

**Profil Cemaran Logam Berat Kromium pada Ikan Nila
(*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidayakan di
Sepanjang Aliran Sungai Opak**

SKRIPSI



**Indah Priscilla Alfirdaus
31180196**

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2023**

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 : Indah Priscilla Alfirdaus
NIM : 31180196
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:

“Profil Cemaran Logam Berat Kromium Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidayakan di Sepanjang Aliran Sungai Opak”

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 : 9 Februari 2023

DUTA WACANA
Yang menyatakan



(Indah Priscilla Alfirdaus)
NIM.31180196

Profil Cemaran Logam Berat Kromium pada Ikan Nila
(*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidayakan di Sepanjang
Aliran Sungai Opak

Skripsi

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



Indah Priscilla Alfirdaus
31180196

Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2023

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi dengan judul:

PROFIL CEMARAN LOGAM BERAT KROMIUM PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) YANG DIBUDIDAYAKAN DI SEPANJANG ALIRAN SUNGAI OPAK

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:

INDAH PRISCILLA ALFIRDAUS

31180196

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 22 Desember 2022

Nama Dosen

Tanda Tangan

1. Prof. Dr. Drs. Krismono, MS
(Dosen Pembimbing I/ Ketua Tim Penguji)

2. Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes.
(Dosen Pembimbing II / Anggota Tim Penguji)

3. Drs. Kisworo, M.Sc.
(Anggota Tim Penguji)

Yogyakarta, 7 Februari 2023

Disahkan oleh:

Dekan

Ketua Program Studi



Dr. Dhira Satwika, M.Sc.

Dwi Adityarini, S.Si., M.Biotech., M.Sc.

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Profil Cemaran Logam Berat Kromium pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidayakan di Sepanjang Aliran Sungai Opak


Nama Mahasiswa : Indah Priscilla Alfirdaus

Nomor Induk Mahasiswa : 31180196

Hari/Tgl Presentasi : 22 Desember 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama



(Prof. Dr. Drs. Krismono, MS)
NIK: 224KE567

Pembimbing Pendamping



(Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes.)
NIK: 904 E 131

Ketua Program Studi Biologi

DUTA WACANA



(Dwi Aditiyarini, S.Si., M.Biotech., M.Sc.)

