tertinggi ke terendah kandungan Pb dalam organ ikan nila adalah insang>otot. Hal yang sama di artikel lain juga ditemukan pada ikan kapie, nila, baung, mas, toman dan gurami dari lokasi Waduk Koto Panjang (Muryadi *et al.*, 2020; Fadhli *et al.*, 2020; Budijono and Hasbi, 2021), atau di lokasi lain seperti ikan baung

(*Hemibagrus nemurus*) dan selais (*Ompok* sp) di Danau Lubuk Siam (Syahfarge *et al.*, 2020; Marlinda *et al.*, 2020), ikan belida (*Notopterus notopterus*) di Sungai Sail (Budijono *et al.*, 2019). Pola bioakumulasi logam dalam jaringan ini sesuai dengan pernyataan Darmono (2001) bahwa bioakumulasi logam dalam jaringan ikan dari akumulasi logam yang besar ke yang kecil berturut-turut adalah hati> ginjal> insang> otot dengan kekuatan penetrasi logam ke dalam jaringan tersebut secara berturut-turut adalah Cd> Hg> Pb> Cu> Zn> Ni.

Kandungan Pb dalam organ insang dan otot ditemukan masih di bawah ambang batas yang ditetapkan sebesar 0,3 mg/kg (SNI, 2009) atau 0,2 mg/kg (BPOM RI, 2009), atau standar negara lain, yaitu: sebesar 0,5 mg/kg (China); 0,3 mg/kg (Vietnam); 0,3 mg/kg (Uni Eropa); 2 mg/kg (Malaysia), 1 mg/kg (Thailand); dan 0,5 mg/kg (Australia dan Selandia). Perbandingan Pb dari riset ini dengan hasil riset lain dari beberapa referensi ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Pb dalam Organ Ikan Air Tawar dari Beberapa Referensi

No.	Jenis Ikan	Lokasi	Pb (mg/kg) dalam Organ		Referensi
			Insang	Otot	
1	<i>H. nemurus</i>	Hulu Sungai Kampar	0,0139-0,0145	-	Erlangga (2007)
2	<i>H. nemurus</i>	Danau Lubuk Siam	11,33	-	Marlinda <i>et al.</i> (2020)
3	<i>H. nemurus</i>	Danau Lubuk Siam	0,0835	0,0901	Syahfarge <i>et al.</i> (2020)
4	<i>Ompok</i> sp	Siam	0,0841	0,076	
5	<i>Notopterus notopterus</i>	Sungai Sail	35,62	1,75	Budijono <i>et al.</i> (2020)
6	<i>H. nemurus</i>	Siak River	17,3333	2,6759	Anggraeni <i>et</i>

					<i>al.</i> (2018)
7	<i>O. niloticus</i>	Waduk Koto Panjang	0,0051-0,00577	0,00271-0,00424	Budijono <i>et al.</i> (2021)
8	<i>C. micropeltes</i>		0,01301-0,01531	0,00525-0,00586	
9	<i>C. carpio</i>		0,01128-0,01531	0,00439-0,00510	
10	<i>B. schwanefeldii</i>		0,01148-0,01336	0,00321-0,00326	
11	<i>O. gouramy</i>		0,00864-0,00887	0,00490-0,00554	
12	<i>H. nemurus</i>		0,01997-0,02587	0,00524-0,00828	
13	<i>O. niloticus</i>	Azuabie Creek	-	3,49	Ekweozor <i>et al.</i> (2017)
14	<i>O. niloticus</i>	Akuluagu Ama Creek	-	3,95	
15	<i>O. niloticus</i>	Danau Rawa Pening	-	0,11 – 0,18	Hidayah <i>et al.</i> (2014)
16	<i>Barbonymus gonionatus</i>	Kelantan river	-	0,072	Hashim <i>et al.</i> (2014)
17	<i>Barbonymus schwanefeldii</i>		-	0,100	
18	<i>Chitala chitala</i>		-	0,070	
19	<i>Clarias gariepinus</i>		-	0,081	
20	<i>Cyclocheilichthys apogon</i>		-	0,137	
21	<i>Hampala macrolepidota</i>		-	0,042	
22	<i>H. nemurus</i>		-	0,103	
23	<i>H. wyckii</i>		-	0,062	
24	<i>N. notopterus</i>		-	0,075	
25	<i>Osteochilus hasseltii</i>		-	0,169	
26	<i>Pangasius micronemus</i>		-	0,022	
27	<i>Puntioplites bulu</i>	-	0,069		
28	<i>Tachysurus maculatus</i>	-	0,156		
29	<i>O. niloticus</i>	Juru River	-	0,67	Idris and Ahmad (2017)
30	<i>O. mossambicus</i>		-	0,41	
31	<i>O. niloticus</i>	Outlet Waduk Koto Panjang	0,0567	0,0049	Penelitian ini*

