

**ANALISIS KONSENTRASI LOGAM TIMBAL (Pb) PADA AIR, IKAN DAN  
TIRAM DI WILAYAH PESISIR BARU TENGAH KOTA BALIKPAPAN**

**OLEH:**

**BEKTI ANANDA FEBRIANI**

**NIM: 18.1101.5016**



**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS MULAWARMAN  
SAMARINDA  
2022**

**ANALISIS KONSENTRASI LOGAM TIMBAL (Pb) PADA AIR, IKAN DAN  
TIRAM DI WILAYAH PESISIR BARU TENGAH KOTA BALIKPAPAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat  
Pada  
Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Mulawarman**



**Oleh :**

**BEKTI ANANDA FEBRIANI**

**NIM: 18.1101.5016**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS MULAWARMAN  
SAMARINDA  
2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Bekti Ananda Febriani  
NIM : 18.1101.5016  
Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat  
Jurusan : Ilmu Kesehatan Masyarakat  
Judul : Analisis Konsentrasi Logam Timbal (Pb) pada Air, Ikan dan Tiram di Wilayah Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan

Telah Dipertahankan Dihadapan Dewan Penguji dan Dinyatakan Lulus  
Pada Tanggal 27 Juni 2022

Pembimbing I

Blego S, S.K.M., M.Kes., PhD  
NIP. 19770502 200604 1 003

Pembimbing II

Dr. H. Ismail Fahmy A, S.Pi., MP  
NIP. 19761209 200501 1 004

Penguji I

Dr.Dwi Ermawati Rahayu,ST., MT  
NIP. 19760608 200501 2 001

Penguji II

Syamsir Natsir, S.KM., M.Kes  
NIP. 198902 21202203 1 003

Mengetahui  
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Mulawarman



M. Ramdan, S.Kp., M.Kes  
NIP. 19750907 200501 1 004

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan

1. Karya tulis atau skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah ditujukan untuk mendapat gelar akademik (sarjana), baik di Universitas Mulawarman maupun di perguruan tinggi lainnya
2. Karya tulis atau skripsi saya ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa dari pihak-pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing
3. Dalam karya tulis atau skripsi saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan atau ketidakberesan dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis atau skripsi ini serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Samarinda, 27 Juni 2022

Yang membuat pernyataan,



Bekti Ananda Febriani

NIM. 18.1101.5016

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI

Sebagai sivitas akademik Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas  
Mulawarman, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bekti Ananda Febriani  
NIM : 1811015020  
Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat  
Fakultas : Kesehatan Masyarakat

Dalam pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini menyetujui  
memberikan izin pihak UPT Perpustakaan Universitas Mulawarman, Hak Bebas  
Royalti non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) atas skripsi saya yang  
berjudul “Analisis Konsentrasi Logam Timbal (Pb) Pada Air, Ikan Dan Tiram di  
Wilayah Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan” beserta perangkat yang ada  
(jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini mengalih media  
atau memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*),  
memuat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama  
saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Samarinda  
Tanggal : 27 Juni 2022  
Yang menyatakan,



Bekti Ananda Febriani  
NIM.18.1101.5016

**Bekti Ananda Febriani**

**Analisis Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Air, Ikan, dan Tiram di Wilayah Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan Tahun 2022 (Pembimbing Blego Sedionoto, S.K.M, M.Kes, PhD dan Dr. H. Ismail Fahmy Almadi, S.Pi.,MP)**

### **ABSTRAK**

Pencemaran pesisir dapat berasal dari kegiatan manusia yang dapat mengandung logam berat salah satunya yaitu timbal. Timbal dapat mencemari perairan dan terakumulasi di biota laut dan dapat memberikan dampak bagi kesehatan masyarakat. Informasi mengenai konsentrasi timbal pada perairan dan biota laut di pesisir Baru Tengah masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi timbal pada air, ikan dan tiram di pesisir Baru Tengah terhadap baku mutu lingkungan serta mengetahui tingkat risiko kesehatannya.

Jenis penelitian adalah kuantitatif dengan metode deskriptif dan analisis tingkat risiko kesehatan (ARKL) secara on desk. Penelitian dilakukan di tiga stasiun pengamatan dan dilakukan pengukuran suhu, pH, DO dan salinitas. Logam berat dianalisis menggunakan alat *Atomic Absorbed Spectrometer* (AAS).

Hasil penelitian didapatkan konsentrasi timbal pada air di setiap stasiun dan ikan yang diteliti masih di bawah baku mutu lingkungan. Konsentrasi timbal pada tiram di semua stasiun pengamatan telah melebihi baku mutu lingkungan dengan konsentrasi tertinggi pada stasiun 1 yaitu sebesar 4,167mg/kg dan terendah pada stasiun 3 sebesar 2,799mg/kg. Tiram di stasiun 1 dan 2 memiliki tingkat risiko kesehatan yang tidak aman ( $RQ > 1$ ). Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa telah terjadi pencemaran lingkungan oleh timbal yang terakumulasi pada tiram di tiap stasiun penelitian dan terdapat risiko kesehatan oleh tiram di stasiun 1 dan 2. Perlu dilakukan langkah pengendalian seperti pengendalian ruang pesisir, realisasi regulasi pengelolaan limbah, pemantauan lingkungan berkala, penerapan teknologi ramah lingkungan pengganti bahan bakar fosil, penerapan prinsip daur ulang sampah, dan pengukuran kesehatan masyarakat menyeluruh untuk mengurangi potensi pencemaran logam berat timbal ke perairan pesisir.

Kata Kunci : Timbal, Air, Ikan, Tiram, Pesisir Baru Tengah, ARKL

Kepustakaan : 139 (1984-2022)

**FACULTY OF PUBLIC HEALTH**

**MULAWARMAN UNIVERSITY**

**SAMARINDA**

**2022**

**Bekti Ananda Febriani**

***Analysis of Lead (Pb) Concentration in Water, Fish, and Oysters in Baru Tengah Coastal Area of Balikpapan City in 2022*** (Supervisor Blego Sedionoto, S.K.M, M.Kes, Ph.D and Dr. H. Ismail Fahmy Almadi, S.Pi.,MP)

**ABSTRACT**

Coastal pollution can come from human activities which can contain lead that can contaminate waters and accumulate in marine biota and give an impact on the health. Information regarding lead pollution in the waters and marine biota on the coast of Baru Tengah is still limited. This study aims to analyze the concentration of lead in water, fish and oysters on the coast of Baru Tengah against environmental quality standards and determine the level of health risk.

The type of research is quantitative with descriptive method and on-desk analysis of lead health risk level. measurements of temperature, pH, dissolved oxygen and salinity of the waters were also carried out. Heavy metals were analyzed using the Atomic Absorbed Spectrometer (AAS).

The results showed that the concentration of lead in the water at each station and the fish studied was still below the environmental quality standard. The concentration of lead in oysters at all observation stations has exceeded the environmental quality standard with the highest concentration at station 1 is 4,167mg/kg and the lowest at station 3 is 2,799 mg/kg. Oysters at stations 1 and 2 have an unsafe level of health risk (RQ>1).

Based on the results there had been environmental pollution by lead accumulated in oysters and there is a health risk by oysters at stations 1 and 2. Suggestions that can be done are to carry out control efforts such as controlling coastal space, realizing waste management regulations, periodically monitoring the environment, applying environmentally friendly technology, applying waste recycling principles, and measuring public health as a whole.

Keywords : Lead, Water, Fish, Oysters, Baru Tengah Coastal Area,  
Environmental Health Risk Analysis

Bibliography : 139 (1984-2022)

## RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Bekti Ananda Febriani
2. NIM : 18.1101.5016
3. Tempat/Tanggal Lahir : Balikpapan, 13 Februari 2000
4. Jenis Kelamin : Perempuan
5. Agama : Islam
6. Asal SLTA/Akademi : SMAN 2 Balikpapan
7. Status Perkawinan : Belum Kawin
8. Alamat Asal : Jl. Wonorejo 3 No 73 RT 34 Kelurahan  
Gunung Samarinda, Kecamatan Balikpapan  
Utara
9. Alamat Sekarang : Jl. Pramuka 6 Kost Melody No.102 RT.27  
Kelurahan Gunung Kelua, Kecamatan  
Samarinda Ulu
10. Email : bektianandafbr@gmail.com@gmail.com
11. Riwayat Pendidikan : 1. SDN 029 Penajam Paser Utara  
2. SMPN 3 Balikpapan  
3. SMAN 2 Balikpapan
12. Kegiatan Akademik Luar Kampus
  - A. Praktik Belajar Lapangan di Kelurahan Gunung Samarinda  
Balikpapan Utara
  - B. Kuliah Kerja Nyata di Kecamatan Balikpapan Utara
  - C. Magang di Program Kampus Merdeka *Matching Fund* Kedai  
Reka

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah saya berdoa kepada Allah Subhanahu Wa ta'ala, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan proposal ini. Penulisan proposal ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak selamamasa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini.

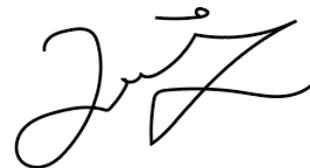
Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Masjaya, M.Si selaku Rektor Universitas Mulawarman.
2. Bapak Dr. Iwan M. Ramdan, S.Kep selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman.
3. Bapak Blego Sedionoto, S.K.M, M.Kes, Ph.D selaku Kepala Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Dr. H. Ismail Fahmy Almadi, S.Pi.,MP selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penyempurnaan skripsi.
5. Ibu Dr. Dwi Ermawati Rahayu, ST., MT selaku Dosen Penguji I dan Bapak Syamsir, S.KM.,M.Kes selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam membantu mengarahkan penyusunan dan penyempurnaan skripsi ini.

6. Ibu Dra. Sitti Badrah, M.Kes selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah membimbing selama menjalani perkuliahan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman.
7. Dosen-Dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman dan staff akademik, administrasi dan lainnya yang telah mempermudah dalam proses pelaksanaan penyelesaian skripsi ini.
8. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Andriansyah dan Ibunda Sri Lestari yang telah memberikan doa maupun bantuan secara moril maupun materil kepada penulis.
9. Sahabat, teman-teman Fakultas Kesehatan Masyarakat 2018, rekan peminatan Kesehatan Lingkungan 2018 yang terus memberikan dukungan untuk menyelesaikan perkuliahan serta penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Allah Subhanahu Wa ta'ala berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga proposal ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Samarinda, 27 Juni 2022  
Penulis,



Bakti Ananda Febriani

NIM. 18.1101.5016

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
DAFTAR SINGKATAN .....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1. Tujuan Umum .....	5
1.3.2. Tujuan Khusus.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5

1.4.1. Manfaat Bagi Mahasiswa.....	5
1.4.2. Manfaat Bagi Masyarakat .....	6
1.4.3. Manfaat Penelitian Bagi Perguruan Tinggi .....	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1. Penelitian Terdahulu.....	7
2.2. Pencemaran Air.....	10
2.2.1. Pencemaran Pesisir Laut.....	10
2.3. Pencemaran Logam di Pesisir Laut.....	12
2.3.1. Logam Berat .....	12
2.3.2. Logam Berat pada Perairan Laut.....	14
2.3.3. Sumber logam berat dalam Perairan Pesisir Laut .....	16
2.3.4. Pengaruh Logam Berat dalam Ekosistem Laut .....	19
2.3.5. Logam Berat pada Biota Laut.....	20
2.4. Logam Berat Timbal .....	22
2.4.1. Definisi Timbal .....	22
2.4.2. Karakteristik Timbal .....	23
2.4.3. Sumber-sumber timbal .....	25
2.4.4. Toksisitas Timbal .....	28
2.4.5. Standar Baku Mutu Logam Timbal .....	30
2.5. Parameter Kualitas Air Pendukung .....	30
2.5.1. Suhu .....	30
2.5.2. Derajat Keasaman (pH) .....	31

2.5.3. Salinitas .....	32
2.5.4. <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) .....	32
2.6. Kerangka Teori .....	34
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	35
3.1. Jenis dan Rancangan Penelitian .....	35
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian .....	35
3.2.1. Waktu Pelaksanaan Penelitian .....	35
3.2.2. Tempat Pelaksanaan Penelitian .....	36
3.3. Objek dan Sampel Penelitian .....	38
3.3.1. Objek Penelitian.....	38
3.3.2. Sampel Penelitian.....	38
3.4. Kerangka Konsep Penelitian .....	39
3.5. Variabel Penelitian .....	40
3.6. Definisi Operasional .....	40
3.7. Pengumpulan Data.....	42
3.7.1. Jenis dan Sumber Data .....	42
3.7.2. Teknik Pengumpulan Data .....	43
3.8. Langkah-Langkah Prosedur Penelitian.....	44
3.8.1. Sampel Air .....	44
3.8.2. Sampel Ikan.....	46
3.8.3. Sampel Tiram .....	48
3.9. Pengolahan Data.....	51

3.10. Analisis Data.....	52
3.10.1. Perbandingan dengan Standar Baku Mutu .....	52
3.10.2. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan <i>On Desk</i> .....	53
3.10.3. Perbandingan dengan Standar Baku Mutu .....	55
<b>BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>56</b>
4.1. Gambaran Umum.....	56
4.1.1. Gambaran Umum Kelurahan Baru Tengah .....	56
4.1.2. Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	58
4.2. Hasil Pengambilan Sampel di Lapangan dan Analisis Konsentrasi Timbal (Pb) pada Air, Ikan, dan Tiram di Pesisir Baru Tengah Balikpapan .....	60
4.2.1. Pengambilan Sampel.....	60
4.2.2. Hasil Analisis Konsentrasi Timbal (Pb) pada Air, Ikan, dan Tiram di Pesisir Baru Tengah Balikpapan .....	63
4.3. Hasil Pengukuran Parameter Fisik-Kimia Lainnya Pada Perairan .....	64
4.4. Analisis Risiko Logam Berat Timbal (Pb) pada Hasil Penelitian .....	65
4.4.1. Analisis Paparan .....	65
4.4.2. Analisis Dosis Respon .....	67
4.4.3. Karakteristik Risiko .....	67
4.4.4. Manajemen Risiko dan Pengendalian Risiko.....	68
4.5. Pembahasan.....	71
4.5.1. Konsentrasi Timbal pada Air.....	71
4.5.2. Konsentrasi Timbal pada Ikan .....	75

4.5.3. Konsentrasi Timbal pada Tiram dan Sumber Pencemarannya .....	77
4.5.4. Parameter Kualitas Fisik-Kimia Perairan .....	84
4.5.5. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) .....	93
4.6. Keterbatasan Penelitian .....	103
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	104
5.1. Kesimpulan .....	104
5.2. Saran .....	106
DAFTAR PUSTAKA .....	108
LAMPIRAN.....	120

## DAFTAR TABEL

No	Judul	Hal
Tabel 2.1	Hasil Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 2.2	Batasan kadar logam berat timbal (Pb) pada air, ikan, dan tiram.....	30
Tabel 3.1	Jadwal dan Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	35
Tabel 3.2	Definisi Operasional.....	40
Tabel 3.3	Sampel air laut yang akan diambil.....	45
Tabel 3.4	Sampel ikan yang akan diambil.....	47
Tabel 3.5	Sampel tiram yang akan diambil.....	49
Tabel 4.1	Kondisi Lingkungan Saat Penelitian Berlangsung.....	59
Tabel 4.2	Hasil Analisis Kandungan Timbal pada Air Laut, Ikan, dan Tiram di Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan .....	63
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran Parameter Fisik Kimia Perairan.....	65
Tabel 4.4	Nilai Variabel Default Untuk Perhitungan Laju Asupan pada Tiram .....	66
Tabel 4.5	Nilai <i>Intake</i> Tiram I, Tiram II, dan Tiram III .....	66
Tabel 4.6	Tingkat Risiko (RQ) Timbal pada Tiram .....	68
Tabel 4.7	Laju Asupan Dan Frekuensi Paparan Aman Tiram Pada Stasiun 1 dan 2	69

## DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Hal
Gambar 3.1	Peta Lokasi Penelitian.....	37
Gambar 3.2	Bagan Alur Penelitian.....	51
Gambar 4.1	Kelurahan Baru Tengah Balikpapan.....	57
Gambar 4.2	Stasiun Penelitian.....	58

## DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Hal
Lampiran 1.	Berita Acara Pengambilan Sampel.....	120
Lampiran 2.	Rekaman Data Pengambilan Contoh Uji Sampel Air.....	121
Lampiran 3.	Surat Izin Penelitian.....	122
Lampiran 4.	Izin Penelitian di Laboratorium.....	123
Lampiran 5.	Izin Pengujian di Laboratorium.....	124
Lampiran 6.	Hasil Uji Laboratorium.....	125
Lampiran 7.	Baku Mutu Lingkungan.....	140
Lampiran 8.	Langkah Perhitungan.....	143
Lampiran 9.	Dokumentasi Penelitian.....	147

## DAFTAR SINGKATAN

AAS	:	Atomic Absorbsed Spectrometer
DO	:	Dissolved Oxygen
pH	:	power of Hydrogen
RQ	:	Risk Quotient
SNI	:	Standar Nasional Indonesia

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Kesehatan manusia salah satunya dapat dipengaruhi dengan adanya pencemaran lingkungan yang tidak hanya memberikan dampak bagi lingkungan hidup namun juga dapat memberikan dampak bagi manusia. Salah satu wilayah yang rentan terhadap pencemaran lingkungan adalah wilayah perairan pesisir laut. Pada wilayah pesisir terdapat beragam kegiatan manusia seperti kegiatan industri, transportasi laut, pariwisata dan kegiatan lain yang berhubungan dengan pemenuhan kebutuhan manusia (Sukaryono, 2018). Pada umumnya aktivitas antropogenik tersebut akan menghasilkan limbah yang dapat mengandung logam berat dan bersifat toksik yang akan masuk ke dalam perairan, terakumulasi melalui proses biokonsentrasi, bioakumulasi dan biomagnifikasi (Simbolon, 2018). Kontaminasi logam berat tersebut telah menjadi masalah dalam kesehatan lingkungan dan kesehatan manusia karena dapat menyebabkan efek mematikan terhadap organisme laut serta menyebabkan ketidakseimbangan ekologis dan keanekaragaman organisme laut (Akbar et al., 2014). Sedangkan pada kesehatan manusia, logam berat tersebut dapat mengganggu fungsi jaringan organ tubuh terutama di dalam organ limpa, pankreas, hati, dan lambung (Siripongvutikorn et al., 2016).

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang dapat masuk mencemari perairan pesisir laut dan memberikan efek toksik bagi tubuh (Setyaningrum et al., 2018). Sumber pencemaran timbal pada perairan dapat berasal dari buangan sejumlah industri seperti industri kimia, industri percetakan, dan industri yang memproduksi logam, dan cat (Putra et al., 2016).