NIK: 214 E 556

LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Indah Priscilla Alfirdaus

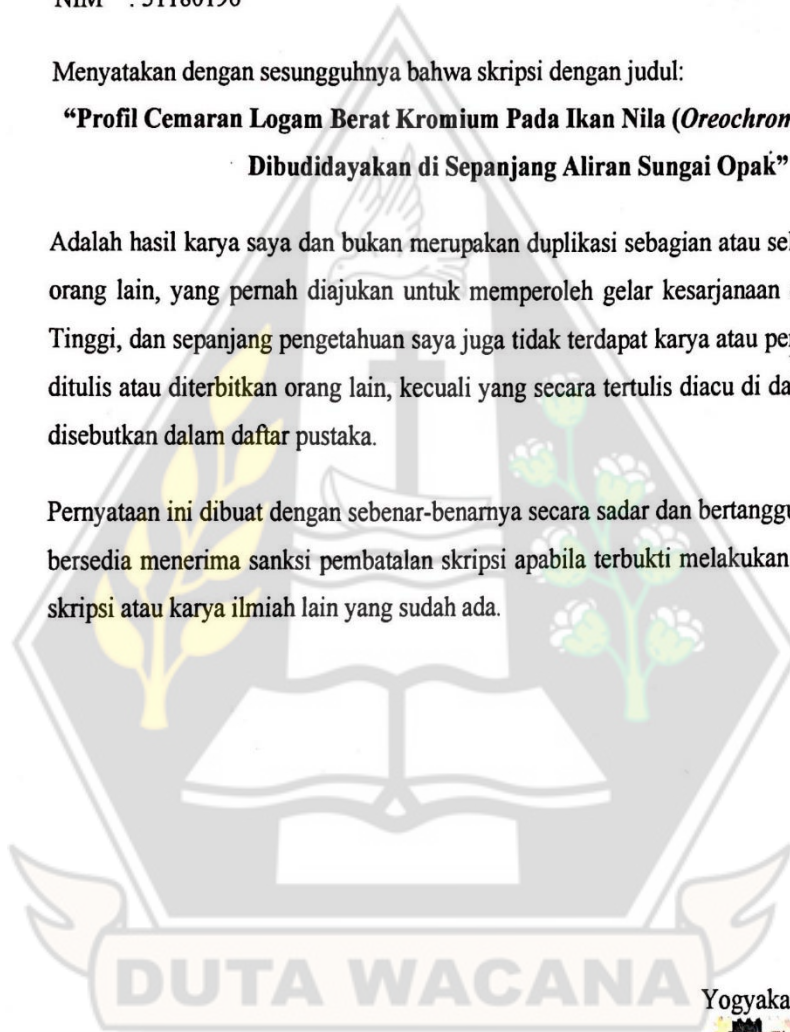
NIM : 31180196

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

“Profil Cemar Logam Berat Kromium Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidayakan di Sepanjang Aliran Sungai Opak”

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 pengetahuan 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, 7 Februari 2023



(Indah Priscilla Alfirdaus)

NIM : 31180196

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, karena atas berkat, anugerah, dan pimpinan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Profil Cemaran Logam Berat Kromium Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidayakan di Aliran Sungai Opak” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains di Universitas Kristen Duta Wacana.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis tidak luput dalam berbagai kendala baik dalam proses penelitian maupun proses penulisan. Oleh karena itu dengan penuh rasa syukur penulis secara khusus mengucapkan rasa terima kasih kepada :

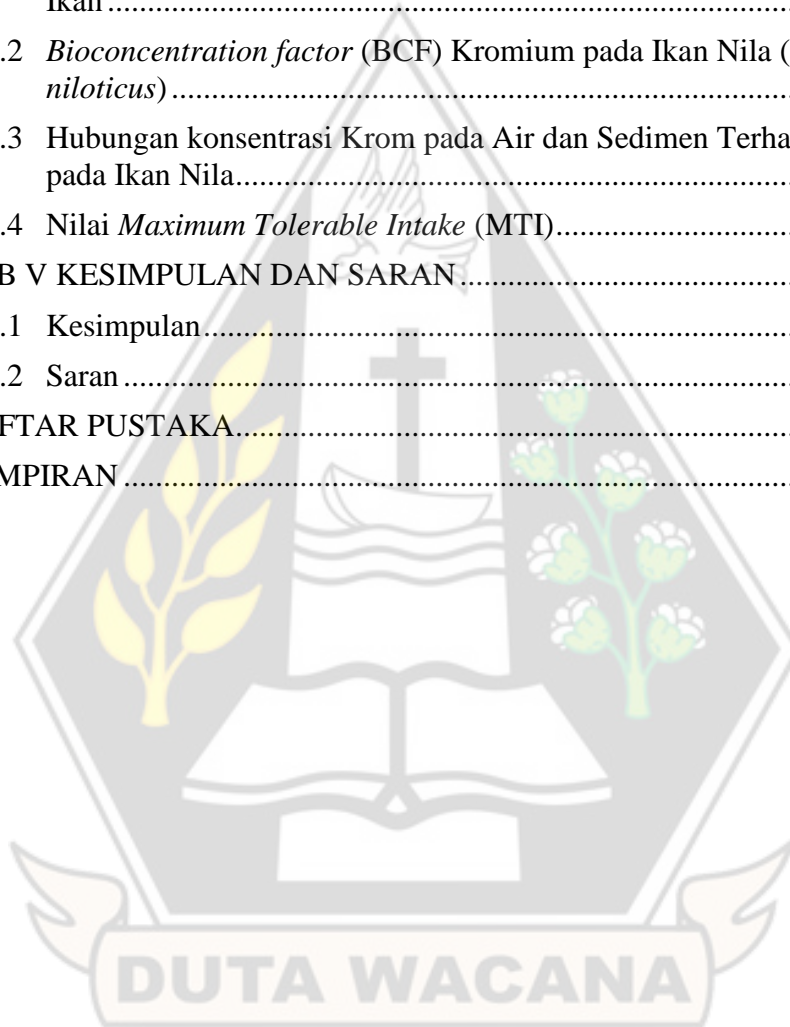
1. Bapak Drs. Guruh Prihatmo, M.S, selaku Dekan Fakultas Bioteknologi
2. Bapak Dr. Dhira Satwika, M. Sc, selaku Kaprodi Bioteknologi
3. Bapak Prof. Dr, Drs. Krismono, MS & Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes, selaku dosen pembimbing pertama dan kedua yang telah membimbing penulis, meluangkan waktu, tenaga, serta pikiran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini
4. Staf dan Laboran Bioteknologi yang sudah bekerja keras dalam pengurusan berkas dan penyediaan alat laboratorium bagi penulis
5. Orang tua penulis (Idawati), saudari penulis (Aprillea dan Clara), dan paman penulis (Joe Bustiono)
6. Sahabat penulis (Elysha Jafrianti dan Ezra Cynthia Pratami), partner penulis dalam penelitian dan penulisan (Anjelina Miyenfa), teman-teman yang membantu penelitian (Nata, Jakob, Wendy, Gita, Jesika, dan Jaya), dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberi dukungan dan bantuan.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam skripsi ini, maka penulis mengharapkan dukungan berupa saran atau kritik yang membangun demi pengembangan penelitian yang baik di masa depan.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL BAGIAN DEPAN	i
HALAMAN SAMPUL BAGIAN DALAM SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sungai Opak	4
2.2 Logam Berat Kromium	5
2.3 Distribusi Logam Berat Kromium pada Lingkungan	6
2.4 Akumulasi Logam Berat Kromium pada Ikan	7
2.5 Dampak Cemaran Logam Berat Terhadap Ikan	10
2.6 Standar Baku Mutu	11
BAB III METODOLOGI	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	12
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	12
3.3 Lokasi dan Titik Pengambilan Sampel	13
3.4 Prosedur kerja	13
3.4.1 Pengambilan Sampel	13

