

**KADAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA IKAN
NILA (*Oreochromis niloticus*) DI SUNGAI GAJAH WONG,
YOGYAKARTA**

SKRIPSI



Jean Jeck Queen Dozy Busira

31160025

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS BIOTEKNOLOGI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA**

2020

**KADAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA IKAN NILA
(*Oreochromis niloticus*) DI SUNGAI GAJAH WONG,
YOGYAKARTA**

SKRIPSI

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



**Jean Jeck Queen Dozy Busira
31160025**

**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 : Jean Jeck Queen Dozy Busira
NIM : 31160025
Program studi : Biologi
Fakultas : Bioteknologi
Jenis Karya : Skripsi

demikian 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:

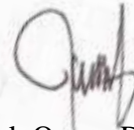
“Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Gajah Wong, Yogyakarta”

berserta 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 : 04 September 2020

Yang menyatakan



(Jean Jeck Queen Dozy Busira)

NIM : 31160025

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi

**Judul : Logam Berat Timbal (Pb) pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)
di Sungai Gajah Wong, Yogyakarta**

Nama Mahasiswa : Jean Jeck Queen Dozy Busira

Nomor Induk Siswa : 31160025

Hari/Tanggal Ujian : 04 September 2020

Disetujui oleh :

Pembimbing I



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

NIK : 874 E 055

Pembimbing II



(Dr. Suhendra Pakpahan)

NIK : 184 KE 395

Ketua Program Studi Biologi



(Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si)

NIK : 884 E 075

Lembar Pengesahan

Skripsi dengan judul:

KADAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)
DI SUNGAI GAJAH WONG, YOGYAKARTA

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:
JEAN JECK QUEEN DOZY BUSIRA
31160025

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 04 September 2020

Nama Dosen

Tanda Tangan

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

Yogyakarta, 04 September 2020

Disahkan Oleh

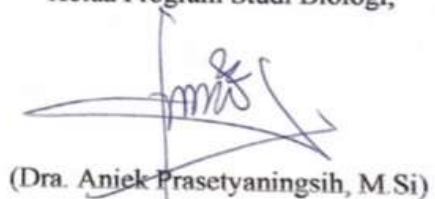
Dekan,



(Drs/ Kisworo, M.Sc)

NIK: 874 E 054

Ketua Program Studi Biologi,



(Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si)

NIK: 884 E 075

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Jean Jeck Queen Dozy Busira

NIM : 31160025

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

“Logam Berat Timbal (Pb) pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Gajah Wong, Yogyakarta”

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

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

Yogyakarta, 04 September 2020



(Jean Jeck Queen Dozy Busira)

NIM : 31160025

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan 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 naskah skripsi dengan judul “**Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Gajah Wong, Yogyakarta**” merupakan syarat wajib untuk memperoleh gelar Sarjana (S.Si) Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana.

Selama tahapan penyusunan skripsi yang telah dilalui, penulis memperoleh banyak pengalaman baik di lapangan maupun di lingkungan akademik, yang dapat dijadikan pembelajaran untuk lebih baik lagi dalam menyikapi suatu persoalan dikemudian hari. Penulis juga menyadari bahwa penyelesaian laporan yang telah selesai tidak lepas dari bantuan pembimbing dan dukungan dari berbagai pihak. Dengan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. **Tuhan Yesus Kristus** atas perlindungan, penguatan dan berkat-Nya yang senantiasa ada, sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. **Drs. Guruh Prihatmo., M.S** selaku dosen pembimbing I serta dosen penguji II yang telah memberikan dukungan, pengarahan, masukan, 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 dukungan, pengarahan, masukan, motivasi serta bersedia meluangkan waktu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Keluarga saya **Frits Simon Busira** selaku ayah saya dan **Yolanda Wiyono** selaku ibu saya yang selalu memberi dukungan doa dan kasih, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Sahabat saya **Fauzi Bagaraf** dan **Reksi Njurumay** serta teman-teman yang selalu memberikan bantuan, semangat dan motivasi untuk selalu optimis dalam menyelesaikan skripsi ini.

