

**LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA IKAN NILA
(*Oreochromis niloticus*) DAN IKAN BAWAL (*Colossoma
macropomum*) DI SUNGAI WINONGO,
YOGYAKARTA**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana



Annabelle Indryana Purwanto

31160005

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2020**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Annabelle Indryana Purwanto
NIM : 31160005
Program studi : Biologi
Fakultas : Bioteknologi
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Ikan Bawal (*Colossoma macropomum*) di Sungai Winongo, Yogyakarta”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 11 Agustus 2020

Yang menyatakan



(Annabelle Indryana Purwanto)

NIM.31160005

**LEMBAR PENGESAHAN NASKAH
SKRIPSI**

Judul

**: Logam Berat Timbal (Pb) Pada Ikan
Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Ikan
Bawal (*Colossoma macropomum*) Di
Sungai Winongo, Yogyakarta**

Nama Mahasiswa

: Annabelle Indryana Purwanto

NIM

: 31160005

Pembimbing I

: Drs. Guruh Prihatmo., M.S

Pembimbing II

: Dr. Suhendra Pakpahan

Hari/Tanggal Ujian

: 29 Juli 2020

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



(Drs. Guruh Prihatmo., M.S.)

(Dr. Suhendra Pakpahan)

NIK : 874 E 055

NIK : 184 KE 395

Ketua Program Studi Biologi



(Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si)

NIK : 884 E 075

LOGAM BERAT TIMBAL (PB) PADA IKAN NILA (*OREOCHROMIS
NILOTICUS*) DAN IKAN BAWAL (*COLOSSOMA MACROPOMUM*) DI
SUNGAI WINONGO, YOGYAKARTA

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:
ANNABELLE INDRYANA PURWANTO
31160005

Dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Sains pada tanggal 29 Juli 2020

Nama Dosen

1. Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto, SU
(Dosen Penguji I / Ketua Tim Penguji)
2. Drs. Guruh Prihatmo., M.S
(Dosen Pembimbing I / Dosen Penguji II)
3. Dr. Suhendra Pakpahan
(Dosen Pembimbing II / Dosen Penguji III)

Tanda Tangan



Yogyakarta, 29 Juli 2020

Disahkan Oleh :

Dekan



Drs. Kisworo, M.Sc

Ketua Program Studi Biologi



Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Annabelle Indryana Purwanto

NIM : 31160005

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

"LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DAN IKAN BAWAL (*Colossoma macropomum*) DI SUNGAI WINONGO, YOGYAKARTA"

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengerahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 29 Juli 2020



Indryana Purwanto
(Annabelle Indryana Purwanto)
NIM: 31160005

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karunia-Nya, sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Penyusunan laporan skripsi dengan judul “**Logam Berat Timbal (Pb) Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Ikan Bawal (*Colossoma macropomum*) Di Sungai Winongo, Yogyakarta**” merupakan syarat wajib untuk memperoleh gelar sarjana (S.Si) Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana.

Penyusunan skripsi ini disusun berdasarkan di lokasi pengambilan sampel serta penelitian yang dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Dasar Universitas Kristen Duta Wacana dan Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia. Penulis tentu saja menyadari penyelesaian proses pembuatan laporan tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan semangat dari berbagai pihak. Dengan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada ;

1. **Tuhan Yesus Kristus** atas penyertaannya, perlindungannya, dan berkat-Nya sampai penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. **Drs. Guruh Prihatmo., M.S** selaku dosen pembimbing I serta dosen penguji II yang telah memberikan pengarahan, dukungan, dan motivasi serta bersedia meluangkan waktu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. **Dr. Suhendra Pakpahan** selaku dosen pembimbing II, serta dosen penguji III yang telah memberikan pengarahan, dukungan, dan motivasi serta bersedia meluangkan waktu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Keluarga saya **Rudy Purwanto** selaku ayah saya dan **Yuliani Setio (Alm)** selaku ibu saya yang selalu memberikan dukungan doa dan kasih dalam penulisan menyelesaikan laporan skripsi.
5. Sahabat-sahabat saya **Maria Setiyo, Eunike Sonia, Jeffern Liklikwatil**, dan **Jovita Ivana** yang selalu memberikan dukungan dan semangat .