3.4.2	Preparasi.....	14
3.4.3	Ekstraksi	15
3.4.4	Analisis Kadar Kromium	16
3.4.5	Analisa data.....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		18
4.1	Tingkat Konsentrasi dan Akumulasi Kromium pada Air, Sedimen, dan Ikan	18
4.2	<i>Bioconcentration factor</i> (BCF) Kromium pada Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	25
4.3	Hubungan konsentrasi Krom pada Air dan Sedimen Terhadap Krom pada Ikan Nila.....	27
4.4	Nilai <i>Maximum Tolerable Intake</i> (MTI).....	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		32
5.1	Kesimpulan.....	32
5.2	Saran	32
DAFTAR PUSTAKA.....		34
LAMPIRAN		37



DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Judul Tabel	Halaman
4.1	Konsentrasi kromium pada air, sedimen, dan ikan yang dibudidayakan di Sepanjang aliran sungai Opak	18
4.2	<i>Bioconcentration factor</i> (BCF) kromium pada ikan Nila	25
4.3	Uji regresi linear berganda antara konsentrasi krom pada air, sedimen, dan ikan Nila	28
4.4	Berat Maksimal Asupan Kromium dan Ikan Nila yang aman dikonsumsi per minggu untuk Dewasa (50 kg) dan Anak-anak (15 kg)	29



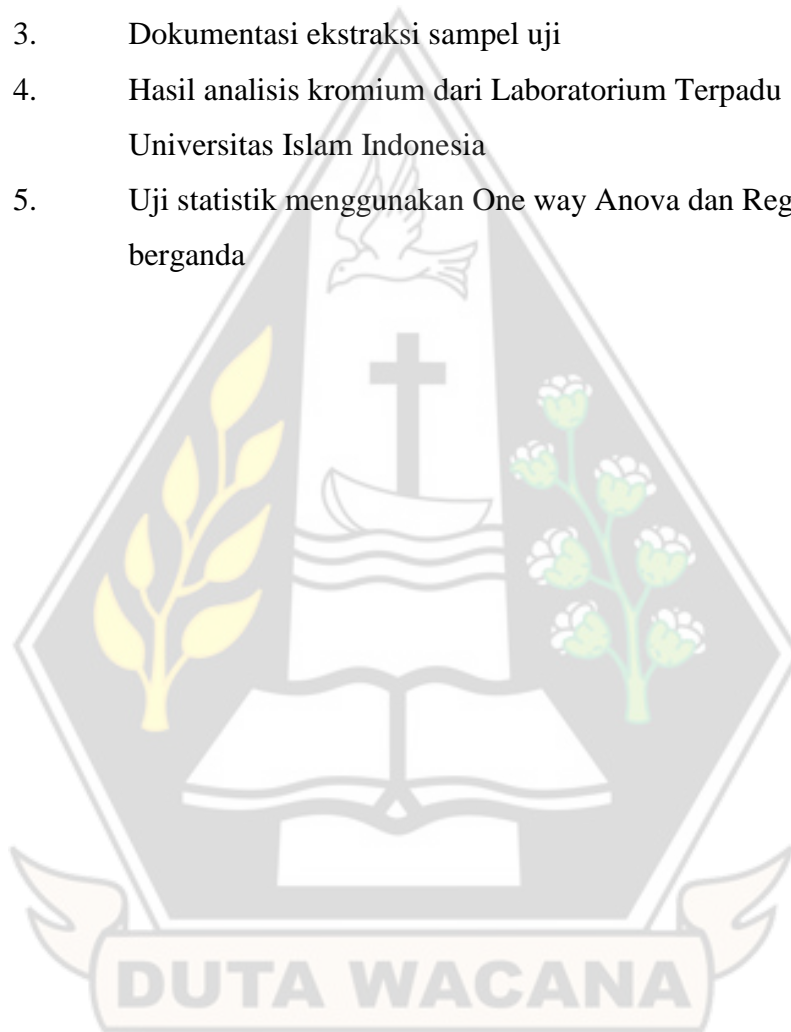
DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul Gambar	Halaman
3.1	Sebaran lokasi penelitian di kolam budidaya ikan Nila kabupaten Bantul yang menggunakan air Sungai Opak	13
4.1	Hubungan konsentrasi krom pada air, sedimen terhadap akumulasi krom pada ikan Nila.	27



