



HALAMAN SAMPUL

**KANDUNGAN LOGAM BERAT (Cr, Cu, Pb dan Zn) PADA  
DAGING IKAN GABUS (*Channa striata*) DI SUNGAI  
GUNUNGSARI DAS BRANTAS SURABAYA**

**SKRIPSI**

Oleh

**Wahyu Murvy Dwi Oktavyandika**

**122110101117**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**



HALAMAN JUDUL

**KANDUNGAN LOGAM BERAT (Cr, Cu, Pb dan Zn) PADA  
DAGING IKAN GABUS (*Channa striata*) DI SUNGAI  
GUNUNGSARI DAS BRANTAS SURABAYA**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh

**Wahyu Murvy Dwi Oktavyandika**

**122110101117**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

### HALAMAN PERSEMBAHAN

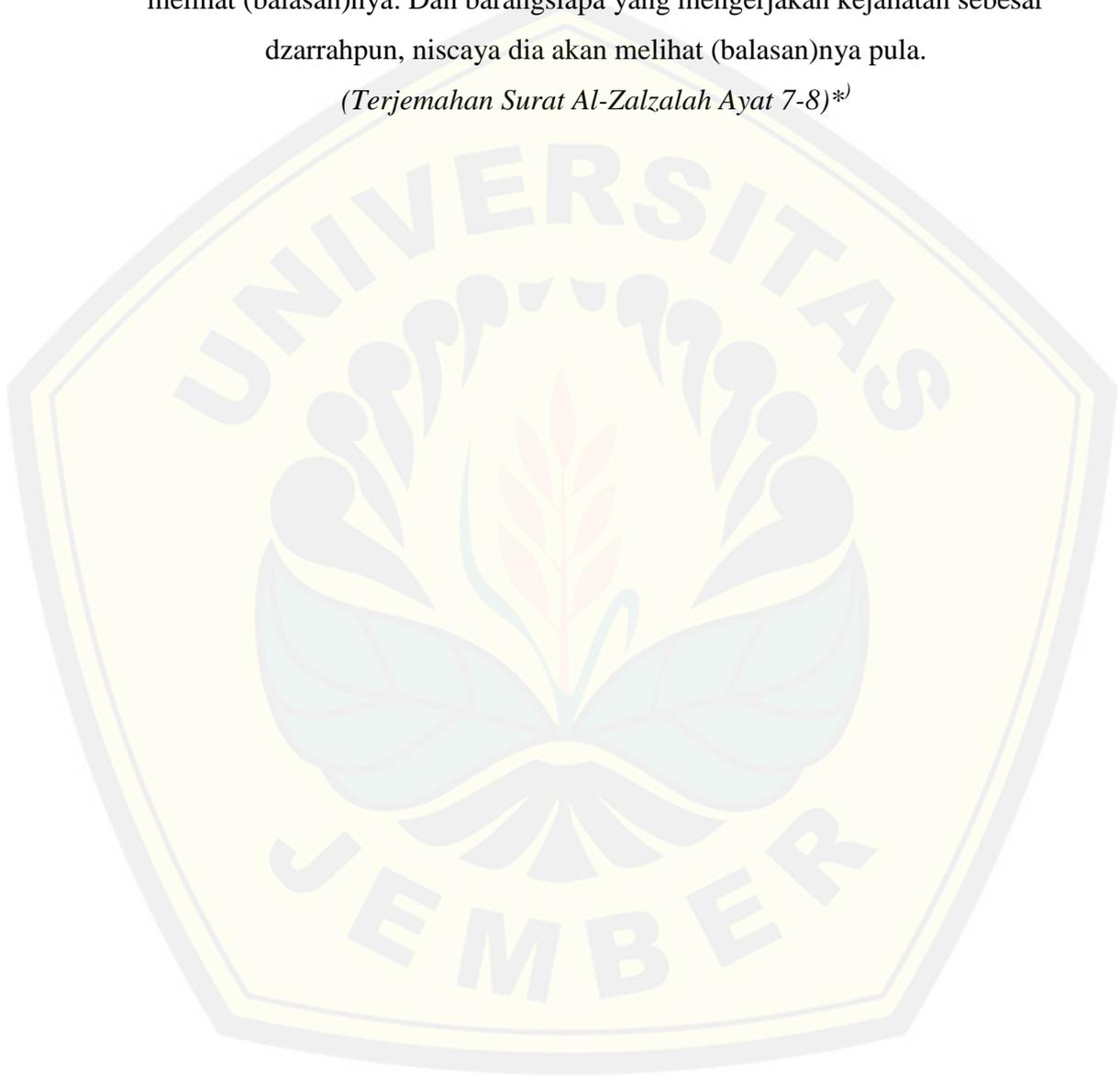
Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Agus Swandoko dan Ibu Sunari yang telah mendoakan, membimbing, mendidik, memberikan kasih sayang, semangat dan dukungannya
2. Kakak saya, Rini Dwi Handayani yang selalu mendoakan, memberikan semangat dan dukungannya serta tempat berbagi segala keluh kesah
3. Guru-guru sejak TK, SD, SMP, dan SMA, serta dosen-dosen yang telah memberikan ilmu bermanfaat, membimbing, dan mendidik saya
4. Agama, Bangsa, dan Negara, serta Almamater tercinta Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

## HALAMAN MOTTO

Barangsiapa yang mengerjakan kebaikan seberat dzarrahpun, niscaya akan melihat (balasan)nya. Dan barangsiapa yang mengerjakan kejahatan sebesar dzarrahpun, niscaya dia akan melihat (balasan)nya pula.

*(Terjemahan Surat Al-Zalzalah Ayat 7-8)\*)*



---

\*<sup>)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahan*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

**HALAMAN PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wahyu Murvy Dwi Oktavyandika

NIM : 122110101117

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Kandungan Logam Berat (Cr, Cu, Pb dan Zn) pada Daging Ikan Gabus (Channa striata) di Sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 31 Januari 2017

Yang menyatakan,

Wahyu Murvy Dwi O.

NIM 122110101117

**HALAMAN PEMBIMBINGAN**

**SKRIPSI**

**KANDUNGAN LOGAM BERAT (Cr, Cu, Pb dan Zn) PADA DAGING  
IKAN GABUS (*Channa striata*) DI SUNGAI GUNUNGSARI DAS  
BRANTAS SURABAYA**

Oleh

Wahyu Murvy Dwi Oktavyandika

NIM 122110101117

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes.

Dosen Pembimbing Anggota : Rahayu Sri Pujiati, S.KM., M.Kes.

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi berjudul *Kandungan Logam Berat (Cr, Cu, Pb dan Zn) pada Daging Ikan Gabus (Channa striata) di Sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 31 Januari 2017

Tempat : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

**Tim Penguji**

Ketua,

Sekretaris

Sulistiyani, S.KM., M.Kes.

NIP. 197606152002122002

Ellyke, S.KM., M.KL.

NIP. 198104292006042002

Anggota

Neni Suharno Putri, S.T.

NIP. 198309122006042018

Mengesahkan

Dekan,

Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes

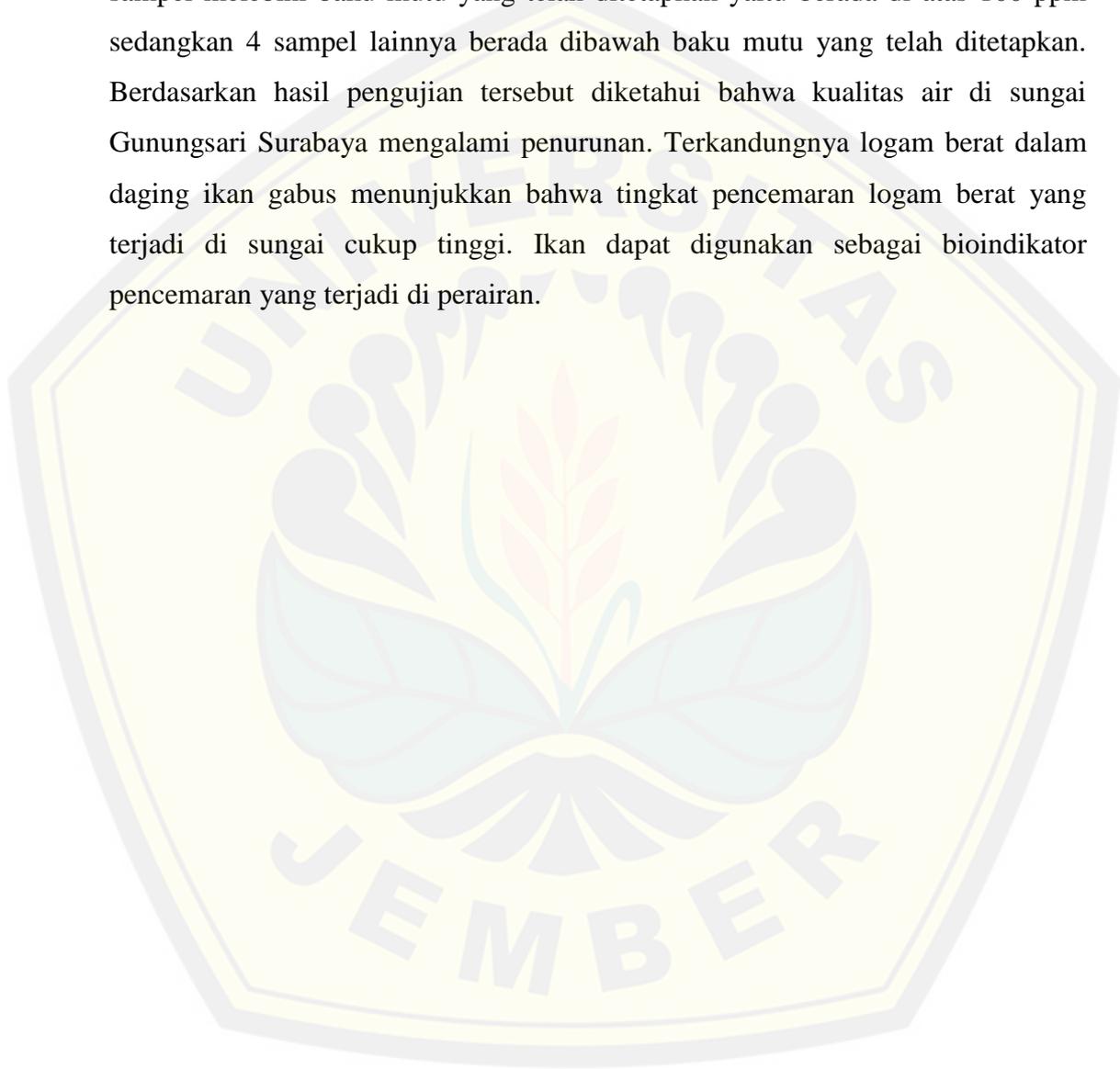
NIP. 198005162003122002

## RINGKASAN

***Kandungan Logam Berat (Cr, Cu, Pb, dan Zn) pada Daging Ikan Gabus (Channa striata) di Sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya***; Wahyu Murvy Dwi Oktavyandika; 122110101117; 2012; 78 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Perkembangan ekonomi di Indonesia menitik-beratkan pada pembangunan sector industri. Penggunaan logam sebagai bahan baku berbagai jenis industri untuk memenuhi kebutuhan manusia akan mempengaruhi derajat kesehatan manusia. Pesatnya pembangunan dan penggunaan berbagai bahan baku logam bisa berdampak negatif, yaitu munculnya kasus pencemaran yang melebihi batas sehingga mengakibatkan kerugian dan meresahkan masyarakat yang tinggal di sekitar perindustrian. Sungai Kali Surabaya adalah anak sungai Kali Brantas yang mengalir ke timur laut dari pintu air Mlirip melewati delta Brantas dan akhirnya akan bermuara di selat Madura. Sungai Kali Surabaya memiliki peranan penting bagi kehidupan masyarakat, khususnya yang tinggal di Kota Surabaya. Sungai Kali Surabaya merupakan pemasok utama sumber air baku PDAM yang melayani lebih dari tiga juta penduduk Surabaya. Berdasarkan data kualitas air yang ada diketahui bahwa sungai Kali Surabaya dalam keadaan tercemar. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan logam berat (Cr, Cu, Pb, dan Zn) pada daging ikan gabus (*Channa striata*) di sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Sampel ikan gabus yang digunakan dalam penelitian sebanyak 6 sampel yang diambil di tiap-tiap pedagang untuk selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kandungan logam berat pada daging ikan. Teknik pengambilan sampel menggunakan *accidental sampling* dengan dilakukan wawancara kepada pedagang ikan terkait dengan pengetahuan tentang pencemaran dan kualitas air. Instrument yang digunakan adalah observasi, wawancara, dan uji laboratorium. Analisis data dilakukan dengan menggunakan statistik deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa kandungan logam berat Cr yang terdapat pada daging ikan gabus sebesar 0 ppm di semua sampel penelitian. Kandungan logam berat Cu dan Pb yang terdapat pada daging ikan gabus berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan. Kandungan logam berat Zn yang terdapat pada daging ikan gabus hasilnya 2 sampel melebihi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu berada di atas 100 ppm sedangkan 4 sampel lainnya berada dibawah baku mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan hasil pengujian tersebut diketahui bahwa kualitas air di sungai Gunungsari Surabaya mengalami penurunan. Terkandungnya logam berat dalam daging ikan gabus menunjukkan bahwa tingkat pencemaran logam berat yang terjadi di sungai cukup tinggi. Ikan dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran yang terjadi di perairan.

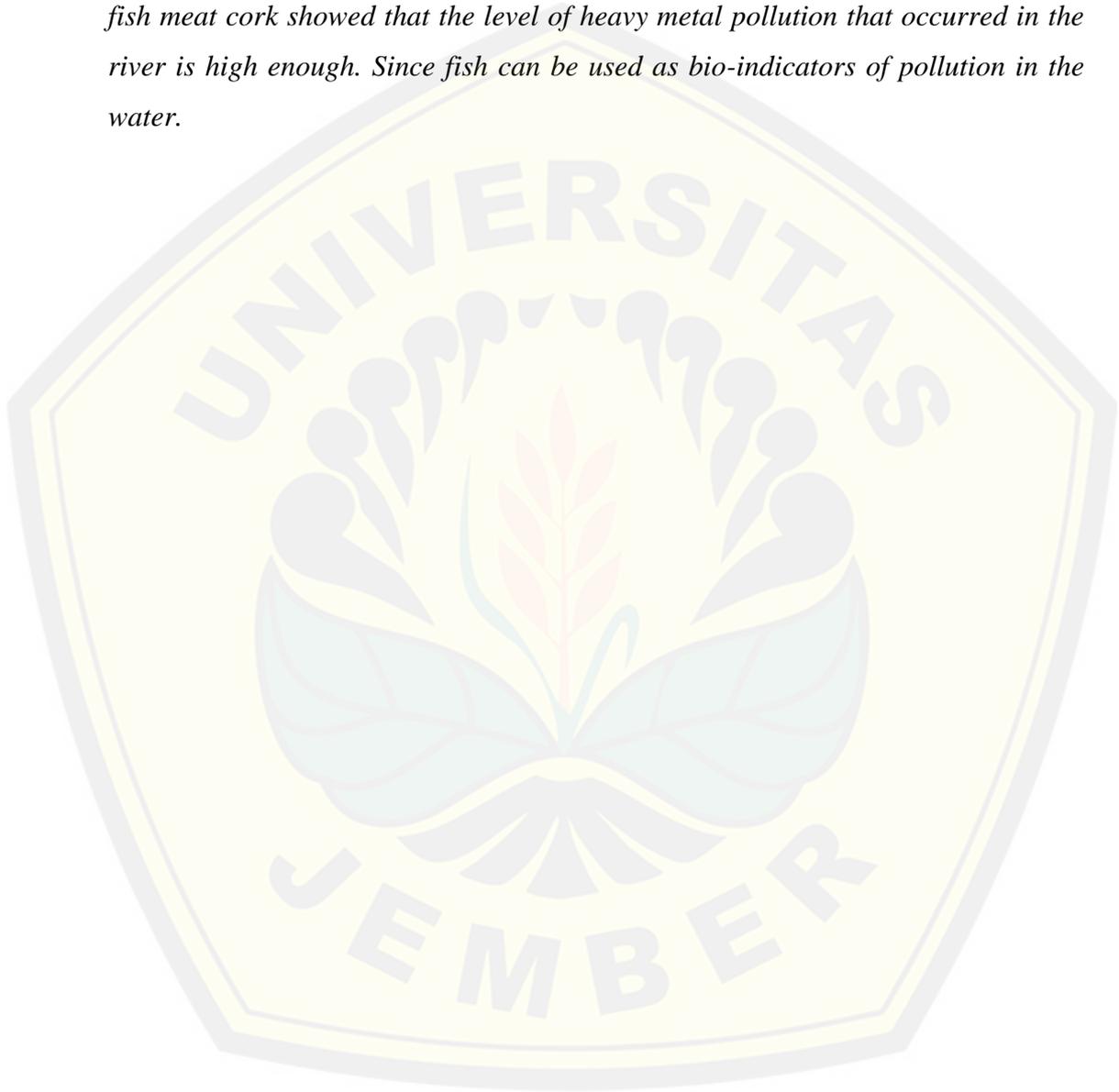


**SUMMARY**

***Contents of Heavy Metals (Cr, Cu, Pb, and Zn) in Cork Fish Meat (Channa striata) in Gunungsari River Brantas Watershed Surabaya***; Wahyu Murvy Dwi Oktavyandika; 122110101117; 2012; 78 pages; Department of Environmental Health and Occupational Safety Health Faculty of Public Health Jember University

*The economic development in Indonesia focus on the development of industrial sector. The use of metal as raw material for a variety of industries to meet human needs will affect the health of humans. The rapid development and use of various raw materials could impact negatively metals, namely the emergence of cases of contamination that exceeds the resulting losses and disturbing the public living around the industry. Kali Surabaya River is a tributary of the Brantas River which flows northeast from the sluice Mlirip past the Brantas delta and eventually empties into the Madura Strait. Kali Surabaya River has an important role to people's lives, especially those living in the city of Surabaya. Kali Surabaya River is a major supplier of raw water sources taps serving more than three million residents of Surabaya. Based on data from the existing water quality of the river Kali Surabaya is known that in a state tainted. This study was conducted to determine the content of heavy metals (Cr, Cu, Pb, and Zn) in cork fish meat (Channa striata) in Gunungsari river Brantas watershed Surabaya. The experiment was conducted using a quantitative approach. Cork fish samples used in the study of 6 samples taken at each merchant for further testing of the heavy metal content in fish flesh. The sampling technique uses accidental sampling with interviews to the fish merchants associated with knowledge about pollution and water quality. The instrument used is observation, interviews, and laboratory testing. The data were analyzed using descriptive statistics. The results showed that the heavy metal content of Cr contained in the fish meat cork at 0 ppm in each sample. The content of heavy metals Cu and Pb contained in fish meat cork is below the standards that have been set. Zn content of heavy metals contained in*

*the fish meat cork result two samples exceeding the quality standards established which is above 100 ppm, while four other samples were below the quality standard that has been set. Based on these test results is known that the water quality in the Gunungsari river Surabaya decreased. Presence of heavy metals in fish meat cork showed that the level of heavy metal pollution that occurred in the river is high enough. Since fish can be used as bio-indicators of pollution in the water.*



## PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya skripsi dengan judul *Kandungan Logam Berat (Cr, Cu, Pb dan Zn) Pada Daging Ikan Gabus (Channa striata) di Sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya*, sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Dalam skripsi ini dijabarkan bagaimana gambaran logam berat (Pb dan Zn) yang terkandung dalam ikan gabus (*Channa striata*) yang ada di Sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya, ikan sebagai salah satu indikator pencemaran dapat digunakan untuk mengetahui kualitas perairan lingkungannya. Selain itu, ikan gabus (*Channa striata*) merupakan jenis predator air tawar sehingga akumulasi logam berat dalam tubuhnya akan semakin besar seiring dengan ukuran dan lama hidupnya.