Demikian skripsi ini disusun, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Diharapkan kritik dan saran, serta semoga dapat bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 29 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN JUDUL BAGIAN DALAM	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
HALAMAN PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Logam Berat Timbal	3
2.2 Timbal di Air dan Sedimen	3
2.3 Timbal pada Ikan	4
2.4 Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	5
2.5 Ikan Bawal (<i>Colossoma macropomum</i>)	6
2.6 Efek Pb terhadap Kesehatan Manusia	6
BAB III METODOLOGI	8
3.1 Pemilihan Wilayah Penelitian	8
3.2 Pengambilan Sampel	9
3.3 Sampel dan Parameter yang Digunakan	9
3.4 Proses Pengambilan Sampel	9
3.5 Preparasi Sampel	10
3.6 Ekstraksi Sampel	10

3.7 Analisa Kadar Pb dalam Sampel	10
3.8 Analisa Data	11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Parameter Lingkungan	12
4.2 Konsentrasi Logam Berat pada Sungai Winongo	13
4.3 Konsentrasi Logam Berat pada Ikan	15
a. Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	15
b. Ikan Bawal (<i>Colossoma macropomum</i>)	17
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	20
5.1 Kesimpulan	20
5.2 Saran	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN	25

DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Judul Tabel	Halaman
1	Kualitas Air Sungai Winongo Kota Yogyakarta	12

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul Gambar	Halaman
1	Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	6
2	Ikan Bawal (<i>Colossoma macropomum</i>)	6
3	Peta Lokasi Sampling	8
4	Lokasi Stasiun Sampling	9
5	Diagram Rata-rata Konsentrasi Logam Berat Timbal pada Air	13
6	Diagram Rata-rata Konsentrasi Logam Berat Timbal pada Sedimen	14
7	Diagram Rata-rata Konsentrasi Logam Berat Timbal pada Ikan Nila	15
8	Diagram Rata-rata Konsentrasi Logam Berat Timbal pada Ikan Bawal	17

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
1	Hasil Analisa Konsentrasi Pb dalam Ekstrak dari Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia (UII)	25
2	Analisis Statistik	29
3	Berat Basah dan Kering Organ-organ Ikan Nila di Tiga Titik Stasiun Sungai Winongo	35
4	Berat Basah dan Kering Organ-organ Ikan Nila di Tiga Titik Stasiun Sungai Winongo	35

ABSTRAK

LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DAN IKAN BAWAL (*Colossoma macropomum*) DI SUNGAI WINONGO, YOGYAKARTA

ANNABELLE INDRYANA PURWANTO

31160005

Sungai Winongo memiliki peran cukup penting di masyarakat kota Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi Pb pada air, sedimen dan tiga bagian ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) serta ikan Bawal (*Colossoma macropomum*) yaitu organ jeroan, tulang dan daging. Sampel diperoleh dari tiga titik yaitu bagian hulu, tengah dan hilir. Total 120 sampel diekstraksi menggunakan metode aqua regia digestible dengan perbandingan larutan HCl : HNO₃ (3:1, v/v) dan ekstrak dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Ditemukan rata-rata konsentrasi Pb pada air (0,054 mg/L), sedimen (38,29 mg/kg), ikan Nila (jeroan 11,35 mg/kg; tulang 10,28 mg/kg; daging 6,46 mg/kg), dan ikan Bawal (jeroan 5,31 mg/kg; 9,85 mg/kg; daging 5,23 mg/kg). Konsentrasi Pb pada air telah melebihi batas baku mutu PPRI No. 82 Th 2001 (0,03mg/L). Konsentrasi pada ketiga bagian ikan Nila dan Bawal yang diteliti (jeroan, tulang, daging) telah melebihi batas baku mutu yang ditetapkan oleh SNI 7387:2009 (0,3 mg/kg).

Keywords : Timbal, Logam Berat, Sungai Winongo, Pencemaran, Bioindikator

ABSTRACT

HEAVY METAL OF LEAD ON TILAPIA FISH (*Oreochromis niloticus*) AND POMFRET FISH (*Colossoma macropomum*) IN WINONGO RIVER, YOGYAKARTA

ANNABELLE INDRYANA PURWANTO

31160005

Winongo river had important role in life of Yogyakarta citizen. This study acknowledged lead concentration of water, sediments, and three body-parts of Tilapia fish and Pomfret fish, they would be viscera, bones, and meat. There were 120 samples extracted by aqua regia digestible method using HCl : HNO₃ (3:1, v/v) and extract analyzed by Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) to measure Lead concentration. Found out, mean lead concentration on water (0,054 mg/L), sediments (38,29 mg/kg), Tilapia fish (viscera 11,35 mg/kg; bone 10,28 mg/kg; meat 6,46 mg/kg), and Pomfret fish viscera 5,31 mg/kg; bone 9,85 mg/kg; meat 5,23 mg/kg). Lead concentration on water has exceeded the maximum limit according to PPRI No. 82 Th 2001 (0,03 mg/L). Three body-parts of both fish (viscera, bone, meat) has exceeded the maximum limit of heavy metal lead according to SNI 7387:2009 (0,3 mg/kg).