Selain itu sumber pencemaran timbal juga berasal dari bahan bakar kendaraan dan sampah plastik yang mengandung timbal (Sukaryono, 2018). Penelitian yang dilakukan di kawasan Pesisir Belawan Kota Medan ditemukan kandungan logam berat Pb yang melebihi baku mutu air yaitu sebesar rerata Pb di Kecamatan Medan Labuhan dan Medan Belawan adalah 0.052 mg/l, dan Medan Marelan 0.057 mg/l (Indirawati, 2017).

Adanya logam berat tidak hanya berpengaruh pada perairan namun dapat berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme laut, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan dapat terakumulasi dalam biota laut dan akan membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi biota laut tersebut. Bioakumulasi tersebut dapat terjadi melalui tiga jalur, yaitu melalui rantai makanan, insang dan difusi di kulit (Suryo et al., 2021). Ikan merupakan salah satu biota yang dapat menerima masukan dan dampak adanya logam berat di dalam lingkungan karena ikan mampu mengakumulasi logam berat di tubuhnya dan ikan merupakan organisme perairan yang memiliki siklus hidup lebih lama dibandingkan organisme perairan lainnya serta menempati peringkat teratas rantai makanan akuatik (Riani, 2015). Penelitian yang dilakukan di Perairan Teluk Benoa Bali menemukan kandungan timbal pada ikan belanak yang melebihi baku mutu yaitu sekitar 0,1652-0,3777 mg/kg yang diduga disebabkan adanya limbah dari operasional pelabuhan, limbah bahan bakar serta masukan dari air sungai (Putu et al., 2018). Adanya logam berat timbal akibat pencemaran di perairan dapat menjadi sangat berbahaya bagi kehidupan biota perairan dan secara tidak langsung dapat menjadi ancaman kesehatan bagi

manusia salah satunya dapat berdampak menimbulkan kerusakan dalam pembentukan sel darah merah dan dapat menimbulkan efek dalam jangka panjang (Indirawati, 2017). Selain pada ikan, terdapat pula tiram yang dapat menerima dampak pencemaran logam berat karena mampu mengakumulasi logam berat di dalam tubuhnya. Tiram merupakan salah satu spesies *macrofauna benthik*, yang dapat berperan sebagai salah satu bioindikator terbaik untuk mengetahui tingkat kontaminasi logam berat di suatu daerah. Tiram merupakan biota yang potensial terkontaminasi logam berat, karena sifatnya yang *filter feeder* yaitu tiram merupakan biota laut yang mengambil makanan dengan cara menyaring semua benda atau zat yang masuk ke dalam tubuhnya tanpa dipilih terlebih dahulu. Hal ini dapat menyebabkan tiram sering digunakan sebagai hewan uji dalam pemantauan tingkat akumulasi logam berat pada organisme laut (Wulandari et al., 2012).

Wilayah pesisir Kelurahan Baru Tengah terletak dan bagian dari Teluk Balikpapan yang didalamnya terdapat kegiatan manusia dan sarana umum lainnya seperti pasar Kampung Baru Tengah, pelabuhan *speed boat*, pelabuhan klotok dan kawasan kampung atas air. Beberapa masyarakat juga memanfaatkan kawasan ini untuk memancing ikan. Lokasi kawasan pesisir Baru Tengah menjadi daerah penghubung antar Kota Balikpapan dan Kota Penajam yang berada di seberang Teluk Balikpapan dan berbatasan dengan Kilang Minyak Pertamina RU V di Selatan.

Pada kawasan ini terdapat pula aktivitas industri dan transportasi laut di pelabuhan yang berfungsi sebagai jalur pelayaran yang rentan terhadap adanya tumpahan minyak sehingga dapat memberikan efek pencemaran pada lingkungan pesisir terutama pencemaran logam berat timbal. Pada penelitian

terdahulu yang dilakukan di wilayah sekitar kampung atas air Balikpapan didapatkan kandungan logam berat timbal pada air sebesar 0,064-0,142 mg/l yang mana jumlah ini sudah melewati baku mutu yang telah ditetapkan oleh Kepmen LH No 51 Tahun 2004 yaitu berkisar 0,05 mg/l (Sitorus et al., 2020).

Adanya aktivitas industri maupun domestik yang menghasilkan buangan atau limbah ke badan perairan laut dapat berpotensi menimbulkan peningkatan pencemaran logam berat bagi lingkungan dan biota yang hidup di dalamnya. Akibatnya perairan maupun biota yang terkontaminasi logam berat tersebut dapat menimbulkan risiko atau efek samping bagi kesehatan jika masuk ke dalam tubuh manusia. Saat ini informasi mengenai kandungan logam berat timbal pada biota ikan dan pada perairan Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan secara spesifik masih sangat terbatas. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis lebih lanjut mengenai konsentrasi logam timbal pada air, ikan dan tiram di wilayah Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan seperti status mutu logam timbal dan tingkat risiko pada kesehatan masyarakat secara *on desk* untuk dijadikan informasi dan langkah pengendalian terhadap risiko pencemaran logam berat kedepannya.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Menurut latar belakang diatas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut : **“Bagaimana konsentrasi pencemaran logam berat timbal (Pb) pada air, ikan dan tiram di wilayah pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan terhadap baku mutu lingkungan serta potensi risiko pencemaran timbal bagi kesehatan masyarakat?”**

### **1.3. Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1. Tujuan Umum**

Penelitian ini bertujuan adalah menganalisis konsentrasi logam berat timbal pada air, ikan dan tiram di wilayah peisisir Baru Tengah Kota Balikpapan terhadap baku mutu lingkungan serta mengetahui tingkat risiko pencemaran timbal bagi kesehatan masyarakat.

#### **1.3.2. Tujuan Khusus**

1. Mengetahui konsentrasi logam berat timbal pada air, ikan dan tiram di wilayah Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan serta menganalisa hasil pengukuran terhadap baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan.
2. Mengetahui kualitas parameter fisik dan kimia perairan lainnya di perairan Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan yaitu suhu, pH, oksigen terlarut, dan salinitas.
3. Mengetahui tingkat risiko kesehatan masyarakat melalui analisis risiko kesehatan secara *on desk* dan langkah pengendalian risiko yang tepat.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian yang diharapkan dapat diambil dari penelitian ini adalah:

#### **1.4.1. Manfaat Bagi Mahasiswa**

Mengetahui bagaimana menganalisis konsentrasi pencemaran timbal (Pb) di wilayah perairan Pesisir Baru Tengah Balikpapan terhadap standar baku mutu yang telah ditetapkan serta tingkat risiko kesehatan kepada masyarakat.

#### **1.4.2. Manfaat Bagi Masyarakat**

Mengetahui bagaimana menganalisis konsentrasi pencemaran timbal (Pb) di wilayah perairan Pesisir Baru Tengah Balikpapan terhadap standar baku mutu yang telah ditetapkan serta tingkat risiko kesehatan kepada masyarakat.

#### **1.4.3. Manfaat Penelitian Bagi Perguruan Tinggi**

Memperkaya kepustakaan dan dapat dijadikan bahan referensi yang dapat dikembangkan oleh para peneliti selanjutnya untuk dapat dilakukan penelitian dan keterbaruan lebih lanjut.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian ini mengangkat topik pembahasan mengenai analisis pencemaran logam Timbal (Pb) yang telah dilakukan beberapa penelitian terdahulu. Berikut merupakan beberapa hasil penelitian terdahulu yang digunakan peneliti sebagai referensi penelitian:

**Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Terdahulu**

No	Peneliti	Judul dan Tahun	Metode Penelitian	Hasil
1.	Hardinawati	Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Hati, Daging Dan Kulit Ikan Baronang Di Pulau Lae-Lae,2017.	Penelitian ini metode deskriptif yang dilakukan dengan destruksi basah dan dianalisis menggunakan alat AAS ( <i>Atomic Absorbed Spectrometer</i> ).	Kandungan logam berat timbal (Pb) paling tinggi yang terletak pada stasiun I (Sebelah Timur) dan stasiun II (Sebelah Barat) yaitu pada organ kulit yaitu 3,511mg/kg dan 3,630 mg/kg yang mana nilai ini telah melewati ambang batas berdasarkan keputusan Standar Nasional Indonesia no. 7387/2009 ambang batas logam berat timbal (Pb) pada ikan dan olahannya yaitu 0,3 mg/kg.

2.	Nur Afdalia Ali	Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Kerang Di Perairan Biringkassi Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan, 2017	Menganalisis kandungan logam berat timbal (Pb) yang dilakukan dengan destruksi basah dan dianalisis menggunakan alat AAS ( <i>Atomic Absorbed Spectrometer</i> ).	Kandungan logam berat timbal (Pb) pada perairan Biringkassi yang terkandung dalam daging kerang kepah memiliki nilai rata-rata 4,23 mg/kg, pada daging kerang darah 3,73 mg/kg, dan pada daging kerang lentera 3,76 mg/kg. Semua daging kerang yang telah dianalisis tidak aman untuk dikonsumsi karena telah melebihi ambang batas SNI yaitu 1,50 mg/kg dan 0,5 mg/kg dan menurut BPOM Republik Indonesia yaitu 0,5 mg/kg.
3.	Yussana Diva Savitri	Analisis logam berat timbal pada keseluruhan organ tiram ( <i>Crassostrea cucullata</i> ) di pesisir paciran, kabupaten lamongan, Jawa Timur, 2019.	Penelitian menggunakan metode survei yang selanjutnya akan dianalisis secara deskriptif untuk mengukur kandungan logam berat timbal menggunakan alat aas dan dan kualitas perairan lainnya.	Hasil analisis keseluruhan organ tiram melebihi baku mutu yang ada yaitu bekisar antara 0,1025 ppm-0,1562 ppm pada air dan 0,0546 ppm hingga 0,0775 ppm pada tiram. Kemudian dianalisis batas aman konsumsi dengan asumsi berat badan rata-rata sebesar 60 kg yaitu pada stasiun 1 19,4 kg/minggu, stasiun 2 22,6 kg/minggu, stasiun 3 24,7 kg/minggu, stasiun 4 26,8 kg/minggu, stasiun 5 26,5 kg/mg,dan stasiun 6 27,5 kg/minggu.
4.	Meiyanti Kusumawar ni, Anwar Daud,	Analisis Risiko Arsen (As) Dalam Ikan Kembung Dan Kerang Darah Di	Jenis penelitian yang digunakan adalah observasional	Penelitian ini menyimpulkan bahwa konsentrasi As pada ikan kembung di Wilayah Pesisir Kota Makassar

---

Erniwati Ibrahim.	Wilayah Makassar.	Pesisir	dengan rancangan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).	berkisar antara 0,202–4,489 mg/kg, sedangkan kerang darah berkisar antara 0,153–5,351 mg/kg. Rata-rata tingkat risiko bernilai $RQ > 1$ sehingga masyarakat di Wilayah Pesisir Kota Makassar berisiko tinggi untuk terpapar As melalui konsumsi ikan kembung dan kerang darah.
----------------------	----------------------	---------	---	---

---

Pada penelitian sebelumnya dilakukan analisis konsentrasi timbal pada ikan yang hasilnya melewati baku mutu lingkungan. Penelitian lainnya melakukan analisis konsentrasi timbal pada kerang dan penelitian lain yaitu pada tiram yang juga melewati baku mutu lingkungan. Namun pada penelitian tersebut tidak dilakukan analisis risiko terhadap kesehatan terutama langkah-langkah pengendalian risiko yang tepat terhadap sumber atau masalah pencemaran lingkungan yang mengakibatkan adanya logam timbal pada variabel yang diteliti. Penelitian lainnya juga terbatas pada satu jenis variabel. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis konsentrasi timbal tidak hanya pada satu biota namun juga pada dua biota laut yaitu tiram dan ikan untuk dapat lebih mewakili keadaan di wilayah yang akan diteliti.

Selain itu dilakukan pula analisis risiko kesehatan secara *on desk* untuk melihat kemungkinan adanya risiko kesehatan bagi masyarakat. Selain itu penelitian ini dilakukan pula karena pada wilayah perairan Pesisir Baru Tengah belum banyak dilakukan penelitian khususnya pada biota laut yang kemungkinan akan di konsumsi masyarakat. Data yang tersedia mengenai pencemaran logam berat pada perairan pesisir Balikpapan terutama pada perairan Pesisir Baru

Tengah juga terbatas sehingga hal ini mendorong untuk dilakukan penelitian yang dapat membantu memberikan data sebagai langkah pencegahan kesehatan masyarakat selanjutnya.

## **2.2. Pencemaran Air**

Menurut Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 proses masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air hingga dapat menurunkan kualitas air hingga ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sebagai peruntukannya dapat disebut sebagai pencemaran air. Pencemaran air merupakan suatu kondisi yang diakibatkan adanya masukan beban pencemar atau limbah buangan yang berupa gas, bahan terlarut, maupun partikulat. Beban pencemaran yang memasuki ekosistem air tersebut berasal dari bahan-bahan pencemar yang bersifat asing dan dapat mengganggu sistem peruntukan suatu ekosistem. Sumber bahan pencemaran yang masuk ke dalam badan perairan dapat dibedakan menjadi dua yaitu pencemaran yang disebabkan oleh sumber alamiah atau memasuki suatu lingkungan air secara alami seperti akibat adanya letusan gunung berapi, tanah longsor, banjir, batuan, dan fenomena alam lainnya serta sumber pencemaran akibat adanya kegiatan manusia atau antropogenik (Effendi, 2003). Sumber pencemaran antropogenik ini merupakan sumber pencemaran yang berasal dari aktivitas manusia misalnya kegiatan domestik (perumahan), kegiatan perkotaan, maupun kegiatan industri. Pencemaran air dapat terjadi diantaranya pada sumber-sumber air seperti danau, sungai, sumber mata air, rawa-rawa, air tanah maupun laut.

### **2.2.1. Pencemaran Pesisir Laut**

Indonesia merupakan negara yang terdiri dari ribuan pulau dimana sebagian besar wilayahnya adalah perairan dan sekitar 70% dari total

wilayah tersebut merupakan laut (Suci & Sulistyning, 2021). Perairan pesisir merupakan bagian dari laut yang berbatasan dengan daratan yang meliputi perairan sejauh 12 mil yang diukur dari garis pantai, perairan yang menghubungkan pantai dan pulau-pulau, estuari, teluk, perairan dangkal, rawa payau, dan laguna (Prihandono and RK, 2015). Wilayah pesisir merupakan daerah pertemuan antara darat dan laut dengan bagian ke arah darat pesisir merupakan bagian daratan baik kering maupun terendam air yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut seperti pasang surut, angit laut, dan perembesan air asin. Sedangkan bagian yang mengarah ke laut wilayah pesisir merupakan bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses-proses alami yang terjadi di darat seperti adanya sedimentasi dan aliran air tawar maupun dipengaruhi oleh kegiatan manusia yang ada di darat seperti salah satunya adalah pencemaran industri. Sehingga hal ini menjadikan wilayah pesisir merupakan bagian dari perairan laut yang rawan terhadap terjadinya pencemaran karena wilayah pesisir laut merupakan tempat bermuaranya berbagai saluran sungai maupun buangan dari aktivitas manusia dan industri yang menjadikan laut sebagai tempat berkumpulnya zat-zat pencemar yang dibawa oleh aliran air (Ishak, 2017).

Pesisir merupakan salah satu wilayah perairan yang dapat tercemar logam berat. Lingkungan pesisir tercemar karena pemukiman manusia yang begitu pesat berkembang, pariwisata, kegiatan pelabuhan, pengoperasian jumlah berlebihan perahu mekanik, pertanian dan praktek budidaya. Hal ini dapat mengakibatkan perubahan kualitas air,

berkurangnya sumber daya perikanan hingga hilangnya keanekaragaman hayati dalam beberapa tahun terakhir.

### **2.3. Pencemaran Logam di Pesisir Laut**

#### **2.3.1. Logam Berat**

Istilah logam biasanya diberikan kepada semua unsur-unsur kimia dengan ketentuan atau kaidah tertentu. Dalam suhu kamar, unsur ini tidak selalu berbentuk padat, namun ada pula yang berbentuk cair seperti hidrargyrum (Hg), serium (Ce) dan gallium (Ga) (Palar, 2008). Logam merupakan bahan pertama dikenal oleh manusia dan digunakan sebagai alat-alat yang berperanan penting dalam sejarah peradaban manusia dan sangat diperlukan dalam proses produksi. Pada mulanya logam diambil dari pertambangan di bawah tanah (kerak bumi), yang kemudian dicairkan dan dimurnikan dalam pabrik menjadi logam-logam murni yang kemudian dibentuk sesuai dengan keinginan misalnya, sebagai perhiasan emas, perak dan peralatan pertanian (Darmono, 1995).

Menurut Satmoko (2006), logam berat merupakan suatu unsur logam yang mempunyai berat  $5 \text{ g/cm}^3$  atau lebih yang mana logam berat dapat terkandung dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Dalam kondisi alami, logam berat dibutuhkan oleh organisme untuk melakukan pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Logam berat esensial seperti tembaga (Cu), selenium (Se), besi (Fe) dan Zink (Zn) diperlukan untuk menjaga metabolisme tubuh manusia. Sebaliknya terdapat pula logam berat non-esensial (elemen mikro) yang tidak mempunyai fungsi didalam tubuh manusia, dan bahkan bisa menjadi sangat berbahaya hingga dapat menyebabkan keracunan (toksik) pada manusia. Logam berat non-esensial tersebut diantaranya adalah timbal (Pb), merkuri (Hg),

arsenik (As) dan cadmium (Cd). Logam berat merupakan suatu komponen alami yang terdapat di kulit bumi yang tidak dapat didegradasi maupun dihancurkan dan merupakan zat yang berbahaya karena dapat terjadi bioakumulasi pada makhluk hidup atau peningkatan konsentrasi zat kimia dalam tubuh makhluk hidup dalam waktu yang cukup lama, dibandingkan dengan konsentrasi zat kimia yang terdapat di alam (Yudo,2006).

Menurut Supriyanto (2007) beberapa logam berat banyak digunakan dalam berbagai keperluan sehari-hari yang mana jika penggunaannya berlangsung secara berlebihan dapat menyebabkan tercemarnya lingkungan dan berbahaya bagi makhluk hidup apabila kandungannya sudah melebihi ambang batas atau baku mutu yang telah ditentukan. Pencemaran logam berat merupakan permasalahan yang sangat serius untuk ditangani, karena dapat merugikan lingkungan dan ekosistem serta dapat memberikan dampak negatif pada kesehatan manusia

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Sudarmaji, dkk (2006) membagi sumber bahan pencemar logam berat menjadi tiga sumber yaitu:

1. Sumber dari Alam

Logam berat dapat dijumpai secara alami di alam misalnya pada bebatuan, air hujan dan pada udara. Sebagai contoh logam berat timbal (Pb) secara alami ditemukan di dalam bebatuan sekitar 13 mg/kg serta logam berat merkuri (Hg) yang dapat dijumpai dari gas gunung berapi dan penguapan dari air laut.