Pada kesempatan ini kami menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang tinggi-tingginya kepada **Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes.** dan **Rahayu Sri Pujiati, S.KM., M.Kes.**, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, koreksi serta saran hingga terwujudnya skripsi ini.

Terima kasih dan penghargaan kami sampaikan pula kepada yang terhormat:

1. Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember
2. Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes., selaku Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember
3. Sulistiyani, S.KM., M.Kes., selaku Ketua Penguji Skripsi; Ellyke, S.KM., M.Kes., selaku Sekretaris Penguji Skripsi; Neni Suharno Putri, S.T., selaku Anggota Penguji Skripsi
4. Seluruh dosen di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember yang telah memberikan dan mengajarkan ilmunya kepada saya

5. Seluruh staf dan karyawan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember yang telah membantu saya selama studi
6. Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Kota Surabaya yang telah bersedia untuk membantu pengujian kandungan logam berat
7. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, semangat, motivasi, dan dorongan yang mampu membangkitkan semangat dalam proses penyelesaian skripsi ini
8. Kakak tersayang, Rini Dwi Handayani yang telah memberi doa, semangat, motivasi dan dukungan serta tempat berbagi segala keluh kesah selama pembuatan skripsi ini
9. Seluruh keluarga besar yang telah memberikan motivasi, semangat dan dukungannya selama proses penyelesaian skripsi ini serta semua sepupu tercinta yang tidak dapat disebutkan satu persatu
10. Sahabat tercinta Maria Goretie Dona Mariana, Vinanti Dwi Kirana, S.T, Fellin Purnomo, dan Sita Rizky Amalia yang telah membantu selama penelitian di Surabaya dan sudah membantu dalam penyelesaian skripsi ini
11. Teman-teman seperjuangan di Peminatan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat 2012, Kelompok PBL Se7en, Geng, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan semangat
12. Serta semua orang terkasih yang telah berkontribusi dalam keseluruhan selama proses penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Skripsi ini telah kami susun dengan optimal, namun tidak menutup kemungkinan adanya kekurangan, oleh karena itu kami dengan tangan terbuka menerima masukan yang membangun. Semoga tulisan ini berguna bagi semua pihak yang memanfaatkannya.

Jember, Februari 2017

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN .....	viii
<i>SUMMARY</i> .....	x
PRAKATA.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
DAFTAR SINGKATAN .....	xx
DAFTAR NOTASI.....	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Manfaat.....	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1 Pencemaran Air .....	8
2.1.1 Baku Mutu Air.....	8
2.1.2 Polutan Air.....	9
2.1.3 Jenis Pencemaran Air .....	10
2.1.4 Sumber Pencemaran Air.....	11
2.2 Logam Berat .....	12

2.2.1	Pengertian logam berat .....	12
2.2.2	Penyebaran logam di perairan .....	13
2.2.3	Kromium (Cr) .....	16
2.2.4	Tembaga (Cu) .....	19
2.2.5	Timbal (Pb) .....	23
2.2.6	Seng (Zn) .....	26
2.3	Logam dan Kehidupan Air .....	28
2.3.1	Kandungan Logam dalam Air .....	28
2.3.2	Absorpsi Logam oleh Organisme Air .....	29
2.3.3	Distribusi dan Akumulasi Logam dalam Jaringan .....	31
2.4	Ikan Gabus .....	31
2.4.1	Klasifikasi .....	31
2.4.2	Kebiasaan Hidup .....	32
2.4.3	Morfologi .....	32
2.5	Biomonitoring .....	33
2.5.1	Macam Pemantauan Biologis (Biomonitoring) .....	33
2.5.2	Hubungan Biomonitoring Biologi dan Paparan .....	35
2.5.3	Biomonitoring Logam .....	36
2.6	Bio Indikator .....	36
2.7	Kerangka Teori .....	37
2.8	Kerangka Konsep .....	38
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>40</b>
3.1	Jenis Penelitian .....	40
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian .....	40
3.2.1	Tempat Penelitian .....	40
3.2.2	Waktu Penelitian .....	40
3.3	Penentuan Populasi dan Sampel .....	41
3.3.1	Populasi Penelitian .....	41
3.3.2	Sampel Penelitian .....	41
3.3.3	Teknik Pengambilan Sampel .....	42
3.4	Variabel dan Definisi Operasional .....	43

3.4.1	Variabel Penelitian.....	43
3.4.2	Definisi Operasional .....	43
3.5	Prosedur Penelitian .....	45
3.6	Data dan Sumber Data.....	49
3.7	Teknik dan Alat Perolehan Data.....	49
3.8	Teknik Pengolahan dan Analisis Data.....	50
3.8.1	Teknik Pengolahan Data.....	50
3.8.2	Analisis Data.....	50
3.9	Alur Penelitian.....	52
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53
4.1	Hasil.....	53
4.1.1	Gambaran Umum DAS Brantas .....	53
4.1.2	Karakteristik Responden dan Tingkat Pengetahuan .....	57
4.1.4	Kadar Cr pada Ikan Gabus ( <i>Channa striata</i> ).....	60
4.1.5	Kadar Cu pada Ikan Gabus ( <i>Channa striata</i> ) .....	60
4.1.6	Kadar Pb pada Ikan Gabus ( <i>Channa striata</i> ).....	61
4.1.7	Kadar Zn pada Ikan Gabus ( <i>Channa striata</i> ) .....	62
4.2	Pembahasan .....	63
4.2.1	Karakteristik Responden dan Tingkat Pengetahuan tentang Pencemaran .....	63
4.2.2	Sumber Pencemaran .....	65
4.2.3	Kandungan Logam Berat pada Ikan Gabus ( <i>Channa striata</i> ) .....	71
4.2.4	Kualitas Air Berdasarkan Kandungan Logam Berat pada Ikan Gabus ( <i>Channa striata</i> ).....	75
BAB 5.	PENUTUP.....	82
5.1	Kesimpulan.....	82
5.2	Saran .....	83
DAFTAR PUSTAKA	.....	84

**DAFTAR TABEL**

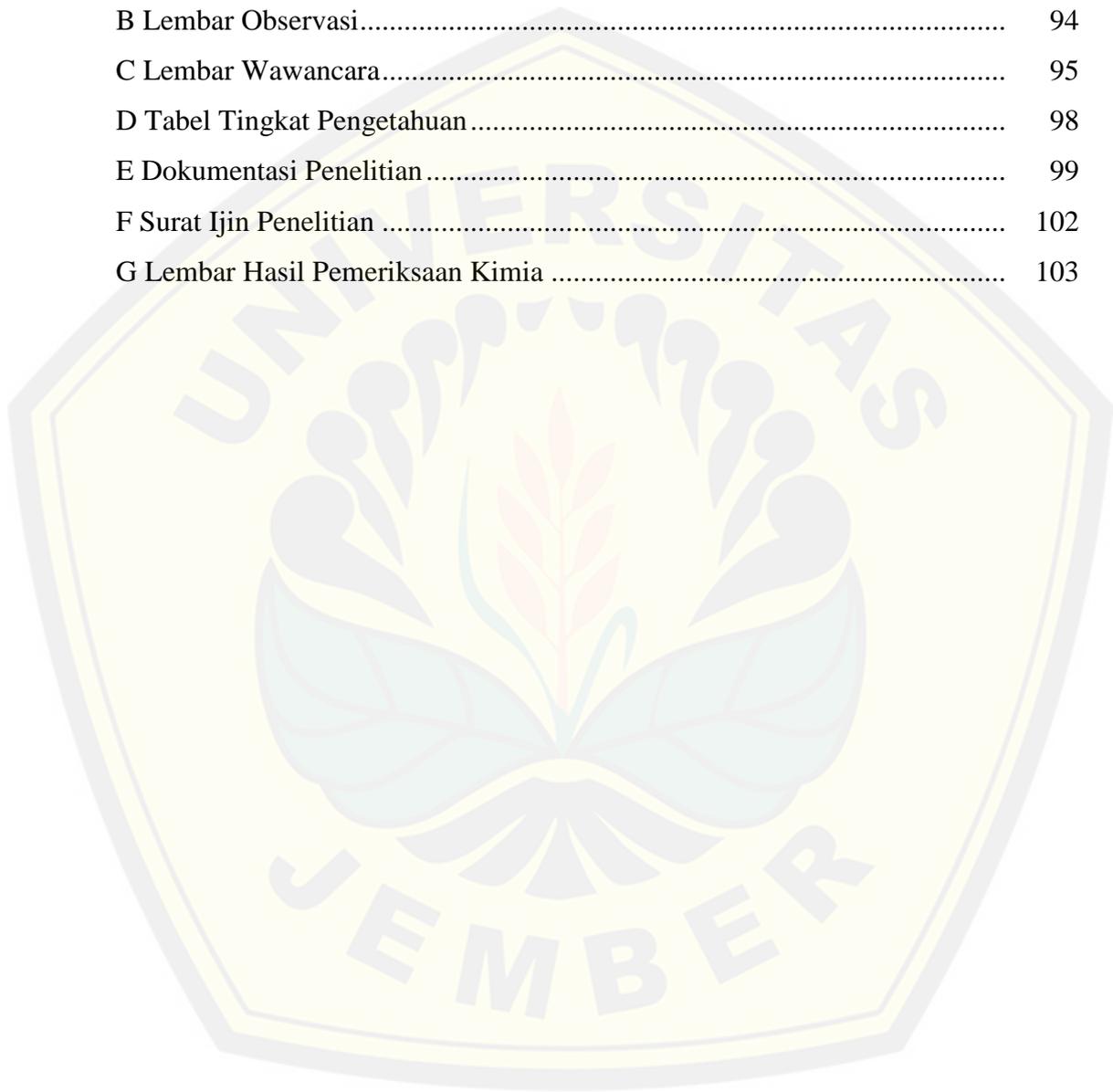
	Halaman
3.1 Definisi Operasional Penelitian.....	43
4.1 Jenis Industri Sepanjang Kali Surabaya.....	56
4.2 Distribusi Responden Berdasarkan Umur.....	57
4.3 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin.....	57
4.4 Distribusi Responden Berdasarkan Tingkat Pendidikan.....	58
4.5 Distribusi Umur dan Tingkat Pengetahuan.....	58
4.6 Distribusi Jenis Kelamin dan Tingkat Pengetahuan.....	59
4.7 Distribusi Tingkat Pendidikan dan Tingkat Pengetahuan.....	59
1 Gambaran Tingkat Pengetahuan Berdasarkan Umur, Jenis Kelamin, dan Tingkat Pendidikan.....	98

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Kromium .....	16
2.2 Tembaga.....	20
2.3 Timbal .....	23
2.4 Seng.....	26
2.5 Ikan Gabus .....	31
2.6 Monitoring Pada Perlindungan Kesehatan Kerja dan Kesehatan Lingkungan .....	35
2.7 Kerangka Teori.....	37
2.8 Kerangka Konsep .....	38
3.1 Peta Lokasi.....	41
3.2 Pengambilan Sampel.....	42
3.3 Kerangka Alur Penelitian.....	52
4.1 DAS Brantas .....	54
4.2 Daerah Aliran Sungai Kali Surabaya .....	55
4.3 Kadar Cr pada Ikan Gabus ( <i>Channa striata</i> ) .....	60
4.4 Kadar Cu pada Ikan Gabus ( <i>Channa striata</i> ).....	61
4.5 Kadar Pb pada Ikan Gabus ( <i>Channa striata</i> ).....	62
4.6 Kadar Zn pada Ikan Gabus ( <i>Channa striata</i> ).....	63

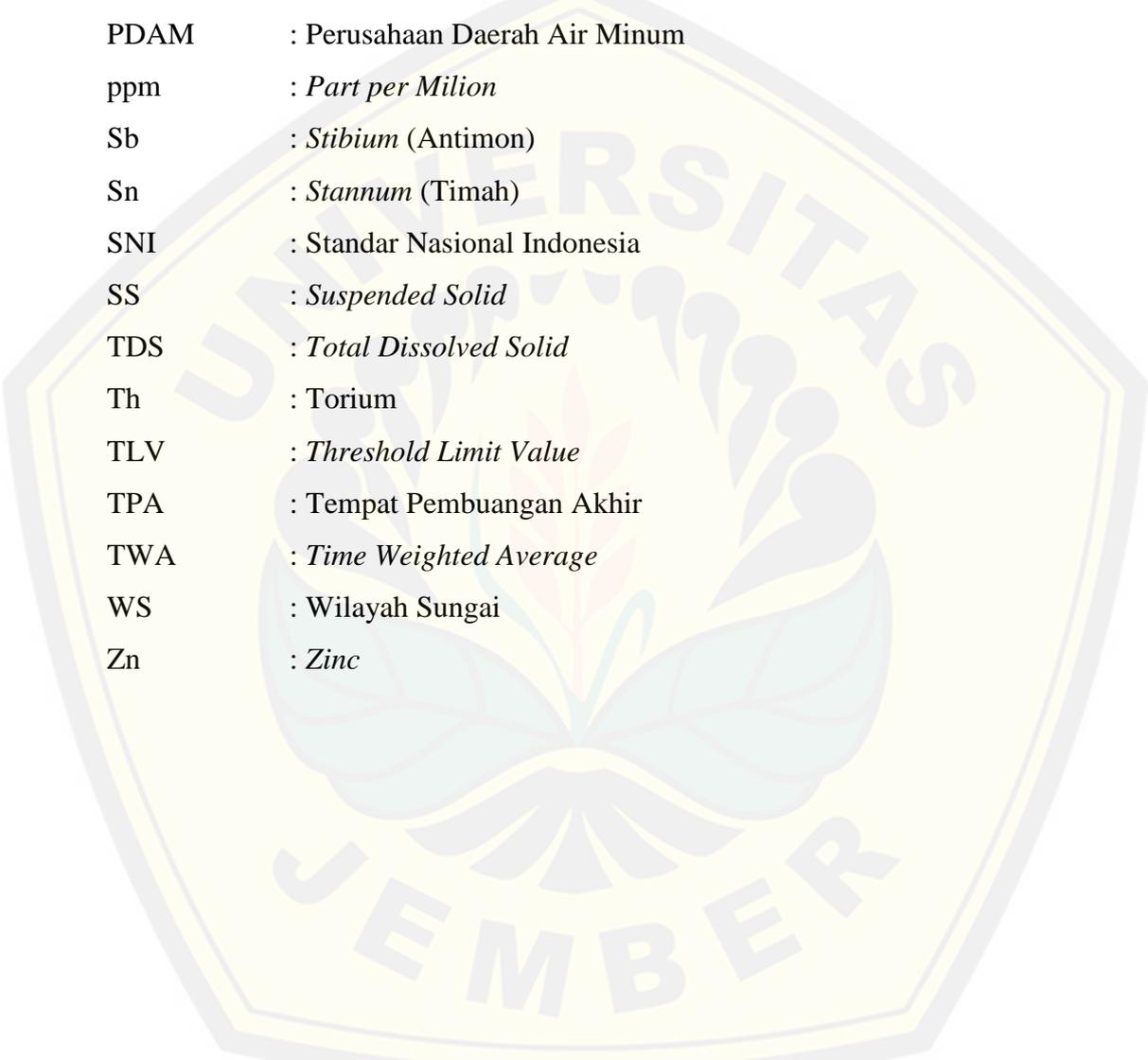
**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A Lembar Persetujuan.....	93
B Lembar Observasi.....	94
C Lembar Wawancara.....	95
D Tabel Tingkat Pengetahuan.....	98
E Dokumentasi Penelitian.....	99
F Surat Ijin Penelitian.....	102
G Lembar Hasil Pemeriksaan Kimia.....	103



**DAFTAR SINGKATAN**

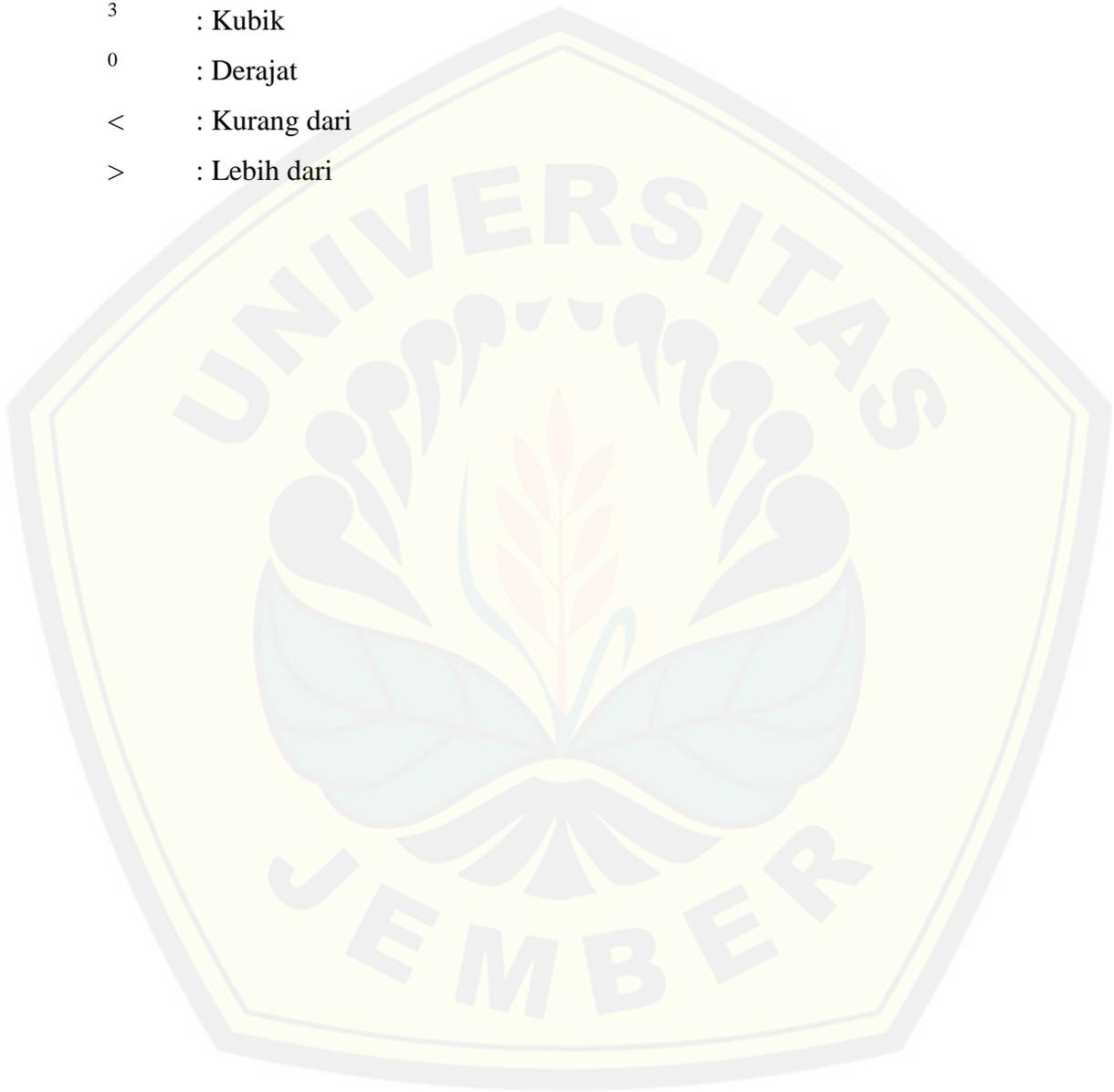
Ag	: <i>Argentum</i>
As	: <i>Arsenik</i>
B3	: Bahan Berbahaya dan Beracun
BA	: Berat Atom
BBLK	: Balai Besar Laboratorium Kesehatan
BBWS	: Balai Besar Wilayah Sungai Brantas
BEI	: <i>Biological Exposure Index</i>
BLH	: Badan Lingkungan Hidup
BLV	: <i>Biological Limit Value</i>
BOD	: <i>Biological Oxygen demand</i>
BPOM	: Badan Pengawas Obat dan Makanan
Cd	: Kadmium
Ce	: Serium
Co	: Kobalt
COD	: <i>Chemical Oxygen Demand</i>
Cr	: Krom
Cu	: <i>Cuprum</i> (Tembaga)
DAS	: Daerah Aliran Sungai
DO	: <i>Dissolved Oxygen</i>
ECOTON	: <i>Ecological Observation and Wetlands Conservation</i>
EPA	: <i>Environmental Protection Agency</i>
Fe	: <i>Ferrum</i>
Ga	: Galium
Hb	: Hemoglobin
Hg	: <i>Hydrargyrum</i> (Raksa)
LC	: <i>Lethal Concentration</i>
mg/L	: Mili Gram per Liter
Mn	: Mangan
Mo	: Molibden