Keywords : Lead, Heavy Metal, Winongo River, Pollution, Bioindicator

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan salah satu ekosistem akuatik yang sering ditemukan melintasi daerah-daerah pemukiman penduduk dan banyak dimanfaatkan oleh warga sekitar dalam beraktivitas. Selain itu sungai sering digunakan sebagai tempat pembuangan akhir sampah maupun limbah yang dihasilkan oleh manusia seperti limbah domestik, industri maupun peternakan yang berada di sekitar badan sungai. Sungai Winongo melintasi Kota Yogyakarta dengan dapat diketahui saat ini kondisi kota yang padat penduduk (Ibisch, 2009).

Dua jenis limbah yang ditemukan di Sungai Winongo yakni limbah esensial dan non-esensial. Salah satu jenis limbah non-esensial yang terdapat pada Sungai Winongo adalah logam berat timbal. Logam berat timbal bersifat dapat berikatan dengan material organik dan mengendap di dasar perairan seperti pada sedimen sungai (Ackerley, 2004). Selain air, ikan juga dapat dijadikan sebagai indikator. Jenis ikan Nila dan ikan Bawal merupakan jenis ikan yang bersifat omnivora sehingga probabilitas akumulasi logam berat terhadap kedua jenis ikan tersebut lebih tinggi (Supriyanto, 2007).

Logam berat timbal (Pb) adalah logam berat tidak esensial atau beracun, yang dimana keberadaanya dalam tubuh makhluk hidup masih belum diketahui kegunaannya (Koestoer, 1995). Timbal digolongkan beracun akan berakibatkan fatal dalam efek kesehatan bagi makhluk hidup terutama manusia sendiri tergantung pada bagian mana partikel-partikel logam berat tersebut akan terikat dalam tubuh. Selain pada air dan sedimen, ikan juga dapat digunakan sebagai bioindikator pemaparan logam berat timbal (Palar, 2002). Maka studi untuk pemaparan logam berat timbal (Pb) pada Sungai Winongo serta faktor biokonsentrasi, adalah penting untuk dilakukan guna mengetahui kadar logam berat Pb untuk keperluan standar keamanan lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

1.3.1 Berapa kadar logam berat timbal pada air, sedimen dan ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) serta Bawal (*Colossoma macropomum*) di Sungai Winongo, Yogyakarta di bagian hulu (Dukuh Mlati, Kelurahan Sendangadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman), tengah (Dukuh Guyup Rukun Kidul, Kelurahan Notoprajan, Kecamatan Ngampilan, Kota Yogyakarta), dan hilir (Dukuh Senggotan, Kelurahan Tirtonirmolo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul)?

1.3.2 Apakah kadar logam berat timbal (Pb) telah melebihi standar baku mutu yang ditetapkan?

1.3 Tujuan

1.2.1 Mengetahui kadar logam berat timbal pada air, sedimen dan ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) serta Bawal (*Colossoma macropomum*) di Sungai Winongo, Yogyakarta di bagian hulu (Dukuh Mlati, Kelurahan Sendangadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman), tengah (Dukuh Guyup Rukun Kidul, Kelurahan Notoprajan, Kecamatan Ngampilan, Kota Yogyakarta), dan hilir (Dukuh Senggotan, Kelurahan Tirtonirmolo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul).

1.2.2 Membandingkan kadar logam berat timbal (Pb) dengan standar baku mutu yang ada.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

- a. Rata-rata konsentrasi logam berat timbal pada saat pengambilan sampel air (0,054 mg/L), sedimen (38,29 mg/kg), ikan Nila (jeroan 11,35 mg/kg; tulang 10,28 mg/kg; daging 6,46 mg/kg), dan ikan Bawal (jeroan 5,31 mg/kg; 9,85 mg/kg; daging 5,23 mg/kg).
- b. Konsentrasi logam berat timbal pada saat pengambilan sampel air Sungai Winongo telah melebihi batas baku mutu PPRI No. 82 Th 2001 (0,03mg/L) sedangkan sedimen masih di bawah baku mutu ANZECC ISQG-Low (50 mg/kg). Konsentrasi pada ketiga bagian ikan Nila dan Bawal yang diteliti (jeroan, tulang, daging) telah melebihi batas baku mutu yang ditetapkan oleh SNI 7387:2009 (0,3 mg/kg).