## 2. Sumber dari Industri

Logam berat juga dapat berasal dari industri yang merupakan salah satu sumber utama ditemukan logam berat. Salah satu contohnya adalah industri pengecoran yang memakai timbal (Pb) sebagai bahan baku dan dapat menghasilkan timbal konsentrat atau *primary lead* maupun *secondary lead* yang berasal dari potongan logamnya. Selain itu terdapat industri baterai yang banyak menghasilkan timbal terutama *lead antimony alloy* dan *lead oxides* sebagai bahan dasarnya serta industri kabel yang dapat menghasilkan logam Cd, Fe, Cr, Au dan arsenik yang dapat membahayakan kehidupan makhluk hidup.

## 3. Sumber dari Transportasi

Sumber logam berat lainnya dapat berasal dari transportasi yang berupa hasil pembakaran dari bahan tambahan transportasi tersebut. Logam berat timbal (Pb) yang digunakan pada bahan bakar kendaraan bermotor dapat menghasilkan emisi Pb in organik. Logam berat Pb tersebut yang bercampur dengan bahan bakar tersebut akan bercampur dengan oli dan melalui proses di dalam mesin yang akan menyebabkan logam berat Pb akan keluar dari knalpot bersama dengan gas buangan lainnya dan dapat mencemari lingkungan serta masuk ke dalam ekosistem lingkungan di sekitarnya.

### **2.3.2. Logam Berat pada Perairan Laut**

Aktifitas manusia dapat meningkatkan konsentrasi logam berat menjadi lebih tinggi. Pertambangan, limbah domestik, limbah air, limpasan

air hujan dan pembuangan limbah industri merupakan sumber utama pencemaran logam berat. Logam berat bisa masuk ke lingkungan laut secara alami melalui; pelapukan, erosi batuan dan tanah, atau melalui limpasan perkotaan dan kota, air hujan, limbah, limbah industri, operasi pertambangan, atmosfer deposisi dan aktivitas pertanian (Govindasamy C dkk, 2013).

Keberadaan logam berat di perairan laut ini telah lama diketahui dapat memberikan dampak negatif bagi kehidupan organisme baik organisme yang berada di dalam perairan maupun yang berada di daratan dan dapat mempengaruhi dalam tingkatan individu hingga tingkatan komunitas. Adanya logam berat pada perairan termasuk di dalamnya perairan pesisir tidak lepas dari adanya kegiatan manusia seperti kegiatan pertambangan, aktivitas domestik seperti terbuangnya cairan limbah rumah tangga ke lautan, limbah buangan industri, aliran perairan, hingga aktivitas yang berada di laut itu sendiri seperti aktivitas transportasi laut (Purwanto dkk, 2012). Adanya peningkatan industri dengan pesat terutama industri yang menggunakan pembakaran dan penggunaan logam sebagai bahan bakunya yang berada di sekitar pesisir, dan meningkatnya urbanisasi masyarakat ke daerah kota terutama daerah pesisir tanpa memperhatikan penanganan limbah domestik maupun limbah industri dengan baik dapat menambah potensi dan peningkatan pencemaran logam berat di daerah pesisir dan laut. Hal ini dapat menyebabkan penurunan kualitas air laut yang dapat memberikan dampak tidak baik bagi organisme di dalam perairan maupun manusia

yang memanfaatkan perairan serta biota yang ada di dalamnya (Bridiatama, 2014).

Toksisitas logam berat di lingkungan laut perlu menjadi perhatian karena dapat berpotensi terhadap resiko sejumlah flora dan spesies fauna yang ada di dalam perairan laut dan berdampak pula pada manusia melalui rantai makanan. Logam berat yang terakumulasi pada sedimen dapat menimbulkan akumulasi logam berat pada tubuh biota laut yang hidup dan mencari makan di dalam air maupun di sekitar sedimen atau dasar perairan serta akan mencemari kehidupan biota laut, yang pada gilirannya dapat menyebabkan bahaya bagi manusia yang mengkonsumsinya (Permanawati dkk., 2013).

Pada konsentrasi yang cukup tinggi, logam berat dapat muncul menjadi racun bagi organisme sehingga sangat penting untuk mengetahui seberapa banyak konsentrasi logam berat dalam suatu perairan, dan apakah konsentrasi tersebut telah melewati baku mutu yang telah ditetapkan atau tidak untuk dapat dilakukan pengendalian lingkungan sebelum terjadinya hal yang lebih serius pada organisme laut bahkan pada manusia (Boran Mohammed, 2010).

### **2.3.3. Sumber logam berat dalam Perairan Pesisir Laut**

Secara umum sumber-sumber pencemaran logam berat di laut termasuk daerah pesisir laut dapat dibagi menjadi dua yaitu sumber yang bersifat alami dan sumber yang bersifat buatan. Logam berat yang bersifat alami masuk ke dalam perairan laut berasal beberapa sumber yang diantaranya adalah (Sutamihardja, 2006) :

1. Adanya masukan dari *coastal supply* atau masukan dari daerah pesisir yang dapat berasal dari sungai maupun hasil abrasi pantai yang disebabkan oleh aktivitas gelombang.
2. Adanya masukan dari lingkungan dekat daratan termasuk logam-logam yang ditransportasi oleh ikan laut dari atmosfer sebagai partikel debu.
3. Adanya masukan logam yang dibebaskan oleh aktivitas gunung berapi.

Sedangkan menurut Wittman dalam Connel, masukan utama logam berat ke dalam lingkungan perairan terjadi akibat adanya kegiatan manusia yang berasal dari kegiatan industri pertambangan, limbah rumah tangga, aliran air badan perkotaan maupun aliran pertanian.

Laut dijadikan persinggahan kapal atau alat transportasi lainnya dan dijadikan jalur transportasi laut dimana transportasi tersebut dapat memasukkan sisa pembakaran yang tidak terpakai lagi ke dalam perairan laut. Selain itu terdapat pula berbagai sampah dan tumpahan minyak dari kapal maupun industri yang dapat bercampur dengan air laut dan sedimen yang pada akhirnya dapat memberikan dampak yang buruk pada lingkungan pesisir dan keragaman hayati yang ada di dalamnya.

Menurut Malisan (2011) mengatakan bahwa ada sekitar 6 juta metrik ton minyak setiap tahun yang mencemari lautan. Penyebabnya tidak lain adalah angkutan bahan bakar minyak, pengeboran minyak lepas pantai, pengilangan minyak dan pemakaian produk bahan bakar minyak bumi yang secara langsung dapat mencemari perairan laut maupun

pesisir. Menurut Rahmawati (2011), sumber bahan pencemar yang masuk ke perairan dapat berasal dari buangan yang diklasifikasikan:

1. *Point source discharges* (sumber titik), yaitu sumber titik atau sumber pencemar yang dapat diketahui secara pasti dapat berasal dari suatu lokasi seperti air limbah industri maupun domestik serta saluran drainase.
2. *Non point source* (sebaran menyebar), berasal dari sumber yang tidak diketahui secara pasti. Bahan pencemar masuk ke dalam perairan melalui *run off* (limpasan) yang dapat berasal dari wilayah pertanian, pemukiman maupun perkotaan.

Peningkatan kadar logam berat dalam air umumnya disebabkan oleh masuknya berbagai macam limbah seperti limbah industri, pertambangan, pertanian dan limbah rumah tangga atau biasa disebut limbah domestik yang mengandung logam berat. Logam yang semula masih dalam jumlah aman di perairan akan berubah menjadi toksik dan menimbulkan gangguan hingga kematian pada organisme hidup yang berada di dalam air akibat terjadinya peningkatan konsentrasi logam berat tersebut (Satmoko, 2006).

Adanya pemusatan penduduk, kegiatan pariwisata serta aktivitas pelabuhan dan kegiatan industrialisasi pelabuhan di wilayah sekitar pesisir merupakan bagian dari sumber pencemaran yang nyata yang masuk ke dalam perairan. Aktivitas-aktivitas ini akan menghasilkan limbah yang dapat memicu meningkatnya pencemaran perairan baik secara langsung maupun tidak langsung. Pencemaran yang terjadi tidak hanya dapat membawa dampak negatif berupa penurunan kualitas serta produktivitas

dari makhluk hidup aquatik, kematian ikan dan biota lainnya namun dampak yang paling berbahaya yang ditimbulkan dapat mengakibatkan menurunkan derajat kesehatan masyarakat hingga menyebabkan kematian pada masyarakat jika kandungan logam berat tersebut masuk ke dalam tubuh masyarakat.

#### **2.3.4. Pengaruh Logam Berat dalam Ekosistem Laut**

Pada suatu ekosistem, logam berat dapat berpindah dari suatu lingkungan ke organisme dan dari satu organisme ke organisme lainnya melalui suatu rantai makanan (Yalcin et al., 2008). Logam berat yang masuk ke dalam ekosistem perairan tersebut akan turun dan mengendap di dasar perairan, membentuk sedimentasi dan menyebabkan biota laut yang mencari makan di perairan tersebut dapat memiliki peluang untuk terkontaminasi logam berat. Ekosistem pada perairan termasuk perairan laut dan pesisir yang merupakan habitat bagi biota air seperti tumbuhan air, plankton, bentos dan ikan yang mana sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang ada disekitarnya. Adanya aktivitas rumah tangga, industri dan aktivitas lainnya akan memberikan dampak negatif bagi ekosistem perairan apabila aktivitas tersebut tidak dikelola dengan baik. Selain itu akibat adanya pencemaran logam berat yang bersifat toksik, badan perairan akan mengalami penurunan keanekaragaman hingga punahnya populasi dari organisme perairan (Kurniawati et al., 2015).

Menurut Palar (2012) logam-logam berat yang terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi yang sudah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan dapat berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam

berat terhadap semua biota perairan tidak sama, namun kehancuran dari satu kelompok dapat menjadikan terputusnya satu mata rantai kehidupan. Pada tingkat lanjutnya, keadaan tersebut tentu saja dapat menghancurkan satu tatanan ekosistem perairan.

### **2.3.5. Logam Berat pada Biota Laut**

Peningkatan logam berat ini akan berubah menjadi racun bagi organisme laut. Selain bersifat racun, logam berat akan terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses gravitasi, biokonsentrasi, bioakumulasi dan biomagnifikasi oleh biota dan organisme laut seperti ikan, kerang dan udang (Sembel,2015). Dalam perairan logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh biota laut dapat melalui beberapa jalan diantaranya adalah melalui saluran pernafasan (insang), saluran pencernaan (usus, hati, ginjal), maupun penetrasi melalui kulit. Jika biota laut yang telah terkontaminasi tersebut dikonsumsi oleh manusia dalam jangka waktu tertentu akan sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Mekanisme masuknya logam berat ke dalam tubuh makhluk hidup, dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung.

Mekanisme langsung terjadi melalui penyerapan logam berat terlarut oleh organisme yang melakukan proses penyerapan air dan nutrisi ke dalam tubuh yang pada umumnya mekanisme ini terjadi pada tumbuhan air, yang menyerap unsur-unsur hara untuk proses metabolisme, melalui proses difusi osmosis. Selain itu logam berat dapat masuk ke dalam tubuh organisme hidup dengan melalui rantai makanan. Dalam susunan rantai makanan yang menjadi awal dari kegiatan tersebut adalah tumbuhan yang berperan sebagai produsen yang selanjutnya

mempunyai kemampuan dalam menyerap dan mengakumulasi logam berat dalam sel. Apabila kelompok produsen ini dimangsa oleh konsumen pada tingkat trofik selanjutnya, maka akan terjadi transfer logam berat tersebut ke dalam tubuh konsumen tingkat selanjutnya. Transfer logam berat akan terus berlangsung sampai dengan ke tingkat trofik tertinggi. Semakin tinggi tingkatan trofik, maka akumulasi logam berat dalam tubuh akan semakin banyak. Hal ini, berkaitan dengan biomassa mangsa dan panjang rantai makanan (Puspasari, 2006). Logam berat dapat berada dalam tubuh beberapa biota laut di bawah ini:

1. Logam Berat pada Ikan

Makhluk hidup atau biota yang berada di perairan akan terpengaruh dengan adanya logam berat yang masuk atau terlarut dalam air terutama jika konsentrasinya sudah melebihi batas atau nilai baku mutu yang telah ditetapkan. Ikan merupakan salah satu jenis biota atau organisme yang hidup di dalam air yang dapat terpengaruh oleh adanya pencemaran logam berat. Ikan merupakan jenis organisme yang dapat bergerak dengan cepat sehingga mampu menghindari diri dari pengaruh polusi. Namun, ikan yang hidup dalam habitat terbatas seperti danau, sungai dan teluk cukup susah untuk dapat melarikan diri dari adanya pengaruh polusi tersebut (Jovita, 2007).

2. Logam Berat pada Tiram

Tiram atau *Crassostrea* sp termasuk golongan binatang lunak (Mollusca) dan bercangkang dua (Bivalvia) merupakan spesies makrofauna bentik yang dapat dijadikan sebagai indikator

terbaik untuk mengetahui kontaminasi logam berat di suatu daerah. Tiram hidup di daerah perairan dan menempel pada akar-akar bakau, tiang-tiang dermaga hingga berbagai objek batu karang mati didasar perairan (Sugianti dkk, 2014).

Tiram memiliki sifat *filter feeder* atau bahkan non selektif *filter feeder* yang artinya tiram termasuk ke dalam biota yang mengambil makanan dengan cara menyaring tanpa di pilih terlebih dahulu. Dengan cara makan seperti ini maka tiram akan sangat peka terhadap polutan yang ada diperairan. Tiram biasanya juga digunakan oleh para penambak untuk pengelolaan kualitas air, khususnya untuk mengurangi partikel tersuspensi atau endapan organik didalam petakan tambaknya. Pada bagian mulut tiram partikel makanan yang berukuran kecil akan lolos dan masuk ke dalam tubuh tiram sementara partikel yang berukuran besar akan dikeluarkan kembali melalui alat penyedot dalam bentuk pseudofeces (Jumiati, 2017). Pertimbangan penggunaan kerang sebagai indikator biologis adalah karena jenis tersebut hidup menetap, organisme penyaring makanan dan mempunyai sifat mengakumulasi bahan-bahan pencemar seperti pestisida, hidorkarbon, logam berat dan lain-lain kedalam jaringan tubuh (Silalahi dkk, 2014).

## **2.4. Logam Berat Timbal**

### **2.4.1. Definisi Timbal**

Timbal merupakan suatu logam berat yang memiliki warna perak kebiruan dengan titik leleh yang rendah, tersebar luas di seluruh dunia dan biasanya ditemukan di alam berkombinasi dengan elemen lain (ATSDR,

2019). Dalam bahasa Inggris timbal dikenal dengan istilah *lead* dan memiliki simbol Pb yang diambil dari bahasa latin yaitu *plumbum*. Timbal memiliki nomor atom 82 dan terletak pada unsur golongan IV A periode ke 6 di dalam sistem periodik unsur (ATSDR, 2019). Timbal secara alami terdapat di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami termasuk ke dalamnya melalui letusan gunung berapi dan adanya proses geokimia (Wiria,2009). Timbal juga ditemukan dari hasil aktivitas manusia. Menurut U.S. *Environmental Protection Agency* timbal diklasifikasikan sebagai senyawa yang sangat beracun atau bersifat karsinogen bagi manusia karena timbal bukanlah senyawa yang dibutuhkan oleh organisme dan sistem biologis organisme. Secara klinis, timbal merupakan bahan toksik murni, tidak ada organisme yang fungsinya bergantung pada timbal (Lubis dkk., 2013). Selain bersifat karsinogenik timbal juga berbahaya bagi suatu organisme karena dapat menyebabkan mutasi, terurai dalam jangka waktu yang lama dan toksisitasnya yang tidak berubah (Hasbiah, Mulyatna, dan Musaddad, 2016).

#### **2.4.2. Karakteristik Timbal**

Timbal merupakan logam yang mempunyai empat bentuk isotop, berwarna kebiru-biruan atau abu-abu keperakan dengan titik leleh pada 327,5°C dan titik didih pada 1740°C di atmosfer (Gusnita, 2012). Secara kimiawi, timbal mempunyai titik uap yang rendah dan dapat menstabilkan senyawa lain sehingga berguna pada ratusan produk industri. Secara klinis, timbal merupakan bahan toksik murni, tidak ada organisme yang fungsinya bergantung pada timbal (Lubis dkk., 2013). Timbal jarang

ditemukan di alam dalam keadaan bebas, melainkan dalam bentuk senyawa dengan molekul lain, misalnya dalam bentuk  $\text{PbBr}_2$  dan  $\text{PbCl}_2$  (Gusnita, 2012). Timbal bersifat lentur, timbal sangat rapuh dan mengkerut pada pendinginan, sulit larut dalam air dingin, air panas dan air asam. Timbal dapat larut dalam asam nitrit, asam asetat dan asam sulfat pekat. Bentuk oksidasi yang paling umum adalah timbal (II) dan senyawa organometalik yang terpenting adalah timbal tetra etil (TEL: tetra ethyl lead), timbal tetra metil (TML: tetra methyl lead) dan timbal stearat. Timbal merupakan logam yang tahan terhadap korosi atau karat, sehingga sering digunakan sebagai bahan coating (Amalia, 2016)).

Menurut Palar (2008) timbal memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Timbal mempunyai titik cair rendah. Titik rendah tersebut hanya 327,50 C.
2. Merupakan logam lunak sehingga dapat di potong dengan pisau atau dengan tangan. Logam ini mudah di ubah menjadi berbagai bentuk.
3. Merupakan logam yang tahan terhadap korosi, sehingga logam timbal sering di gunakan sebagai bahan coating. Sifat kimia timbal berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab.
4. Merupakan penghantar listrik yang tidak baik.
5. Mempunyai kerapatan yang lebih besar logam lainnya, kecuali emas dan merkuri.

### 2.4.3. Sumber-sumber timbal

#### 1. Sumber alami

Kadar timbal (Pb) yang secara alami dapat ditemukan dalam bebatuan sekitar 13 mg/kg. Khusus timbal (Pb) yang tercampur dengan batu fosfat dan terdapat di dalam batu pasir (sand stone) kadarnya lebih besar yaitu 100 mg/kg. Timbal (Pb) yang terdapat di tanah berkadar sekitar 5-25 mg/kg dan di air bawah tanah (ground water) berkisar antara 1-60 µg/liter. Secara alami timbal (Pb) juga ditemukan di air permukaan. Kadar timbal (Pb) pada air telaga dan air sungai adalah sebesar 1-10 µg/liter. Dalam air laut kadar timbal (Pb) lebih rendah dari dalam air tawar. Laut Bermuda yang dikatakan terbebas dari pencemaran mengandung Pb sekitar 0,07 µg/liter. Kandungan Pb dalam air danau dan sungai di USA berkisar antara 1-10 µg/liter. Secara alami Pb juga ditemukan di udara yang kadarnya berkisar antara 0,0001 - 0,001 µg/m<sup>3</sup>. Tumbuh-tumbuhan termasuk sayur-mayur dan padi-padian dapat mengandung Pb, penelitian yang dilakukan di USA kadarnya berkisar antara 0,1 -1,0 µg/kg berat kering. Logam berat Pb yang berasal dari tambang dapat berubah menjadi PbS (golena), PbCO<sub>3</sub> (cerusite) dan PbSO<sub>4</sub> (anglesite) dan ternyata golena merupakan sumber utama Pb yang berasal dari tambang. Logam berat Pb yang berasal dari tambang tersebut bercampur dengan Zn (seng) dengan kontribusi 70%, kandungan Pb murni sekitar 20% dan sisanya 10% terdiri dari campuran seng dan tembaga (Sudarmaji, dkk, 2006).