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1.	Proses pengambilan sampel di kolam budidaya
2.	Dokumentasi preparasi sampel
3.	Dokumentasi ekstraksi sampel uji
4.	Hasil analisis kromium dari Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia
5.	Uji statistik menggunakan One way Anova dan Regresi linier berganda



ABSTRAK

Profil Cemaran Logam Berat Kromium pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidayakan di Sepanjang Aliran Sungai Opak

INDAH PRISCILLA ALFIRDAUS

Sungai opak dijadikan tempat pembuangan limbah industri dan berada di sekitar kawasan industri yang bernama Kawasan Industri Piyungan (KIP). Industri penyamakan kulit menggunakan senyawa krom sulfat dalam kegiatan produksinya, sehingga mencemari sungai. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi kromium pada ikan nila budidaya, air dan sedimen kolam budidaya, serta mengetahui nilai BCF kromium pada ikan nila. Penelitian dilakukan di kolam budidaya ikan nila yang menggunakan air sungai opak pada 4 kecamatan di kabupaten bantul. Analisis kadar kromium pada sampel uji menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometry*). Dari hasil penelitian ditemukan bahwa konsentrasi kromium pada air berkisar 0,147-0,251 mg/l, pada sedimen berkisar 0,630-1,566 mg/kg, dan pada ikan Nila yang dibudidayakan yaitu berkisar 0,231-0,287 mg/kg. Hasil tersebut membuktikan bahwa pembuangan limbah industri menyebabkan kontaminasi kromium pada sungai. Berdasarkan nilai BCF, sampel ikan nila memiliki kemampuan akumulatif yang rendah. Konsentrasi kromium pada ikan masih dibawah standar baku mutu Food and Agriculture Organization (FAO) 1983, yakni sebesar 1,00 mg/kg.