5.2 Saran

Perlu dilakukan monitoring logam berat pada Sungai Winongo secara berkala oleh Pemerintah dikarenakan Sungai Winongo masih digunakan untuk aktivitas sehari-hari masyarakat sekitar dan sebagai program keamanan pangan masyarakat dikarenakan ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan Bawal (*Colossoma macropomum*) yang hidup di Sungai Winongo masih dikonsumsi oleh masyarakat sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackerley DF, Gonzales CF, Park CH, Blake R, Keyhan M, & Martin A. (2004). Chromat Reducing Properties of Soluble Flavoprotein from *Pseudomonas Putida* and *Escherichia coli*.
- Al-Nagaawy, A.M. (2008). Accumulation and Elimination of Copper and Lead from *Oreochromis niloticus* Fingerlings and Consequent Influence on Their Residues and Some Biochemical Parameters 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture.
- Arain, M. B., T. G. Kazi, M. K. Jamali, N. Jalbani, H. I, Afridi, A. Shah. (2008). Total Dissolved and Bioavailable Elements in Water and Sediment Samples and Their Accumulation in *Oreochromis mossambicus* of Polluted Manchar Lake.
- Arie U. (2006). Budidaya Bawal Air Tawar Untuk Konsumsi dan Hias. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC). (2000). ANZECC Interim Sediment Quality Guidelines. Sydney, Australia.
- Badan Lingkungan Hidup Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. (2012). Laporan Pemantauan Kualitas Air Sungai Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Yogyakarta: BLH DIY.
- Connel dan Miller. (2006). Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. (Y. Koestoer, Ed.) Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Darmono. (2001). Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. Jakarta: UI Press.
- Departemen Kesehatan RI. (2001). Kerangka Acuan Uji Petik Kadar Timbal (Pb) pada Spesimen Darah terhadap Kelompok Masyarakat Beresiko Tinggi Pencemaran Timbal. Jakarta.
- Effendi, H. (2003). Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan.
- Fedotov, P. S dan M.Mirò. (2008). Fractionation and Mobility of Trace Elements in Soils and Sediments. In A. P. Violante, *Biophysico-Chemical Processes of Heavy Metals and Metalloids in Soil Environments* (pp. 467-520). New York.
- Grossel, M., R. M Gerdes and K. V Brix. (2005). Chronic Toxicity of Lead to Three Freshwater Invertebrates - *Brachionus calyciflorus*, *Chironomus tentans*

and *Lymnaea stagnalis*. *Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Sciences*.

- Hidayah, A. M., Purwanto dan Tri Retnaningsih S. (2012). Kandungan Logam Berat pada Air, Sedimen dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di Karamba Danau Rawapening. *Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*.
- Huang P. T. G. Li, Li. X, K. Yu, N. J. Hu. (2012). Distribution, enrichment and sources of Heavy Metals in Surface Sediments of The North Yellow Sea. Amsterdam: Elsevier Sci.
- Hutabarat, H.P. (2011). Evaluasi Logam-Logam Berat Tanah yang diaplikasikan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit.
- Hutagalung H.P. (1994). Kandungan Logam Berat dalam Sedimen di Kolam Pelabuhan Tanjung Priok. *Makalah Penunjang Seminar Pemantauan Pencemaran Laut*. Jakarta: P3O-LIPI.
- Hutagalung, H., Riyono, S.H., dan Setiapermana, D. (1997). Metode Analisis Air Laut Sedimen dan Biota. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI.
- Hutagalung, P. H. (1984). Logam Berat dalam Lingkungan Laut. *Pewarta Oceana* IX No. 1.
- Ibisch, R dan Borchardt, D. (2009). Integrated Water Resources Management (IWRM) : From Research to Implementation.
- Ivanciuc, T., Ovidiu Ivanciuc and Douglas J. Klein. (2006). Modelling the Bioconcentration Factor and Bioaccumulation Factor of Polychlorinated Biphenyls with Posetic Quantitative Super Structure/Activity Relationship (QSSAR). *Molecular Diversity*, 10, 133-145.
- Jaishankar M, Mathew B.B, Shah M. S, and Gowda K.R.S. (n.d.). Biosorption of Few Heavy Metal Ions Using Agricultural Wastes. *Environment Pollution and Human Health*, 2 (1), 1-6.
- Kasari A. F. (2016). Status Pencemaran Berdasarkan Logam Berat Pb, Hg, Cd, Cu, dan Ag Dalam Air dan Sedimen di Estuari Sungai Donan, Segara Anakan Timur. Bogor: IPB.
- Khaled A. (2004). Heavy Metal Concentration in Certain Tissues of *Mullus barbatus* and *Sparus aurata* Collected from Iskenderun Gulf (Turkey). *Water, Air and Soil Pollution*, 90, 557-562.
- Koestoer Y. (1995). Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. (D. Connel, Trans.) Jakarta: UI Press.