## 2. Sumber industri

Industri yang berpotensi sebagai sumber pencemaran timbal (Pb) adalah semua industri yang memakai Timbal (Pb) sebagai bahan baku maupun bahan penolong, misalnya:

- a. Industri pengecoran maupun pemurnian. Industri ini menghasilkan timbal konsentrat (*primary lead*), maupun *secondary lead* yang berasal dari potongan logam (scrap).
- b. Industri baterai. Industri ini banyak menggunakan logam timbal (Pb) terutama *lead antimony alloy* dan *lead oxides* sebagai bahan dasarnya.
- c. Industri bahan bakar. Timbal (Pb) berupa tetra ethyl lead dan tetra methyl lead banyak dipakai sebagai anti knock pada bahan bakar, sehingga baik industri maupun bahan bakar yang dihasilkan merupakan sumber pencemaran timbal (Pb).
- d. Industri kabel. Industri kabel memerlukan timbal (Pb) untuk melapisi kabel. Saat ini pemakaian timbal (Pb) di industri kabel mulai berkurang, walaupun masih digunakan campuran logam Cd, Fe, Cr, Au dan arsenik yang juga membahayakan untuk kehidupan makhluk hidup.
- e. Industri kimia, yang menggunakan bahan pewarna. Pada industri ini seringkali dipakai timbal (Pb) karena toksisitasnya relatif lebih rendah jika dibandingkan

dengan logam pigmen yang lain. Sebagai pewarna merah pada cat biasanya dipakai *red lead*, sedangkan untuk warna kuning dipakai *lead chromate* (Sudarmaji, dkk, 2006).

### 3. Sumber dari Transportasi

Timbal atau Tetra Ethyl Lead (TEL) yang banyak pada bahan bakar terutama bensin, diketahui bisa menjadi racun yang merusak sistem pernapasan, sistem saraf, serta meracuni darah. Penggunaan timbal (Pb) dalam bahan bakar semula adalah untuk meningkatkan oktan bahan bakar. Penambahan kandungan timbal (Pb) dalam bahan bakar, dilakukan sejak sekitar tahun 1920-an oleh kalangan kilang minyak. Penggunaan timbal (Pb) dalam bensin lebih disebabkan oleh keyakinan bahwa tingkat sensitivitas timbal (Pb) tinggi dalam menaikkan angka oktan. Setiap 0,1 gram timbal (Pb) perliter bensin, menurut ahli tersebut mampu menaikkan angka oktan 1,5 sampai 2 satuan. Selain itu, harga timbal (Pb) relatif murah untuk meningkatkan satu oktan dibandingkan dengan senyawa lainnya (Santi, 2001). Hasil pembakaran dari bahan tambahan (aditive) timbal (Pb) pada bahan bakar kendaraan bermotor menghasilkan emisi timbal (Pb) anorganik. Logam berat timbal (Pb) yang bercampur dengan bahan bakar tersebut akan bercampur dengan oli dan melalui proses di dalam mesin maka logam berat timbal (Pb) akan keluar dari knalpot bersama dengan gas buang lainnya (Sudarmaji, dkk, 2006).

#### **2.4.4. Toksisitas Timbal**

Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi menjadi dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun, contoh logam berat ini adalah Fe. Pada manusia, timbal dapat mengakibatkan bermacam-macam dampak biologi, bergantung pada tingkatan dan durasi terpaannya. Terpaan pada tingkat yang tinggi dapat mengakibatkan dampak keracunan biokimia pada manusia, yang selanjutnya dapat mengarah pada berbagai problem seperti mengganggu proses sintesa hemoglobin, menyerang ginjal, saluran pencernaan, persendian, dan sistem reproduksi, serta menimbulkan kerusakan akut maupun kronis pada sistem saraf. Keracunan berat karena timbal sudah sangat jarang ditemukan (Alamsyah, 2010). Timbal (Pb) juga salah satu logam berat yang mempunyai daya toksitas yang tinggi terhadap manusia karena dapat merusak perkembangan otak pada anak-anak, menyebabkan penyumbatan sel-sel darah merah, anemia dan mempengaruhi anggota tubuh lainnya. Timbal dapat diakumulasi langsung dari air dan dari sedimen oleh organisme laut (Rochyatun dkk, 2006).

Logam berat ini dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Lebih jauh lagi, logam berat ini akan bertindak sebagai alergen, mutagen atau karsinogen bagi

manusia. Jalur masuknya adalah melalui kulit, pernafasan dan pencernaan. Masing-masing logam berat tersebut memiliki dampak negatif terhadap manusia jika dikonsumsi dalam jumlah yang besar dalam waktu yang lama (Alamsyah, 2010). Selain dalam bentuk logam murni, timbal dapat ditemukan dalam bentuk senyawa anorganik dan organik. Semua bentuk Pb tersebut berpengaruh sama terhadap toksisitas pada manusia (Darmono, 1995). Menurut Palar (2004), senyawa tetraetil-Pb, dapat menyebabkan keracunan akut pada sistem saraf pusat. Meskipun jumlah Pb yang diserap oleh tubuh hanya sedikit, logam ini ternyata menjadi sangat berbahaya. Hal itu disebabkan senyawa-senyawa Pb dapat memberikan efek racun terhadap banyak fungsi organ yang terdapat dalam tubuh. Logam berat timbal sangat beracun, mempunyai sifat bioakumulatif dalam tubuh organisme air dan akan terus diakumulasi hingga organisme tersebut tidak mampu lagi mentolerir kandungan logam berat timbal dalam tubuhnya. Karena sifat bioakumulatif logam berat timbal, maka bisa terjadi konsentrasi logam tersebut dalam bentuk terlarut dalam air adalah rendah, dalam sedimen semakin meningkat akibat proses-proses fisika, kimia dan biologi perairan, dan dalam tubuh hewan air meningkat sampai beberapa kali lipat (Sitorus, 2004).

Kerusakan hati akibat logam berat (Pb) disebabkan aktifitas logam tersebut dalam mempengaruhi kerja enzim. Akumulasi logam timbal dalam tubuh manusia akan mengakibatkan keracunan akibat dari timbal yang dapat menyebabkan gangguan anatomi tubuh. Secara visual akan muncul gejala dampak akibat terpapar oleh timbal secara akut maupun kronis. Dalam jangka pendek akan menyebabkan keracunan akut yang

ditandai dengan rasa terbakar pada mulut adanya ransangan pada sistem gastroitestinal yang disertai dengan diare. Pada beberapa kasus akut akibat terpapar timbal terjadi oliguria (urin sedikit) dan gagal ginjal yang akut dapat berkembang secara cepat. Dampak keracunan kronis yang ditandai dengan mual, sakit disekitar mulut, anemia dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Untuk menentukan terjadinya pencemaran lingkungan hidup diukur melalui baku mutu lingkungan hidup. Baku mutu lingkungan hidup adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup.

#### 2.4.5. Standar Baku Mutu Logam Timbal

Berikut adalah baku mutu logam timbal (Pb) dalam air laut, ikan maupun tiram yang telah diatur di dalam undang-undang maupun standar baku mutu lainnya.

**Tabel 2. 2 Batasan kadar logam berat timbal (Pb) pada air, ikan, dan tiram**

Bahan	Batasan Kadar Logam Pb	Sumber
Air	0,05 mg/l	Kepmen LH No 51 Tahun 2004
Ikan	0,3 mg/kg	SNI nomor 7387 tahun 2009
Tiram	1,5 mg/kg	SNI nomor 7387 tahun 2009 : kategori bivalvia

### 2.5. Parameter Kualitas Air Pendukung

Nurfitriani (2017) menyatakan bahwa pengukuran kualitas air dapat mempengaruhi konsentrasi logam berat pada perairan seperti suhu, pH (derajat keasaman), DO (*Dissolved Oxygen*) dan salinitas.

#### 2.5.1. Suhu

Air yang tercemar cenderung mengalami kenaikan suhu akan mengakibatkan menurunnya oksigen terlarut dalam air dan meningkatkan

reaksi kimia serta terganggunya kehidupan hewan air lainnya (Nugroho,2006). Suhu merupakan faktor langsung yang mempengaruhi laju pertumbuhan, kelangsungan hidup dan meningkatkan laju metabolisme organisme. Peningkatan suhu perairan secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi kehidupan organisme suatu perairan (Ira, 2013). Suhu juga mempengaruhi proses kelarutan logam-logam berat yang masuk ke perairan. Semakin tinggi suatu suhu perairan kelarutan logam berat akan semakin tinggi. Suhu juga berpengaruh pada toksisitas logam berat terhadap biota. Apabila terjadi peningkatan suhu, proses pemasukan logam berat dalam tubuh akan meningkat dan reaksi pembentukan ikatan antara logam berat dengan protein dalam tubuh semakin cepat.

### **2.5.2. Derajat Keasaman (pH)**

Kondisi perairan yang bersifat sangat asam atau basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme, karena akan mengakibatkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi dan pada umumnya sebagian besar organisme akuatik sensitive terhadap perubahan pH (Ira, 2013). Nilai pH sangat berpengaruh terhadap proses biokimia perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah (Effendi, 2003). Penurunan pH dan salinitas perairan menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar (Hutagalung, 1984). Derajat keasaman (pH) dapat mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan, dalam hal ini kelarutan logam berat akan lebih tinggi pada pH rendah, sehingga menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Kenaikan pH pada badan perairan biasanya

akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan dari senyawa-senyawa logam tersebut. Semakin tinggi pH air dan pH sedimen maka logam berat semakin larut dalam air (bentuk ion) sehingga semakin mudah untuk masuk ke dalam tubuh hewan air tersebut baik melalui insang, bahan pakan ataupun melalui difusi (Adhani,2017).

### **2.5.3. Salinitas**

Salinitas adalah jumlah dalam gram zat-zat terlarut dalam 1 kg air laut, dianggap semua karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) telah diubah menjadi oksida, bromida dan iodida diganti oleh klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi sempurna. Nilai salinitas dinyatakan dalam g/kg yang umumnya dituliskan dalam ‰ atau ppt yaitu singkatan dari part-per-thousand (Arief, 1984).

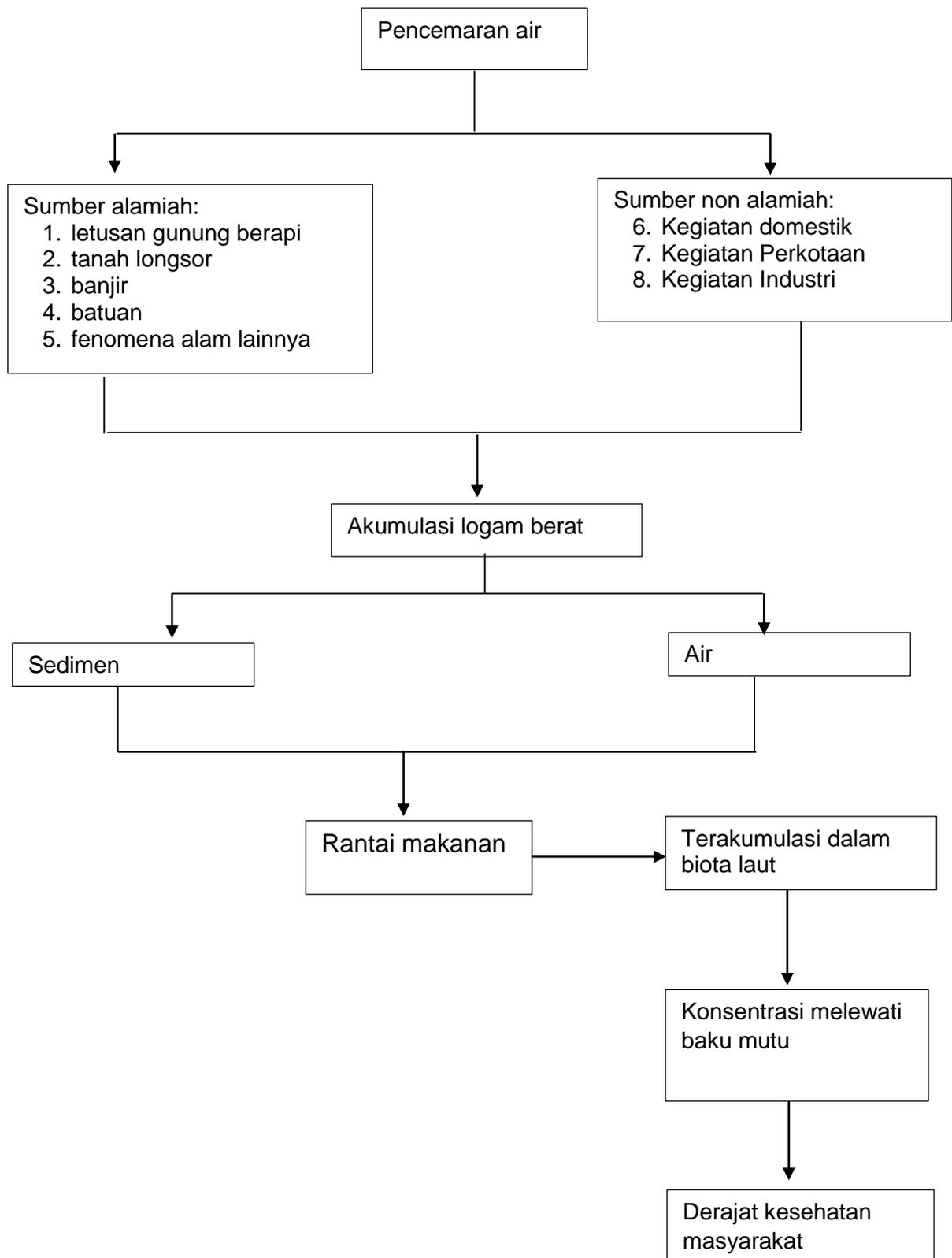
Salinitas berpengaruh terhadap proses fisiologis seluruh organisme yang hidup dalam perairan tersebut. Tinggi rendahnya salinitas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, penguapan, curah hujan, banyak sedikitnya sungai yang bermuara di laut tersebut, konsentrasi zat terlarut dan pelarut. Salinitas juga dapat mempengaruhi keberadaan logam berat di perairan. Jika terjadi penurunan salinitas, maka akan menyebabkan peningkatan daya toksik logam berat dan tingkat bioakumulasi logam berat semakin besar (Hutagalung, 1984).

### **2.5.4. *Dissolved Oxygen (DO)***

*Dissolved Oxygen (DO)* atau oksigen terlarut merupakan faktor pembatas bagi kehidupan organisme karena dapat menimbulkan efek langsung yang berakibat pada kematian organisme dan efek tidak langsung meningkatkan toksisitas bahan pencemar yang pada akhirnya

dapat membahayakan organisme itu sendiri. Kandungan DO sangat berhubungan dengan tingkat pencemaran, jenis limbah dan banyaknya bahan organik di suatu perairan. Selain itu, kemampuan air untuk membersihkan pencemaran secara alamiah tergantung pada kadar DO dan banyaknya organisme pengurai (Ira, 2013). Oksigen terlarut dalam air sangat penting untuk menunjang pernafasan dan merupakan komponen utama dalam metabolisme perairan. Keberadaan oksigen dapat mempengaruhi keberadaan dan toksisitas logam berat. Semakin rendah oksigen maka daya racun logam berat umumnya semakin tinggi. (Poppo,2007).

## 2.6. Kerangka Teori



Referensi : Modifikasi Effendi (2003), Permanawati,dkk.(2013)

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang menggunakan metode deskriptif untuk mengetahui konsentrasi pencemaran logam berat timbal (Pb) pada air, ikan dan tiram di wilayah pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan dan metode analisis risiko kesehatan lingkungan secara *on desk* untuk memperkirakan tingkat risiko timbal (Pb) terhadap kesehatan masyarakat.

Penelitian menggunakan data primer hasil pengukuran konsentrasi logam berat timbal (Pb) pada air, ikan, dan tiram dengan menggunakan alat *Atomic Absorbed Spectrometer* (AAS) dan pengukuran terhadap kualitas air lainnya seperti suhu, pH, oksigen terlarut, dan salinitas dalam air. Pada pengambilan sampel air di lapangan diukur pula kondisi suhu pada udara, kecepatan angin, dan kecepatan arus di lapangan.

#### 3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

##### 3.2.1. Waktu Pelaksanaan Penelitian

Waktu pelaksanaan kegiatan penelitian dimulai sejak bulan Maret 2022 hingga bulan Mei 2022. Adapun pelaksanaan jadwal kegiatan penelitian adalah sebagai berikut:

**Tabel 3. 1 Jadwal dan Tahap Pelaksanaan Penelitian**

No	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan											
		Maret				April				Mei			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	<b>Tahap Persiapan</b>												
	Persiapan alat dan bahan pengambilan sampel												

	Persiapan instrumen																	
	Koordinasi laboratorium																	
	Koordinasi lapangan																	
	Observasi kembali sebelum pengambilan sampel																	
<b>2.</b>	<b>Tahap Pelaksanaan</b>																	
	Pengambilan sampel penelitian																	
	Preparasi sampel penelitian																	
	Pengujian sampel penelitian																	
	Analisis Data Hasil Pengukuran																	
<b>3.</b>	<b>Tahap Penyusunan Laporan</b>																	
	Penyusunan hasil penelitian dan laporan																	
	Penyusunan publikasi (dalam bentuk seminar atau <i>submit article</i> )																	
	Pelaksanaan seminar hasil dan pendadaran																	

### 3.2.2. Tempat Pelaksanaan Penelitian

Tempat pengambilan sampel dilakukan di wilayah Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan pada stasiun-stasiun yang telah ditetapkan. Parameter utama yang diukur di lapangan berupa suhu pada air. Kondisi pendukung lainnya yang diukur di lapangan adalah suhu dan kecepatan angin di udara serta kecepatan arus yang digunakan sebagai pelengkap data lapangan. Pengukuran terhadap parameter lainnya yaitu pH pada air dan salinitas dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Balikpapan dan pengukuran DO dilakukan

di Balai Risent Standarisasi Industri Kota Samarinda karena keterbatasan alat penelitian lapangan.

Kemudian akan dilakukan preparasi sampel ikan dan tiram di Laboratorium Terpadu Universitas Mulawarman dan dilanjutkan dengan melakukan pengukuran loga m berat Timbal (Pb) pada air, ikan dan tiram menggunakan alat *Atomic Absorbed Spectrometer* (AAS) di Balai Risent Standarisasi Industri Kota Samarinda.