Kata kunci: Akumulasi, Konsentrasi Kromium, Ikan, Sungai Opak, BCF



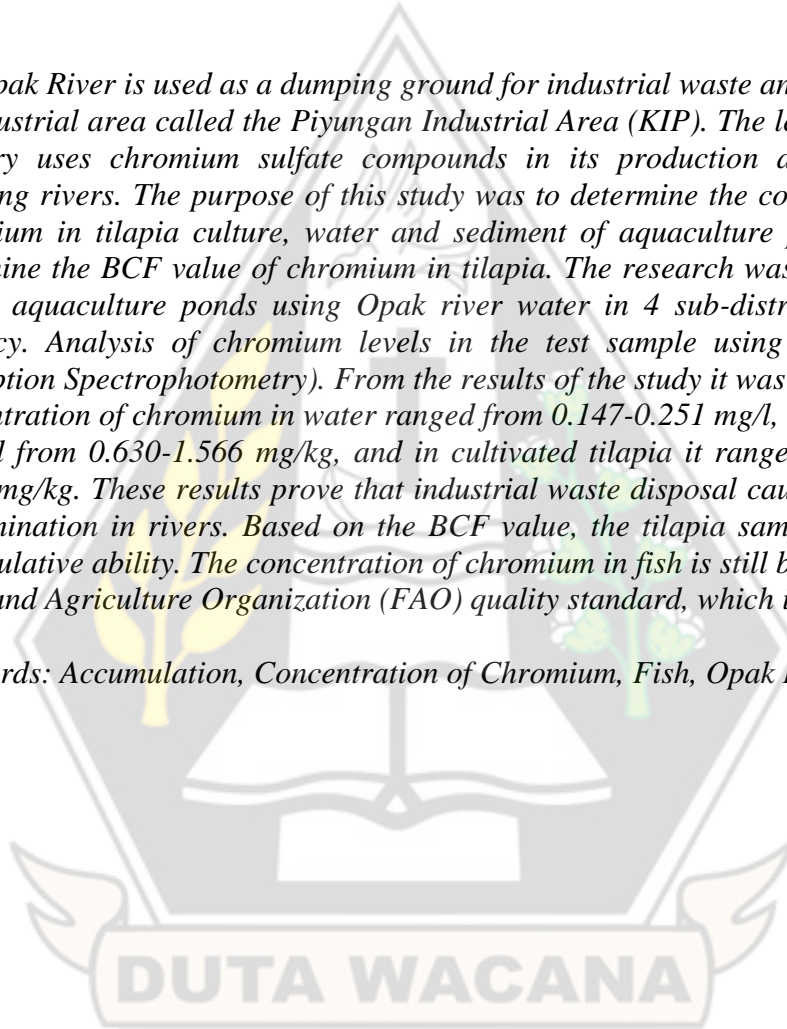
ABSTRACT

Profile of Chromium Heavy Metal Contamination in Tilapia (Oreochromis niloticus) Cultured Along the Opak River

INDAH PRISCILLA ALFIRDAUS

The Opak River is used as a dumping ground for industrial waste and is located in an industrial area called the Piyungan Industrial Area (KIP). The leather tanning industry uses chromium sulfate compounds in its production activities, thus polluting rivers. The purpose of this study was to determine the concentration of chromium in tilapia culture, water and sediment of aquaculture ponds, and to determine the BCF value of chromium in tilapia. The research was conducted in tilapia aquaculture ponds using Opak river water in 4 sub-districts in Bantul Regency. Analysis of chromium levels in the test sample using AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry). From the results of the study it was found that the concentration of chromium in water ranged from 0.147-0.251 mg/l, in sediments it ranged from 0.630-1.566 mg/kg, and in cultivated tilapia it ranged from 0.231-0.287 mg/kg. These results prove that industrial waste disposal causes chromium contamination in rivers. Based on the BCF value, the tilapia sample has a low accumulative ability. The concentration of chromium in fish is still below the 1983 Food and Agriculture Organization (FAO) quality standard, which is 1.00 mg/kg.

Keywords: Accumulation, Concentration of Chromium, Fish, Opak River, BCF



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai memiliki banyak manfaat bagi makhluk hidup. Sungai dimanfaatkan sebagai bahan baku air minum, perikanan dan peternakan, serta sebagai sumber irigasi pertanian dan perikanan keramba. Selain itu, biasanya air sungai diolah oleh berbagai industri kota menjadi sumber air PAM atau PDAM. Namun selain manfaat yang berguna bagi masyarakat, sungai juga menjadi tempat pembuangan berbagai limbah yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan manusia, seperti limbah industri. (Yudo & Said, 2018). Sungai Opak merupakan sungai yang mengalir di Kabupaten Bantul, DIY. Sungai ini merupakan tempat pembuangan limbah industri di sekitar kawasan industri di Kabupaten Bantul. Daerah tersebut dijadikan salah satu kawasan untuk berbagai kegiatan industri. Kawasan tersebut bernama Kawasan Industri Piyungan (KIP). Sebigain besar industri yang berada di Piyungan yaitu industri penyamakan kulit. Terdapat 10 industri penyamakan kulit yang berada di KIP, dan hanya 1 industri yang telah mengolah limbahnya dengan baik. Sehingga beberapa industri tidak mengolah limbah dengan baik dan membuangnya ke sungai Opak. Berdasarkan hasil monitoring terhadap pembuangan limbah yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup kabupaten Bantul tahun 2015 diketahui sebanyak enam industri kulit melakukan pembuangan limbah yang tidak memenuhi standar baku mutu ke sungai Opak. (Rahardjo & Prasetyaningsih, 2021). Industri penyamakan kulit menggunakan senyawa krom sulfat dalam kegiatan produksinya, sehingga dari kegiatan industri penyamakan kulit akan menghasilkan limbah yang berbahaya dan beracun (B3) karena mengandung logam berat jenis kromium (Cr). Hal itu menyebabkan limbah industri penyamakan kulit yang mengandung kromium akan terus masuk ke aliran sungai Opak dan terus terdistribusi di lingkungan. Konsentrasi kromium yang tinggi jika masuk ke aliran sungai akan mempengaruhi kualitas air sungai, (Ma'dika et al, 2021