- Kriswanto M. (1986). Mengenal Ikan Air Tawar. Jakarta : B. P Karya Bani - Jakarta OXXIII.
- Loomis, Fisher. (1978). Environmental Psychology. Philadelphia: W.B Saunders.
- Lu, F.C. (2010). Toksikologi Dasar : Asas, Organ, Sasaran dan Penilaian Risiko (2 ed.). (E. Nugroho, Trans.) Jakarta: UI Press.
- Manahan, S.E. (2002). Environmental Chemistri (7 ed.). New York: Lewis.
- Moriarty F, H.M Hanson. (1988). Heavy Metals in Sediments of The River Ecclesbourne, Drbyshire. 22 (4) : 475-480.
- Mukhtasor. (2007). Pencemaran Pesisir dan Laut. Jakarta: PT. Pradnya Paramitha.
- Noegrohati, S. (2006). Bioaccumulation Dynamic of Heavy Metals in *Oreochromis Niloticus*.
- Oktapiandi J, Sutrisno dan Sunarto. (2019). Analisis Pertumbuhan Ikan Nila yang dibudidayakan Pada Air Musta'mal. *Bioeksperimen*, 5(1), 16-20.
- Palar. (2002). Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Rineka Cipta.
- PPRI No. 82 Tahun 2001. (n.d.). Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Pramana J. D, A. Taftazani dan Sudamardji. (2000). Sebaran Logam Berat dalam Culikan Air Laut, Algae dan Ikan di Daerah Semenanjung Muria. Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir. Yogyakarta: P3tm-Batan.
- Priatna D.E, Purnomo T, Kuswanti N. (2016). Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Air dan Ikan Bader (*Barbipnymus gonionotus*) di Sungai Brantas Wilayah Mojokerto. 5(1) : 48-53.
- Purnomo T, Muchyiddin. (2007). Analisa Kandungan Timbal (Pb) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Tambak Kecamatan Gresik. 14 (1) : 69-77.
- Robbins dan Kumar. (1995). Buku Ajar Patologi (4 ed., Vol. 1). Jakarta.
- Rochyatun E, Edward Dan A, Rozak. (2003). Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Cr, Mn dan Fe Dalam Air Laut dan Sedimen di Perairan Kalimantan Timur. Jakarta: Oseanologi dan Limnologi P2o-LIPI.
- Sahetapy, J. M. (2011). Toksisitas Logam Berat Timbal (Pb) dan Pengaruhnya pada Konsumsi Oksigen dan Respon Hematologi Juvenil Ikan Kerapu Macan.
- Setiyono. (2004). Pedoman Teknis Pengelolaan Limbah Industri Kecil. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.

- Supriyatno, Samin C, dan Kamal Z. (2007). Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu, dan Cd pada Ikan Air Tawar, dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA).
- Tangahu B. V, A. S. (2011). A Reveiw on Heavy Metals (As, Pb, and Hg) Uptake by Plants Through Phytoremediation.
- Ulfin I. (2001). Penyerapan Logam Berat Timbal dan Kadmium dalam Larutan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* 1). *2(1)*, 1-25.
- Vandra B, Sudarno dan Winardi D. N. (2016). Studi Analisis Kemampuan Self Purification pada Sungai Progo Ditinjau dari Parameter Biological Oxygen Demand (BOD) dan Dissolved Oxygen (DO). *Teknik Lingkungan*, *5(4)*, 2-3.
- Witcahyo, Eri. (2009). Hubungan antara Kadar Timbal dalam Darah dengan Kualitas Sperma pada Sopir Angkot Lyn TV Kota Surabaya. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Witcahyo, Eri. (2014). Kadar Timbal dalam Darah dan Kebijakan Pencegahan pada Pengemudi Lyn TV di Kota Surabaya. *10 (2)*.
- Yulaipi S dan Aunurohim. (2013). Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Hubungannya dengan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreocromis mossambicus*). *Sains dan Seni Pomits*, *2(2)*, 2337-2352.
- Zulfahmi I, Akmal Y, dan Batubara A. S. (2018). The Morphology of Thai Mahseer's Tor Tambroides Axial Skeleton (Ossa Vertebrae). *Iktiologi*, *18 (2)*, 139-149.