Tiap-tiap titik lokasi diambil tepat pada wilayah perairan yang berbatasan dengan daratan atau pemukiman di pesisir wilayah tersebut. Didahului dengan melakukan survey pendahuluan untuk mengetahui keadaan aktivitas di sekitar lingkungan penelitian. Berikut adalah titik stasiun yang telah ditetapkan berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan:



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian

1. Stasiun 1 merupakan perairan yang berbatasan dengan muara Pandansari Balikpapan. Memiliki jarak 400 meter berdekatan dengan salah satu perusahaan minyak di Kota Balikpapan dan dekat dengan pasar pandansari Balikpapan serta menjadi muara beberapa aliran dari kota Balikpapan.
2. Stasiun 2 merupakan daerah yang didalamnya terdapat dermaga kapal pengangkut ikan bersandar dan berjarak 500 meter dari stasiun pertama.
3. Stasiun 3 merupakan daerah yang didalamnya terdapat pelabuhan *speedboat*, pemukiman dan dekat dengan pasar kecil. Stasiun ini berjarak sekitar 1 km dari stasiun pertama.

### **3.3. Objek dan Sampel Penelitian**

#### **3.3.1. Objek Penelitian**

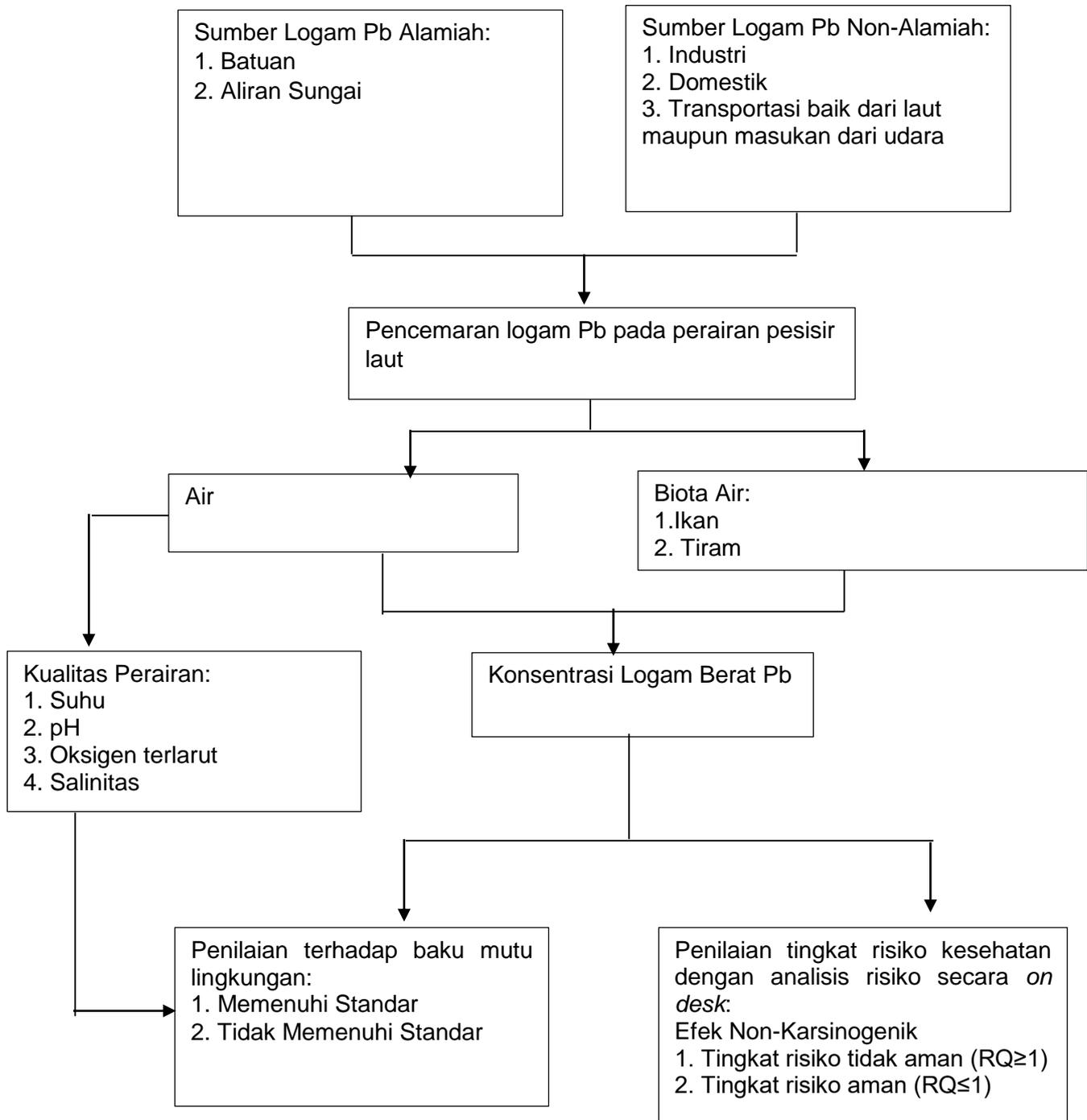
Objek dalam penelitian ini adalah air laut, ikan dan tiram yang hidup dan menempel di sekitar wilayah pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan.

#### **3.3.2. Sampel Penelitian**

Sampel yang akan diambil dan diteliti dalam penelitian ini adalah:

1. Air sebanyak 1000 ml yang diambil sebagai air permukaan atau dalam kedalaman 0 meter pada tiap-tiap stasiun yang telah ditentukan. Sampel air diambil pada saat kondisi surut air laut.
2. Salah satu jenis ikan hasil tangkapan yang dijadikan 3 sampel dengan masing-masing sebanyak 100 gram sampel basah yang mewakili perairan pesisir wilayah baru tengah kota Balikpapan.
3. Tiram yang menempel pada bangunan sebanyak 100 gram jaringan lunak pada tiga stasiun yang telah ditentukan.

### 3.4. Kerangka Konsep Penelitian



### 3.5. Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan suatu objek atau yang berbentuk apa saja yang memiliki bermacam-macam variasi antara satu dengan lainnya yang telah ditetapkan oleh peneliti untuk dapat diperoleh informasi, dipelajari dan ditarik kesimpulannya (Purwanto, 2019). Variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah konsentrasi logam timbal (Pb) pada air, konsentrasi logam timbal (Pb) pada ikan, konsentrasi Pb pada tiram, kualitas air lainnya seperti suhu, ph, oksigen terlarut, salinitas, status mutu pencemaran logam berat timbal (Pb) dan tingkat risiko kesehatan berdasarkan analisis *on desk* atau menggunakan nilai *default*.

### 3.6. Definisi Operasional

Definisi Operasional merupakan suatu atribut atau sifat atau nilai dari objek yang memiliki variasi tertentu dan telah ditetapkan oleh peneliti untuk dapat dipelajari dan ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2015). Definisi operasional dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

**Tabel 3. 2 Definisi Operasional**

No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
1.	Konsentras i timbal (Pb) pada ikan	Jumlah kandungan atau konsentrasi timbal (Pb) pada sampel ikan yang diteliti.	<i>Atomic Absorption Spektro-photometer (AAS)</i> . Mengacu kepada SNI 6989.8: 2009 tentang pengujian logam timbal pada air	mg/gram	Rasio
2.	Konsentras i timbal (Pb) pada air	Jumlah kandungan atau konsentrasi timbal (Pb) pada sampel air yang diteliti.	<i>Atomic Absorption Spektro-photometer (AAS)</i> . Mengacu kepada SNI 6989.8: 2009 tentang pengujian logam timbal pada air	mg/l	Rasio
3.	Konsentras i timbal (Pb) pada tiram	Jumlah kandungan atau konsentrasi timbal (Pb) pada	<i>Atomic Absorption Spektro-photometer (AAS)</i> .	mg/gram	Rasio

		sampel tiram yang diteliti.	Mengacu kepada SNI 6989.8: 2009 tentang pengujian logam timbal pada air		
4.	Suhu	Suhu merupakan suatu besaran yang menggambarkan derajat panas atau dingin suatu benda yang diukur dengan skala tertentu dengan menggunakan alat berupa thermometer.	Thermometer	°C	Interval
5.	pH	pH merupakan nilai derajat keasaman yang dapat menggambarkan kualitas dan kondisi perairan.	pH meter.	1-14	Interval
6.	Oksigen terlarut	Oksigen terlarut merupakan jumlah gas oksigen yang ditemukan terlarut di dalam air yang menjadi salah satu indikator kualitas perairan.	DO meter	mg/L	Rasio
7.	Salinitas	Salinitas merupakan kadar garam atau konsentrasi garam yang terlarut dalam air. Garam yang dimaksud disini merupakan berbagai ion yang terlarut di dalam air	Refraktometer	‰	Rasio
8.	Standar batas maksimum atau baku mutu logam berat timbal	Standar batas maksimum merupakan konsentrasi maksimum cemaran logam berat timbal (Pb) yang diizinkan (SNI 7387:2009) Sedangkan standar baku mutu merupakan ukuran batas atau kadar dari	1. Baku mutu kualitas air laut mengacu kepada Kepmen LH No 51 Tahun 2004 adalah - Kandungan logam berat timbal (Pb) berkisar 0,05 mg/l - pH berkisar 6,5– 8,5.	1. Memenuhi Standar 2. Tidak Memenuhi Standar	katégorik

		makhluk hidup, zat, komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup.	2. Baku mutu kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan mengacu kepada SNI nomor 7387 tahun 2009 adalah sebesar 0,3 mg/kg.			
			3. Baku mutu kandungan logam berat timbal (Pb) pada tiram mengacu kepada SNI nomor 7387 tahun 2009 untuk kategori kekerangan (Bivalvia) memiliki ambang batas maksimum yaitu sebesar 1,5 mg/kg.			
9.	Tingkat Risiko Timbal (RQ)	Tingkat risiko merupakan penilaian yang dinyatakan dalam angka tanpa satuan yang merupakan perbandingan antara <i>intake</i> dengan dosis atau konsentersasi (Direktorat Jenderal PP dan PI, Kementerian Kesehatan, 2012).	Perhitungan dengan rumus : Non-karsinogenik $RQ = \frac{1}{RfD}$	Efek Non-Karsinogenik	Ordinal	
				1. Tingkat risiko tidak aman ( $RQ \geq 1$ )		
				2. Tingkat risiko aman ( $RQ \leq 1$ )		

### 3.7. Pengumpulan Data

#### 3.7.1. Jenis dan Sumber Data

##### 1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi lapangan dan hasil pengukuran di laboratorium dengan mengukur konsentrasi logam berat timbal (Pb) pada air, ikan dan tiram dengan

menggunakan metode *Atomic Absorbed Spectrometer* (AAS) serta pengukuran kualitas air lainnya berupa suhu, pH dan oksigen terlarut (DO) dan salinitas dalam air.

## **2. Data Sekunder**

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari telaah literatur-literatur terdahulu, nilai standar baku mutu dan batas maksimal kualitas perairan yang mengacu kepada Kepmen LH No 51 Tahun 2004 dan kandungan logam berat pada ikan dan tiram yang mengacu SNI 7378:2009. Selain itu data sekunder yang digunakan adalah nilai *default* dari laju asupan (R), berat badan (Wb), durasi pajanan (Dt), frekuensi pajanan (fE) dan *time average* ( $t_{avg}$ ) untuk dilakukan analisis risiko secara *on desk* yang telah ditetapkan oleh *Environmental Protection Agency* (EPA (1990)) yang terdapat pada pedoman analisis risiko lingkungan oleh Kementerian Kesehatan 2012.

### **3.7.2. Teknik Pengumpulan Data**

#### **1. Observasi**

Observasi atau pengamatan secara langsung terhadap kondisi wilayah yang berpotensi terjadinya pencemaran logam berat pada Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan.

#### **2. Uji Laboratorium**

Pengukuran dan pengumpulan data untuk mendapatkan konsentrasi timbal (Pb) pada air dan ikan di pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan diawali dengan preparasi sampel di Laboratorium Terpadu Universitas Mulawarman dan dilanjutkan dengan analisis

konsentrasi logam berat Timbal (Pb) pada sampel air, ikan dan tiram dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) di Balai Riset Standarisasi Industri Kota Samarinda. Dilakukan pula pengukuran kualitas air lainnya berupa suhu secara langsung di lapangan, dan pH, oksigen terlarut serta salinitas dalam air yang dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Balikpapan dan Balai Riset Standarisasi Industri Kota Samarinda.

### **3.8. Langkah-Langkah Prosedur Penelitian**

#### **3.8.1. Sampel Air**

##### **1. Pengambilan Sampel Air Laut**

###### **a. Waktu Pengambilan Sampel Air Laut**

Waktu pengambilan sampel air laut ditetapkan dengan mengikuti kondisi air laut yaitu ketika air laut dalam keadaan surut.

###### **b. Kedalaman Pengambilan Sampel Air Laut**

Sampel air laut diambil pada kedalaman 0 meter pada tiap titik yang telah ditentukan dimana nilai ini berdasarkan SNI 6964.8:2015 merupakan kedalaman yang mewakili air laut permukaan (Grasshoff).

###### **c. Metode Pengambilan Sampel Air Laut**

###### **i. Persiapan wadah**

Berdasarkan SNI 6964.8:2015 jenis wadah contoh air terdiri dari wadah gelas dan atau wadah polietilen atau plastik. Wadah ditutup dengan rapat dan kuat serta bersih dan bebas kontaminan dan tidak mempengaruhi contoh. Wadah juga diberikan label penanda untuk membedakan tiap sampel yang diambil pada titik yang

berbeda. Berikut adalah gambaran wadah yang akan digunakan dalam pengambilan dan penyimpanan sampel air laut. Wadah penyimpanan dapat dibilas terlebih dahulu menggunakan air laut dari titik lokasi yang akan diambil sebelum digunakan untuk menyimpan sampel.

## ii. Pengambilan Sampel Air Laut

Sampel air diambil secara langsung di lapangan sebanyak 1000 ml pada setiap stasiun dan dimasukkan ke dalam botol yang sudah disterilkan dan telah dibilas dengan air laut yang akan diambil. Sampel air laut dilakukan dengan metode *grab sampling* atau sampel diambil sesaat pada satu lokasi tertentu. Berikut adalah tabel yang menampilkan sampel air laut yang akan diambil termasuk kedalaman dan ukuran dalam penelitian ini:

**Tabel 3. 3 Sampel air laut yang akan diambil**

Sampel Air	Kedalaman	Ukuran Pengambilan Sampel di Lapangan	Lokasi
Sampel Air I	0 meter	1000 ml	Stasiun 1
Sampel Air II	0 meter	1000 ml	Stasiun 2
Sampel Air III	0 meter	1000 ml	Stasiun 3

## d. Analisis Sampel Air Laut

Prosedur pengujian Logam berat timbal (Pb) pada air laut secara destruksi asam dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)* mengacu pada SNI 6989.8: 2009 tentang pengujian logam timbal pada air. Proses ini dilakukan oleh Balai Riset dan Standarisasi Industri Kota Samarinda dengan langkah yaitu sebanyak 50,0 mL sampel air yang sudah homogen dimasukkan ke dalam gelas piala 100,0 mL dan

ditambahkan 5,0 mL HNO<sub>3</sub> pekat kemudian ditutup dengan kaca arloji. Dipanaskan perlahan di pemanas listrik sampai volume larutan sampel 25,0 mL. Ditambahkan lagi 5,0 mL HNO<sub>3</sub> pekat kemudian ditutup lagi dengan kaca arloji dan dipanaskan lagi. Dilanjutkan penambahan HNO<sub>3</sub> pekat dan pemanasan sampai semua logam larut, sampai endapan dari sampel menjadi agak putih atau jernih. Kaca arloji dibilas dan air bilasan dimasukkan dalam gelas piala. Sampel air dipindah ke dalam labu ukur 50,0 mL sambil disaring dan ditambahkan akuades sampai tanda batas. Kemudian sampel siap diukur menggunakan metode AAS.

### **3.8.2. Sampel Ikan**

#### **1. Penentuan Sampel Ikan yang digunakan**

Sampel ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah salah satu jenis ikan yang sering ditangkap dan dikonsumsi oleh masyarakat yang mengambil ikan di wilayah perairan pesisir Baru Tengah untuk dapat dihitung potensi faktor risiko kesehatan masyarakat akibat konsumsi ikan. Jenis sampel ikan yang akan diambil ditentukan setelah melakukan pengamatan secara langsung di lapangan kepada nelayan yang biasa menangkap ikan. Ikan diambil dan dijadikan 3 sampel pengulangan dengan masing-masing sebanyak 100 gram sampel basah yang mewakili perairan pesisir Baru Tengah Balikpapan. Pengambilan sebanyak 100 gram sampel basah ikan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan destruksi yang akan dilakukan. Berikut adalah tabel yang menampilkan sampel ikan yang akan diambil di lapangan dalam penelitian ini:

**Tabel 3. 4 Sampel ikan yang akan diambil**

<b>Sampel Ikan</b>	<b>Berat Sampel</b>	<b>Lokasi</b>
Sampel Ikan 1	100 gram	Mewakili perairan pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan
Sampel Ikan 2	100 gram	Mewakili perairan pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan
Sampel Ikan 3	100 gram	Mewakili perairan pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan

## **2. Preparasi dan Analisis Sampel Ikan**

Setelah ditangkap sampel ikan dapat dimasukkan ke dalam plastik atau wadah terlebih dahulu sebelum diletakkan langsung pada coolbox untuk menghindari kontaminasi lainnya. Kemudian sampel ikan dapat ditempatkan dalam wadah polystyrene yang tertutup dan bersih. Sampel dapat disimpan di dalam refrigerator atau *freezer* sebelum dilakukan tahap preparasi lainnya. Sebelum dianalisis sampel basah ikan di oven terlebih dahulu untuk mengeluarkan airnya kemudian dihaluskan hingga homogen dengan menggunakan *blender*. Hal ini dilakukan agar sampel dapat dilanjutkan proses preparasi selanjutnya yaitu proses destruksi basah. Selanjutnya dapat dilakukan teknik destruksi basah agar sampel dapat dianalisis kandungan logam beratnya menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Langkah destruksi basah yang perlu dilakukan sebelum dianalisis menggunakan AAS adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang sudah di oven dan dihaluskan ditimbang sebanyak 1 gram ke dalam tabung digest.

2. Kemudian tambahkan 1 ml asam perklorat dan 5 ml asam nitrat dan dilanjutkan dengan mendiamkan sampel selama satu malam.
3. Setelah itu panaskan pada suhu 100°C selama 1 jam 30 menit.
4. Kemudian suhu ditingkatkan menjadi 130°C selama 1 jam, suhu ditingkatkan menjadi 150°C selama 2 jam 30 menit.
5. Setelah itu suhu ditingkatkan kembali menjadi 170°C selama 1 jam kemudian ditingkatkan kembali menjadi 200°C selama 1 jam hingga terbentuk uap putih. Destruksi selesai hingga terbentuk endapan putih atau sisa larutan jernih sekitar 1 ml. Kemudian hasil destruksi didinginkan dan diencerkan dengan air bebas ion menjadi 10 ml dan dihomogenkan.
6. Langkah ini dilakukan sebanyak 10 kali atau menggunakan total 10 gram sampel kering ikan untuk mendapatkan 100 ml larutan hasil destruksi yang akan digunakan untuk menganalisis logam berat timbal menggunakan AAS.
7. Selanjutnya hasil destruksi sampel tersebut dibawa dan dapat di analisis menggunakan AAS di BARISTAND Kota Samarinda.