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

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| 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 |
| ABSTRAK | XI |
| ABSTRACT | XII |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan | 3 |
| 1.4. Manfaat | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. Logam Berat Timbal (Pb) | 4 |
| 2.2. Pb pada Air dan Sedimen | 5 |
| 2.3. Akumulasi Pb pada Ikan | 6 |
| 2.4. Efek Pb pada Ikan dan Manusia | 7 |

| | |
|---|----|
| 2.5. Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) | 8 |
| BAB III METODOLOGI | 10 |
| 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian | 10 |
| 3.2. Desain Penelitian | 11 |
| 3.3. Parameter Uji | 12 |
| 3.4. Alat dan Bahan | 12 |
| 3.5. Langkah Kerja | 13 |
| 3.5.1. Parameter Biologi dan Parameter Fisik-kimia | 13 |
| 3.5.2. Preparasi Sampel | 13 |
| 3.5.3. Ekstraksi Sampel | 14 |
| 3.5.4. Analisis Kadar Pb dalam Sampel | 14 |
| 3.6. Analisis Data | 15 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 16 |
| 4.1. Parameter Lingkungan | 16 |
| 4.2. Konsentrasi Timbal (Pb) pada air dan Sedimen | 18 |
| 4.3. Konsentrasi Timbal (Pb) pada bagian ikan Nila | 22 |
| 4.4. Nilai Bioconcentration Factor (BCF) pada Ikan Nila | 26 |
| BAB V PENUTUP | 27 |
| 5.1. Kesimpulan | 27 |
| 5.2. Saran | 27 |
| DAFTAR PUSTAKA | 28 |
| LAMPIRAN | 31 |

DAFTAR TABEL

| Nomor | Judul Tabel | Halaman |
|-------|---|---------|
| 4.1 | Kualitas Air di Sungai Gajah Wong, Yogyakarta | 14 |
| 4.2 | Konsentrasi Rata – Rata Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air dan Sedimen | 16 |
| 4.3 | Konsentrasi Timbal (Pb) Pada Bagian Tubuh Ikan Nila | 20 |
| 4.4 | Nilai <i>Bioconcentration Factor</i> (BCF) Ikan Nila terhadap Timbal (Pb) | 23 |

©UKDWN

DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Judul Gambar | Halaman |
|-------|---|---------|
| 2.1 | Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) | 8 |
| 3.1 | Peta Lokasi Stasiun Sampling di Sungai Gajah Wong, Yogyakarta | 9 |
| 3.2 | Lokasi Stasiun I (7°46'04.1"S 110°23'56.0"E) | 10 |
| 3.3 | Lokasi Stasiun II (7°48'33.8"S 110°23'40.9"E) | 10 |
| 3.4 | Lokasi Stasiun III (7°50'12.5"S 110°23'43.0"E) | 10 |

©UKDWN

DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor | Judul Lampiran | Halaman |
|-------|---|---------|
| 1 | Hasil Analisis Konsentrasi Pb dalam Ekstrak dari Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia (UII) | 29 |
| 2 | Data Lapangan | 32 |
| 3 | Analisis Statistik | 35 |

©UKDWN

ABSTRAK

KADAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DI SUNGAI GAJAH WONG, YOGYAKARTA

Jean Jeck Queen Dozy Busira

Sungai Gajah Wong merupakan salah satu sungai yang melintasi pemukiman masyarakat dibagian timur kota Yogyakarta. Peningkatan populasi dan aktifitas masyarakat di sekitar daerah aliran sungai Gajah Wong mengakibatkan peningkatan bahan pencemaran di badan sungai, salah satunya adalah senyawa logam berat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat timbal (Pb) pada air, sedimen dan ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang terbagi menjadi 3 bagian organ yaitu *muskulus*, *os* dan *viscera*. Sampel diekstraksi menggunakan metode *aqua regia digestible* yaitu larutan HCl : HNO₃ (3:1 v/v). Untuk mengetahui kandungan timbal pada sampel, dilakukan analisis kadar logam berat menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (ASS). Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi Pb rata-rata pada air 0,228 mg/L dan sedimen 2,090 mg/Kg. Pada organ ikan Nila yaitu *muskulus*, *os* dan *viscera* didapatkan konsentrasi tertinggi berturut sebesar 0,7976 mg/Kg, 1,9626 mg/Kg dan 1,1706 mg/Kg. Berdasarkan nilai faktor biokonsentrasi, ikan Nila digolongkan dalam kategori akumulatif rendah. Nilai kadar timbal pada sampel *muskulus*, *os* dan *viscera* telah melebihi standar baku mutu menurut SNI No. 7387 Tahun 2009 yaitu sebesar 0,3 mg/Kg.