NA	: Nomor Atom
Ni	: Nikel
OSHA	: <i>Occupational safety and Health Administration</i>
Pb	: <i>Plumbum</i> (Timbal)
PBT	: <i>Persistens, Bioaccumulative and Toxic</i>
PDAM	: Perusahaan Daerah Air Minum
ppm	: <i>Part per Milion</i>
Sb	: <i>Stibium</i> (Antimon)
Sn	: <i>Stannum</i> (Timah)
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SS	: <i>Suspended Solid</i>
TDS	: <i>Total Dissolved Solid</i>
Th	: Thorium
TLV	: <i>Threshold Limit Value</i>
TPA	: Tempat Pembuangan Akhir
TWA	: <i>Time Weighted Average</i>
WS	: Wilayah Sungai
Zn	: <i>Zinc</i>

**DAFTAR NOTASI**

- $\mu$  : Mikro
- % : Persen
- $^3$  : Kubik
- $^0$  : Derajat
- < : Kurang dari
- > : Lebih dari



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan ekonomi di Indonesia menitik-beratkan pada pembangunan sektor industri. Di satu sisi, pembangunan akan meningkatkan kualitas hidup manusia dengan meningkatnya pendapatan masyarakat. Di sisi lain, pembangunan juga bisa menurunkan kesehatan masyarakat dikarenakan pencemaran yang berasal dari limbah industri dan rumah tangga (Widowati dkk, 2008:1). Sektor industri yang dimaksud adalah industri berat maupun industri ringan. Industri berat yang dimaksud adalah industri yang memproduksi mesin-mesin industri serta pengadaan bahan baku maupun industri yang memanfaatkan sumber daya alam dan energi serta industri untuk pemenuhan kebutuhan pokok rakyat banyak. Diantaranya yaitu industri tekstil, industri bahan makanan serta makanan, dan sebagainya. Tidak ketinggalan juga halnya dengan industri yang dikelola oleh masyarakat itu sendiri berupa industri kecil dan kerajinan rakyat, seperti industri skala rumah tangga dan sebagainya (Sugiharto, 1987).

Penggunaan logam sebagai bahan baku berbagai jenis industri untuk memenuhi kebutuhan manusia akan mempengaruhi kesehatan manusia. Selain berasal dari kegiatan industri, logam juga dapat berasal kegiatan rumah tangga dan lain sebagainya. Pesatnya pembangunan dan penggunaan berbagai bahan baku logam bisa berdampak negatif, yaitu munculnya kasus pencemaran yang melebihi batas sehingga mengakibatkan kerugian dan meresahkan masyarakat yang tinggal di sekitar daerah perindustrian maupun masyarakat pengguna produk industri tersebut. Hal itu terjadi karena sangat besarnya resiko terpapar logam berat maupun logam transisi yang bersifat toksik dalam dosis atau konsentrasi tertentu (Widowati, 2008:1). Di Indonesia, pencemaran logam berat cenderung meningkat sejalan dengan meningkatnya proses industrialisasi. Pencemaran logam berat dalam lingkungan bisa menimbulkan bahaya bagi kesehatan, baik pada manusia, hewan, tanaman, maupun lingkungan. Logam berat dapat menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan manusia, tergantung pada bagian mana dari logam berat tersebut yang terikat dalam tubuh serta besarnya dosis paparan. Tingkat

toksisitas logam berat terhadap hewan air, mulai dari yang paling toksik, adalah Hg, Cd, Zn, Pb, Cr, Ni, dan Co. Sementara itu, tingkat toksisitas terhadap manusia dari yang paling toksik adalah Hg, Cd, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn, dan Zn (Widowati, 2008:2).

Sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya adalah anak sungai kali Brantas yang mengalir ke timur laut dari pintu air Mlirip melewati delta Brantas dan akhirnya akan bermuara di selat Madura (BLH Prov Jatim, 2014). Sungai Gunungsari Surabaya adalah kawasan hilir DAS Brantas terdiri dari Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Gresik, dan Kota Surabaya. Saat ini, Sungai Gunungsari Surabaya mulai memperlihatkan tanda-tanda adanya tekanan berupa pencemaran air. Hal ini dikarenakan bantaran Sungai Gunungsari Surabaya beralih fungsi mulai dari industri skala kecil hingga besar dan beberapa kegiatan baik dari industri dan rumah tangga yang membuang limbahnya ke sungai berpotensi sebagai pencemar serta tingkat kepadatan penduduk yang tinggi yang pada akhirnya membangun tempat tinggal di bantaran sungai tersebut (BLH Prov Jatim, 2011).

Kali Surabaya memiliki peranan penting bagi kehidupan masyarakat, khususnya yang tinggal di Kota Surabaya. Kali Surabaya merupakan pemasok utama sumber air baku PDAM yang melayani lebih dari tiga juta penduduk Surabaya. Tidak hanya itu, Kali Surabaya juga memberikan peranan penting bagi masyarakat yang tinggal di bantarnya, termasuk masyarakat industri yang memanfaatkan air sungai sebagai salah satu komponen produksinya. Saat tekanan terhadap Kali Surabaya oleh keberadaan berbagai limbah kegiatan yang ada di bantaran dan hulunya yang semakin meningkat, maka dapat dipastikan kesehatan masyarakat Surabaya sebagai pengkonsumsinya akan terancam (BLH Prov Jatim, 2008). Kali Surabaya termasuk ke dalam kategori baku mutu air kelas II (dua). Baku mutu air kelas II (dua) yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Berdasarkan data rekapitulasi DAS Brantas menurut Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur pada tahun 2014 dan 2015, hasil pengukuran rata-rata kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan DO (*Dissolved Oxygen*) berada di atas baku mutu air kelas II. Hasil pengukuran rata-rata COD (*Chemical Oxygen Demand*) berada di bawah baku mutu air kelas II. Untuk pengukuran logam berat diperoleh hasil pengukuran rata-rata kadar Zn melebihi baku mutu air kelas II. Pada hasil pengujian logam berat yang dilakukan pada bulan September tahun 2014 dan 2015, untuk kadar logam berat Cr, Cu, dan Pb memiliki hasil di atas baku mutu air kelas II.

Masalah pencemaran logam berat sering terjadi di sungai yang ada di Kota Surabaya. Kondisi kualitas lingkungan Kali Surabaya yang jauh di atas ambang kewajaran dan menyebabkan ikan-ikan di Kali Surabaya mengalami kemandulan (ECOTON, 2013). Tingginya kontaminasi estrogenik yang dikandung dari produk termoplastik dan kantong plastik serta ethanol yang ada pada endapan di kali Surabaya membuat ikan-ikan tidak mampu melakukan pembiakan.

Menurut Heriyanto (2011) menyebutkan bahwa peneliti dari Universitas Negeri Malang pada tahun 2011 menemukan ikan-ikan yang hidup di Kali Surabaya sudah tercemar logam berat. Pencemaran bukan hanya pada air, namun juga sedimen yang hidup di sungai. Menurut Yudhi Utomo (tanpa tahun) dari Universitas Gajah Mada, hasil kualitas air sungai Surabaya menunjukkan konsentrasi DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) melebihi nilai ambang batas sungai kelas II, sedangkan kualitas air secara spasial dari hulu ke hilir menurun. Bahkan konsentrasi logam berat terjadi kenaikan dari tahun ke tahun. Kadar unsur Hg dan Cr di perairan Surabaya dalam sampel air lebih kecil daripada dalam sampel biota dan sedimen (Taftazani, tanpa tahun).

Kandungan logam berat tembaga (Cu) dalam air antara 0,37-0,81 ppm melebihi ambang baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah yaitu 0,2 ppm, sedangkan pada sedimen antara 27,58-77,29 mg/kg massa kering. Air di Sungai Surabaya mengandung logam berat Kromium (Cr). Untuk kromium (Cr) total dalam sedimen sungai ditemukan tertinggi 75,46 mg/kg massa kering pada musim

kemarau dan 41,75 mg/kg musim penghujan (Fitriyah, 2013). Tidak hanya ditemukan dalam sedimen, kandungan Cr juga ditemukan dalam ikan yang hidup di sungai seperti ikan gabus, mujair, dan bader yang sudah melebihi nilai ambang batas 0,4 mg/kg massa basah. Padahal jika dikonsumsi dalam waktu lama bisa merugikan kesehatan manusia. Dampak negatif yang ditimbulkan jika mengkonsumsi air yang tercemar logam berat yakni bahaya bagi kesehatan seperti penyakit kanker dan juga bagi ekosistem air terutama bagi masyarakat yang bermukim di sepanjang bantaran sungai.

Selain itu kadar logam berat yang terdapat pada ikan di Kali Surabaya dari hulu ke hilir menunjukkan tren peningkatan hingga melebihi baku mutu Standar Nasional Indonesia tentang batas aman logam berat pada bahan makanan. Hal ini berimplikasi pada berubahnya pola makan beberapa jenis ikan yang beradaptasi pada perubahan yang terjadi di Kali Surabaya. Kompetisi untuk mendapatkan pakan yang cukup semakin tinggi seiring dengan semakin terbatasnya jumlah pakan akibat meningkatnya polusi air. Ikan sebagai salah satu biota air sering dijadikan sebagai salah satu bioindikator tingkat pencemaran yang terjadi di dalam perairan. Banyaknya logam berat di tubuh ikan bergantung pada bentuk senyawa dan konsentrasi polutan, aktivitas mikroorganisme, tekstur sedimen, serta jenis ikan yang hidup di lingkungan tersebut. Keunggulan penggunaan bioindikator dibandingkan dengan pengukuran secara fisika yaitu dapat menggambarkan kualitas air sungai secara keseluruhan berdasarkan jenis pencemaran yang terakumulasi.

Kandungan logam berat yang menumpuk pada air dan sedimen akan masuk ke dalam sistem rantai makanan dan berpengaruh pada kehidupan organisme. Melalui proses rantai makanan akan terjadi bioakumulasi pada tingkat pemangsa yang lebih tinggi. Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan jenis ikan predator air tawar. Keberadaannya di alam sangat mudah ditemukan. Ikan gabus sebagai predator air tawar dalam rantai makanan dalam suatu perairan dapat mengakumulasi logam dari lingkungannya dan kemudian mentransfernya ke manusia melalui konsumsi yang dapat menyebabkan penyakit akut dan kronis.

Ikan yang terdapat di sungai juga dikonsumsi oleh masyarakat. Jenis ikan yang paling banyak yaitu ikan gabus (*Channa striata*). Hal ini terbukti dari studi pendahuluan yang dilakukan penulis sehingga diketahui rata-rata ikan gabus yang terjual setiap hari sekitar  $\pm 5$  kg atau sekitar  $\pm 20$  ekor. Hasil sungai tersebut tidak hanya diambil untuk keperluan konsumsi tetapi juga untuk keperluan mata pencaharian beberapa orang.

Konsumsi ikan yang tercemar logam berat sangat berbahaya bagi kesehatan, sehingga hal tersebut diatur dalam peraturan SNI 7387 tahun 2009. Peraturan tentang kadar logam berat yang diijinkan dalam makanan di atur menurut Standart Nasional Indonesia (SNI) 7387 tahun 2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Selain berdasarkan menurut SNI, peraturan lain yang terkait yaitu menurut keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/VII/1989 tentang batas maksimum cemaran logam dalam ikan dan hasil olahannya. Menurut DirJenPOM, kadar maksimum yang diijinkan untuk logam Pb sebesar 0,2 mg/kg dan logam Cu sebesar 20 mg/kg.

Banyaknya sumber pencemaran dan rendahnya kualitas air sungai mendorong penulis untuk mengidentifikasi kandungan logam berat Cr, Cu, Pb, dan Zn pada daging ikan gabus (*Channa striata*) di sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut “Bagaimana kandungan logam berat (Cr, Cu, Pb, dan Zn) pada daging ikan Gabus (*Channa striata*) yang ada di Sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya?”

### 1.3 Tujuan

#### 1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui kualitas air sungai berdasarkan kandungan logam berat Cr, Cu, Pb, dan Zn pada daging ikan Gabus (*Channa striata*) yang ada di Sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya.

#### 1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mendeskripsikan karakteristik pedagang terkait dengan tingkat pengetahuan tentang pencemaran air dan kualitas ikan pada perairan yang tercemar
- b. Mengidentifikasi sumber pencemaran logam berat Cr, Cu, Pb, dan Zn yang terjadi di Sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya
- c. Mengukur kandungan logam berat Cr, Cu, Pb, dan Zn pada daging ikan gabus yang ada di Sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya
- d. Mendeskripsikan kualitas air sungai berdasarkan kandungan logam berat pada ikan gabus di Sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya

### 1.4 Manfaat

#### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi, menambah dan mengembangkan ilmu pengetahuan terkait kesehatan masyarakat di bidang kesehatan lingkungan tentang bahaya logam berat Cr, Cu, Pb, dan Zn pada biota ikan yang dapat mengakibatkan masalah terhadap kesehatan dan lingkungan.

#### 1.4.2 Manfaat Praktis

##### a. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan tambahan informasi dan pengetahuan tentang pencemaran logam berat dan akumulasinya pada lingkungan serta dampak yang dapat ditimbulkan terhadap kesehatan masyarakat.

##### b. Bagi Masyarakat

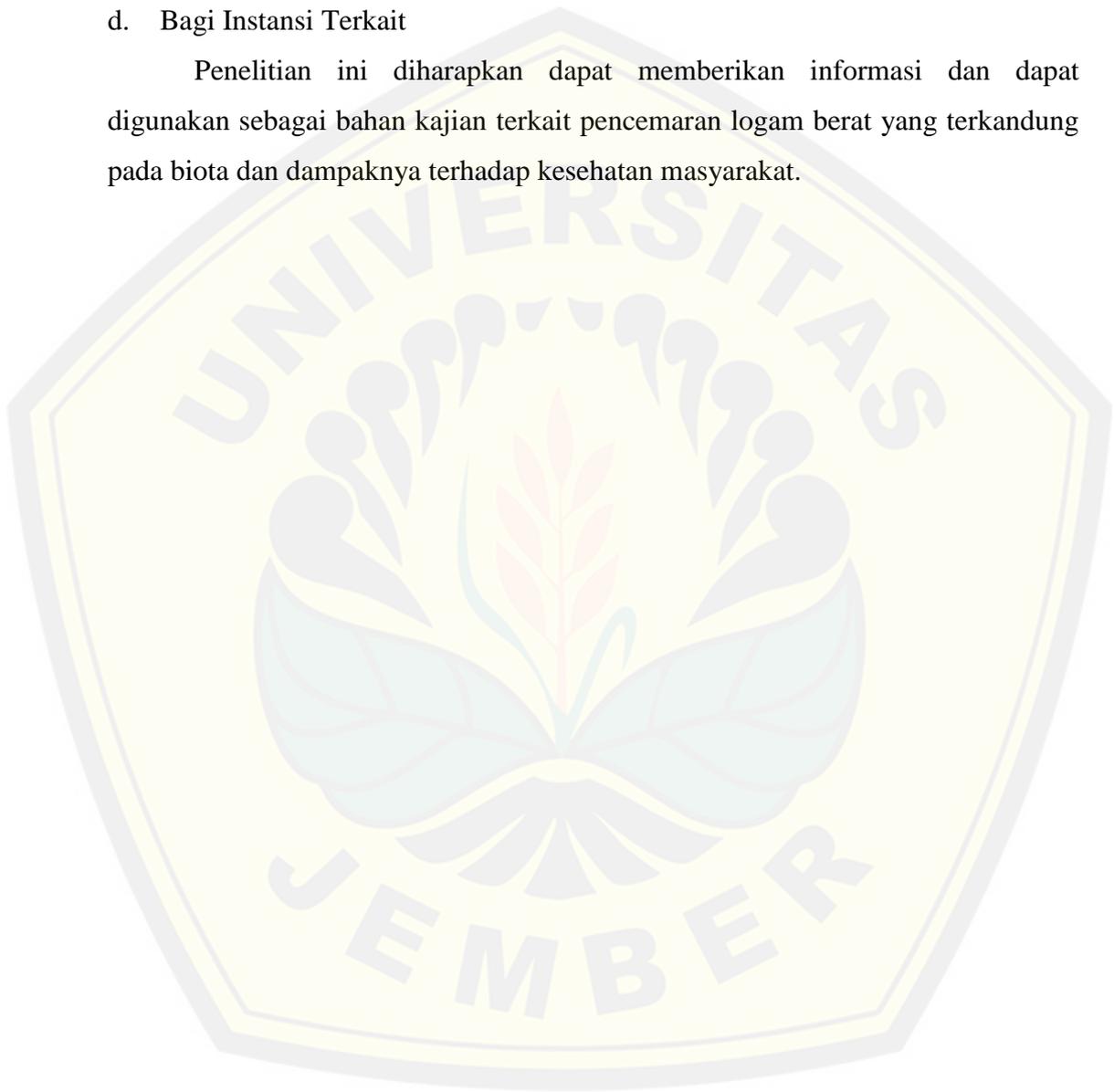
Memberikan informasi terkait dengan kandungan logam berat Cr, Cu, Pb, dan Zn pada biota ikan dan bahaya akibat mengkonsumsi ikan yang tercemar logam berat.

c. Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Dapat digunakan sebagai referensi tambahan bagi kepustakaan dan pedoman awal bagi peneliti lain yang akan meneliti tentang pencemaran logam berat dan bahaya yang dapat ditimbulkan bagi kesehatan.

d. Bagi Instansi Terkait

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan dapat digunakan sebagai bahan kajian terkait pencemaran logam berat yang terkandung pada biota dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pencemaran Air

Pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energy, dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air kurang atau tidak dapat lagi berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Pelaksanaan penilaian terhadap kualitas air, yaitu membandingkan beberapa ukuran/parameter kunci dengan baku mutu yang ditetapkan (Dwiyatmo, 2007:15).