### **3.8.3. Sampel Tiram**

#### **1. Penentuan Sampel Tiram yang Digunakan**

Satu jenis sampel tiram diambil secara langsung di lapangan atau stasiun yang telah ditetapkan dengan menggunakan pisau khusus atau parang. Jenis sampel tiram akan diidentifikasi setelah diambil dari lokasi penelitian. Sampel tiram yang diambil diseragamkan ukuran cangkangnya yaitu tiram dengan lebar berkisar 4 cm dan tinggi

2 cm dan dipisahkan dari cangkangnya untuk diambil sekitar 100 gram jaringan lunaknya pada setiap stasiun (Astuti et al., 2016). Selanjutnya dimasukkan ke dalam *coolbox* dan diberikan air laut sampai setengah dari bagian tubuh tiram terendam oleh air (Savitri,2019). Berikut adalah tabel yang menampilkan sampel tiram yang akan diambil di lapangan dalam penelitian ini:

**Tabel 3. 5 Sampel tiram yang akan diambil di lapangan**

<b>Label Sampel Tiram</b>	<b>Berat sampel tiram yang diambil di lapangan</b>	<b>Lokasi</b>
Sampel Tiram 1	100 gram jaringan lunak	Stasiun 1
Sampel Tiram 2	100 gram jaringan lunak	Stasiun 2
Sampel Tiram 3	100 gram jaringan lunak	Stasiun 3

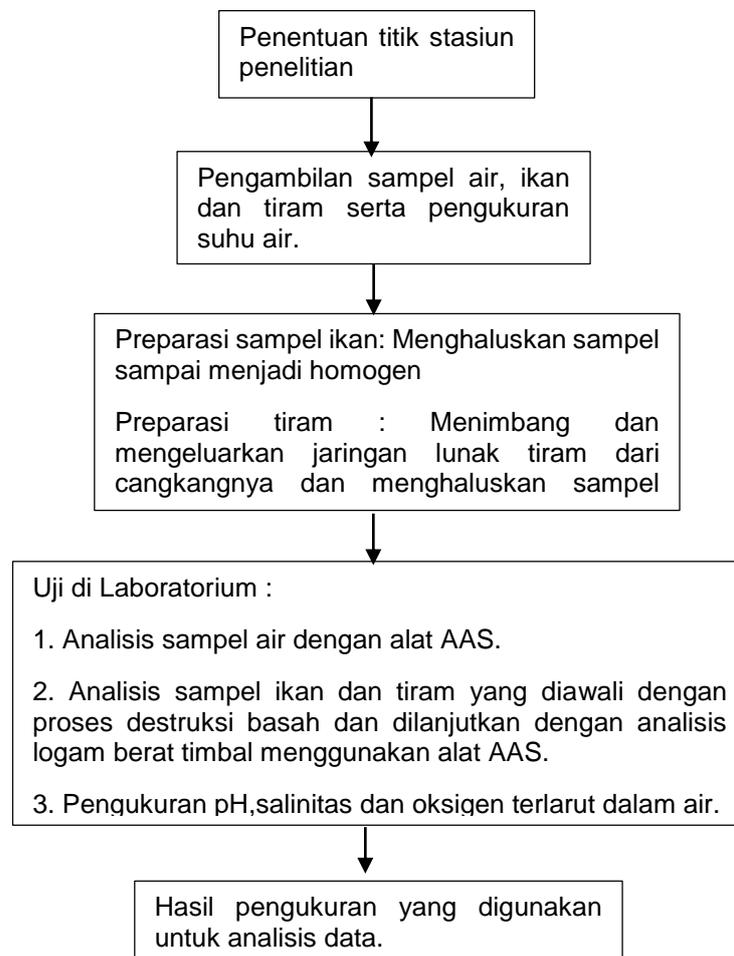
## **2. Preparasi dan Analisis Sampel Tiram**

Sebelum di analisis, sampel tiram dilakukan preparasi terlebih dahulu dengan cara melakukan pemisahan jaringan lunak tiram dari cangkangnya untuk dapat diambil dan digunakan sebagai sampel. Sampel diambil jaringan lunaknya menggunakan pinset dan dimasukkan ke dalam plastik kemudian dimasukkan ke dalam *coolbox* yang berisi air es kemudian dapat disimpan terlebih dahulu di dalam refrigerator atau *freezer* sebelum dilakukan tahap preparasi lainnya. Tahap preparasi dilakukan dengan mengoven sampel basah tiram terlebih dahulu untuk mengeluarkan airnya kemudian dihaluskan hingga homogen dengan menggunakan *blender*. Hal ini dilakukan agar sampel dapat dilanjutkan proses preparasi selanjutnya yaitu proses destruksi basah.

Selanjutnya dapat dilakukan teknik destruksi basah agar sampel dapat dianalisis kandungan logam beratnya menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Langkah destruksi basah yang perlu dilakukan sebelum dianalisis menggunakan AAS adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang sudah di oven dan dihaluskan ditimbang sebanyak 1 gram ke dalam tabung digest.
2. Kemudian tambahkan 1 ml asam perklorat dan 5 ml asam nitrat dan dilanjutkan dengan mendiamkan sampel selama satu malam.
3. Setelah itu panaskan pada suhu 100°C selama 1 jam 30 menit. Kemudian suhu ditingkatkan menjadi 130°C selama 1 jam, suhu ditingkatkan menjadi 150°C selama 2 jam 30 menit.
4. Setelah itu suhu ditingkatkan kembali menjadi 170°C selama 1 jam kemudian ditingkatkan kembali menjadi 200°C selama 1 jam hingga terbentuk uap putih. Destruksi selesai hingga terbentuk endapan putih atau sisa larutan jernih sekitar 1 ml. Kemudian hasil destruksi didinginkan dan diencerkan dengan air bebas ion menjadi 10 ml dan dihomogenkan.
5. Langkah ini dilakukan sebanyak 10 kali atau menggunakan total 10 gram sampel kering tiram untuk mendapatkan 100 ml larutan hasil destruksi yang akan digunakan untuk menganalisis logam berat timbal menggunakan AAS.
6. Selanjutnya hasil destruksi sampel tersebut dibawa dan dapat di analisis menggunakan AAS di BARISTAND Kota Samarinda.

Adapun langkah-langkah atau jalannya alur pada penelitian ini dapat digambarkan dalam bagan berikut:



Gambar 3. 2 Bagan Alur Penelitian

### 3.9. Pengolahan Data

Data yang terkumpul kemudian diolah dan dianalisis untuk memperoleh hasil dari proses pengambilan data yang telah dilakukan. Tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut :

#### 1. Pemeriksaan data (*Editing*)

Dilakukan untuk melihat apakah data yang diperoleh dari hasil pengukuran sudah benar.

#### 2. Memasukkan data (*Entry*)

Memasukkan data ke dalam rumus untuk dilakukan analisis data.

### 3. Membersihkan data (*Cleaning*)

Mengecek kembali data yang telah dimasukkan ke dalam rumus untuk menghindari kemungkinan terjadinya kesalahan entri data, dengan cara memeriksa kembali seluruh data yang telah dientri ke dalam rumus yang digunakan.

## 3.10. Analisis Data

### 3.10.1. Perbandingan dengan Standar Baku Mutu

Parameter utama yang diukur dalam penelitian ini adalah kandungan logam berat timbal (Pb) dalam air, ikan dan tiram di titik yang telah ditetapkan di perairan pesisir wilayah Baru Tengah Kota Balikpapan. Parameter pendukung yang diukur adalah kualitas air berupa pH, suhu dan kadar oksigen terlarut (DO) dan salinitas dalam air.

Analisis data dilakukan setelah mendapatkan hasil kandungan logam berat timbal (Pb) dalam air, ikan dan tiram dari pengukuran yang telah dilakukan. Data tersebut digunakan untuk menganalisis apakah konsentrasi timbal (Pb) dalam air, ikan dan tiram melebihi batas atau baku mutu yang telah ditetapkan atau tidak. Data yang didapatkan tersebut akan dibandingkan dengan standar batas maksimum logam berat timbal (Pb). Beberapa baku mutu dan batas maksimum yang digunakan adalah baku mutu kualitas air laut mengacu yang kepada Kepmen LH No 51 Tahun 2004 yaitu kandungan logam berat timbal (Pb) berkisar 0,05 mg/l, pH berkisar 6,5 – 8,5 serta baku mutu kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan yang mengacu kepada SNI nomor 7387 tahun 2009 yaitu sebesar 0,3 mg/kg dan baku mutu kandungan logam berat timbal (Pb)

pada tiram yang mengacu kepada SNI nomor 7387 tahun 2009 yaitu sebesar 1,5mg/kg.

### **3.10.2. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan *On Desk***

Analisis dilanjutkan dengan metode analisis risiko secara *on desk* hal ini digunakan untuk memperkirakan risiko kesehatan masyarakat terhadap kandungan logam timbal (Pb) yang ditemukan pada hasil pengukuran data primer baik di air, ikan maupun tiram dan dibantu dengan nilai default. Analisis ini digunakan untuk memperkirakan risiko jika dikonsumsi atau masuk ke dalam tubuh oleh masyarakat nantinya. Menurut pedoman, analisis risiko terdiri dari 4 langkah sebagai berikut:

#### **1. Identifikasi Bahaya (*hazard Identification*)**

Identifikasi bahaya merupakan langkah pertama dalam analisis risiko kesehatan lingkungan yang dilakukan untuk mengetahui secara spesifik agen risiko yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan apabila tubuh terpajan agen tersebut.

#### **2. Analisis Dosis-Respon (*dose-response assessment*)**

Analisis dosis-respons dilakukan dengan mencari nilai RfD (dosis referensi), dan/atau konsentrasi referensi (RfC), dan/atau *slope factor* (SF) dari agen risiko yang menjadi fokus ARKL. Nilai tersebut dapat didapatkan dengan merujuk pada literatur yang tersedia seperti di *Integrated Risk Information System* (IRIS).

#### **3. Analisis Paparan (*exposure assessment*)**

Analisis paparan dilakukan dengan mengukur atau menghitung intake atau asupan dari agen risiko. Data yang

digunakan dalam penelitian ini menggunakan data primer berupa hasil pengukuran agen risiko dan menggunakan nilai default yang tersedia dari laju asupan (R), berat badan (Wb), durasi pajanan (Dt), frekuensi pajanan (fE) dan time average ( $t_{avg}$ ) untuk dilakukan analisis risiko secara *on desk*. Adapun rumus perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan nilai intake adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{C \times R \times fE \times Dt}{Wb \times Tavg}$$

**Keterangan:**

Intake (I)	= Jumlah asupan harian risk agent yang diterima oleh individu secara ingesti per kg berat badan per hari (mg/kg/hari).
Konsentrasi (C)	= Jumlah kandungan atau konsentrasi timbal pada variabel yang diamati yang dijadikan indikator pencemaran logam berat timbal (mg/gram).
Laju asupan (R)	= Jumlah dari berat ikan yang dikonsumsi masyarakat per hari (gram/hari). Nilai default produk perikanan: 54 gram/hari .
Berat badan (Wb)	= Berat badan yang digunakan dalam penelitian (kg). Nilai default berat badan dewasa: 55 kg.
Durasi pajanan (Dt)	= Lamanya waktu atau jumlah tahun terhadap pajanan (tahun). Residensial (pemukiman)/pajanan seumur hidup yaitu 30 tahun
Frekuensi Pajanan (fE)	=Jumlah hari dalam satu tahun mengkonsumsi produk yang megandung timbal (hari/tahun). Pajanan pada pemukiman yaitu 350 hari/tahun
<i>Time Average</i> ( $t_{avg}$ )	= Periode waktu rata-rata hari (hari/tahun). $t_{avg}$ karsinogenik sebesar 70 tahun x 365 hari/tahun, $t_{avg}$ non karsinogenik sebesar 30 tahun x 365 hari/tahun.

#### 4. Karakteristik Risiko (*risk characterization*)

Karakteristik risiko dilakukan untuk menetapkan tingkat risiko atau mengetahui apakah agen risiko pada konsentrasi tertentu yang di analisis dapat menimbulkan gangguan pada kesehatan masyarakat atau tidak. Tingkat risiko untuk efek non karsinogenik dinyatakan dalam notasi *Risk Quotien* (RQ) yang dimuat dalam rumus sebagai berikut:

$$RQ = \frac{Intake}{RfD}$$

Tingkat risiko non karsinogenik yang akan diperoleh dinyatakan dalam bilangan desimal tanpa satuan dengan tingkat risiko aman apabila intake  $\leq$  RfD atau RfCnya atau dinyatakan RQ  $\leq$  1. Sedangkan untuk tingkat risiko tidak aman ditetapkan apabila intake  $>$  RfD atau RfCnya atau dinyatakan RQ  $\geq$  1.

#### 3.10.3. Perbandingan dengan Standar Baku Mutu

Untuk mengetahui konsentrasi logam berat yang sebenarnya pada ikan dan tiram yang telah dianalisis menggunakan AAS dapat menggunakan rumus yang berpedoman kepada SNI Nomor 2354.5 Tahun 2011 tentang penentuan kadar logam berat timbal pada produk perikanan di bawah ini:

$$\text{Konsentrasi Pb} = \frac{C \times V \times f}{W}$$

Keterangan:

C= Konsentrasi hasil akhir atau hasil pembacaan dari analisis AAS (mg/l)

V= Volume akhir larutan contoh yang disiapkan (ml), harus diubah ke dalam satuan liter

W= Berat contoh (g)

F= Faktor pengenceran

## **BAB 4.**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Gambaran Umum**

##### **4.1.1. Gambaran Umum Kelurahan Baru Tengah**

Berdasarkan data Pengelolaan Lingkungan Hidup Kota Balikpapan Tahun 2018 secara geografis Kota Balikpapan merupakan kota pesisir yang memiliki garis pantai sepanjang 83 km dari Teluk Balikpapan sampai dengan Selat Makassar. Perairan Teluk Balikpapan merupakan salah satu perairan yang terletak di Kecamatan Balikpapan Utara, Balikpapan Tengah dan Balikpapan Barat. Secara geografis, Perairan Teluk Balikpapan berada di antara  $1^{\circ}13'4,877''$  LS –  $1^{\circ}13'28,691''$  LS dan  $116^{\circ}48'51,193''$  BT –  $116^{\circ}46'49,774''$  BT. Perairan teluk ini merupakan jalur penghubung, mobilitas manusia dan barang hasil produksi serta kegiatan pembangunan industri, pertambangan, perkebunan, pertanian dan kehutanan yang ada di Kota Balikpapan dan Provinsi Kalimantan Timur (Sulardi, 2016).

Berdasarkan Badan Pusat Statistika Kota Balikpapan Tahun 2015 Kawasan pesisir Baru Tengah merupakan salah satu wilayah pesisir Kota Balikpapan yang terletak di Kecamatan Balikpapan Barat dan merupakan bagian dari area Teluk Balikpapan. Kecamatan Balikpapan Barat memiliki luas wilayah sekitar 179,95 km yang terdiri dari daratan seluas 142,453 km dan perairan seluas 37,49 km. Kelurahan Baru Tengah merupakan bagian dari kecamatan Balikpapan Barat dan menjadi bagian dari kawasan pesisir Kota Balikpapan yang mempunyai luas wilayah sebesar 57 hektar. Kelurahan Baru Tengah merupakan kawasan pemukiman yang terbagi

menjadi 2 wilayah yaitu wilayah perbukitan dan wilayah pesisir (BPS Kota Balikpapan,2015).

Pada wilayah perbukitan terdapat kawasan hutan bakau dan pemukiman. Pada area pesisir yang menjadi lokasi penelitian terdapat daerah pemukiman dan terdapat pasar serta dermaga. Kawasan ini berbatasan oleh:

1. Kelurahan Baru Ulu di Utara
2. Teluk Balikpapan di Barat
3. Kilang minyak pertamina di Selatan
4. Kelurahan Margasari di Timur

Kawasan pesisir Kelurahan Baru Tengah terbagi menjadi 2 area yaitu area komersial di pinggir Jl. Letjen Suprpto yang berada di daratan, dan area permukiman yang dominan bertapak di atas air (Arham, 2021).

Berikut adalah wilayah Kelurahan Baru Tengah Kota Balikpapan:



Gambar 4.1 Kelurahan Baru Tengah Balikpapan

#### 4.1.2. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Pada aera pesisir di Kelurahan Baru Tengah terdapat pasar, kawasan pemukiman dan pelabuhan atau dermaga yang merupakan tempat penghubung antar kota yaitu Kota Balikpapan dan Kota Penajam yang berada di seberang Teluk Balikpapan atau sebagai tempat penurunan tangkapan dan pelelangan ikan. Setidaknya terdapat dua pasar besar yang berada di wilayah pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan yaitu pasar Pandansari yang bermuara ke sungai kecil di bagian pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan dan Pasar Kampung Baru Tengah yang berada tepat di atas pemukiman atas air. Pada wilayah pesisir Baru Tengah terdapat salah satu sistem aliran drainase Kota Balikpapan dengan total panjang sungai yaitu 22.341 m yang muaranya mengarah ke perairan pesisir dengan kondisi drainase yang umumnya masih kotor oleh sampah dan sedimen (RPJP Kota Balikpapan, 2006). Berikut adalah gambaran titik stasiun pengambilan sampel pada penelitian ini:



Gambar 4.2 Stasiun Penelitian

1. Stasiun 1 terletak pada titik koordinat  $01^{\circ}14'17,107''$  LU dan  $116^{\circ}49'2,525''$  BT merupakan perairan yang berbatasan dengan muara aliran sungai kecil dan drainase Kota Balikpapan yang memiliki lebar 12 meter dan kedalaman hingga 1,85 meter. Memiliki jarak 400 meter berdekatan dengan salah satu perusahaan minyak di Kota Balikpapan dan dekat dengan pasar pandansari Balikpapan.
2. Stasiun 2 terletak pada titik koordinat  $01^{\circ}14'19,167''$  LU dan  $116^{\circ}48'47,723''$  BT merupakan daerah dermaga kapal pengangkut ikan bersandar dan berjarak 500 meter dari stasiun pertama.
3. Stasiun 3 terletak pada titik koordinat  $01^{\circ}13'58,891''$  LU dan  $116^{\circ}48'38,730''$  BT merupakan daerah yang terdapat pemukiman atas air, pelabuhan *speedboat*, dekat dengan pasar dan pelabuhan transportasi lainnya. Stasiun ini berjarak sekitar 1 km dari stasiun pertama.