Organisme yang hidup di air sungai dapat terkena dampak dari masuknya kromium ke air sungai. Kromium dapat terakumulasi ke dalam tubuh organisme air karena logam berat jenis ini bersifat bioakumulatif. Organisme air di sungai dapat menjadi indikator dalam proses biomonitoring kualitas suatu perairan. Salah satu organisme air yang menjadi tempat akumulasinya kromium yaitu ikan. Ikan dapat dijadikan bioindikator dalam monitoring pencemaran kromium yang terjadi di Sungai Opak. Logam berat yang masuk dan terakumulasi pada tubuh ikan tidak dapat dikeluarkan kembali dari tubuh, sehingga akan masuk ke rantai makanan. Konsentrasi logam berat kromium yang ada pada tubuh ikan akan mengindikasikan terjadinya pencemaran di sungai. Proses akumulasi logam berat kromium pada ikan dapat terjadi melalui terjadinya kontak pada medium yang beracun dengan ikan. Masuknya kromium dari lingkungan air ke tubuh ikan terdapat tiga cara yaitu saat ikan mengonsumsi makanan, melalui insang, dan difusi dari permukaan kulit ikan, (Arkianti et al, 2019). Logam berat kromium yang masuk ke tubuh ikan dan terakumulasi dapat dipengaruhi oleh konsentrasi logam berat yang terkandung di dalam air sungai dan sedimen. Selain itu juga dapat dipengaruhi dari kemampuan yang dimiliki ikan baik secara fisiologis dan sifat dari ikan. Penelitian terdahulu telah dilakukan oleh Rahardjo & Prasetyaningsih (2021) pada 16 titik di sungai Opak yang merupakan kawasan aliran pembuangan limbah cair industri kulit meliputi desa Banyakan hingga muara sungai Opak menunjukkan konsentrasi logam berat krom pada air sebanyak 0,0004-0,975 dengan rerata 0.067 mg/L, sedangkan pada sedimen memiliki konsentrasi sebanyak 0,0004-71,926 mg/kg dengan rerata 4,623 mg/kg. Pada ikan juga terdapat kandungan kromium sebanyak 0,0004-1,4850 mg/kg dengan nilai rerata sebanyak 0.6144 mg/kg. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut terhadap cemaran kromium dan akumulasi yang terdapat di Ikan nila yang dibudidayakan serta sampel air dan sedimen kolam budidaya yang menggunakan air irigasi dari aliran sungai Opak yang dipengaruhi oleh pembuangan limbah industri penyamakan kulit.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Berapa konsentrasi kromium pada ikan Nila yang dibudidayakan di Sepanjang Aliran Sungai Opak, serta pada air dan sedimen kolam budidaya ?
- 1.2.2 Berapa nilai faktor biokonsentrasi atau BCF kromium pada ikan Nila yang dibudidayakan di Sepanjang Aliran Sungai Opak ?