#### 2.1.1 Baku Mutu Air

Baku mutu air pada sumber air adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar terdapat di dalam air tetapi air tersebut tetap dapat digunakan sesuai dengan kriterianya. Menurut Fardiaz (1992) baku mutu air dibedakan menjadi empat golongan, yaitu :

- a. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa harus diolah terlebih dahulu.
- b. Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga.
- c. Golongan C, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
- d. Golongan D, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, dan listrik tenaga air.

Menurut peraturan pemerintah nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, klasifikasi mutu air dibedakan menjadi 4 (empat) kelas, yaitu :

- a. Kelas I (satu), air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas II (dua), air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air

untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut .

- c. Kelas III (tiga), air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Golongan IV (empat), air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Baku mutu limbah cair adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar untuk dibuang dari sumber pencemaran ke dalam air pada sumber air, sehingga tidak mengakibatkan dilampauinya baku mutu air (Fardiaz, 1992:16).

#### 2.1.2 Polutan Air

Polusi air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Air yang tidak terpolusi tidak selalu merupakan air murni, tetapi adalah air yang tidak mengandung bahan-bahan asing tertentu dalam jumlah melebihi batas yang ditetapkan sehingga air tersebut dapat digunakan secara normal untuk keperluan tertentu. Adanya benda-benda asing yang mengakibatkan air tersebut tidak dapat digunakan secara normal disebut polusi.

Ciri-ciri air yang mengalami polusi sangat bervariasi tergantung dari jenis air dan polutannya atau komponen yang mengakibatkan polusi. Tanda-tanda polusi air yang berbeda disebabkan oleh sumber dan jenis polutan yang berbeda-beda. Polutan air dapat dikelompokkan berdasarkan perbedaan sifat-sifatnya sebagai berikut :

- a. Padatan
- b. Bahan buangan yang membutuhkan oksigen (*oxygen-demanding wastes*)
- c. Mikroorganisme
- d. Komponen organik sintetik
- e. Nutrient tanaman
- f. Minyak
- g. Senyawa anorganik dan mineral

- h. Bahan radioaktif
- i. Panas

Pengelompokan tersebut bukan merupakan pengelompokan yang baku, karena suatu jenis polutan mungkin dapat dimasukkan ke dalam lebih dari satu kelompok.

### 2.1.3 Jenis Pencemaran Air

Pelaksanaan penilaian terhadap kualitas air, yaitu membandingkan beberapa ukuran/parameter kunci dengan baku mutu yang ditetapkan. Jenis ukuran pencemaran air antara lain :

- a. Kebutuhan oksigen untuk proses biologi (BOD)

Dalam air buangan terdapat zat organik yang terdiri atas unsur karbon, hydrogen, dan oksigen dengan unsur tambahan yang lain seperti nitrogen, belerang, dan lain-lain. Oksigen itu dibutuhkan oleh mikroba untuk kehidupannya dan untuk menguraikan senyawa organik tersebut. Dengan demikian kadar oksigen menurun dan akhirnya air menjadi keruh dan berbau.

- b. Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)

Bentuk lain untuk mengukur kebutuhan oksigen adalah ukuran COD atau kebutuhan oksigen kimiawi. Nilai COD ini akan menunjukkan kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk menguraikan kandungan bahan organik dalam air secara kimiawi khususnya bagi senyawa organik yang tidak dapat teruraikan karena proses biologis sehingga dibutuhkan bantuan pereaksi oksidator sebagai sumber oksigen.

- c. Lemak dan minyak

Lemak dan minyak akan mengapung di atas permukaan air meskipun sebagian terdapat di bawah permukaan air. Lemak dan minyak merupakan senyawa ester dari turunan alcohol yang tersusun dari atom karbon, hydrogen, dan oksigen. Lemak sukar diuraikan oleh bakteri tetapi dapat dihidrolisa oleh alkali sehingga membentuk senyawa sabun yang mudah larut. Adanya minyak dan lemak di permukaan air akan menghambat proses biologis dalam air sehingga tidak terjadi proses fotosintesis.

d. Nitrogen

Nitrogen merupakan gas tidak berwarna dan tidak beracun. Di dalam air, nitrogen pada umumnya terdapat dalam bentuk organik dan bakteri merubahnya menjadi ammonia. Dalam kondisi aerobik dan dalam waktu tertentu bakteri dapat mengoksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat.

e. *Suspended Solis* (SS)

Padatan tersuspensi (SS) dalam air atau padatan tidak terlarut dalam air adalah senyawa kimia yang terdapat dalam air baik dalam keadaan melayang, terapung, maupun mengendap. Senyawa ini dijumpai dalam bentuk organik maupun anorganik. Padatan tidak terlarut ini menyebabkan air berwarna keruh.

f. *Total Dissolved Solid* (TDS)

Padatan terlarut dalam air (TDS) banyak ditemukan dalam air adalah golongan senyawa alcohol seperti karbonat, bikarbonat, dan hidroksida.

#### 2.1.4 Sumber Pencemaran Air

Pencemaran air pada umumnya diakibatkan oleh kegiatan manusia. Besar kecilnya pencemaran akan tergantung dari jumlah dan kualitas limbah yang dibuang ke sungai baik limbah padat maupun limbah cair. Berdasarkan jenis kegiatannya maka sumber pencemaran air dibagi menjadi :

a. Effluent industri pengolahan

Effluent adalah pencurahan limbah cair yang masuk ke dalam air bersumber dari pembuangan sisa produksi, lahan pertanian, peternakan, dan kegiatan domestik. Industri pengolahan yang menjadi sumber pencemaran air yaitu agro industri (peternakan sapi dan kambing), kulit, industri kimia dasar, industri mineral nonlogam, industri logam dasar, industri hasil olahan logam, dan industri listrik dan gas.

b. Sumber domestik/buangan rumah tangga

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan, yang dimaksud dengan buangan rumah tangga adalah buangan yang berasal bukan dari industri melainkan berasal dari rumah tangga, kantor, hotel, restoran, tempat ibadah, tempat hiburan, pasar, pertokoan, dan rumah sakit.

Banyak penyebab pencemaran air, tetapi secara umum dapat dikategorikan sebagai sumber kontaminan langsung dan tidak langsung. Sumber langsung meliputi efluen yang keluar dari industri, TPA (tempat pembuangan akhir sampah), dan sebagainya. Sumber tidak langsung yaitu kontaminan yang memasuki badan air dan tanah, air tanah, dan atmosfer berupa hujan. Tanah dan air tanah mengandung sisa dari aktivitas pertanian seperti pupuk dan pestisida. Kontaminan dari atmosfer juga berasal dari aktivitas manusia, yaitu pencemaran udara yang menghasilkan hujan asam.

## 2.2 Logam Berat

### 2.2.1 Pengertian logam berat

Dalam kehidupan sehari-hari, kita tidak terpisah dari benda-benda yang bersifat logam. Benda ini kita gunakan sebagai alat perlengkapan rumah tangga dampai pada tingkat perhiasan mewah. Istilah logam biasanya diberikan kepada semua unsur-unsur kimia dengan ketentuan atau kaidah-kaidah tertentu. Unsur ini dalam kondisi suhu kamar, tidak selalu berbentuk padat melainkan ada yang berbentuk cair. Logam-logam cair contohnya adalah air raksa atau hidragryum (Hg), serium (Ce), dan gallium (Ga) (Pallar, 1994:21).

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan masuk ke dalam tubuh organisme hidup (Pallar, 1994:23). Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup (Pallar, 1994:25). Efek toksik dari logam berat mampu menghalangi kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh, menyebabkan alergi, bersifat mutagen, teratogen, atau karsinogen bagi manusia maupun hewan. Tingkat toksisitas logam berat terhadap hewan air, mulai dari yang paling toksik, adalah Hg, Cd, Zn, Pb, Cr, Ni, dan Co. sementara itu, tingkat toksisitas terhadap manusia dari yang paling toksik adalah Hg, Cd, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn, dan Zn (Widowato, 2008:2).

Pencemaran logam, baik dari industri, kegiatan domestik, maupun sumber alami dari batuan akhirnya sampai ke sungai atau laut dan selanjutnya mencemari manusia melalui ikan, air minum, atau air sumber irigasi lahan pertanian sehingga tanaman sebagai sumber pangan manusia tercemar logam (Widowati, 2008:3).

### 2.2.2 Penyebaran logam di perairan

Unsur logam ditemukan secara luas di seluruh permukaan bumi. Mulai dari tanah dan batuan, badan air, bahkan pada lapisan atmosfer yang menyelimuti bumi. Umumnya logam-logam di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain, dan sangat jarang yang ditemukan dalam bentuk elemen tunggal. Dalam badan perairan, logam umumnya berada dalam bentuk ion-ion, baik sebagai pasangan ion ataupun dalam bentuk ion-ion tunggal. Ion-ion itu ada yang merupakan ion-ion bebas, pasangan ion anorganik, ion-ion kompleks dan bentuk-bentuk ion lainnya (Pallar, 1994:25).

Menurut Leckie dan James (1974) dalam Pallar (1994:32), kelarutan dari unsur-unsur logam dan logam berat dalam badan perairan dikontrol oleh :

- a. pH badan air
- b. Jenis dan konsentrasi logam dan khelat
- c. Keadaan komponen mineral teroksidasi dan sistem yang berlingkungan redoks

Ada beberapa bentuk interaksi antara ion-ion logam dengan spesi kimia berbeda dalam perairan. Bentuk-bentuk interaksi tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :

- a. Reaksi hidrolisis

Ion-ion logam mempunyai muatan tinggi seperti  $\text{Th}^{4+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , dan  $\text{Cr}^{3+}$  terhidrolisa kuat dalam larutan air dengan konstanta kesetimbangan kecil. Kebanyakan logam bervalensi dua seperti logam  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ , dan  $\text{Zn}^{2+}$ ; juga mengalami hidrolisis pada badan perairan dengan pH normal.

- b. Pengompleks-an ion-ion logam

Dalam badan perairan ion-ion logam juga beraksi membentuk kompleks organik dan kompleks anorganik. Urutan kemudahan proses pembentukan kompleks ini hampir sama dengan urutan kemudahan terjadinya hidrolisis, yaitu

dari kompleks yang mudah larut kepada kompleks yang sulit larut. Semua itu sangat bergantung pada konsentrasi logam-logamnya, ligandnya dan pH dari larutannya. Logam-logam umumnya dapat membentuk ikatan dengan bahan-bahan organik alam maupun bahan-bahan organik buatan. Proses pembentukan ikatan tersebut dapat terjadi melalui :

- 1) Atom karbon dan akan membentuk senyawa organik logam
- 2) Gugus karboksilat dan akan membentuk garam organik
- 3) Atom-atom yang mempunyai electron bebas dalam senyawa organik atau gugus yang mempunyai ikatan pH, sehingga terbentuk kompleks koordinasi

Pada kondisi aerobik, ion-ion logam bebas akan terbentuk lebih banyak. Sedangkan kenaikan pH akan menyebabkan terjadinya pengendapan dari senyawa logam dengan karbonat, demikian juga dengan senyawa oksida dan hidroksinya.

#### c. Sistem redoks

Dalam badan air tawar, penyerapan logam yang dilakukan oleh partikel-partikel dan kompleks-kompleks ligand lebih bervariasi bila dibandingkan dengan air laut. Tingkah laku logam-logam dalam badan perairan juga dipengaruhi oleh interaksi yang terjadi antara air dengan sedimen (endapan). Keadaan ini terutama sekali terjadi pada bagian dasar dari perairan. Di mana pada dasar perairan, ion logam dan kompleks-kompleksnya yang terlarut dengan cepat akan membentuk partikel-partikel yang lebih besar. Apabila terjadi kontak dengan perkumungan partikulat yang melayang-layang dalam badan perairan. Partikel-partikel tersebut terbentuk dengan bermacam-macam bentuk ikatan permukaan.

Dalam badan air tawar, penyerapan logam yang dilakukan oleh partikel-partikel dan kompleks-kompleks ligand lebih bervariasi bila dibandingkan dengan air laut. Tingkah laku logam-logam di dalam badan perairan juga dipengaruhi oleh interaksi yang terjadi antara air dan sedimen (endapan). Keadaan ini terutama sekali terjadi pada bagian dasar dari perairan. Di mana pada dasar perairan, ion logam dan kompleks-kompleksnya yang terlarut dengan cepat akan membentuk partikel-partikel yang lebih besar, apabila terjadi kontak dengan permukaan

partikulat yang melayang-layang dalam badan perairan. Partikel-partikel tersebut terbentuk dengan ber,macam-macam bentuk ikatan permukaan (Pallar, 1994:36).

Umumnya pada pH yang semakin tinggi, maka kestabilan akan bergeser dan karbonat ke hidroksida. Hidroksida-hidroksida ini mudah sekali membentuk ikatan permukaan dengan partikel-partikel yang terdapat pada badan perairan. Lama-kelamaan persenyawaan yang terjadi antara hidroksida dengan partikel-partikel yang ada di badan perairan akan mengendap dan membentuk lumpur (Pallar, 1994:37).

Menurut Pallar (1994), ada banyak faktor yang mempengaruhi daya racun dari logam-logam berat yang terlarut dalam badan perairan. Ada 4 faktor yang sangat penting, faktor-faktor tersebut adalah :

a. Bentuk logam dalam air

Logam tersebut dalam perairan berada dalam bentuk senyawa organik dan senyawa anorganik. Senyawa organik dapat larut dalam badan perairan dapat diserap dengan mudah oleh biota perairan. Sedangkan senyawa anorganik bersifat tidak dapat larut.

b. Keberadaan logam-logam lain

Adanya logam-logam lain dalam perairan dapat menyebabkan logam-logam tertentu menjadi sinergistik ataukah sebaliknya, menjadi antagonis apabila membentuk suatu ikatan.

c. Fisiologis dari biota (organismenya)

Proses fisiologi yang terjadi pada setiap biota turut mempengaruhi tingkat logam berat yang menumpuk (akumulasi) dalam tubuh dari biota perairan. Besar kecilnya jumlah logam berat yang terkandung dalam tubuh akan mempengaruhi daya racun yang ditimbulkan oleh logam berat.

d. Kondisi biota

Kondisi dari biota-biota yang berkaitan dengan fase-fase kehidupan yang dilalui oleh biota dalam hidupnya.

### 2.2.3 Kromium (Cr)

#### a. Pendahuluan

Logam berat kromium (Cr) merupakan logam berat dengan berat atom 51,996 g/mol, berwarna abu-abu, tahan terhadap oksidasi meskipun pada suhu tinggi, mengkilat, keras, memiliki titik cair  $1.857^{\circ}\text{C}$  dan titik didih  $2.672^{\circ}\text{C}$ , bersifat paramagnetik (sedikit tertarik oleh magnet), membentuk senyawa-senyawa berwarna. Kromium (Cr) merupakan unsur yang melimpah yang terdapat di alam dengan berbagai bentuk oksida, yaitu Cr(0), Cr(III), atau Cr trivalent, Cr(VI), atau Cr heksavalen. Kromium secara alami bisa ditemukan di batuan, tumbuhan, hewan, tanah dan gas, serta debu gunung berapi. Kromium Cr(III) secara alami terjadi di alam, sedangkan Cr(0) dan Cr(VI) pada umumnya berasal dari proses industri. Pencemaran logam krom di lingkungan bisa berasal dari kegiatan industri baja, tekstil, penyamakan, pencelupan, fotografi, zat pewarna, bahan peledak, korek api, pembakaran, dan mobilisasi bahan bakar (Widowati dkk, 2008:89-91).



Gambar 2.1 Kromium

Sumber : Wikipedia, 2016

#### b. Penggunaan dalam bidang industri

Kromium (Cr) yang digali berasal dari kromit ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) inti bumi. Cr diperoleh melalui pemanasan inti bumi yang menghasilkan Cr bercampur Al dan Si. Setengah produksi kromit di dunia dihasilkan di Afrika Selatan, Kazakhstan, India, dan Turki. Kromium (Cr) digunakan untuk tiga industri dasar yaitu :

- 1) Industri metalurgi
- 2) Industri bahan kimia
- 3) Industri bahan penahan panas

c. Tingkat pencemaran

Logam Cr dapat masuk ke dalam semua strata lingkungan, apakah itu pada strata perairan, tanah, ataupun udara. Kromium yang masuk ke dalam strata lingkungan dapat berasal dari bermacam-macam sumber. Tetapi sumber pencemaran logam Cr ke dalam lingkungan yang umum dan diduga paling banyak adalah dari kegiatan-kegiatan perindustrian, kegiatan rumah tangga dan dari pembakaran serta mobilisasi bahan-bahan bakar.

Dalam badan perairan Cr dapat masuk melalui dua cara, yaitu secara alamiah dan non alamiah. Masuknya Cr secara alamiah dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi (pengikisan) yang terjadi pada batuan mineral. Di samping itu debu-debu dan partikel-partikel Cr yang ada di udara akan dibawa turun oleh air hujan. Masukan Cr yang terjadi secara nonalamiah lebih merupakan dampak atau efek dari aktifitas yang dilakukan manusia. Sumber-sumber Cr yang berkaitan dengan aktivitas manusia dapat berupa limbah atau buangan industri sampai buangan rumah tangga. (Palar, 1994:137-138).

d. Kadar batas aman

*The Environmental Protection Agency* (EPA) menetapkan kadar batas aman Cr(III) dan Cr(VI) dalam air minum sebesar 100 µg/L. *the Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) menetapkan batas kadar Cr(III) larut air di udara tempat kerja sebesar 500 µg/m<sup>3</sup>. Paparan per oral Cr(VI) sebesar 0,003 mg/kg/hari aman bagi manusia. Paparan Cr(III) per oral sebesar 1,5 mg/kg/hari aman dan tidak menunjukkan gejala maupun kelainan pada tikus (Widowati dkk, 2008:106).

e. Efek toksik

Logam Cr adalah bahan kimia yang bersifat persisten, bioakumulatif, dan toksik (*Persistens, Bioaccumulative and Toxic* (PBT)) yang tinggi serta tidak mampu terurai di dalam lingkungan, sulit di uraikan, dan akhirnya diakumulasi di dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Kestabilan kromium akan mempengaruhi toksisitasnya terhadap manusia secara berurutan, mulai dari tingkat toksisitas terendah, yakni Cr(0), Cr(III), dan Cr(VI). Cr(VI) pada umumnya 1.000 kali lipat lebih toksik dibandingkan Cr(III). Cr(III) bersifat

kurang toksik dibandingkan Cr(VI), tidak bersifat iritatif, serta tidak korosif. Namun, senyawa Cr(III) lebih toksik pada ikan dan binatang air lainnya dibandingkan Cr(VI).  $LC_{50}$  Cr(III) pada ikan sebesar 2-7,5 mg/L, sedangkan  $LC_{50}$  Cr(VI) sebesar 35-75 mg/L. toksisitas Cr pada ikan dipengaruhi oleh sifat fisiko-kimia perairan, yaitu pH, kadar Ca, dan Mg. perairan dengan pH rendah, tetapi kadar Ca dan Mg cukup tinggi menyebabkan toksisitas Cr pada ikan menjadi rendah ((Svobodova *et al.*, 2003; Drew *et al.*, 2006) dalam Widowati, 2008:102).