Kata Kunci : Ikan Nila, Logam Berat, Timbal, Sungai Gajah Wong, Pencemaran

ABSTRACT

HEAVY METAL OF LEAD LEVELS ON TILAPIA FISH (*Oreochromis niloticus*) IN GAJAH WONG RIVER, YOGYAKARTA

Jean Jeck Queen Dozy Busira

*Gajah Gajah Wong River is one of the rivers that cross-community settlements in the eastern part of the city of Yogyakarta. Increased population and community activities around the Gajah Wong river basin have resulted in increased river pollution, one of which is heavy metal compounds. Therefore, this study aims to determine the content of the heavy metal lead (Pb) in water, sediment, and tilapia (*Oreochromis niloticus*) which is divided into 3 parts of the organs, namely the muscles, os, and viscera. The sample was extracted using the aqua regia digestible method, namely HCl: HNO₃ (3: 1 v / v) solution. To determine the lead content in the sample, a heavy metal analysis was carried out using Atomic Absorption Spectrophotometry (ASS). The results showed that the average Pb concentration in water was 0.228 mg / L and sediment was 2.090 mg / Kg. In the Tilapia organ, namely musculus, os, and viscera, the highest concentrations were obtained, respectively, of 0.7976 mg / Kg, 1.9626 mg / Kg, and 1.1706 mg / Kg. Based on the value of the bioconcentration factor, tilapia is classified in the low accumulative category. The value of lead content in the musculus, os, and viscera samples of Tilapia has exceeded the quality standard according to SNI No. 7387 of 2009 which is equal to 0.3 mg / Kg.*

Keywords : Tilapia fish, Heavy Metal, Lead, Gajah Wong River, Pollution

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sungai merupakan ekosistem perairan yang membentang panjang secara horizontal melintasi suatu wilayah, dimana aliran sungai akan bergerak dari daerah yang lebih tinggi (hulu) ke daerah yang lebih rendah (hilir). Sungai memiliki peran penting terhadap keberlangsungan makhluk hidup yang ada didalam perairan maupun disekitar daerah aliran sungai, dimana jika lingkungannya normal maka kehidupan organisme akan berlangsung normal dan sebaliknya. Sungai Gajah Wong adalah salah satu sungai di Kota Yogyakarta yang terletak di bagian timur, dimana aliran sungainya melintasi pemukiman penduduk di wilayah tersebut.

Peningkatan penduduk dan aktifitas industri yang semakin bertambah di daerah Kota Yogyakarta menyebabkan terjadinya pencemaran pada air sungai Gajah Wong. Sarengat *et al.*, (2015), menyatakan bahwa adanya peningkatan beban pencemar yang berasal dari limbah organik dan anorganik di Sungai Gajah Wong. Penelitian ini dilakukan di 3 lokasi yaitu Jembatan krajan (Kecamatan Depok), Jembatan Tegalgendu (Kecamatan Kotagede) dan Jembatan Kranggotan (Kecamatan Wonokromo). Berdasarkan analisis yang dilakukan, terlihat bahwa terjadi penambahan beban pencemar yang meyebabkan beberapa parameter kimia (COD, BOD, Residu terlarut, Residu tersuspensi) mengalami peningkatan. Menurut Sarengat *et al.*, (2015), hal ini dapat terjadi karena aliran sungai Gajah Wong yang terletak di kecamatan Kotagede melewati kawasan industri susu, perak, elektroplating, kulit serta buangan limbah kebun binatang. Selain itu aliran sungai di stasiun 2 juga melewati daerah padat penduduk yang berpotensi tercemar limbah domestik,

sedangkan untuk lokasi stasiun 1 dan 2 berada di luar kota Yogyakarta sehingga tidak terjadi pencemaran yang signifikan.