1.3 Tujuan

- 1.3.1 Mengetahui konsentrasi kromium pada ikan Nila yang dibudidayakan di Sepanjang Aliran Sungai Opak, serta air dan sedimen kolam budidaya.
- 1.3.2 Mengetahui nilai faktor biokonsentrasi atau BCF kromium pada ikan Nila yang dibudidayakan di Sepanjang Aliran Sungai Opak.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan acuan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut. Hasil data yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan bagi industri dalam pengelolaan limbah cairnya, serta kepala perusahaan dapat meningkatkan pengawasan terhadap pengelolaan limbah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah untuk mendapatkan informasi, sehingga diharapkan pemerintah dapat meningkatkan pengawasan, evaluasi, serta monitoring terhadap pembuangan limbah industri dan pencemaran sungai. Masyarakat juga mendapatkan informasi dan transparansi data pencemaran logam berat kromium yang terjadi pada sungai dan ikan, sehingga masyarakat dapat mempertimbangkan pemanfaatan air sebagai air budidaya dan ikan untuk dikonsumsi. Serta pemerintah dengan masyarakat dapat mengevaluasi serta merestorasi lingkungan dalam hal mengatasi pencemaran yang terjadi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- 5.1.1 Konsentrasi kromium yang terakumulasi pada air kolam budidaya di empat kecamatan yakni Piyungan, Pleret, Jetis dan Imogiri yaitu berkisar 0,147-0,251 mg/l, pada sedimen kolam budidaya yaitu berkisar 0,630-1,566 mg/kg, pada ikan Nila yang dibudidayakan yaitu berkisar 0,231-0,287 mg/kg. Berdasarkan uji statistik, konsentrasi kromium pada air dan sedimen di setiap kecamatan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Sedangkan uji statistik terhadap konsentrasi kromium pada Ikan Nila di setiap kecamatan menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan. Menurut standar baku mutu, konsentrasi kromium pada air sudah melebihi batas namun pada sedimen dan air masih dibawah batas baku mutu. Nilai MWI kromium pada dewasa sebesar 1,165 mg dan anak-anak sebesar 0,34 mg. Nilai MTI di empat kecamatan pada dewasa berkisar 4,06 – 5,043 dan anak-anak berkisar 1,185 – 1,472 kg/minggu/orang.
- 5.1.2 Nilai BCF pada ikan Nila yang diperoleh di empat kecamatan yaitu berkisar 1,13 – 1,57 mg/l. Berdasarkan nilai BCF tersebut dapat diketahui bahwa ikan Nila di setiap kecamatan merupakan organisme yang memiliki sifat akumulasi yang rendah.

5.2 Saran

Instansi pemerintah dapat memonitoring konsentrasi kromium pada sungai secara rutin agar mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi. Kemudian, melakukan evaluasi terhadap pembuangan limbah mengandung kromium ke sungai oleh industri yang belum memenuhi standar baku mutu. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan parameter fisik-kimia, bagian organ selain daging seperti insang dan hati yang sering dikonsumsi oleh masyarakat, serta menganalisis konsentrasi kromium pada air

bendungan yang berasal dari sungai opak sebelum masuk ke kolam budidaya. Selanjutnya, dapat juga dilakukan penelitian terhadap analisis risiko kesehatan dalam konsumsi ikan nila yang dibudidayakan menggunakan air sungai opak sehingga instansi pemerintah dapat menjadikan hasil tersebut sebagai pertimbangan dalam regulasi terkait.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D.N., Suprpto, D., & Febrianto, S. 2019. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Di Sungai Tenggang, Semarang, Jawa Tengah. *Journal Of Maquares (Management of Aquatic Resources)*, 8 (3): 242-249
- Aisyah, A.B.P. 2018. Evaluasi Spasial dan Temporal Parameter Bod, Cod, Amoniak (NH₃) Terhadap Kualitas Air Sungai Opak, Yogyakarta [skripsi]. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, Yogyakarta. [Indonesia]
- Amriani., Hendrarto, B., & Hadiyanto, A. 2011. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Kerang Darah (*Anadara granosa* L.) di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9(2): 45-50
- Arkianti, N., Dewi, N.K., & Martuti, N.K.T. 2019. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Ikan di Sungai Lamat Kabupaten Magelang. *Life Science*, 8(1): 54-63
- Awaliyah, V.I., Hudha, A.M., & Miharja, F.J. 2021. Bioakumulasi Logam Berat Kadmium Pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Telaga Ngipik Gresik. *Prosiding Seminar Nasional VI, Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang* : 283-287
- Azis, M.N., Herawati, T., Anna, Z., & Nurruhwati, I. 2018. Pengaruh Logam Kromium (Cr) Terhadap Histopatologi Organ Insang, Hati dan Daging Ikan di Sungai Cimanuk Bagian Hulu Kabupaten Garut. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 9(1): 119-128
- Dewi, M.A., Suprpto, D., & Rudiyaniti, S. 2017. Kadar Logam Berat Tembaga (Cu), Kromium (Cr) Pada Sedimen Dan Jaringan Lunak Anadara Granosa Di Perairan Tambak Lorok Semarang. *Journal Of Maquares (Management of Aquatic Resources)*, 6 (3): 197-204
- Edward. 2019. Akumulasi Logam Berat Pb, Cd, Ni dan Zn Pada Daging Ikan Di Teluk Kao, Halmahera. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan*, 2 (2): 59-71
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. FAO Fishery Circular No: 463, pp. 5-100
- Gaffur. A., & Abbas, H.H. 2022. Kontaminasi Logam Berat Kadmium dan Kromium serta Batas Konsumsi Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Muara Sungai Tallo Kota Makassar. *Higiene*, 8 (1): 20-25