Efek toksik yang dapat ditimbulkan pada manusia diantaranya yaitu bersifat :

1) Karsinogenik

EPA menggolongkan Cr(VI) yang bersifat karsinogen kelas A pada manusia melalui paparan inhalasi, sedangkan Cr(III) digolongkan sebagai karsinogen kelas D, tetapi tidak spesifik untuk manusia.

2) Efek terhadap alat pencernaan

Toksitas akut Cr melalui alat pencernaan bisa menyebabkan nekrosis tubulus renalis. Mencerna makanan yang mengandung kadar Cr(VI) tinggi bisa menyebabkan gangguan pencernaan, berupa sakit lambung, muntah dan pendarahan, luka pada lambung, konvulsi, kerusakan ginjal, dan hepar, bahkan dapat menyebabkan kematian.

3) Efek terhadap alat pernafasan

Gejala toksitas akut Cr(IV) meliputi nafas pendek, batuk-batuk, serta kesulitan bernafas. Sementara itu, toksitas kronis Cr(VI) berupa lubang dan ulserasi septum nasal, bronchitis, penurunan fungsi paru-paru, dan berbagai gejala pada alat pernafasan. Ulserasi kronis permukaan kulit bisa menyebabkan kanker paru-paru. Apabila terinhalasi Cr lewat saluran pernafasan, maka akibatnya adalah iritasi dan kanker paru-paru. Paparan Cr(VI) melalui kontak kulit bisa mengakibatkan dermatitis pada kulit.

4) Efek terhadap kulit dan mata, dan

Kromium (Cr) bisa menyebabkan kulit gatal dan luka yang tidak lekas sembuh. Senyawa Cr(VI) bisa menyebabkan iritasi mata, luka pada mata, iritasi kulit, dan membrane mukosa.

#### 5) Efek melalui plasenta

Pada penelitian yang dilakukan terhadap mencit untuk mengetahui akibat dari kandungan Cr diketahui bahwa Cr menyebabkan meningkatnya jumlah embrio yang direspon secara nyata, berkurangnya berat fetus, terjadinya kelambatan penulangan badan vertebra servikalis dan badan vertebra sakrokaudalis, kelambatan penulangan pada tulang tarsal dan falang proksimal anggota belakang, serta kelainan sternebra berupa sternebra terbelah dan asimetris. Berdasarkan analisis Spektrofometri Serapan Atom (SSA), terjadi akumulasi Cr dalam tubug fetus yang sebagian diretensi di dalam plasenta ((Santoso, 2000) dalam Widowati dkk, 2008:106).

#### f. Pencegahan dan penanggulangan

Pencegahan pencemaran Cr bisa dilakukan melalui :

- 1) Substitusi bahan baku Cr
- 2) Pengembangan proses industri dengan mengurangi penggunaan bahan baku Cr serta mengurangi limbah Cr
- 3) Perubahan jenis produksi atau melakukan *redesign* dengan mengurangi bahan baku pigmen Cr yang diganti dengan pigmen organik
- 4) Memaksimalkan ekstraksi Cr dari kromit

Usaha untuk mengurangi resiko terpapar Cr antara lain :

- 1) Menghindarkan anak-anak bermain tanah
- 2) Mengurangi konsumsi suplemen Cr secara berlebihan
- 3) Mengetahui kadar Cr pada rambut, urin, dan darah
- 4) Menghindari makanan yang kotor dan tidak higienis, serta mencuci tangan sebelum makan.

### 2.2.4 Tembaga (Cu)

#### a. Pendahuluan

Kuprum atau tembaga (Cu) memiliki sistem kristal kubik, yang secara fisik berwarna kuning dan apabila dilihat dengan menggunakan mikroskop akan berwarna pink kecoklatan sampai keabuan. Cu termasuk golongan logam, berwarna merah serta mudah berubah bentuk. Dalam tabel periodic unsur-unsur

kimia, tembaga menempati posisi dengan nomor atom (NA)29 dan mempunyai bobot atau berat atom (BA)63.546. unsur tembaga dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral (Palar, 1994:61). Di alam, Cu banyak ditemukan dalam bentuk *pyrite*, Fe-sulfat, dan sering bercampur dengan Antimoni (Sb), merkuri (Hg), timbal (Pb), dan arsen-sulfat. Pada umumnya, bijih tembaga di Indonesia terbentuk secara magmatic. Pembentukan endapan magmatic bisa berupa proses hidrotermal atau metasomatisme (Widowati dkk, 2008:183).



Gambar 2.2 Tembaga

Sumber : Wikipedia, 2016

b. Penggunaan dalam bidang industri

Secara fisika logam berat Cu digolongkan ke dalam logam-logam penghantar listrik yang baik. Cu merupakan penghantar listrik yang baik setelah perak (Ag) sehingga Cu banyak digunakan dalam bidang elektronika. Tembaga (Cu) banyak digunakan sebagai peralatan elektronik sebesar 60%, untuk konstruksi, misalnya atap dan *plumbing* adalah sebesar 20%; industri mesin, yaitu sebagai pengganti penghantar panas sebesar 15%, dan untuk berbagai alloy sebesar 5% (Widowati dkk, 2008:185). Dalam bidang industri, senyawa Cu banyak digunakan. Sebagai contoh adalah industri cat sebagai antifoling, industri insektisida dan fungisida, dll (Palar, 1994:64).

c. Tingkat pencemaran

Secara alamiah Cu masuk ke dalam badan perairan sebagai akibat dari peristiwa erosi atau pengikisan batuan mineral dan melalui persenyawaan Cu di

atmosfir yang dibawa turun oleh air hujan. Aktifitas manusia seperti buangan industri, pertambangan Cu, industri galangan kapal dan bermacam-macam aktivitas pelabuhan lainnya merupakan salah satu jalur yang mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan Cu dalam badan-badan perairan (Palar, 1994:66).

d. Kadar batas aman

Tembaga (Cu) yang masuk ke dalam tatanan lingkungan perairan dapat berasal dari peristiwa-peristiwa alamiah dan sebagai efek samping dari aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Dalam kondisi normal keberadaan Cu dalam perairan ditemukan dalam bentuk senyawa ion  $\text{CuCO}_3$ ,  $\text{CuOH}$ , biasanya jumlah Cu yang terlarut dalam badan perairan adalah 0,002 ppm-0,005 ppm. Bila dalam perairan terjadi peningkatan kelarutan Cu, sehingga melebihi nilai ambang batas yang seharusnya, maka akan terjadi peristiwa biomagnifikasi terhadap biota perairan. Peristiwa biomagnifikasi ini akan dapat ditunjukkan melalui akumulasi Cu dalam tubuh biota perairan tersebut. Akumulasi dapat terjadi sebagai akibat dari telah terjadinya konsumsi Cu dalam jumlah berlebihan, sehingga tubuh tidak mampu untuk melakukan metabolisme (Pallar, 1994:66). Kadar batas aman tembaga dalam ikan dan hasil olahannya berdasarkan SK BPOM 03725 yaitu sebesar 20,0 mg/kg.

e. Efek toksik

Unsur Cu bisa ditemukan dalam berbagai jenis makanan, air, dan udara sehingga manusia bisa terpapar Cu melalui jalur makanan, minuman, dan saat bernafas. Cu merupakan unsur yang dibutuhkan manusia dalam jumlah kecil. Apabila jumlah Cu telah melampaui batas aman, akan muncul toksisitas. Manusia biasanya terpapar Cu melalui tanah, debu, makanan, serta minuman yang tercemar Cu yang berasal dari pipa bocor pada pertambangan Cu atau industri yang menghasilkan limbah Cu (Widowati dkk, 2008:191-192).

1) Toksisitas kronis

Keracunan logam berat bersifat kronis dan dampaknya baru terlihat setelah beberapa tahun. Logam berat bersifat akumulatif di dalam tubuh organisme dan konsentrasinya mengalami peningkatan (biomagnifikasi)

dalam tingkatan trofik yang lebih tinggi dalam rantai makanan. Paparan Cu dalam waktu lama bisa menimbulkan gejala seperti :

- a) Iritasi pada hidung, tenggorokan, mulut, dan mata
- b) Menyebabkan sakit kepala, kehilangan keseimbangan, muntah, dan diare. Paparan Cu dalam dosis besar dapat menyebabkan kerusakan hati, ginjal, bahkan menyebabkan kematian. Lama paparan dan tingginya dosis Cu bisa menurunkan tingkat intelegensia anak-anak dalam masa pertumbuhan, batuk-batuk, dan pendarahan hidung. Cu juga dapat menimbulkan alergi pada kulit. Paparan Cu berulang bisa menyebabkan penebalan pada kulit serta menimbulkan warna kehijauan pada kulit dan rambut sehingga menyebabkan iritasi hidung.

Keracunan Cu pada manusia bisa menimbulkan kerusakan otak, *demyelinasi*, penurunan fungsi ginjal, dan pengendapan Cu dalam kornea mata. Keracunan Cu pada manusia dapat menimbulkan penyakit *Wilson's* dan *Kinsky* (Widowati dkk, 2008:201-203).

## 2) Toksisitas akut

Gejala klinis pada keracunan akut Cu , antara lain kolik abdomen, muntah,, gastroenteritis diikuti diare, feses, dan muntahan yang berwarna hijau-kebiruan. Gejala lain adalah shock berat, suhu tubuh turun secara drastic, dan denyut jantung yang meningkat. Gejala keracunan akut Cu antara lain muntahan berwarna hijau-kebiruan, hematemesis, hipotensi, melena, koma, dan penyakit kuning. Toksisitas Cu bisa menghambat enzim *dihydropil hydratase*, yaitu enzim yang terlibat haemopoisis ((Palar, 1994; Wikipedia, 2006) dalam Widowati, 2008:203-204.

## f. Pencegahan dan penanggulangan

Usaha untuk menghindari bahaya logam berat Cu antara lain dengan menghindari sumber bahan pangan yang memiliki risiko mengandung logam berat, mencuci, dan mengolah bahan pangan yang akan dikonsumsi dengan baik dan benar (Widowati dkk, 2008:204).

### 2.2.5 Timbal (Pb)

#### a. Pendahuluan

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam Bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum*, dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk dalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada Tabel Periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA)82 dengan bobot atau berat atom (BA)207,2 (Palar, 1994:74). Timbal (Pb) pada awalnya adalah logam berat yang secara alami terdapat dalam kerak bumi. Namun timbal juga bisa berasal dari kegiatan manusia bahkan mampu mencapai jumlah 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alami.

Pb memiliki titik lebur rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif, sehingga bisa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Apabila dicampur dengan logam lain akan terbentuk logam campuran yang lebih bagus daripada logam murninya. Pb adalah logam lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat serta mudah dimurnikan dari pertambangan. Timbal meleleh pada suhu  $328^{\circ}\text{C}$  ( $662^{\circ}\text{F}$ ); titik didih  $1.740^{\circ}\text{C}$  ( $3.164^{\circ}\text{F}$ ); dan memiliki gravitasi 11,34 (Widowati dkk, 2008:109).



Gambar 2.3 Timbal

Sumber : Wikipedia, 2016

#### b. Penggunaan dalam bidang industri

Logam Pb digunakan dalam industri baterai, kabel, penyepuhan, pestisida, sebagai zat antiletup pada bensin, zat penyusun patri atau solder, sebagai formulasi penyambung pipa sehingga memungkinkan terjadinya kontak antara air rumah tangga dengan Pb (Widowati dkk, 2008:110).

c. Tingkat pencemaran

Pb dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Secara alamiah, Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Di samping itu, proses korosifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin, juga merupakan salah satu jalur sumber Pb yang akan masuk ke dalam badan perairan.

Pb yang telah masuk ke dalam badan perairan sebagai dampak aktivitas kehidupan manusia diantaranya adalah air buangan (limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan bijih timah hitam dan buangan sisa industri baterai. Badan perairan yang telah kemasukan senyawa atau ion-ion Pb, sehingga jumlah Pb yang ada dalam badan perairan melebihi konsentrasi yang semestinya, dapat mengakibatkan kematian bagi biota perairan tersebut. Konsentrasi Pb yang mencapai 188 mg/L, dapat membunuh ikan-ikan (Palar, 1994:80-81).

d. Kadar batas aman

Kadar batas aman logam berat timbal (Pb) dalam pangan kategori ikan dan hasil olahannya berdasarkan SNI 7387 tahun 2009 yaitu sebesar 0,3 mg/kg. Menurut BPOM No. HK.00.06.1.52.4011 tentang Penetapan Batas Maksimum Cemaran Mikroba dan Kimia dalam Makanan kadar batas aman untuk Pb dalam ikan olahan sebesar 0.3 mg/kg. Sedangkan untuk kategori ikan predator olahan, baku mutu yang ditetapkan sebesar 0.4 mg/kg.

e. Efek toksik

Timbal (Pb) adalah logam yang bersifat toksik terhadap manusia, yang bisa berasal dari tindakan mengonsumsi makanan, minuman, atau melalui inhalasi dari udara, debu yang tercemar Pb, kontak lewat kulit, kontak lewat mata, dan lewat parental. Logam Pb tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia sehingga bila makanan dan minuman tercemar Pb dikonsumsi, maka tubuh akan mengeluarkannya. Di dalam tubuh manusia, Pb bisa menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin (Hb) dan sebagian kecil Pb diekskresikan lewat urin atau feses karena sebagian terikat oleh protein,

sedangkan sebagian lagi terakumulasi dalam ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut. Waktu paruh timbal (Pb) dalam eritrosit adalah selama 35 hari, dalam jaringan ginjal dan hati selama 40 hari, sedangkan waktu paruh dalam tulang adalah selama 30 hari (Widowati, 2008:119-123).

1) Toksisitas kronis

Paparan Pb secara kronis bisa mengakibatkan kelelahan, kelesuan, gangguan iritabilitas, gangguan gastrointestinal, kehilangan libido, infertilitas pada laki-laki, gangguan menstruasi serta aborsi spontan pada wanita, depresi, sakit kepala, sulit berkonsentrasi, daya ingat terganggu, dan sulit tidur.

2) Toksisitas akut

Gejala atau tanda-tanda klinis akibat paparan Pb secara akut bisa menimbulkan beberapa gejala, antara lain :

- a) Gangguan gastrointestinal, seperti kram perut, kolik, dan biasanya diawali dengan sembelit, mual, muntah-muntah, dan sakit perut yang hebat.
- b) Gangguan neurologi berupa ensefalopati seperti sakit kepala, bingung atau pikiran kacau, sering pingsan dan koma.
- c) Gangguan fungsi ginjal, oliguria, dan gagal ginjal yang akut bisa berkembang dengan cepat.

f. Pencegahan dan penanggulangan

Beberapa cara untuk mengurangi pencemaran dan toksisitas Pb adalah :

- 1) Penggunaan bensin bebas Pb
- 2) Mengurangi kepadatan lalu lintas
- 3) Pengukuran kadar Pb udara secara berkala
- 4) Menghindari kontak dengan Pb
- 5) Melakukan tes medis berkala
- 6) Menghindari penggunaan peralatan-peralatan dapur atau tempat makanan minuman yang mengandung Pb
- 7) Mencegah anak menjilat mainan yang bercat atau berbahan mengandung cat (Widowati, 2008:126).

## 2.2.6 Seng (Zn)

### a. Pendahuluan

Seng (Zn) adalah komponen alam yang terdapat di kerak bumi. Zn adalah logam yang memiliki karakteristik cukup reaktif, berwarna putih-kebiruan, pudar bila terkena uap udara, dan terbakar bila terkena udara dengan api hijau terang. Zn dapat bereaksi dengan asam, basa, dan senyawa nonlogam. Zn memiliki nomor atom 30 dan memiliki titik lebur  $419,73^{\circ}\text{C}$ . Seng (Zn) di alam tidak berada dalam keadaan bebas, tetapi dalam bentuk terikat dengan unsur lain berupa mineral. Zn terdapat dalam berbagai bentuk, antara lain debu, granula, lembaran, bubuk, batangan, serta bubuk teraktivasi dalam ukuran nano (Widowati, 2008:303-305).



Gambar 2.4 Seng

Sumber : Wikipedia, 2016

### b. Penggunaan dalam bidang industri

Seng (Zn) digunakan dalam berbagai jenis industri, seperti cat, produk karet, kosmetik, obat-obatan, pelapis lantai, plastic, *printing*, tinta, baterai, tekstil, peralatan elektrik, bahan kimia, solder, cat dan industri pertanian (Widowati, 2008:306-308).

### c. Tingkat pencemaran

Seng (Zn) merupakan komponen alami yang terdapat di kerak bumi dan merupakan bagian tak terpisahkan dari lingkungan. Zn terdapat di batuan, tanah, udara, air, dan biosfer. Pewarnaan dan pembilasan tekstil menghasilkan air limbah yang berwarna dengan COD tinggi dan bahan-bahan lain dari zat warna yang dipakai, seperti fenol dan logam. Jenis limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil adalah logam berat, terutama As, Cd, Cr, Pb, Cu, Zn, hidrokarbon terhalogenasi, zat warna, dan pelarut organik (Widowati, 2008:308).

d. Kadar batas aman

Kadar batas aman seng dalam ikan dan hasil olahannya berdasarkan SK BPOM 03725 yaitu sebesar 100,0 mg/kg.

e. Efek toksik

Logam Zn sebenarnya tidak toksik, tetapi dalam keadaan sebagai ion, Zn bebas memiliki toksisitas tinggi. Zn tidak diakumulasi sesuai bertambahnya waktu paparan karena Zn dalam tubuh akan diatur oleh mekanisme homeostatic, sedangkan kelebihan Zn akan diabsorpsi dan disimpan di dalam hati. Ion Zn bebas dalam larutan bersifat sangat toksik bagi tanaman, hewan, invertebrate, dan ikan. Toksisitas akut Zn terjadi sebagai akibat dari tindakan mengonsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi Zn dari wadah atau panic yang dilapisi Zn. Gejala toksisitas akut bisa berupa sakit lambung, diare, mual, dan muntah (Widowati, 2008:314-316).

f. Pencegahan dan penanggulangan

Reverse osmosis adalah proses pemisahan logam berat oleh membran semipermeabel dengan menggunakan perbedaan tekanan luar dengan tekanan osmotik dari limbah, kerugian sistem ini adalah biaya yang mahal sehingga sulit terjangkau oleh industri di Indonesia. Istilah bioabsorpsi tidak dapat dilepaskan dari istilah bioremoval karena bioabsorpsi merupakan bagian dari bioremoval. Bioremoval dapat diartikan sebagai terkonsentrasi dan terakumulasinya bahan penyebab polusi atau polutan dalam suatu perairan oleh material biologi, yang mana material biologi tersebut dapat me-recovery polutan sehingga dapat dibuang dan ramah terhadap lingkungan. Sedangkan berdasarkan kemampuannya untuk membentuk ikatan antara logam berat dengan mikroorganisme maka bioabsorpsi merupakan kemampuan material biologi untuk mengakumulasikan logam berat melalui media metabolisme atau jalur psiko-kimia. Proses bioabsorpsi ini dapat terjadi karena adanya material biologi yang disebut biosorben dan adanya larutan yang mengandung logam berat (dengan afinitas yang tinggi) sehingga mudah terikat pada absorben.