Salah satu zat berbahaya yang kemungkinan mencemari lingkungan perairan ini adalah logam berat timbal (Pb). Pemaparan logam berat dalam sungai tentunya akan mengganggu kestabilan ekosistem di daerah tersebut, seperti perubahan lingkungan fisik dan kimia serta keberagaman biota air karena adanya proses bioakumulasi (Ashraj, 2005; Vosyliene dan Jankaite, 2006). Beberapa indikator yang dapat digunakan untuk mengetahui adanya kandungan Pb pada perairan adalah air, sedimen dan ikan (Supriyanto *et al.*, 2007). Ikan menjadi salah satu organisme akuatik yang tidak dapat menghindar dari pencemaran Pb, hal ini disebabkan karena ikan membutuhkan energi dari organisme yang lebih kecil seperti plankton, lumut, alga, insekta dan lainnya sebagaimana siklus rantai makanan berlangsung. Jika organisme yang lebih kecil telah terpapar Pb, maka hal yang sama akan terjadi pada ikan (Nugroho, 2010). Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) termaksud dalam golongan omnivora atau pemakan segalanya sehingga berpotensi mengakumulasi logam berat lebih banyak dibandingkan jenis ikan lainnya (Kordi, 1997). Pb memiliki sifat toksisitas yang tinggi sehingga akan berdampak negatif terhadap kesehatan manusia (Fisher *et al.*, 2006). Oleh karena itu, perlu dilakukan studi tentang paparan logam berat timbal (Pb) di sungai Gajah Wong untuk mengetahui kandungan Pb melalui indikator pencemaran Pb seperti air, sedimen dan ikan Nila (*Oreochromis niloticus*).

1.2. Rumusan Masalah

- 1.2.1. Berapa kadar timbal (Pb) pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Gajah Wong, Yogyakarta?
- 1.2.2. Apakah kadar Timbal (Pb) pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) telah melebihi standard baku mutu yang di tetapkan?

1.3. Tujuan Penelitian

- 1.3.1. Mengetahui kadar timbal (Pb) pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Gajah Wong, Yogyakarta.
- 1.3.2. Membandingkan kadar logam timbal (Pb) pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan standard baku mutu yang ada.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan kajian ilmiah bagi peneliti mengenai kandungan timbal (Pb) pada ikan Nila di sungai Gajah Wong, Yogyakarta. Kemudian dapat menjadi bahan acuan bagi pemerintah untuk melakukan monitoring dengan menggunakan parameter biologi. Bagi masyarakat, penelitian ini merupakan wadah informasi untuk mengetahui keamanan pangan terkhususnya pada ikan Nila dengan melihat kadar timbal (Pb).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

5.1.1. Kadar timbal tertinggi pada penelitian ini terdapat di *os* sebesar 1,9626 mg/Kg, sedangkan Pb terendah terdapat di *viscera* sebesar 0,7036 mg/K.

5.1.2. Kadar timbal pada sampel air yang di ambil dari sungai Gajah Wong telah melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001 yaitu 0,01 mg/L. Sedangkan sampel sedimen masih di bawah standard baku mutu *Australian and New Zealand Enviroment and Conservation Council* Tahun 2000, \leq 50 mg/Kg. Kadar Pb pada ketiga bagian ikan Nila (*muskulus*, *os* dan *viscera*) telah melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia No. 7387 Tahun 2009 yaitu 0,3 mg/Kg.