Kondisi lingkungan penelitian diukur dan disajikan untuk memberikan informasi tentang kondisi saat pengambilan sampel dilakukan dan dapat membantu mendukung analisis kandungan logam berat pada perairan yang akan diukur. Berikut adalah kondisi lingkungan atau kondisi hidrologi saat penelitian sedang berlangsung:

**Tabel 4.1 Kondisi Lingkungan Saat Penelitian Berlangsung**

Titik Lokasi	Suhu Udara	Kecepatan Angin	Kecepatan Arus
Stasiun 1	32,9°C	2 m/s	0,1 m/s
Stasiun 2	31°C	2 m/s	0,08 m/s
Stasiun 3	29,1°C	1,4 m/s	0,05 m/s

Sumber: Data Primer 2022

Kondisi saat pengambilan sampel dalam keadaan terik atau cuaca panas dengan suhu tertinggi pada stasiun 2 yaitu sekitar 32,9°C. Namun dalam beberapa pekan dan hari sebelum pengambilan sampel sering terjadi hujan. Hal ini didukung dengan analisis yang dilakukan oleh BMKG Samarinda bahwa secara umum wilayah Kalimantan Timur pada bulan Maret dan April Tahun 2022 mengalami curah hujan kategori menengah hingga tinggi (50-500 mm). Wilayah Balikpapan masuk ke dalam kategori menengah yaitu sekitar 201 hingga 300 mm/bulan. Kecepatan angin pada setiap stasiun penelitian tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Kecepatan arus tergolong lemah dengan nilai yang tidak berbeda secara signifikan dan nilai tertinggi terdapat pada stasiun 1 karena dipengaruhi adanya aliran dari muara.

## **4.2. Hasil Pengambilan Sampel di Lapangan dan Analisis Konsentrasi Timbal (Pb) pada Air, Ikan, dan Tiram di Pesisir Baru Tengah Balikpapan**

### **4.2.1. Pengambilan Sampel**

#### **1. Sampel Air**

Pengambilan sampel air laut pesisir baru tengah kota Balikpapan dilakukan pada pagi hari saat kondisi perairan dalam keadaan surut. Sampel air laut diambil menggunakan botol sampel sebanyak 1000 ml pada permukaan air dengan metode *grab samples* atau satu kali pada waktu tertentu untuk mengetahui karakteristik sampel air laut. Sampel air laut yang telah diambil dan dimasukkan ke dalam botol sampel telah dimasukkan ke dalam *coolbox* kemudian langsung dibawa ke Laboratorium Balai

Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BARISTAND) Samarinda untuk di analisis kadar Timbal (Pb).

## **2. Pengambilan Sampel Ikan**

Pengambilan sampel ikan di pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan saat kondisi perairan dalam keadaan surut. Sampel ikan diambil dari lokasi yang menjadi tempat warga biasa memancing ikan. Sampel yang didapatkan berupa salah satu ikan yang biasa ditangkap dan ditemukan oleh masyarakat sekitar. Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan beberapa nelayan, ikan yang sehari-hari ditangkap dan ditemukan di wilayah tersebut adalah Ikan Baronang. Berat ikan baronang yang didapatkan pada penelitian ini berkisar dari 48 gram hingga 67 gram dengan ukuran panjang tubuh berkisar dari 12,5 cm hingga 15 cm. Kemudian beberapa ikan dengan berat tubuh 48 gram hingga 67 gram tersebut dijadikan 3 sampel uji dengan berat sampel masing-masing 100 gram. Hal ini dilakukan untuk keperluan proses destruksi basah yang membutuhkan minimal 100 gram sampel basah ikan.

Sampel yang telah didapat kemudian langsung dibersihkan kotoran yang ada di dalamnya. Masing-masing 100 gram sampel basah tersebut di oven hingga kering dan diblender hingga halus sehingga didapatkan sekitar 20 gram sampel kering dan halus pada tiap sampel untuk dapat dilanjutkan proses destruksi basah. Proses destruksi diawali dengan pemberian 1 ml asam perklorat dan 5 ml asam nitrat pada 1 gram sampel ikan yang menghasilkan 1 ml cairan destruksi dan diencerkan hingga menjadi 10 ml larutan hasil

destruksi. Proses ini dilakukan sebanyak 10 kali atau menggunakan sebanyak 10 gram sampel kering tiap sampel ikan untuk dapat menghasilkan 100 ml larutan hasil destruksi untuk keperluan analisis logam yang dilakukan setelahnya.

### **3. Pengambilan Sampel Tiram**

Pengambilan sampel tiram di pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan dilakukan saat kondisi perairan dalam keadaan surut yang diambil pada tiang-tiang dermaga dan pelabuhan. Sampel tiram yang dianalisis merupakan jenis tiram yang ditemukan menempel di wilayah perairan pesisir tersebut. Berdasarkan hasil identifikasi, sampel tiram yang ditemukan merupakan kelompok *Crassostrea glomerata*. Sampel tiram yang diambil berukuran 4 cm hingga 6 cm. Sampel tiram yang akan dianalisis berupa jaringan lunak tiram sebanyak 100 gram pada tiap stasiun. Setiap tiram yang bercangkang didalamnya memiliki berat jaringan lunak berkisar hingga 3 gram, sehingga pada proses penelitian diambil sampel tiram yang bercangkang sebanyak 2 hingga 3 kilogram untuk diambil dan dikumpulkan jaringan lunaknya hingga mencapai 100 gram jaringan lunak. Setelah memenuhi berat yang dibutuhkan, sampel kemudian dioven hingga kering dan di blender hingga halus sehingga didapatkan sekitar 20 gram sampel kering dan halus yang akan digunakan dalam proses destruksi basah. Proses destruksi menggunakan sebanyak 10 gram sampel tiram yang telah dikeringkan untuk dapat menghasilkan 100 ml larutan hasil destruksi yang digunakan sebagai keperluan analisis logam yang akan dilakukan setelahnya.

#### 4.2.2. Hasil Analisis Konsentrasi Timbal (Pb) pada Air, Ikan, dan Tiram di Pesisir Baru Tengah Balikpapan

Konsentrasi timbal pada tiram yang ditampilkan dalam dokumen hasil analisis laboratorium tersaji dalam satuan mg/l karena sampel yang diserahkan berupa larutan hasil destruksi sehingga perlu dilakukan perhitungan konsentrasi timbal sebenarnya yaitu dalam satuan mg/kg pada sampel tiram yang perhitungannya telah terlampir. Adapun hasil pemeriksaan logam berat timbal pada sampel air, ikan dan tiram yang terdapat pada pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan dapat dilihat pada tabel 4.2 di bawah ini:

**Tabel 4.2 Hasil Analisis Kandungan Timbal pada Air, Ikan dan Tiram di Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan**

Sampel	Lokasi pengambilan sampel	Kandungan timbal (mg/l)	Baku mutu (mg/l)	MS/TS
<b>Sampel Air</b>				
I	Stasiun 1	<0,0295	0,05*	MS
II	Stasiun 2	<0,0295	0,05*	MS
III	Stasiun 3	<0,0295	0,05*	MS
*Baku Mutu Lingkungan (Kepmen LH No.51 Tahun 2004 Baku Mutu Air Laut)				
<b>Sampel Ikan</b>				
I	mewakili perairan	<0,0295	0,3**	MS
II	mewakili perairan	<0,0295	0,3**	MS
III	mewakili perairan	<0,0295	0,3**	MS
**Baku Mutu Lingkungan (SNI nomor 7387 tahun 2009 tentang produk perikanan)				
<b>Sampel Tiram</b>				
I	Stasiun 1	4,167	1,5***	TMS
II	Stasiun 2	3,794	1,5***	TMS
III	Stasiun 3	2,799	1,5***	TMS
***Baku Mutu Lingkungan (SNI nomor 7387 tahun 2009 tentang Bivalvia)				

Sumber: Data Primer (2022)

Berdasarkan tabel 4.2 hasil analisis kandungan timbal pada air laut di pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan yang dilakukan pada tiga titik stasiun yaitu stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 menunjukkan bahwa

kandungan timbal pada setiap stasiun memiliki konsentrasi yang sangat rendah yaitu  $<0,0295$ . Hasil analisis kandungan timbal pada ikan di pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan yang dilakukan pada tiga sampel ikan menunjukkan nilai yang sama yaitu  $<0,0295$ . Nilai ini merupakan batas ukur konsentrasi atau sensitivitas yang dapat terbaca dari alat yang digunakan. Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan timbal pada air laut di tiga titik stasiun yang diteliti serta kandungan timbal pada tiga sampel ikan yang diteliti masih dibawah baku mutu lingkungan menurut Kepmen LH No.51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut sebesar  $0,05 \text{ mg/l}$  dan SNI nomor 7387 tahun 2009 sebesar  $0,3 \text{ mg/kg}$  tentang produk perikanan.

Pada tiram hasil analisis kandungan timbal yang didapat dari tiga stasiun penelitian yaitu stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 yang tertinggi terdapat pada tiram di stasiun 1 sebesar  $4,167 \text{ mg/kg}$  dan terendah terdapat pada stasiun 2 sebesar  $3,794 \text{ mg/kg}$  dan stasiun 3 sebesar  $2,799 \text{ mg/kg}$ . Hasil kandungan logam berat timbal yang terdapat pada tiram di setiap stasiun nilainya melebihi baku mutu atau tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh SNI nomor 7387 tahun 2009 tentang batas kandungan logam berat timbal pada bivalvia yaitu sebesar  $1,5 \text{ mg/kg}$ .

#### **4.3. Hasil Pengukuran Parameter Fisik-Kimia Lainnya Pada Perairan**

Pengukuran terhadap parameter kualitas perairan seperti pada parameter fisik yaitu suhu pada air dan salinitas serta parameter kimia seperti pH dan oksigen terlarut dilakukan untuk memberikan informasi tentang kondisi lingkungan saat pengambilan sampel dilakukan dan sebagai faktor pendukung analisis pencemaran logam berat timbal di Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan.

Nilai parameter kualitas air lainnya yang telah diukur pada setiap stasiun yaitu stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 disajikan dalam tabel 4.3 di bawah ini

**Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Parameter Fisik-Kimia Lainnya Pada Perairan**

Parameter	Stasiun			Baku Mutu
	I	II	III	
<b>Fisika</b>				
Suhu Perairan (°C)	30	32	29	28-30
Salinitas (‰)	7,4	30,5	30,4	33 – 34
<b>Kimia</b>				
pH Air	6,58	7,18	6,99	7- 8,5
Oksigen Terlarut (mg/l)	1,14	9,94	8,43	5

Sumber: Data Primer (2022)

Pada hasil pengukuran parameter kualitas air lainnya pada setiap stasiun terdapat parameter suhu perairan dan pH air yang tidak memiliki perbedaan signifikan. Suhu perairan pada stasiun 1 sebesar 30 °C, pada stasiun 2 sebesar 32 °C dan pada stasiun 3 sebesar 29 °C. Pada pH didapatkan hasil pada stasiun 1 sebesar 6,58 pada stasiun 2 sebesar 7,18 dan pada stasiun 3 sebesar 6,99. Pada parameter salinitas dan oksigen terlarut diperoleh perbedaan hasil yang signifikan dimana pada salinitas nilai terendah terdapat pada stasiun 1 yaitu sebesar 7,4 ‰ sedangkan pada stasiun 2 dan stasiun 3 memiliki nilai yang tidak berbeda secara signifikan yaitu sebesar 30,5 pada stasiun 2 dan 30,4 pada stasiun 3. Pada parameter oksigen terlarut nilai yang diperoleh di stasiun 1 juga memiliki nilai yang rendah dibanding dua stasiun lainnya yaitu sebesar 1,14 mg/l dan nilai oksigen terlarut pada stasiun 2 dan 3 memiliki nilai yang tidak berbeda secara signifikan pula yaitu sebesar 9,94 mg/l pada stasiun 2 dan 8,43 mg/l pada stasiun 3.

#### **4.4. Analisis Risiko Logam Berat Timbal (Pb) pada Hasil Penelitian**

##### **4.4.1. Analisis Paparan**

Analisis paparan dilakukan untuk menentukan dosis agen risiko

logam berat timbal yang diterima oleh individu sebagai asupan atau *intake*.

Intake atau asupan didapatkan melalui perhitungan dari beberapa variabel. Analisis risiko dalam penelitian ini menggunakan analisis *on desk* sehingga beberapa nilai variabel yang digunakan dalam penelitian ini diambil berdasarkan nilai *default* dan disajikan pada Tabel 4.4 di bawah ini:

**Tabel 4.4 Nilai Variabel Default Untuk Perhitungan Laju Asupan pada Tiram**

Jenis Sampel	Konesntrasi Timbal (C)	Laju Asupan (R)	Lama Paparan (fE)	Durasi Paparan (Dt)	Berat Badan (Wb)	Time Average (Tavg)
Tiram I	0,004167 mg/g	54 g/hari	350 hari/tahun	30 tahun	55 kg	30 tahun x 365 hari/tahun
Tiram II	0,003794 mg/g	54 g/hari	350 hari/tahun	30 tahun	55 kg	30 tahun x 365 hari/tahun
Tiram III	0,002799 mg/g	54 g/hari	350 hari/tahun	30 tahun	55 kg	30 tahun x 365 hari/tahun

Sumber : Data Primer (2022) dan Data Sekunder (Nilai Default)

Maka nilai asupan atau *intake* yang di dapat pada tiram I, tiram II dan tiram III dapat disajikan pada tabel 4.5 di bawah ini

**Tabel 4.5 Nilai *Intake* Tiram I, Tiram II, dan Tiram III**

Jenis Sampel	Asupan/ <i>Intake</i>
Tiram I	0,00392 mg/kg/hari
Tiram II	0,00375 mg/kg/hari
Tiram III	0,00263 mg/kg/hari

Jadi asupan atau *intake* logam berat timbal yang dihitung berdasarkan nilai default untuk proyeksi paparan 30 tahun pada tiram I adalah sebesar 0,00392 mg/kg/hari, pada tiram II sebesar 0,00375 mg/kg/hari dan pada tiram III sebesar 0,00263 mg/kg/hari.

#### 4.4.2. Analisis Dosis Respon

Dosis referensi untuk efek nonkarsinogenik dinyatakan sebagai *Reference Dose* (RfD). RfD adalah nilai perkiraan maksimum harian bahan kimia tertentu yang tidak menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia. Umumnya nilai ini digunakan pada kajian risiko cemaran non-karsinogen (Yap et al., 2016). RfD logam timbal menggunakan konsentrasi referensi untuk ingesti yang digunakan adalah sebesar  $3,5 \times 10^{-3}$  mg/kg/hari (US EPA. *Risk Assessment Guidance for Superfund. Human Health Evaluation Manual Part A, Interim Final.* United States Environmental Protection Agency. 1989;1 part A:300 dan Chukwuemeka, P. I. K., & Hephzibah, N. U. (2018).

Diketahui bahwa timbal tidak memiliki implikasi terhadap kasus kanker sehingga efek yang akan digunakan dalam analisis ini adalah efek sistemik atau efek nonkarsinogenik. Logam-logam yang bersifat karsinogenik yaitu Cr, Cd, As dan Ni (IARC, 2011). *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) mengungkapkan bahwa meskipun timbal dikategorikan sebagai senyawa yang karsinogenik namun untuk paparan melalui jalur selain inhalasi, tidak menunjukkan adanya risiko karsinogenik. Data yang diperoleh dari studi epidemiologi menunjukkan bahwa data dari hasil percobaan tidak cukup untuk mengkonfirmasi adanya peningkatan risiko kanker pada manusia yang terpapar.

#### 4.4.3. Karakteristik Risiko

Karakteristik risiko atau yang dikenal dengan nilai risiko atau *Risk Quotient* (RQ) dilakukan untuk membandingkan nilai asupan (intake)

dengan nilai dosis acuan (RfD). Untuk mencari tingkat risiko (RQ) dilakukan dengan hasil perhitungan intake dibagi dengan nilai RfD yang hasilnya telah tercantum pada tabel di bawah ini:

**Tabel 4.6 Tingkat Risiko (RQ) Timbal pada Tiram**

Kelompok	RQ	Tingkat Risiko	Keterangan
Tiram I	1,11	RQ > 1	Tidak aman
Tiram II	1,03	RQ > 1	Tidak aman
Tiram III	0,74	RQ ≤ 1	Aman

Keterangan : Efek Non-Karsinogenik

Tingkat Risiko (RQ) pada tiram di stasiun 1 untuk pajanan sebesar 4,167 mg/kg dan stasiun 2 untuk pajanan sebesar 3,794 mg/kg secara tertelan atau ingesti yang diasumsikan pada masyarakat dewasa yang tinggal di pemukiman dengan berat badan 55 kg tergolong tidak aman (RQ>1) untuk asumsi frekuensi pajanan 350 hari/tahun hingga 30 tahun mendatang dengan nilai tingkat risiko yang tertinggi adalah pada tiram di stasiun 1 yaitu sebesar 1,11 dilanjutkan dengan tiram di stasiun 2 sebesar 1,03.

Sedangkan untuk stasiun 3 untuk pajanan sebesar 2,799 mg/kg secara tertelan atau ingesti yang diasumsikan pada masyarakat dewasa yang tinggal di pemukiman dengan berat badan 55 kg tergolong masih aman untuk asumsi frekuensi pajanan 350 hari/tahun hingga 30 tahun mendatang dengan nilai tingkat risiko yaitu sebesar 0,74.

#### **4.4.4. Manajemen Risiko dan Pengendalian Risiko**

##### **1. Manajemen Risiko**

Berdasarkan hasil perhitungan risiko kesehatan yang menunjukkan adanya risiko tidak aman pada tiram di stasiun 1 dan stasiun 2 jika dikonsumsi maka perlu dilakukan manajemen risiko. Manajemen risiko yang dapat dilakukan yaitu dengan mengurangi laju asupan dan frekuensi pajanan terhadap logam berat timbal. Perhitungan laju asupan aman dan frekuensi pajanan yang aman dapat diperoleh dengan menggunakan rumus di bawah ini:

1. Laju Asupan Aman

$$R_{aman} = \frac{RfD \times Wb \times tavg}{C \times fE \times Dt}$$

2. Frekuensi Pajanan Aman

$$R_{aman} = \frac{RfD \times Wb \times tavg}{C \times R \times Dt}$$

Berdasarkan hasil perhitungan rumus diatas diperoleh nilai laju asupan aman dan frekuensi aman konsumsi tiram pada stasiun 1 dan stasiun 2 sebagai berikut:

**Tabel 4.7 Laju Asupan Dan Frekuensi Pajanan Aman Tiram Pada Stasiun 1 dan 2**

Laju Asupan Aman (gram/hari)		Frekuensi Pajanan Aman	
Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 1	Stasiun 2
48 gram/hari	52 gram/hari	312 hari/tahun	343 hari/tahun

Dari hasil perhitungan manajemen risiko diatas dapat dilihat bahwa maksimum laju asupan bagi masyarakat pada tiram di stasiun 1 sebesar 48 gram/hari dan di stasiun 2 sebesar 52 gram/hari. Nilai ini menggunakan perhitungan dari berat badan 55 kg, periode waktu rata-rata (tavg) 30 x 365 hari/tahun, durasi pajanan 30 tahun, frekuensi pajanan 365 hari dan

konsentrasi tiram pada stasiun 1 yaitu sebesar 0,004167 mg/g dan tiram pada stasiun 2 sebesar 0,003794 mg/g.