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan Pb dalam organ insang ikan nila di outlet organ ikan yang berasal dari lokasi lebih tinggi dibandingkan dalam genangan Waduk Koto Panjang dan

hulu Sungai Kampar (Budijono and Hasbi, 2021; Erlangga, 2007), termasuk pada organ otot. Kandungan Pb pada kedua organ ikan nila masih di ambang batas dan serupa ditemukan pada ikan dari Danau Lubuk Siam, Danau Rawa Pening dan Sungai Kelantan, (Syahfarge *et al.*, 2020; Hidayah *et al.*, 2014; Hashim *et al.*, 2014). Kandungan Pb dalam temuan riset lebih rendah jika dibandingkan pada ikan di Sungai Sail, Sungai Siak, Azuabie Creek dan Akuluagu Ama Creek dan Juru River (Budijono *et al.*, 2020; Anggraeni *et al.*, 2018; Ekweozor *et al.*, 2017; Indris and Ahmad, 2017). Hal ini sesuai pernyataan Jezierska dan Witeska (2006) bahwa perbedaan akumulasi Pb dalam spesies ikan yang berbeda telah ditemukan dalam beberapa penelitian. Menurut Yilmaz *et al.* (2010), tingkat akumulasi logam berat pada ikan tergantung pada tingkat pertumbuhan, metabolisme, pola makan dan persyaratan ekologis spesies ikan tertentu.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa kandungan Pb tertinggi di organ insang daripada otot ikan nila dan masih masih di bawah ambang batas cemaran logam berat dalam pangan sehingga sangat layak untuk konsumsi. Kondisi kualitas air outlet Waduk Koto Panjang masih mendukung untuk kehidupan ikan nila dan jenis ikan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- ANZECC/ARMCANZ. 2000. Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality/Australian and New Zealand environment and conservation council and agriculture and resource management council of Australia and New Zealand, Canberra.
- Authman, M.M.N. 2008. *Oreochromis niloticus* as a biomonitor of heavy metal pollution with emphasis on potential risk and relation to some biological aspects. *Global Vet.*, 2(3):104-109.
- Anggraini, P.N., Budijono and E. Purwanto. 2018. Concentration of Pb in gill, kidney and muscle of *Hemibagrus nemurus* (C.V) from the Siak River, Teluk Mesjid Village, Sungai Apit Regency, Riau Province, JOM FAPERIKA.1-9.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. SNI 7387:2009. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Indonesia. 2018. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2018 tentang Maksimal Pencemaran Bahan Kimia Kimia Pada Pangan Olahan. POM RI, Jakarta.

- Budijono, M. Hasbi and R.D. Sibagariang. 2019. Heavy metals content in tissues of feather back fish (*Notopterus notopterus*) from the Sail River, Pekanbaru. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 430 (2020) 012034. Doi:10.1088/1755-1315/430/1/012034.
- Budijono and M. Hasbi. 2021. Heavy metals contamination at the Koto Panjang Dam, Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 695 (2021) 012018 doi:10.1088/1755-1315/695/1/012018.
- Budijono, Tang U. M., Putra R. M., Nofrizal, 2021 Dynamic of water fertility in Koto Panjang Reservoir, Riau Province, Indonesia. *AACL Bioflux*, 14(2):965-975.
- Darrmono, 2001. Lingkungan hidup dan pencemaran: hubungannya dengan toksikologi senyawa logam. UI Press, Jakarta. 145 hal.
- Erlangga. 2007. Efek Pencemaran Perairan Sungai Kampar di Provinsi Riau terhadap Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). Tesis. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor.
- European Commission. 2014. Commission Regulation (EC) No.488/2014 of 12 May 2014 amending regulation (EC) No.1881/2006 as regard maximum levels of Cadmium in foodstuffs. EU Commission, Brussels.
- Ekweozor, L.K.E, A.P. Ugbomeh and K.A. Ogbuehi. 2017. Zn, Pb, Cr and Cd concentrations in fish, water and sediment from the Azubie Creek, Port Harcourt. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.*, 12(1):87-91.
- Fazio, F., G. Piccione, K. Tribulato, V. Ferrantelli, G. Giangrosso, F. Arfuso and C. Faggio. 2014. Bioaccumulation of heavy metals in blood and tissue of striped mullet in two Italian Lakes. *J. Aquat. Anim. Health*, 26(4): 278-284.
- Fadhli, U., Budijono dan M. Hasbi. 2020. Kandungan timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam insang, ginjal dan oto ikan dari Waduk Koto Panjang. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*, 1(2):153 – 159.
- Gaber, H.S., M.A. El-Kasheif, S.A. Ibrahim and M.M.N. Authman. 2013. Effect of water pollution in El-Rahawy drainage canal on hematology and organs of freshwater fish *Clarias gariepinus*. *World Appl. Sci. J.*, 21: 329-341.
- Hashim, R., T.H. Song, N. Z. Md. Muslim and T.P. Yen. 2014. Determination of heavy metals in fishes the lower reach of the Kelantan River, Kelantan, Malaysia. *Tropical Life Sciences Research*, 25(2):21-39.
- Hidayah, A.M., Purwanto dan T.R. Soeprbowati. 2014. Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada

- Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di Karamba Danau RawaPening. *Bioma*, 16(1):1-9.
- Ibrahim, S.A., M.M.N. Authman, H.S. Gaber and M.A. El-Kasheif. 2013. Bioaccumulation of heavy metals and their histopathological impact on muscles of *Clarias gariepinus* from El-Rahawy drain, Egypt. *Int. J. Environ. Sci. Eng.*, 4: 57-73.
- Idriss, A.A. and A.K. Ahmad. 2015. Heavy metal concentrations in fishes from Juru River, estimation of the health risk. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 94: 204208.
- Jeziarska, B. and M. Witeska. 2006. The metal uptake and accumulation in fish living in polluted waters. NATO Science Series, Springer. Netherlands.
- LIPI. 2019. Potensi, pengembangan dan pemanfaatan perikanan KKP PUD 438. AMaFRaD Press, Jakarta. 241 hal.
- Lidia, S.G., Budijono dan Hasbi. M. 2020. Logam Berat di Air, Sedimen dan Ikan dari Danau Pinang Dalam, Riau. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*, 1(1):1-8.
- Mahboob S, Al-Balawi HFA, Al-Misned F, Al-Quraishy S, Ahmad Z (2014) Tissue metal distribution and risk assessment for important fish species from Saudi Arabia. *Bull Environ Contam Toxicol* 92: 61-66.
- Mager EM. 2011 Lead. Academic Press, New York, USA.
- Marlinda, A., R. Elvyra dan Budijonio. 2020. Kandungan logam berat Pb pada Air, Sedimen, Insang dan hati Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*) di Danau Lubuk Siam Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Berkala Perikanan Terubuk*, 48(2):464-479.
- Muryadi, Budijono dan M. Hasbi. 2020. Akumulasi logam berat dalam tiga organ ikan dari Waduk Koto Panjang. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*, 1(2):124 – 130.
- Monteiro, V., D.G.S.M. Cavalcante, M.B.F.A. Viléla, S.H. Sofia and C.B.R. Martinez. 2011. In vivo and in vitro exposures for the evaluation of the genotoxic effects of lead on the Neotropical freshwater fish *Prochilodus lineatus*. *Aquat. Toxicol.* 104: 291-298.
- Ministry of Health. 2011. National technical regulation on the limits of heavy metals contamination in food, QCVN 8-2:2011/BYT. Hanoi. Vietnam.
- Ministry of Science, Technology and Innovation. 2012. Standards of Malaysia Act 1996 (Act 549). Malaysia.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Pengelolaan

- Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Kampar Riau. Disertasi Pascasarjana IPB, Bogor.
- Siagian, M. 2010. Daya Dukung Waduk Plta Koto Panjang Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 15(1): 25-38.
- Sfakianakis, D.G., E. Renieri, M. Kentouri and A.M. Tsatsakis. 2015. Effect of heavy metals on fish larvae deformities: A review. *Enviro. Res.*,137: 246-255.
- Sumiarsih, E. 2014. Dampak limbah kegiatan karamba jaring apung (KJA) terhadap karakteristik biologis ikan endemic di sekitar KJA Waduk Koto Panjang Riau. Disertasi Pascasarjana Universitas Padjajaran, Bandung.
- Syahfarge, G., Budijono dan M. Hasbi. 2020. Heavy metal in water, sediment and fish from Lubuk Siam Lake, Kampar. *Jurnal Sumberdaya Lingkungan Akuatik*, 1(1):70-80.
- Sorensen, E.M.B., 1991. Metal poisoning in fish: Environmental and Life Sciences Associates. CRC Press Inc., Boca Raton.
- The National Helath and Family Planning of Peop le's Republic o f Chin a. 2012. National food safety standard of maximum levels in food (GB 2762-2012). Beijing.
- Warningsih, T. 2016. Penilaian ekonomi jas ekosistem Waduk Koto Panjang di Kabupaten
- Wepener, V. 1990. The effect of heavy metals at different pH values on the haematology and metabolic enzymes of *Tilapia sparrmanii* (Cichlidae). Thesis. Rand Afrikans University, Johannesburg.
- Yilmaz, A B., M.K. Sangün, D. Yağlıoğlu and C. Turan . 2010. Metals (major, essential to non-essential) composition of the different tissues of three demersal fish species from İskenderun Bay, Turkey. *Food Chemistry* 123(2): 410–415.