5.2. Saran

Masyarakat di sekitar daerah sungai Gajah Wong perlu mengurangi konsumsi ikan Nila yang berasal dari sungai tersebut. Kemudian pemerintah perlu melakukan monitoring secara berskala untuk memantau keberadaan timbal maupun logam berat lain, hal ini karena sungai Gajah Wong masih digunakan oleh sebagian masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari (pangan). Masyarakat dianjurkan untuk tidak membuang sampah di sungai, agar menghindari adanya penambahan bahan pencemar ke dalam badan sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K., dan Khairuman. (2007). *Budidaya Ikan Nila secara Intensif*. Agromedia Pustaka.
- Amriani, B.H., dan Hadiyanto, A. (2011). Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Kerang Darah (*Anadara granosa* L.) dan Kerang Bakau (*Polymesoda bengalensis* L.) di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 9 (2) : hal 45-50.
- Ashraj, W. (2005). Accumulation of heavy metals in kidney and heart tissues of *Epinephelus micodon* fish from the Arabian Gulf. *Environmental Monitoring Assessment*, 13(103), hal 311- 316.
- Australian and New Zealand Environment and Conservation Council. (2000). *ANZECC Interim Sedimen Quality Guidelines*. Sidney, Australia.
- Badan Standardisasi Nasional Nomor 7387 Tahun 2009. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Makanan*. hal 4, 13, 20.
- Brass, G., dan Stauss, W. (1981). *Air Pollution Control*. *Jhon Willey dan Sons*. New York.
- Elisabeth. (2000). *Kandungan Logam Berat Air Raksa (Hg) dalam Air, Sedimen dan Jaringan Tubuh Ikan di Muara Way Kambas dan Way Sekampung, Lampung*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 69 hal.
- Darmono. (2001). *Pengaruh Lingkungan Hidup dan Pencemaran terhadap Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta : UI Press.
- Darmono. (2008). *Farmasi forensik dan toksikologi*. Jakarta : UI Press.
- Davidson, C.M., R.P. Thomas., S.E. McVey., R. Perala., D. Littlejohn., dan A.M. Ure. (1994). Evaluation Of A Sequential Extraction Procedure For The Speciation Of Heavy Metals In Sediments. *Analytica Chemica Acta*, 291: hal 277-286.
- Departemen Kesehatan RI. (2001). *Kerangka Acuan Uji Petik Kadar Timbal (Pb) pada Spesimen Darah terhadap Kelompok Masyarakat Beresiko Tinggi Pencemaran Timbal*. Ditjen PPM PL Depkes RI, Jakarta.
- Fisher, I., Pain, D.J., Thomas, V.A., kordi. (2006). Review of lead poisoning from ammunition sources in terrestrial birds. *Biological Conservation* 131, hal 421–432.
- Frank, C. Lu. (2010). *Toksikologi Dasar : Asas, Organ, Sasaran dan Penilaian Resiko* (2 ed.). (E. Nugroho, Trans.) Jakarta : UI Press.

- Gasparatos, D., C. Haidouti, F. Adrinopoulos, and O. Areta. 2005. Chemical Speciation and Bioavailability of Cu, Zn, and Pb in Soils from The National Garden of Athens, Greece. Proceedings of the 9ThInternational Conference on Environmental Science and Technology. Rhodes Island, Greece.
- Gaw, S. (2009). Option for Assessing the Bioavailability of Metals to Soil Dwelling Organisms. Chemistry in New Zealand: 150-155.
- Hamidah. (1980). Keracunan Yang disebabkan oleh Timah Hitam. *Pewarta Oseana*. Notodarmojo, S.2005.Pencemaran Tanah Dan Air Tanah. Penerbit ITB: Bandung.
- Istarani, F., dan Pandebesie, ES. (2014). Studi dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd) terhadap penurunan Kualitas Lingkungan. *Jurnal Teknik Pomits*. 3(1): hal 53-58.
- Iswanto, B., Astono, W., Sunaryati, S., (2007). Pengaruh Penguraian Sampah Terhadap Kualitas Air Ditinjau dari Perubahan Senyawa Organik dan Nitrogen dalam Reaktor Kontinyu Skala Laboratorium. [Effect of Waste Decomposition to Water Quality in Terms of Changes in Organic Compounds and Nitrogen in A Laboratory Scale Continuous Reactor]. *J Teknol Lingkung Univ Trisakti*. 4 (1), 24 hal.
- I-Yousuf, M., El-Shahawi, M., Al-Ghais, S., (2000). Trace Metals in Liver, Skin and Muscle of Lethrinus Lentjan Fish Species in Relation to Body Length and Sex. *Sci Total Environ* 256 (2–3), hal 87–94.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (2004). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.
- Khaisar, O. (2006). Kandungan Timah Hitam (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Air, Sedimen, dan Bioakumulasi serta Respon Histopatologis Organ Ikan Alu-Alu (*Sphyraena barracuda*) di Perairan Teluk Jakarta. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 89 hal.
- Kordi. (1997). *Budidaya Air Payau*. Penerbit Effhar dan Dahara Prize. Jakarta Barat.
- Kumar, HD., Hader, DP. (1999). *Global Aquatic and Atmospheric Environment*. New York: Springer-Verlag.
- Lamai, C., Kruatrachue, M., Pokethitiyooka, P., Upathame, ES., dan Sounthomsarathoola, V. (2005). Toxicity and Accumulation of Lead and Cadmium in The Filamentous Green Alga *Cladophora Fracta* Lo. F. Muller Ex Vah Kotzing : A Laboratory Study. *Sci Asia* 31: hal 121 -127.