Gugus amina dan hidroksil yang dimiliki kitosa memiliki kemampuan menyerap logam berat yang terdapat dalam limbah cair industri. Jenis limbah

yang dihasilkan dalam industri yang dapat diabsorpsi adalah arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), timbal (Pb), tembaga (Cu), dan seng (Zn) dengan metode penukar ion. Tanaman sebagai hiperakumulator seng (Zn) adalah *Thlaspi caerulescens*. Daunnya mampu mengakumulasi Zn sebesar 39.600 ppm. Pohon bakau mampu mengakumulasi tembaga (Cu), besi (Fe), dan seng (Zn). Kemampuan vegetasi mangrove dalam mengakumulasi logam berat bisa dijadikan alternatif perlindungan (Widowati, 2008:325-326).

### 2.3 Logam dan Kehidupan Air

Logam dan mineral lainnya hampir selalu ditemukan dalam air tawar dan air laut, walaupun jumlahnya sangat terbatas. Dalam kondisi normal, beberapa macam logam baik logam ringan maupun logam berat jumlahnya sangat sedikit dalam air. Beberapa logam bersifat esensial dan sangat dibutuhkan dalam proses kehidupan.

#### 2.3.1 Kandungan Logam dalam Air

Beberapa macam logam biasanya dominan daripada logam lainnya. Dalam air, hal ini sangat tergantung pada asal sumber air (air tanah dan air sungai). Di samping itu, jenis air juga mempengaruhi kandungan logam di dalamnya (air tawar, air payau, dan air laut).

##### a. Bentuk Kimia

Logam di dalam air, baik logam ringan maupun logam berat, jarang sekali berbentuk atom tersendiri, tetapi biasanya terikat oleh senyawa lain sehingga berbentuk molekul. Ikatan itu dapat berupa garam organik, seperti senyawa metil, etil, fenil maupun garam anorganik berupa oksida, klorida, sulfida, karbonat, hidroksida, dan sebagainya. Bentuk ion dari garam tersebut biasanya banyak ditemukan dalam air kemudian bersenyawa atau diserap dan tertimbun dalam tanaman dan hewan air. Logam kemudian bersenyawa dengan bahan kimia jaringan dan membentuk senyawa organik. Logam ringan atau elemen makro tertentu, yang biasanya esensial dan bersenyawa dengan protein jaringan makhluk hidup, berguna untuk proses pertumbuhan. Sedangkan logam berat yang nonesensial juga dapat bersenyawa dengan protein jaringan dan tertimbun serta

berikatan dengan protein, sehingga senyawanya disebut *metalotionein* yang dapat menyebabkan toksik (Darmono, 1995:22).

b. Batas Toleransi

Kebanyakan air secara normal sedikit mengandung logam, walaupun kandungan logam tersebut secara alamiah akan menjadi lebih tinggi dalam air sungai terutama dekat muara, sebagai akibat erosi daratan. Organisme air akan menyesuaikan kondisi dalam lingkungan tersebut. Mekanisme dari penyesuaian organisme air terhadap keadaan air di sekitarnya yang kadang-kadang berfluktuasi, digunakan untuk melindungi diri dari pengaruh buruk dalam kondisi polusi. Ditinjau dari sudut kesehatan masyarakat, mekanisme proteksi tersebut dapat digunakan untuk mendeteksi derajat kontaminasi logam pada ikan dan kerang yang dapat menyebabkan keracunan pada manusia (Darmono, 1995:23).

2.3.2 Absorpsi Logam oleh Organisme Air

Dinamika logam dalam air baik jenis air, maupun makhluk yang hidup di air tersebut telah banyak diteliti, terutama dalam memonitor pencemaran logam berat pada lingkungan perairan. Dalam memonitor pencemaran logam, analisis biota air sangat penting artinya daripada analisis air itu sendiri. Hal ini disebabkan kandungan logam dalam air yang dapat berubah-ubah dan sangat tergantung pada lingkungan dan iklim. Pada musim hujan, kandungan logam akan lebih kecil karena proses pelarutan, sedangkan pada musim kemarau kandungan logam akan lebih tinggi karena logam menjadi terkonsentrasi. Kandungan dalam biota air biasanya akan selalu bertambah dari waktu ke waktu karena sifat logam yang bioakumulatif, sehingga biota air sangat baik digunakan sebagai indikator pencemaran logam dalam lingkungan perairan (Darmono, 1995:24).

a. Absorpsi Logam dari Air

Absorpsi ion-ion logam dari air oleh organisme air, seperti ikan dan udang biasanya melalui insang. Lapisan sel (membrane) pada biota air biasanya berlapis dua dan berbentuk lipida (*lipid bilayer*), yang pada permukaannya mengandung beberapa lapisan yang mengikat ion-ion yang akan diserap. Ion logam masuk ke dalam sel dengan cara penetrasi ke dalam lapisan lipida, tetapi dalam penetrasi tersebut ada barrier yang menghambat yaitu berupa energy. Penetrasi pasangan

ion logam melewati lapisan sel biasanya tidak secara terus-menerus, tetapi kadang-kadang berhenti (intermiten) dan sangat dipengaruhi oleh keseimbangan elektrolit dalam air (Darmono, 1995:25).

Absorpsi logam, selain masuk melalui insang dapat juga masuk melalui kulit (kutikula) dan lapisan mukosa. Logam menempel pada permukaan sel, cairan tubuh dan jaringan internal. Hubungan antara jumlah absorpsi logam dan kandungan logam dalam air biasanya secara proporsional, dimana kenaikan kandungan logam dalam jaringan sesuai dengan kenaikan kandungan logam dalam air. Pada logam-logam esensial kandungannya dalam jaringan biasanya mengalami regulasi (diatur, pada batas-batas konsentrasi tertentu kandungan logam konstan), tetapi pada logam-logam nonesensial kandungan logam tersebut dalam jaringan naik terus sesuai dengan kenaikan konsentrasi logam dalam air lingkungannya (nonregulasi). Beberapa faktor yang mempengaruhi laju absorpsi logam dari dalam air, yaitu kadar garam (air laut), alkalinitas (air tawar), hadirnya senyawa kimia lainnya, temperature, pH, besar atau kecilnya organisme, dan kondisi kelaparan dari organisme (Darmono, 1995:27).

b. Absorpsi Logam dari Pakan

Dalam beberapa kasus penelitian, absorpsi logam oleh hewan air berasal dari pakan yang dimakan, hal ini terutama pada hewan-hewan yang berukuran besar. Absorpsi logam dari pakan ini sangat tergantung pada bentuk kimia logam, biasanya ikatan logam dalam pakan sangat stabil dan tidak dapat dipecah oleh enzim pencernaan. Ion logam yang telah terikat dalam jaringan tanaman air atau plankton yang dimakan oleh ikan, biasanya logam tersebut tidak diabsorpsi oleh jaringan ikan dan mungkin diekskresikan lewat saluran pencernaan.

c. Ekskresi dan Regulasi Logam

Walaupun laju pertambahan kandungan logam erat hubungannya dengan konsentrasi logam dalam air, hal ini tidak menjamin bahwa konsentrasi logam dalam jaringan hewan mencerminkan kandungan logam dalam air. Beberapa spesies organisme mampu mengeluarkan logam dalam jumlah yang relative besar dari tubuhnya (regulasi). Regulasi yaitu logam yang diregulasi oleh organisme air ialah logam yang pada konsentrasi tertentu dalam air tidak diakumulasi terus-

menerus oleh organisme tersebut dan dikeluarkan dari tubuh mereka (ekskresi) sehingga kandungannya dalam jaringan tetap, biasanya terhadap logam esensial. Logam yang tidak diregulasi oleh organisme air ialah logam yang terus-menerus terakumulasi oleh jaringan organisme tersebut, sehingga kandungannya dalam jaringan naik terus sesuai dengan kenaikan konsentrasi logam dalam air, dan logam ini hanya diekresi sedikit sekali, biasanya terhadap logam nonesensial (Darmono, 1995:29).

### 2.3.3 Distribusi dan Akumulasi Logam dalam Jaringan

Logam baik esensial maupun nonesensial yang diserap ke dalam tubuh hewan air akan didistribusikan ke dalam jaringan dan ditimbun dalam jaringan tertentu. Dalam keadaan normal, jumlah logam seng (Zn) yang diperlukan untuk proses enzimatik biasanya sangat sedikit. Dalam keadaan lingkungan yang tercemar keperluan logam esensial ini (Fe, Cu, Zn, Co, Mn, Mo, Se, dan Ni) akan menjadi berlebihan walaupun semua logam tersebut bersifat menghambat sistem enzim (*enzim inhibitor*). Mekanisme proteksi sementara terhadap toksisitas logam tersebut mungkin disebabkan tersedianya kapasitas pengikat logam yang lebih banyak pada organisme tertentu seperti protein, polisakarida, dan asam amino. Distribusi dan akumulasi logam tersebut sangat berbeda-beda untuk setiap organisme air. Hal tersebut tergantung pada spesies, konsentrasi logam dalam air, pH, fase pertumbuhan dan kemampuan untuk berpindah tempat (Darmono, 1995:32).

## 2.4 Ikan Gabus

### 2.4.1 Klasifikasi



Gambar 2.5 Ikan Gabus

Sumber : Wikipedia, 2016

Kingdom : *Animalia*

Kelas : *Chordata*

Filum : *Actinopterygii*

Ordo : *Perciformes*

Family : *Chanidae*

Genus : *Channa*

Spesies : *Channa striata*

#### 2.4.2 Kebiasaan Hidup

Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan anggota *family Channidae*, yang dapat hidup pada daerah perairan tawar atau sungai, perairan payau, serta rawa-rawa. Ikan gabus termasuk ke dalam kelompok ikan karnivora yang buas dan agresif (Chaoesare, 1981 dalam Fithri, 2015). Ikan gabus juga disebut sebagai ikan predator air tawar. Di alam, ikan gabus tidak hanya memangsa benih ikan tetapi juga ikan dewasa dan serangga air lainnya termasuk katak. Ikan gabus dikenal dengan banyak nama. Ada yang menyebutnya sebagai aruan, haruan (Melayu dan Banjar); kocolan (Betawi); bayong, bogo, licingan, kutuk (Jawa); dan lain-lain. Nama ilmiahnya adalah *Channa striata* (Bloch, 1973) dan ada yang menyebutnya *Ophiochepalus striatus*.

Ikan gabus (*Channa striata*) sanggup hidup dalam air kotor, bahkan dengan hanya terbenam dalam lumpur. Larva dan anak ikan muda makan ganggang dan protozoa, gabus muda makan crustacea kecil, sedangkan yang dewasa bersifat karnivora yang memakan ikan berukuran lebih kecil.

#### 2.4.3 Morfologi

Ikan gabus (*Channa striata*) memiliki tubuh berbentuk bulat gilig memanjang, seperti peluru kendali atau torpedo. Ikan gabus memiliki kepala berukuran besar dan agak gepeng mirip kepala ular (sehingga dinamai *snakehead*). Mulut besar, dengan gigi-gigi besar dan tajam. Terdapat sisik-sisik besar di atas kepala. Sirip punggung memanjang dan sirip ekor membulat di ujungnya. Warna tubuh kehijauan, kecoklatan, sampai hampir hitam di bagian punggung; putih, krem, atau coklat muda di bagian perut. Ikan ini dapat mencapai panjang lebih dari 90 cm.

## 2.5 Biomonitoring

Secara umum istilah Biomonitoring dipakai sebagai alat atau cara yang penting dan merupakan metode baru untuk menilai suatu dampak pencemaran lingkungan. Istilah yang lebih spesifik adalah pemantauan biologis (*Biological Monitoring*). Di dalam praktik penggunaan monitoring biologi adalah untuk memonitor populasi yang terpapar oleh bahan polusi di tempat kerja maupun di lingkungan. Kegiatan monitoring dapat digunakan untuk mengevaluasi resiko kesehatan yang berhubungan dengan bahan polutan. Tujuan dari kegiatan pemantauan biologi adalah sama dengan pemantauan *ambien* yaitu mencegah terjadinya paparan bahan kimia yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan baik secara akut maupun kronis (Mukono, 2010 : 94).

### 2.5.1 Macam Pemantauan Biologis (Biomonitoring)

Dikenal ada 3 jenis monitoring :

a. *Monitoring* ambien untuk menilai resiko kesehatan

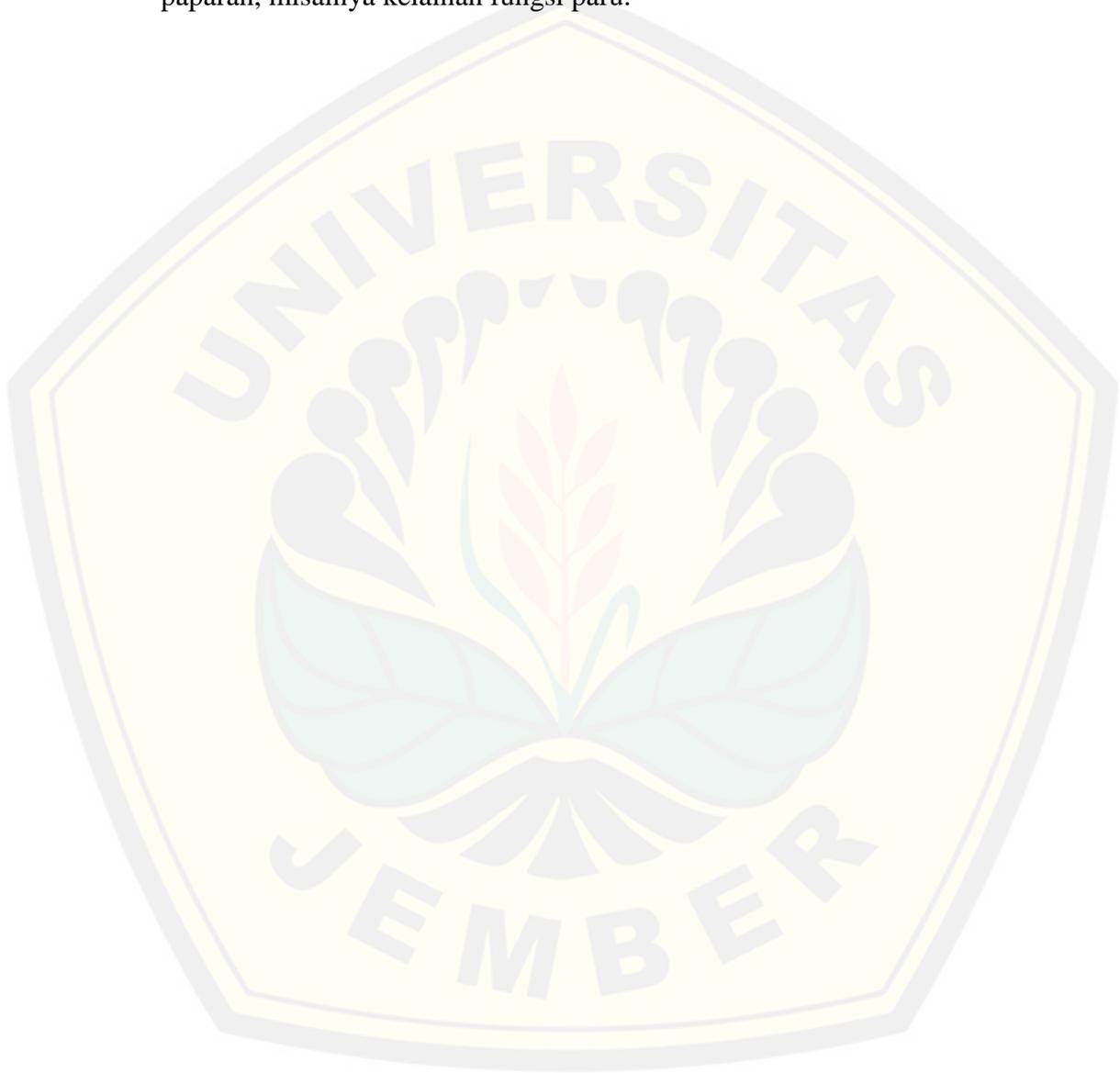
*Monitoring* ambien tersebut digunakan untuk memonitor paparan eksternal dari bahan kimia untuk mengetahui berapa kadar bahan kimia di dalam air, makanan, dan udara. Risiko kesehatan dapat diperkirakan (diprediksi) berdasarkan batas paparan lingkungan, misalnya *Threshold Limit Value* (TLV) dan *Time Weighted Average* (TWA) dari suatu paparan.

b. *Biomonitoring* paparan

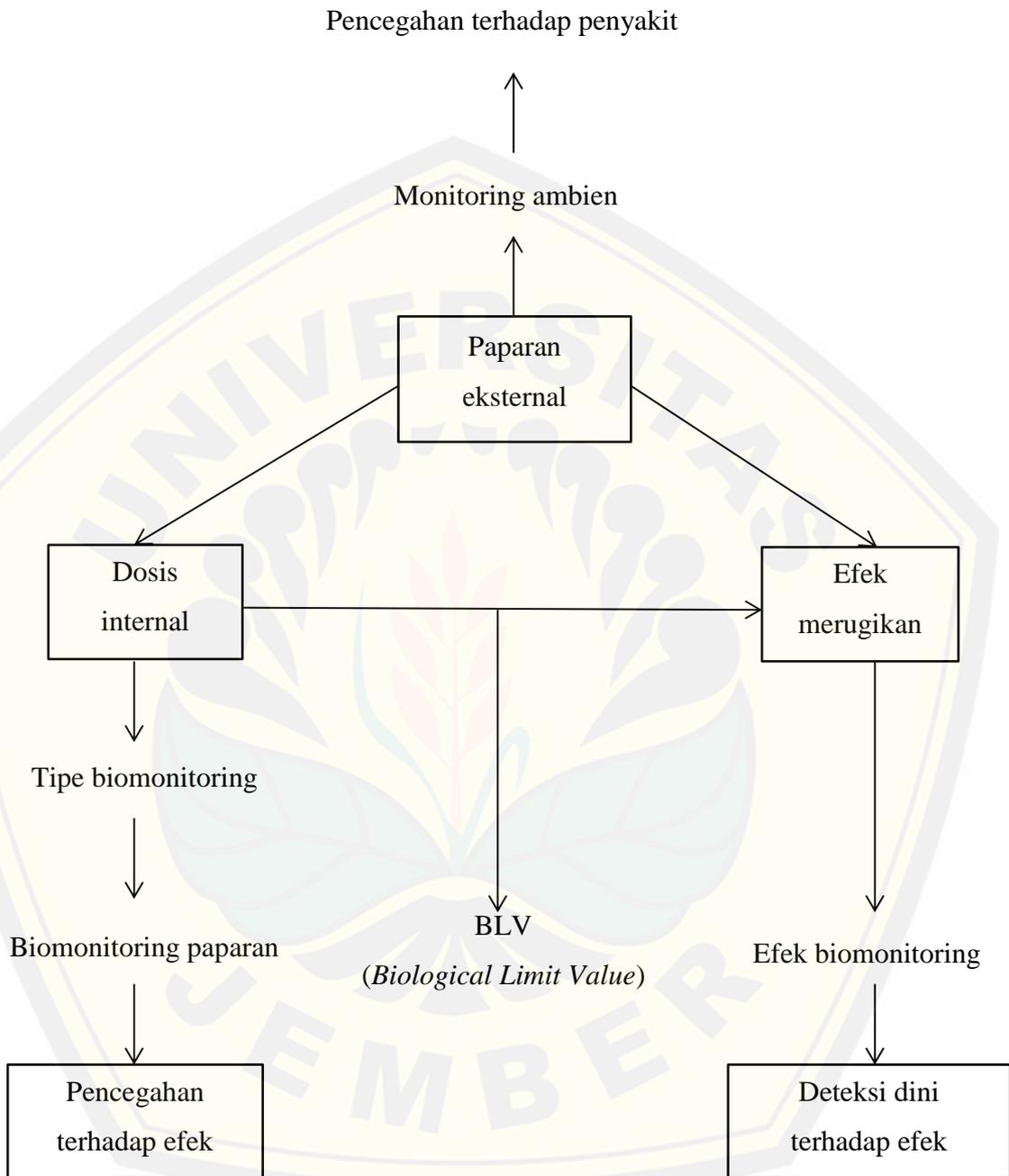
Definisi *biomonitoring* suatu paparan adalah pemantauan suatu bahan yang mengadakan penetrasi ke dalam tubuh dengan efek sistemik yang membahayakan. *Biomonitoring* suatu paparan dapat dipakai untuk mengevaluasi resiko kesehatan. *Biomonitoring* tersebut dilaksanakan dengan memonitor dosis internal dari bahan kimia sebagai contoh adalah jumlah dosis efektif yang diserap oleh organisme. Risiko terhadap kesehatan diprediksi dengan membandingkan nilai observasi dari parameter biologi dengan *Biological Limit Value* (BLV) atau *Biological Exposure Index* (BEI).

c. Efek *biomonitoring* dalam *health surveillance*

Tujuan efek *biomonitoring* adalah memprediksi dosis internal untuk menilai hubungan dengan risiko kesehatan, mengevaluasi status kesehatan dari individu yang terpapar, dan mengidentifikasi tanda efek negatif akibat suatu paparan, misalnya kelainan fungsi paru.