- Handayani, R., Dewi, N., & Priyono, B. 2014. Akumulasi Kromium (Cr) Pada Daging Ikan Nila Merah (*Oreochromis ssp.*) dalam Karamba Karing Apung di Sungai Winongo Yogyakarta. *Jurnal MIPA*, 37(2): 123-129
- Haryanti, E.T., & Martuti, N.K. 2020. Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dalam Daging Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) di TPI Kluwut Brebes. *Life Science*, 9(2): 149-160
- Isa, M. 2014. Efek Kromium (Cr^{+3}) Dengan Tepung Daun Jaloh Terhadap Laju Pertumbuhan Relatif dan Kadar Proksimat Karbohidrat Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Mengalami Stres Panas. *Jurnal Sains Pertanian*, 4(1) : 37-42
- Jais, N. Ikhtiar, M. Gafur, A, Abbas, H.H, & Hidayat. 2020. Bioakumulasi Logam Berat Kromium Kadmium (Cd) dan Kromium (Cr) Yang Terdapat Dalam Air dan Ikan di Sungai Tallo Makassar. *Window of Public Health Journal*, 1(3): 261-274
- Juharna, F.M., Widowati, I., & Endrawati, H. 2022. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kromium (Cr) Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Morosari, Sayung, Kabupaten Demak. *Buletin Oseanografi Marina*, 11 (2): 139–148
- Kristianto, S., Wilujeng, S., & Wahyudiarto, D. 2017. Analisis Logam Berat Kromium (Cr) Pada Kali Pelayaran Sebagai Bentuk Upaya PengangguLang Pencemaran Lingkungan di Wilayah Sidoarjo. *Jurnal Biota*, 3(2): 66-70
- M, Siaka.I. 2009. Distribusi Cemaran Logam Berat Kromium (Cr) di Sekitar Industri Pelapisan Logam Desa Susut, Bangli. *Ecotrophic*, 4(2): 106-111
- Ma'dika, G.A., Rahardjo, D., & Kisworo. 2021. Hubungan Profil Cemaran Kromium Dengan Struktur Komunitas Moluska di Sungai Opak. *Biospecies*, 14(1): 67-74
- Peraturan Gubernur DIY No.20 tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi DIY
- Prastyo, D., Herawati. T., & Iskandar. 2016. Bioakumulasi Logam Berat Kromium (Cr) Pada Insang, Hati dan Daging Ikan yang Tertangkap di Dulu Sungai Cimanuk Kabupaten Garut. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(2): 1-8
- Puspitasari, R., Purbonegoro, T., Oktaviyani, S., Rositasari, R., & Kaisupy, M.T. 2021. A Preliminary Study of Metal Accumulation in Fish from Cimanuk and Cimandir, West Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.

Rahardjo, D., & Prasetyaningsih, A. 2017. Distribusi dan Akumulasi Krom di Lingkungan Kawasan Industri Kulit Desa Banyakan. Prosiding Seminar Proposal Nasional III, Malang: 29 April 2017, pp. 330-338

_____. 2021. Pengaruh Aktivitas Pembuangan Limbah Cair Industri Kulit Terhadap Profil Pencemaran Kromium di Lingkungan Serta Moluska, Ikan dan Padi di Sepanjang Aliran Sungai Opak Bagian Hilir. Prosiding Seminar Nasional. Universitas Muhammadiyah Semarang, vol. 4. [Indonesia]

Rahardjo, D., 2014. Profil Cemaran Krom pada Air Permukaan, Sedimen, Air Tanah dan Biota serta Akumulasi pada Rambut dan Kuku Warga Masyarakat di Sekitar Kawasan Industri Kulit Desa Banyakan, Piyungan Bantul. Laporan Penelitian-LPPM, Universitas Kristen Duta Wacana

Rahardjo, D., Djumanto., Prasetyaningsih, A., Laoli, B., & Manusiwa, W.S. 2021. Chromium content in fish and rice and its effect on public health along the downstream Opak River, Bantul District, Indonesia. *INTL J BONOROWO WETLANDS*, 11 (2): 69-74

Wardhana, P.N. 2015. Analisis Transpor Sedimen Sungai Opak dengan Menggunakan Program HEC-RAS 4.1.0. *Jurnal Teknisia*, 20(1): 22-31