- Marbun, N.B. (2010). Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Makanan Jajanan Berdasarkan Lama Waktu Jajanan yang Dijual di Pinggir Jalan Pasar I Padang Bulan Medan Tahun 2009. Departemen Kesehatan Lingkungan FKM. USU. Medan.
- Martuti, NKT., Widianarko, B., dan Yulianto, B. (2016). The Pattern of Cu Accumulation in Milkfish (*Chanos chanos*) During Growth Period in Fishpond in Dukuh Tapak Tugurejo Semarang, Indonesia. *AACL Bioflux* 9(5): hal 1036-1043.
- Nurrachmi, I., dan Amin, B. (2014). Kandungan Logam Cd, Cu, Pb dan Zn Pada Ikan Gulama (*Sciaena russelli*) dari Perairan Dumai, Riau: Amankah untuk Dikonsumsi?. [The Content of Metals Cd, Cu, Pb and Zn in Fish Gulama (*Sciaena russelli*) of Aquatic Dumai, Riau: Is it Safe for Consumption?]. *J Teknobiologi* 1(1),hal 72–84.
- Oost, RJB., dan Nico, PEV. (2003). Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment. *Environ Toxicol Phar* 13 : hal 57-149.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 82 Tahun 2001. Kadar Maksimal Timbal (Pb) dalam perairan.
- Reichman, S. M. 2002. The Responses of Plants to Metal Toxicity: A Review Focusing on Copper, Manganese and Zinc. The Australian Minerals & Energy Environment Foundation. Melbourne, Australia.
- Sagala, S. L., Anastasia, R. B., Kuswardani., dan Widodo, S. (2014). Distribusi logam berat di perairan Natuna. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6 (1) : hal 297-310.
- Sarengat, N., Yuniari, A., Setyorini, I., dan Suyatini. (2015). Kajian Potensi Pencemaran Industri pada Lingkungan Perairan Perairan di Daerah Istimewa Yogyakarta . *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet dan Plastik ke-4* . Yogyakarta. hal 125-156.
- Skerfving, S., Bergdahl, I.A. (2007). Lead in Nordberg GF, Fowler BA, Nordberg M, Friberg LT. (Ed). *Handbook on the Toxicology of Metals*. 3rdEd. New York: Associated Press. hal 599-643.
- Soegianto, A., dan A, Supriyanto. (2008). Concentration of Pathogenic Bacteria and Trace Metals in Bivalve Mollusc *Anadara granosa* (Bivalva: Arcidae) Harvested from East Java Coast, Indonesia. *Jurnal Cah. Biologi Marine* (49): hal 201-207.
- Supriyanto, C., et al. (2007). Analisis Cemar Logam Berat Pb, Cu, Dan Cd pada Ikan Air Tawar dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA), tersedia : <http://jurnal.stnbatan.ac.id/wpcontent/uploads/2008/06/13-supriyanto-hal-147-152.pdf>, diakses pada tanggal 4 maret 2020.

- Syakti, A.D., Hidayati, N.V., dan Siregar, A.S. (2012). Agen pencemaran laut. IPB Press, Bogor. 254 hal.
- Vosyliene, M.Z., dan Jankaite, A. (2006). Effect of heavy metal model mixture on rainbow trout biological parameters Ekologija. vol 4 : hal 12-17.
- Werorilangi, S., Tahir, A., Noor, A., dan Samawi, M.F. (2011). Distribusi dan Spesiasi Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) di Sedimen Pantai Kota Makassar, Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Widowati, W., *et al.* (2008). Efek Toksik Logam. Yogyakarta: ANDI.
- Nugroho. (2010). Toksikologi Dasar : Asas, Organ Sasaran, dan Penilaian Resiko. Jakarta: UI-Press.

©UKDWN