2.5.2 Hubungan Biomonitoring Biologi dan Paparan



Gambar 2.6 Monitoring Pada Perlindungan Kesehatan Kerja dan Kesehatan Lingkungan

Sumber : *Biological marker in Epid. Research.* (Hulka, B & Wilcosky T, 1998)

### 2.5.3 Biomonitoring Logam

*Biomonitoring* logam dapat dilakukan dengan pemeriksaan suatu media untuk menentukan bahan logam. Media yang dipakai antara lain, darah/urin, jaringan tubuh, ikan, binatang invertebrate, dan tanaman perairan maupun daratan.

Logam berat di perairan yang ditemukan pada ikan, antara lain :

- a. Kromium (Cr)
- b. Tembaga (Cu)
- c. Timbal (Pb)
- d. Zinc (Zn)

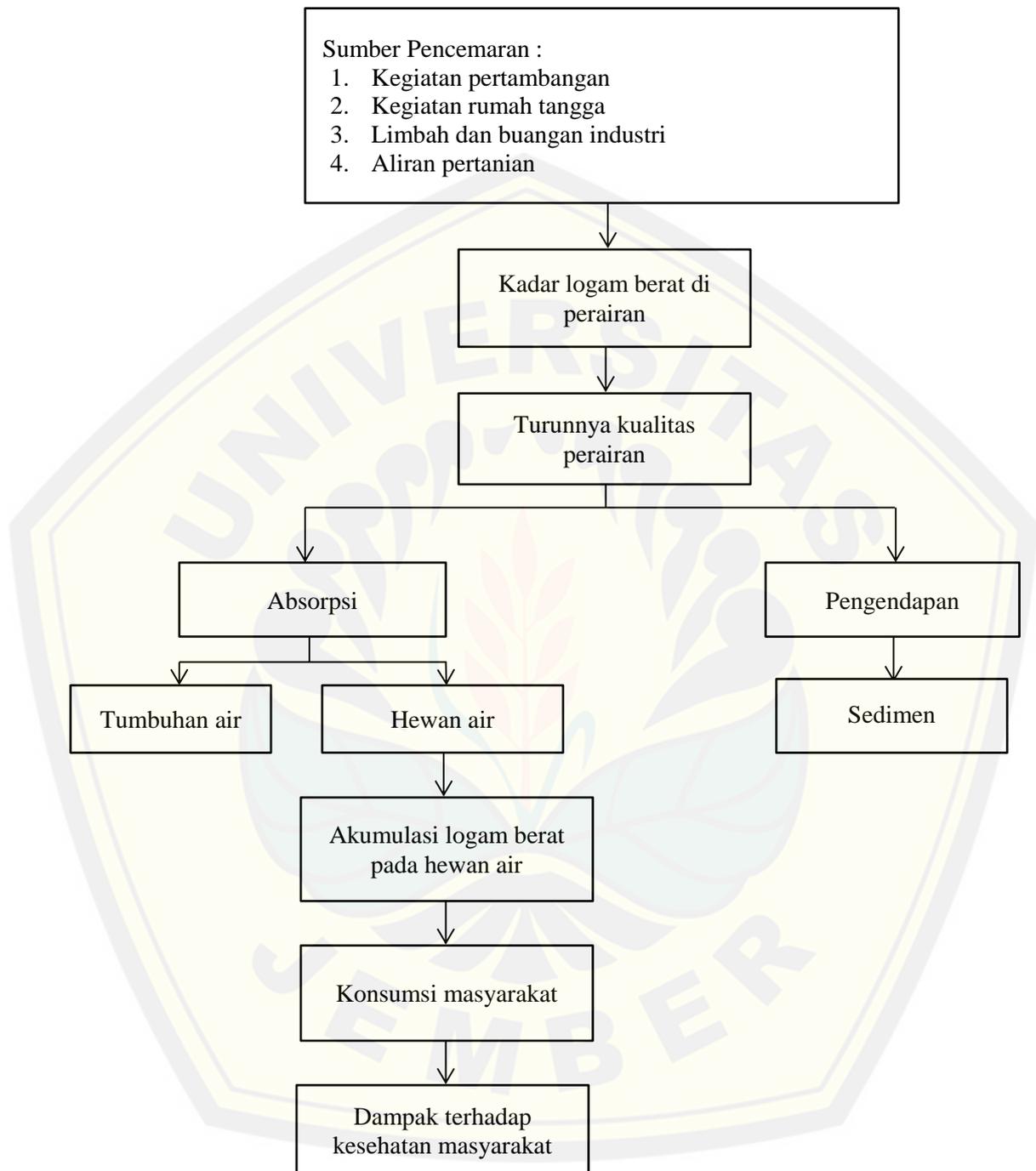
Logam tersebut akan meningkat kadarnya, apabila ada peningkatan *Biochemical Oxygen Demand*(BOD) di perairan.

Vegetasi perairan seperti fitoplankton dapat dipakai sebagai bioindikator antara lain untuk logam berat Hg, Cu, Cd, dan Zn. Efek logam berat terhadap komunitas mikrobiologi dari ekosistem perairan, antara lain berkurangnya jumlah populasi bakteri dan meningkatnya toleransi terhadap tembaga.

## 2.6 Bio Indikator

Ikan sebagai salah satu biota air dapat dijadikan sebagai salah satu indikator tingkat pencemaran yang terjadi di dalam perairan. Jika di dalam tubuh ikan telah terkandung kadar logam berat yang tinggi dan melebihi batas normal yang telah ditentukan dapat sebagai indikator terjadinya suatu pencemaran dalam lingkungan. Kandungan logam berat dalam ikan erat kaitannya dengan pembuangan limbah industri di sekitar tempat hidup ikan tersebut, seperti sungai, danau, dan laut. Banyaknya logam berat yang terserap dan terdistribusi pada ikan bergantung pada bentuk senyawa dan konsentrasi polutan, aktivitas mikroorganisme, tekstur sedimen, serta jenis dan unsur ikan yang hidup di lingkungan tersebut. Logam berat di perairan yang ditemukan pada ikan, antara lain yaitu kromium (Cr), tembaga (Cu), timbal (Pb), dan zinc (Zn). Logam tersebut akan meningkat kadarnya, apabila ada peningkatan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) di perairan (Mukono, 2010:102-103).

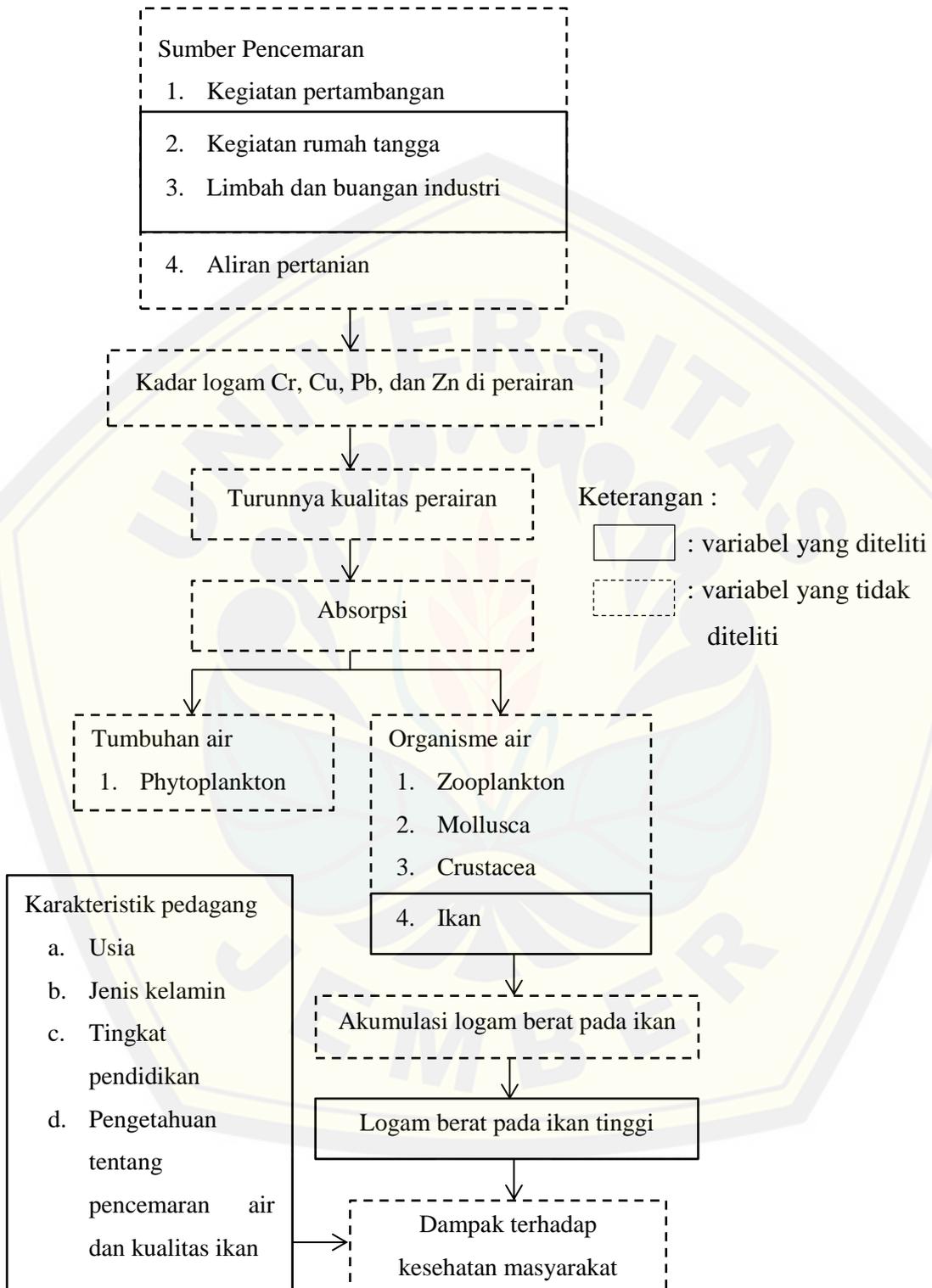
## 2.7 Kerangka Teori



Gambar 2.7 Kerangka Teori

Sumber : Modifikasi Wittmann (1979) dalam Connell dan Miller (2006:345-348), Wardhana (2004:107), dan Pallar (1994:31-38)

### 2.8 Kerangka Konsep



Gambar 2.8 Kerangka Konsep

Sumber pencemaran air dapat berasal dari limbah domestik dan limbah industri. Limbah industri juga dapat dibedakan menjadi industri skala besar dan industri skala kecil (*home industry*). Pembuangan limbah ke badan sungai dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran air sungai. Pencemaran air sungai dapat dikategorikan ke dalam pencemaran fisik, kimia, dan biologi. Pencemaran kimia berupa pencemaran logam berat yang terjadi di badan perairan. Akibat dari pencemaran air sungai dapat menyebabkan penurunan kualitas air sungai tersebut. Hal ini dapat diketahui melalui indikator pencemaran biologi, salah satunya yaitu ikan. Ikan sebagai bioindikator terjadinya pencemaran di sungai dapat menggambarkan kualitas sungai tersebut. Pencemaran yang terjadi di sungai juga dapat berpengaruh pada kualitas ikan hasil tangkapan. Akibatnya jika dikonsumsi maka akan berdampak pada kesehatan masyarakat. Selain itu, pedagang yang menjual ikan hasil tangkapan juga berpengaruh terhadap masalah yang ditimbulkan. Hal ini terkait adanya pengaruh tingkat pengetahuan pedagang tentang pencemaran air dan kualitas ikan terhadap hasil tangkapan. Apabila tingkat pengetahuan yang dimiliki baik maka ikan yang ada di badan air tidak akan ditangkap bahkan dijual karena ikan merupakan bioindikator pencemaran. Namun jika tingkat pengetahuan yang dimiliki rendah maka yang terjadi yaitu sebaliknya.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif. Metode penelitian deskriptif adalah suatu metode penelitian yang dilakukan dengan tujuan utama untuk membuat gambaran atau deskripsi tentang suatu keadaan secara objektif. Metode penelitian deskriptif digunakan untuk memecahkan atau menjawab permasalahan yang sedang dihadapi pada situasi sekarang. Penelitian ini dilakukan dengan menempuh langkah-langkah pengumpulan data, klasifikasi, pengolahan atau analisis data, membuat kesimpulan, dan laporan (Notoatmodjo, 2002:138).

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian terbagi menjadi tempat pengambilan sampel dan tempat pengujian. Tempat untuk pengambilan sampel ikan gabus (*Channa striata*) dilakukan di sepanjang jembatan sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya. Untuk tempat pengujian sampel ikan gabus (*Channa striata*) dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Surabaya. Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan jenis ikan yang hidup di air tawar dan sungai. Ikan tersebut juga dapat digunakan sebagai indikator pencemaran yang terjadi di perairan tersebut. Hal ini dikarenakan populasinya yang tinggi dan mudah ditemukan di Kali Gunungsari Surabaya serta kebiasaan masyarakat yang mengambil ikan tersebut sebagai hasil tangkapan.

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Juli 2016 sampai bulan Maret 2017. Kegiatan penelitian ini meliputi persiapan, studi pendahuluan, penyusunan proposal penelitian, pelaksanaan penelitian, analisis data dan penyusunan laporan penelitian.

### 3.3 Penentuan Populasi dan Sampel

#### 3.3.1 Populasi Penelitian

Keseluruhan objek penelitian atau objek yang diteliti disebut populasi (Notoadmodjo, 2002:79). Populasi adalah generalisasi yang terdiri dari objek atau subjek yang memiliki kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh penulis untuk mempelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2008:80). Populasi dalam penelitian ini adalah semua ikan gabus (*Channa striata*) yang dijual oleh pedagang di sepanjang jembatan Sungai Gunungsari Surabaya. Terdapat total 6 orang pedagang yang berjualan di sepanjang jembatan sungai Gunungsari Surabaya (Gambar 3.2). Pedagang tersebut menjual ikan yang berasal dari DAS Brantas dan biasanya pedagang menjual hasil tangkapan pada pukul 18.00 WIB s/d 21.30 WIB.



Ket :

 : lokasi penelitian

Gambar 3.1 Peta Lokasi

Sumber : Google maps, 2016

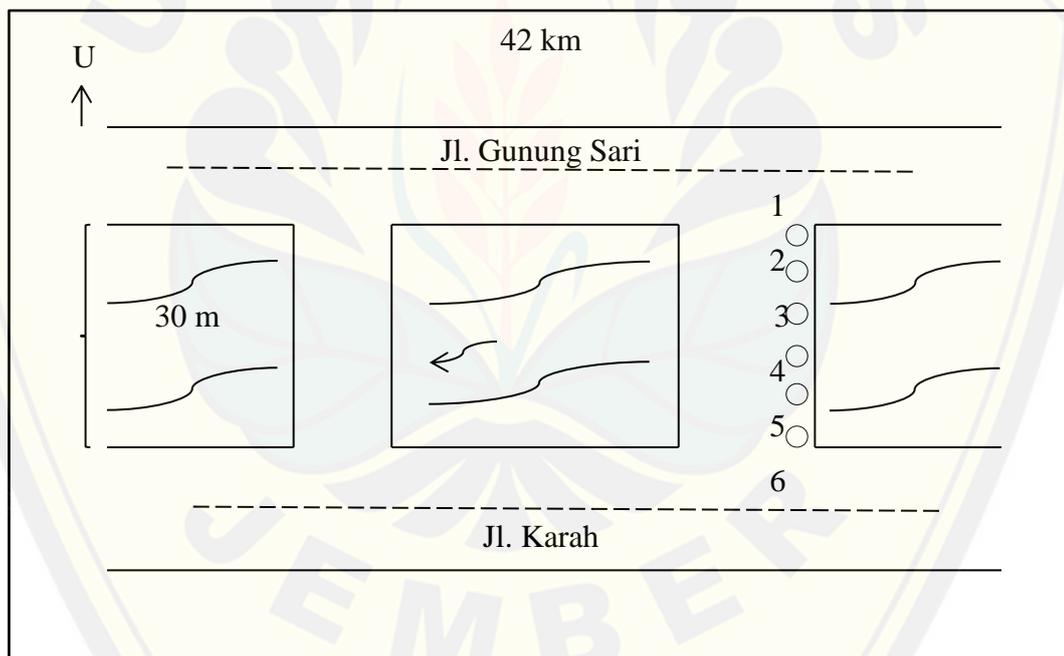
#### 3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian adalah objek yang diteliti dan dianggap mewakili seluruh populasi (Notoadmodjo, 2010:115). Sampel dalam penelitian ini adalah

ikan gabus yang dijual oleh setiap pedagang di sepanjang jembatan Sungai Gunungsari Surabaya. Sampel ikan gabus segar sebanyak 6 sampel yang diambil di tiap tiap pedagang masing-masing  $\pm 600$  gram.

### 3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel menggunakan *accidental sampling* yaitu teknik pengambilan sampel yang dilakukan dengan mengambil kasus atau responden yang kebetulan ada atau tersedia (Notoadmodjo, 2002:89). Dilakukan wawancara dengan pedagang ikan untuk mendukung data. Wawancara dilakukan kepada 6 orang penjual ikan terkait dengan pengetahuan dan kualitas ikan yang hidup pada air yang tercemar di Sungai Gunungsari Surabaya. Pengambilan sampel ikan dilakukan pada tanggal 20 Oktober 2016 sampai tanggal 22 Oktober 2016 mulai pukul 16.30 WIB sampai dengan pukul 19.00 WIB.



Ket :

- : penjual 1-6
- : jalan raya
- : jembatan
- : sungai

Gambar 3.2 Pengambilan Sampel

### 3.4 Variabel dan Definisi Operasional

#### 3.4.1 Variabel Penelitian

Variabel adalah sesuatu yang digunakan sebagai sifat, ciri atau ukuran yang didapatkan oleh suatu penelitian tentang suatu konsep penelitian tertentu (Notoatmodjo, 2012:105). Variabel dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2012:112). Berdasarkan dari pengertian di atas, variabel dalam penelitian ini adalah :

##### a. Variabel terikat (*dependent*)

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas (Sugiyono, 2012:112). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kandungan logam berat (Cr, Cu, Pb, dan Zn) pada daging ikan gabus (*Channa striata*) di Sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya.

##### b. Variabel bebas (*independent*)

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi timbulnya variabel terikat (Sugiyono, 2012:111). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah sumber pencemaran dan tingkat pengetahuan pedagang terkait dengan pencemaran logam berat (Cr, Cu, Pb, dan Zn) pada ikan dari Sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya.

#### 3.4.2 Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional Penelitian

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data
1.	Sumber Cemar	Kegiatan industri dan rumah tangga yang dapat mempengaruhi kualitas perairan dan dapat menimbulkan terjadinya pencemaran di badan perairan dan yang diamati ±1Km		Data sekunder Observasi
2.	Karakteristik Responden			
	a. Umur	Lama hidup	1) Dewasa dini :	Wawancara

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data
		responden sejak lahir sampai penelitian dilakukan dalam satuan tahun	18 - <40 tahun 2) Usia pertengahan : 40 - <60 tahun 3) Usia lanjut : ≥60 tahun (Hurlock, 1993)	
	b. Jenis Kelamin	Kelas atau kelompok yang membedakan antara perempuan dan laki-laki	1) Laki-laki 2) Perempuan	Wawancara
	c. Tingkat Pendidikan	Batas pendidikan yang telah ditempuh oleh responden selama hidupnya	1) Tidak sekolah 2) SD/MI 3) SMP/MTs 4) SMA/MA	Wawancara
3.	Tingkat Pengetahuan	Kemampuan responden dalam mengetahui dan memahami tentang pencemaran logam berat	Diukur dengan 9 pertanyaan. Skor tiap pertanyaan : 1) Benar : 1 2) Salah : 0  Sehingga didapatkan skor penelitian dan klasifikasinya untuk 9 pertanyaan tersebut sebagai berikut : Nilai maksimal : 9 Nilai minimal : 0  Dikelompokkan menjadi 3 kategori, yaitu tinggi, sedang dan rendah 1) Nilai 7-9 = tingkat pengetahuan tinggi 2) Nilai 4-6 = tingkat pengetahuan	Wawancara

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data
			sedang 3) Nilai 0-3 = tingkat pengetahuan rendah (Sudjana, 2005)	
4.	Kadar Logam pada Ikan			
	a. Kandungan Cr dalam tubuh ikan gabus	Jumlah kandungan logam berat Cr dalam tubuh ikan gabus dalam satuan mg/kg.		Uji Laboratorium
	b. Kandungan Cu dalam tubuh ikan gabus	Jumlah kandungan klogam berat Cu dalam tubuh ikan gabus dalam satuan mg/kg.		Uji Laboratorium
	c. Kandungan Pb dalam tubuh ikan gabus	Jumlah kandungan klogam berat Pb dalam tubuh ikan gabus dalam satuan mg/kg.		Uji Laboratorium
	d. Kandungan Zn dalam tubuh ikan gabus	Jumlah kandungan klogam berat Zn dalam tubuh ikan gabus dalam satuan mg/kg.		Uji Laboratorium

### 3.5 Prosedur Penelitian

Berdasarkan SNI 2354.5:2011 tentang Penentuan Kadar Logam Berat pada Perikanan terdapat beberapa langkah uji, yaitu :

- a. Peralatan
  - 1) Alumunium foil
  - 2) Gelas beaker 25 ml, 100 ml, 250 ml
  - 3) *Blender/hormogenizer*
  - 4) Cawan porselen bertutup
  - 5) Corong plastik
  - 6) Desikator

- 7) Gelas ukur 25 ml dan 50 ml
- 8) *Hot plate*
- 9) Labu takar 50 ml, 100 ml, 1000 ml
- 10) *Microwave*
- 11) Oven
- 12) Pipet tetes
- 13) Pipet volumetric 10 ml, 5 ml, 1 ml
- 14) Pisau
- 15) *Refrigerator* atau *freezer*
- 16) Sendok plastic
- 17) Seperangkat alat Spectrofotometri Serapan Atom (*Atomic absorption Spectrophotometer*) dengan *Graphite furnace*
- 18) Timbangan analitik dengan ketelitian  $\pm 0,0001$  g
- 19) Tungku pengabuan (*furnace*)
- 20) Wadah *polystyrene*

**Catatan 1** semua peralatan gelas yang digunakan harus terlebih dahulu direndam dalam  $\text{HNO}_3$  air deionisasi (1:9) kemudian dibilas dengan air deionisasi.

b. Preaksi

- 1) HCL 37%
- 2) HCL 6M; encerkan 500 ml HCL 37% dengan air deionisasi dan tepatan hingga 1000 ml
- 3)  $\text{HNO}_3$  65%
- 4)  $\text{HNO}_3$  0,1 M; encerkan 7 ml  $\text{HNO}_3$  65% dengan air deionisasi dan tepatkan hingga 1000 ml
- 5)  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ; larutan  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  40 mg/ml (sebagai *matrik modifier*), timbang 2,42 g  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  larutkan dengan air deionisasi di dalam gelas beaker setelah larut dengan sempurna pindahkan ke dalam labu takar 50 ml dan tepatkan sampai garis batas
- 6) Larutan standar
  - a) Larutan standar primer 1000 mg/l

- b) Larutan standar sekunder pertama : 10 mg/l; pipet 1 ml larutan standar primer 1000 mg/l, masukkan ke dalam labu takar 100 ml dan encerkan dengan larutan HNO<sub>3</sub> 0,1 M
  - c) Larutan standar sekunder kedua : 1 mg/l; pipet 5 ml dari larutan sekunder pertama masukkan ke dalam labu takar 50 ml dan encerkan dengan larutan HNO<sub>3</sub> 0,1 M
  - d) Larutan sekunder ketiga : 100 mg/l; pipet 5 ml dari larutan standar kedua sekunder masukkan ke dalam labu takar 50 ml dan encerkan dengan larutan HNO<sub>3</sub> 0,1 M
- c. Preparasi contoh
- 1) Produk kering  
Lumatkan/haluskan contoh dengan blender/homogenizer hingga menjadi partikel kecil. Tempatkan contoh dalam wadah *polystyrene* yang bersih dan tertutup. Jika contoh tidak langsung dianalisis, simpan contoh dalam suhu ruang sampai saatnya untuk dianalisis.
  - 2) Produk basah  
Lumatkan/haluskan contoh dengan blender/homogenizer hingga homogen dan tempatkan contoh dalam wadah *polystyrene* yang bersih dan tertutup. Jika contoh tidak langsung dianalisis, simpan contoh dalam *refrigerator* atau *freezer* sampai saatnya untuk dianalisis. Pastikan contoh masih tetap homogen sebelum ditimbang. Jika terjadi pemisahan antara cairan dan contoh maka dilakukan blender ulang sebelum dilakukan analisis.
- d. Prosedur
- 1) Penggabungan kering (*dry ashing*)
    - a) Timbang produk basah sebanyak 5 g atau produk kering sebanyak 0,5 g dalam cawan porselen dan catat beratnya (W)
    - b) Buat control positif
    - c) Uapkan *spiked* di atas *hot plate* pada suhu 100°C sampai kering
    - d) Masukkan contoh dan *spiked* ke dalam tungku pengabuan dan tutup separuh permukaannya. Naikkan suhu tungku pengabuan secara

bertahap 100°C setiap 30 menit sampai mencapai 450°C dan pertahankan sampai 18 jam

- e) Keluarkan contoh dan *spiked* dari tungku pengabuan dan dinginkan pada suhu kamar. Setelah dingin tambahkan 1 ml HNO<sub>3</sub> 65%, goyangkan secara hati-hati sehingga semua abu terlarut dalam asam dan selanjutnya uapkan di atas *hot plate* pada suhu 100°C sampai kering
  - f) Setelah kering masukkan kembali contoh dan *spiked* ke dalam tungku pengabuan. Naikkan suhu secara bertahap 100°C setiap 30 menit sampai mencapai 450°C dan pertahankan selama 3 jam
  - g) Setelah abu terbentuk sempurna berwarna putih, dinginkan contoh dan *spiked* pada suhu ruang. Tambahkan 5 ml HCl 6 M ke dalam masing-masing contoh dan *spiked*, goyangkan secara hati-hati sehingga semua abu larut dalam asam. Uapkan di atas *hot plate* pada suhu 100°C sampai kering
  - h) Tambahkan 10 ml HNO<sub>3</sub> 0,1 M dan dinginkan dalam suhu ruang selama 1 jam, pindahkan larutan ke dalam labu takar *polypropylene* 50 ml dan tambahkan larutan *matrik modifier*, tepatkan sampai tanda batas dengan menggunakan HNO<sub>3</sub> 0,1 M
- 2) Destruksi basah menggunakan *microwave*
- a) Timbang contoh basah sebanyak 2 g atau contoh kering sebanyak 0,2 g-0,5 g ke dalam tabung sampel (*vessel*) kemudian catat beratnya (W)
  - b) Untuk control positif (*spiked* 0,1 mg/kg), tambahkan masing-masing 0,2 ml larutan standar sebanyak 1 ml ke dalam contoh kemudian di vortex
  - c) Tambahkan secara berurutan 5 ml-10 ml HNO<sub>3</sub> 65% dan 2 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
  - d) Lakukan destruksi dengan mengatur program *microwave* (sesuaikan dengan *microwave* yang digunakan)
  - e) Pindahkan hasil destruksi ke labu takar 50 ml dan tambahkan larutan *matrik modifier*, tepatkan sampai tanda batas dengan air deionisasi

e. Keamanan dan keselamatan kerja

Untuk menjaga keamanan dan keselamatan kerja selama melakukan analisa maka perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- 1) Cuci tangan sebelum dan sesudah melakukan analisa
- 2) Gunakan jas laboratorium dan masker selama bekerja
- 3) Pastikan blower lemari asam dan blower AAS berfungsi dengan baik
- 4) Pastikan aliran gas ditutup kembali setelah melakukan analisa
- 5) Pastikan setiap analis mengkonsumsi makanan/minuman yang mampu mendetoksifikasi dan dapat meningkatkan daya tahan tubuh

### 3.6 Data dan Sumber Data

Data adalah kumpulan fakta atau informasi yang dapat berbentuk angka atau deskripsi yang berasal dari sumber data. Sumber data ialah uraian asal diperolehnya data penelitian. Sumber data berasal dari organisasi, masyarakat, sistem, dan lain-lain. Data terbagi menjadi dua macam, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian, baik benda maupun orang. Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari dokumen atau sumber informasi lainnya (Universitas Jember, 2015:20).

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini didapatkan melalui hasil uji laboratorium terhadap kandungan logam berat pada ikan dan hasil observasi serta wawancara yang dilakukan kepada informan. Data sekunder dalam penelitian ini bersumber dari buku, jurnal, hasil penelitian sebelumnya serta Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur.

### 3.7 Teknik dan Alat Perolehan Data

a. Observasi

Pengamatan (observasi) adalah suatu prosedur yang berencana, yang antara lain meliputi melihat dan mencatat jumlah dan taraf aktivitas tertentu yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti (Notoadmodjo, 2002:93). Dalam

penelitian ini, observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan di lokasi penelitian dan mencatat semua hasil pengamatan.

b. Wawancara

Wawancara adalah suatu metode yang dipergunakan untuk mengumpulkan data, dimana peneliti mendapatkan keterangan atau pendirian secara lisan dari seseorang sasaran penelitian (responden), atau bercakap-cakap berhadapan muka dengan orang tersebut (Notoadmodjo, 2002:102). Dalam penelitian ini, wawancara dilakukan dengan pedagang dan pembeli yang ada di lokasi penelitian.

c. Uji Laboratorium

Uji laboratorium adalah pengukuran yang dilakukan di laboratorium melalui metode dan tahapan khusus.

### 3.8 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

#### 3.8.1 Teknik Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengumpulan data, maka data perlu diolah, untuk memudahkan analisis data perlu dilakukan :

a. *Editing*

*Editing* adalah kegiatan yang dilakukan setelah peneliti selesai menghimpun data di lapangan agar data yang terkumpul sesuai dengan harapan peneliti, tidak terlewatkan atau tumpang tindih (Bungin, 2010:78).

b. *Coding*

*Coding* adalah kegiatan mengklasifikasikan data yang sudah melalui proses editing dengan memberikan identitas, sehingga memiliki arti tertentu pada suatu proses analisis (Bungin, 2010:79).

c. *Tabulating*

*Tabulating* bertujuan untuk memasukkan data pada tabel tertentu dan mengatur angka-angka serta menghitungnya (Bungin, 2010:79).

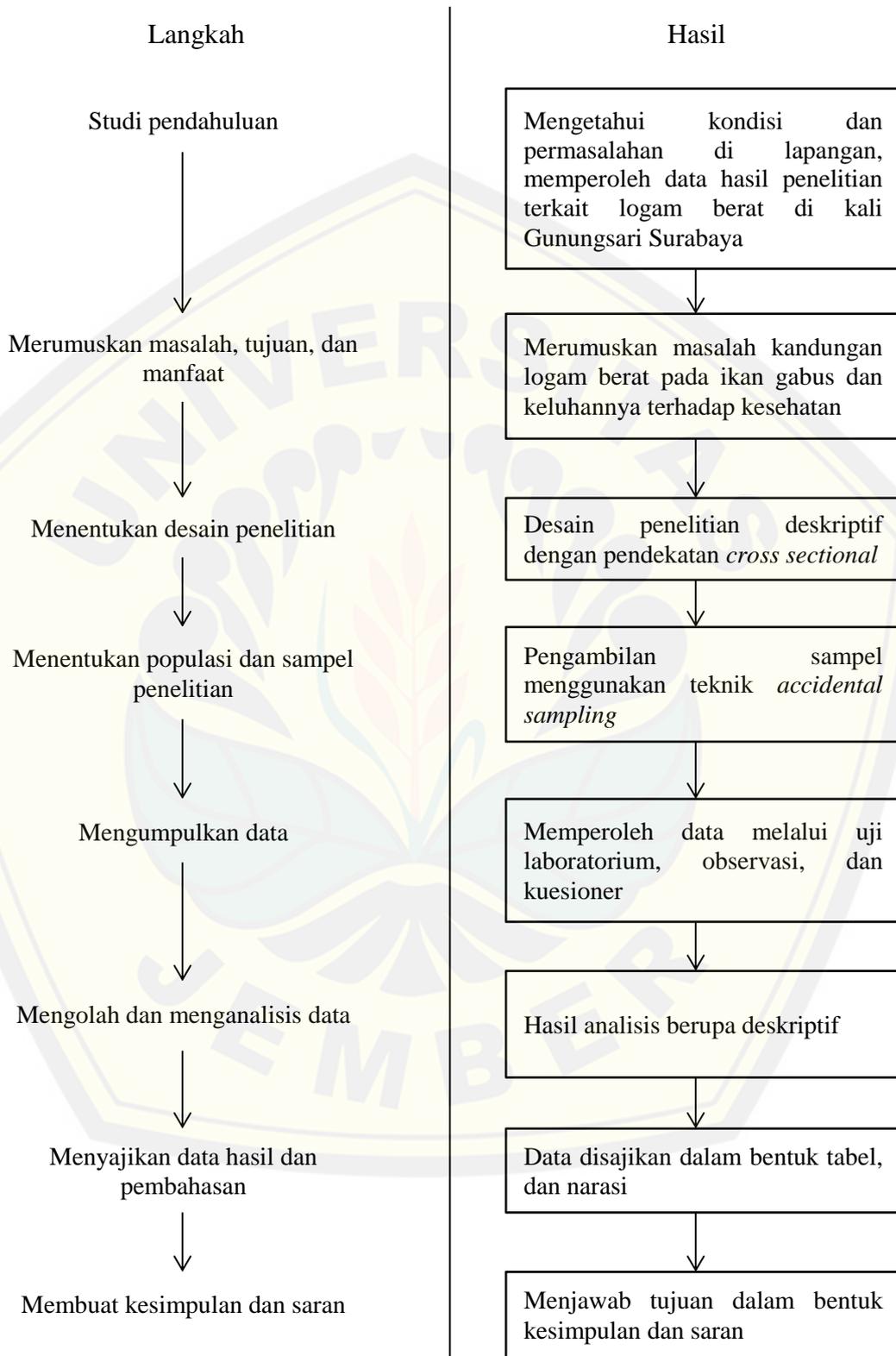
#### 3.8.2 Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan statistic deskriptif. Statistic deskriptif adalah statistic yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul

sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi (Sugiyono, 2012:147).



### 3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.3 Kerangka Alur Penelitian

## LAMPIRAN G LEMBAR HASIL PEMERIKSAAN KIMIA

**KEMENTERIAN KESEHATAN RI**

DIREKTORAT JENDERAL PELAYANAN KESEHATAN  
BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN SURABAYA

Jalan Karangmenjangan No, 18 Surabaya - 60286  
Telepon Pelayanan : (031) 5020306, TU : (031) 5021451 Faksimili : (031) 5020388  
Website : bblksurabaya.com : Surat elektronik : bblksub@yahoo.co.id

Nomor : 1868 / TOX / X / 2016  
Dikirim oleh : **WAHYU MURVY DWI OKTAVYANDIKA**  
**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT JEMBER**  
Jenis Bahan : IKAN  
Contoh diambil oleh : Yang bersangkutan  
Tanggal pengambilan contoh : 31 Oktober 2016  
Tanggal diterima di BBLK : 31 Oktober 2016  
Tanggal dikerjakan : 31 Oktober 2016 – 08 November 2016

**HASIL PEMERIKSAAN KIMIA**

NO	KODE BAHAN	TIMBAL /Pb (ppm)	TEMBAGA / (ppm)	SENG / Zn (ppm)	CROM / Cr (ppm)
1	1	0,149	0,029	112,874	0,000
2	2	0,175	0,031	82,081	0,000
3	3	0,186	0,039	91,775	0,000
4	4	0,129	0,012	78,128	0,000
5	5	0,158	0,017	108,906	0,000
6	6	0,166	0,023	96,119	0,000

08 November 2016  
Manajer Teknik  
BALAI BESAR  
LABORATORIUM KESEHATAN  
SURABAYA  
Dwi Endang Puspitasari, S.Si,Apt.  
NIP. 197304251999032001