Sedangkan nilai maksimum frekuensi pajanan masyarakat pada tiram di stasiun 1 sebesar 312 hari/tahun dan di stasiun 2 sebesar 343 hari/tahun. Nilai ini menggunakan perhitungan dari berat badan 55 kg, periode waktu rata-rata (avg)  $30 \times 365$  hari/tahun, durasi pajanan 30 tahun, laju asupan 54 gram/hari dan konsentrasi tiram pada stasiun 1 yaitu sebesar 0,004167 mg/g dan tiram pada stasiun 2 sebesar 0,003794 mg/g.

## **2. Pengendalian Risiko**

Berdasarkan hasil analisis pencemaran logam timbal yang ditemukan dan hasil pengukuran parameter kualitas perairan lainnya, dapat dilakukan beberapa upaya pengendalian risiko pencemaran lingkungan khususnya pencemaran logam berat timbal yang didasarkan pada permasalahan atau sumber pencemaran yang ditemukan pada hasil analisis yang telah dilakukan. Beberapa hal yang dapat dilakukan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Pengendalian ruang pesisir yang dimanfaatkan untuk pasar dan industri yang ada disekitar perairan.
2. Diperlukan peningkatan realisasi regulasi daerah tentang pengelolaan sampah maupun limbah.
3. Upaya pengendalian pencemaran air yang disebabkan oleh sampah termasuk sampah domestik.
4. Adanya penyelenggaraan kegiatan sosialisasi baik kepada masyarakat maupun pelaku kegiatan serta pelaksanaan kebersihan daerah pesisir oleh seluruh kelompok masyarakat.

5. Memperhatikan bahan bakar dan kebutuhan transportasi laut yang digunakan dan menerapkan teknologi ramah lingkungan sebagai penggantinya
6. Memberikan sanksi tegas kepada pihak-pihak yang terbukti mencemari lingkungan.
7. Mengembangkan metode yang bisa digunakan untuk membersihkan atau mengurangi pencemaran.
8. Adanya pemantauan secara berkala dan intensif terhadap kualitas air laut dan parameter logam-logam berat yang terkandung didalam perairan maupun biota laut.
9. Melakukan surveilans dan skrining pemeriksaan kesehatan masyarakat sekitar pesisir yang terpajan air maupun biota laut yang ada di dalamnya.

#### **4.5. Pembahasan**

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan dan disesuaikan dengan tujuan penelitian, maka pembahasan hasil penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

##### **4.5.1. Konsentrasi Timbal pada Air**

Hasil pengukuran konsentrasi timbal pada sampel air yang telah diambil pada stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 menunjukkan bahwa kandungan timbal pada setiap stasiun memiliki konsentrasi yang sangat rendah yaitu  $<0,0295$  mg/l yang mana nilai ini merupakan batas ukur konsentrasi yang dapat terbaca dari alat AAS yang digunakan. Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan timbal pada air laut di tiga titik stasiun

yang diamati masih dibawah baku mutu lingkungan menurut Kepmen LH No.51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut sebesar 0,05 mg/l.

Nilai konsentrasi timbal yang rendah dalam penelitian ini menunjukkan kelarutan logam berat timbal pada air di stasiun penelitian yang diteliti rendah meskipun kondisi lingkungan pada berdekatan dengan sumber pencemaran sehingga tidak dapat terdeteksi oleh alat dengan batas ukur 0,0295 mg/l. Menurut Palar (1994) pada dasarnya logam timbal dapat masuk ke badan perairan secara alamiah yaitu dengan cara pengkristalan timbal yang berada di udara dan proses korosifikasi batuan mineral akibat hempasan gelombang angin, namun setelah memasuki perairan pesisir dan laut sifat bahan pencemar ditentukan oleh beberapa faktor atau beberapa jalur dengan kemungkinan bahan pencemar atau logam tersebut terencerkan dan tersebar oleh adukan turbulensi dan arus laut, diserap ikan, plankton, atau biota laut lainnya dan proses fisik dan kimiawi dengan cara absorpsi, pengendapan, pertukaran ion dan kemudian bahan pencemar itu akan mengendap di dasar perairan serta dapat terbawa langsung oleh arus dan biota laut. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ananda et al., (2022) di perairan pemukiman Pesisir Rembang Jawa Tengah yang hasil penelitiannya menunjukkan konsentrasi timbal sangat rendah pada air namun sangat tinggi pada sedimen. Hal ini dapat disebabkan kelarutan logam timbal di dalam air cukup rendah karena memiliki sifat mengikat partikel lain dan bahan organik kemudian mengendap di dasar perairan. Logam berat pada air cenderung bersifat mengendap dan cenderung bergerak oleh gelombang maupun arus, hal ini menyebabkan kandungan logam berat

pada air lebih kecil dibandingkan dengan sedimen atau biota air di dalamnya.

Konsentrasi logam berat timbal yang rendah dan berubah-ubah dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan pula. Menurut Amin (2013) konsentrasi logam berat timbal dapat tergantung saat pembuangan limbah, tingkat pengolahan limbah dan juga dipengaruhi oleh musim. Kondisi cuaca beberapa hari dan pekan sebelum pengambilan sampel dalam keadaan hujan. Wilayah Kalimantan Timur pada bulan Maret dan April Tahun 2022 mengalami curah hujan kategori menengah hingga tinggi (50-500 mm) dan wilayah Balikpapan masuk ke dalam kategori menengah yaitu sekitar 201 hingga 300 mm/bulan (BMKG Kota Samarinda, 2022). Hal ini dapat mempengaruhi konsentrasi logam berat timbal pada perairan. Konsentrasi logam berat di perairan cenderung lebih rendah pada musim penghujan, hal ini dikarenakan air hujan dapat mengencerkan logam berat yang berada di perairan. Intensitas curah hujan akan mempengaruhi debit pada suatu badan air, jika curah hujan tinggi akan menyebabkan debit tinggi dan mengakibatkan peningkatan pengenceran sehingga akan mengurangi kadar polutan pada suatu badan air (Nurjanah, 2018). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mabaat et al., (2017) yang menganalisis kandungan logam berat arsen pada air dan penelitian yang dilakukan oleh Malau et al., (2018) terhadap logam timbal di Perairan Pesisir Jepara dimana hasil konsentrasi yang didapatkan sangat rendah hingga tidak terbaca oleh sensitivitas alat yang digunakan. Hal ini salah satunya dipengaruhi oleh pengambilan sampel saat kondisi cuaca yang sedang dalam musim penghujan dan curah hujan

yang tinggi saat penelitian sedang dilakukan sehingga mengakibatkan arus di daerah penelitian yang deras dan peningkatan debit air yang dapat mengencerkan logam berat yang berada di perairan.

Curah hujan yang tinggi juga dapat menyebabkan salinitas di suatu perairan menjadi rendah dan salinitas yang rendah menyebabkan logam berat di perairan rendah (Supriyantini et al.,2017). Pada penelitian ini nilai salinitas pada stasiun 1, 2 dan 3 berada di bawah baku mutu lingkungan salinitas yang dibutuhkan pada suatu perairan laut atau pesisir. Nilai salinitas yang rendah ini dapat menyebabkan kandungan timbal di perairan rendah. Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Malau et al., (2018) di perairan pesisir Jepara dimana kandungan logam timbal yang di dapatkan pada setiap stasiun rendah yang diakibatkan nilai salinitas yang di ukur pada tiap stasiun penelitian juga rendah yaitu berkisar 26‰ – 29‰ dan 24,3‰ – 25,5‰ akibat curah hujan tinggi pada saat penelitian berlangsung.

Selain itu konsentrasi logam berat timbal yang rendah di perairan dapat diakibatkan karena adanya pergerakan air yang bebas ketika kapal melewati wilayah perairan (Lestari et al., 2019). Pada stasiun 1 terdapat arus perairan yang selalu mengalir akibat aliran dari muara sungai dan pada stasiun 2 dan 3 sering terjadi turbulensi akibat adanya gelombang dan pergerakan air yang ditimbulkan dari kapal sehingga hal ini dapat mengakibatkan adanya pergerakan air yang bebas sehingga konsentrasi logam berat dapat terencerkan atau tersebar. Logam berat dalam perairan jika terlarut diantaranya akan mengalami beberapa proses seperti terencerkan dan tersebar oleh adukan turbulensi dan arus (Diliyana,2008).

#### 4.5.2. Konsentrasi Timbal pada Ikan

Hasil analisis kandungan timbal pada ikan di pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan yang dilakukan pada tiga sampel ikan dengan masing-masing berat 100 gram menunjukkan bahwa kandungan timbal pada setiap sampel ikan yang diteliti memiliki konsentrasi yang sangat rendah yaitu  $<0,0295$  mg/kg yang mana nilai ini merupakan batas ukur konsentrasi yang dapat terbaca dari alat AAS yang digunakan. Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan timbal pada tiga sampel ikan yang diteliti masih dibawah baku mutu lingkungan menurut SNI nomor 7387 tahun 2009 yaitu sebesar 0,3 mg/kg. Konsentrasi timbal yang sangat rendah dan dibawah nilai baku mutu lingkungan ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Kemampuan organisme untuk menghindar dari pengaruh polusi atau pencemaran serta kemampuan organisme untuk menyesuaikan diri terhadap bahan toksik logam di perairan juga dapat mempengaruhi daya toksisitas logam dalam air terhadap organisme yang hidup di dalamnya (Nugroho, 2006). Menurut (Haryanti & Martuti, 2020) ikan merupakan organisme air yang dapat menghindarkan diri dari pengaruh pencemaran air di suatu perairan karena sifatnya yang bergerak dengan cepat dan tidak berdiam pada suatu media serta beberapa ikan yang bersifat migrasi dan nomaden atau berpindah-pindah dalam mencari makan. Hal ini dapat menyebabkan salah satu faktor konsentrasi timbal pada tubuh ikan rendah.

Proses bioakumulasi logam berat dalam jaringan ikan cukup bervariasi dan diantaranya dapat bergantung pada jenis logam berat dan spesies ikan. Hal ini dikarenakan kemampuan fisiologis setiap ikan yang

berbeda-beda terhadap pengaruh logam berat yang membuat kadar atau konsentrasi logam berat pada tubuh ikan juga berbeda (Palar,1994). Pada penelitian ini jenis ikan yang diambil untuk dianalisis adalah ikan baronang karena ikan tersebut mudah dan sering ditemukan di wilayah perairan lokasi penelitian dan biasa ditangkap maupun di jual oleh masyarakat sekitar. Ikan baronang termasuk ke dalam golongan herbivora atau pemakan tumbuhan seperti rumput laut, ganggang, lumut yang biasa banyak ditemui di sekitar padang lamun dan daerah terumbu karang (Zainuri et al., 2011). Konsentrasi yang rendah pada ikan juga dapat diduga dipengaruhi oleh keadaan lamun yang belum mengalami akumulasi sehingga tidak mengandung logam berat timbal atau ikan baronang yang memakan tumbuhan selain di sekitar lamun.

Selain dipengaruhi perbedaan spesies maupun jenis biota, konsentrasi timbal di dalam tubuh ikan juga dipengaruhi oleh perbedaan sifat biologis seperti umur, fisiologis dan aktivitas atau perilaku ikan atau biota laut tersebut (Haryono, 2017). Ikan baronang memiliki habitat cukup luas yang disebabkan aktivitasnya dalam mencari makan dan berkembang biak yang berpindah-pindah dari satu habitat ke habitat lain yang kondisi lingkungannya berbeda (Kordi, 2005). Karena aktivitasnya tersebut ikan baronang yang ditangkap pada penelitian dapat berasal dari ikan yang sedang melintasi area pengambilan sampel. Sehingga hal ini dapat menyebabkan ikan baronang tersebut tidak terpengaruh oleh pencemaran yang berada di dalam perairan lokasi penelitian.

Masa hidup ikan yang diteliti juga dapat mempengaruhi konsentrasi logam berat timbal di dalam tubuh ikan. Hal ini sejalan dengan penelitian

yang dilakukan oleh Zainuri et al., (2011) pada ikan baronang di Perairan Bontang dimana terdapat perbedaan konsentrasi antara dua ikan yang sama karena ikan dengan kandungan yang rendah diduga masa hidupnya belum selama dengan masa hidup ikan yang berkonsentrasi tinggi. Akumulasi logam berat akan tinggi jumlahnya dengan melihat pertumbuhan somatik (panjang badan) yang dapat mewakili lama hidup suatu ikan. Semakin panjang dan besar ukuran ikan maka semakin lama pula hidupnya. Pada penelitian ini ukuran ikan baronang yang diambil berkisar 14 cm hingga 15 cm. Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan pada ikan baronang di Perairan Pesisir Bontang tersebut ikan baronang dengan panjang 14 cm memiliki konsentrasi timbal yang lebih rendah dibandingkan dengan ikan baronang yang memiliki ukuran berkisar hingga 19 cm. Ikan baronang yang berkisar hingga 19 cm tersebut juga memiliki konsentrasi yang lebih rendah dibandingkan dengan ikan baronang yang berukuran hingga 24 cm.

#### **4.5.3. Konsentrasi Timbal pada Tiram dan Sumber Pencemarannya**

Hasil analisis kandungan timbal pada tiram di pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan yang diambil dari tiga stasiun penelitian yaitu stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 didapatkan kandungan logam berat timbal yang tertinggi pada tiram di stasiun 1 sebesar 4,167 mg/kg dan terendah terdapat pada stasiun 2 sebesar 3,794 mg/kg dan stasiun 3 sebesar 2,799 mg/kg. Hasil kandungan logam berat timbal yang terdapat pada tiram di setiap stasiun nilainya melebihi baku mutu atau tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh SNI nomor 7387 tahun 2009 tentang batas kandungan logam berat timbal pada bivalvia yaitu sebesar 1,5

mg/kg. Tiram merupakan golongan binatang lunak (moluska) dan binatang bercangkang dua (bivalvia) yang menjadi salah satu biota perairan yang dapat berperan sebagai bioindikator terbaik dalam suatu perairan yang dapat mengetahui konsentrasi atau pencemaran logam berat di suatu wilayah perairan. Hal ini dikarenakan sifat dari tiram yaitu filter feeder dan hidup secara sedentary atau menetap yang menyebabkan tiram lebih dapat mengakumulasi logam berat dibanding dengan biota air lainnya (Darmono, 1995). Jenis tiram yang ditemukan dalam penelitian ini berasal dari genus *Crassostrea* dengan spesies *Crassostrea glomerata*. Salah satu ciri yang ditemukan dari genus *Crassostrea* untuk mengidentifikasi tiram yaitu terdapat jejak otot adductor berupa garis pialial di dalam cangkangnya yang jelas berwarna coklat tua keunguan atau hitam (Suwignyo et al., 2005). Tiram jenis ini ditemukan di bawah jembatan dermaga dan jembatan pemukiman warga. Menurut Siddiqui dan Ahmed (2002) habitat spesies tiram ini biasanya terletak pada lingkungan yang terlindungi dan kondisi semi terlindungi seperti tiang-tiang dermaga namun tidak pernah ditemukan dalam kondisi lingkungan terbuka dengan gelombang yang kuat.

Perbedaan konsentrasi timbal pada tiram di tiap stasiun dapat disebabkan oleh beberapa hal. Habitat atau kondisi tempat menempel tiram dapat mempengaruhi konsentrasi timbal di dalam tubuhnya. Tiram yang ditemukan dalam penelitian ini menempel pada batu, tiang-tiang penyangga pelabuhan dan penyangga jembatan. Pada stasiun 1 tiram menempel pada tiang jembatan penghubung ke pasar yang mana pada stasiun ini kondisi perairan berlumpur karena merupakan daerah muara

sehingga tiram yang menempel pada tiang jembatan hidupnya selain dipengaruhi oleh air laut namun dipengaruhi pula oleh substrat berlumpur. Substrat yang berlumpur lebih banyak mengandung logam berat termasuk logam berat timbal karena sifat logam berat yang sulit didegradasi, sehingga mudah mengendap dan terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan) dan dapat terakumulasi dalam organisme tiram (Nontji, 1993). Hal ini membuat konsentrasi timbal pada tiram di stasiun ini lebih tinggi. Tiram yang berada di stasiun 2 dan 3 hidup menempel pada batu dan tiang-tiang pelabuhan dan hanya sebagian tiram yang terendam air laut saat kondisi sedang surut. Namun saat kondisi laut normal atau pasang, seluruh tiram yang berada di tiang bangunan terendam oleh air laut. Hal ini dapat menjadi faktor lain penyebab konsentrasi timbal yang berbeda-beda pada tiap titik stasiunnya.

Selain kondisi atau habitat tempat menempel tiram, kondisi lingkungan menjadi salah satu faktor utama adanya pencemaran logam berat timbal yang masuk ke dalam tubuh tiram. Konsentrasi timbal tertinggi terdapat pada tiram di stasiun 1 yaitu sebesar 4,178 mg/kg. Stasiun 1 terletak di wilayah perairan pesisir yang juga merupakan bagian dari muara aliran sungai. Muara merupakan salah satu pembawa kontaminan ke dalam perairan laut karena kontaminan tersebut diangkut melalui sistem sungai dan disetorkan ke hilir (Abdullah et al., 2007). Muara sungai menjadi salah satu sumber pencemaran logam berat timbal bagi perairan di stasiun 1 dan akan diterima oleh tiram di lokasi ini dikarenakan logam timbal dapat terkandung di dalam limbah cair maupun limbah padat

domestik yang terbawa oleh aliran sungai yang bermuara di stasiun 1. Limbah domestik yang mencemari stasiun 1 tidak hanya dari aliran muara namun juga berasal dari pemukiman dan salah satu pasar terbesar yang berada di Balikpapan yaitu pasar Pandansari yang letaknya berada di wilayah stasiun 1 sehingga memungkinkan banyaknya limbah organik maupun anorganik yang masuk dan mencemari perairan. Selain itu beberapa limbah yang ditemukan masih dalam kondisi utuh dan belum terurai seperti paku, besi, kaleng, ban, baterai, serta berbagai jenis bungkus plastik maupun barang-barang buangan lainnya yang didalamnya dapat mengandung logam berat timbal sehingga dapat mencemari wilayah perairan.

Pada stasiun 1 juga ditemukan perahu-perahu kecil milik nelayan yang bersandar. Perahu-perahu ini dapat menyumbangkan bahan pencemar lainnya ke dalam perairan baik saat akan beroperasi atau hanya bersandar karena dapat melepaskan bahan bakar dan juga oli ke dalam lingkungan perairan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Supriadi (2016) pada penelitiannya sumber pencemaran konsentrasi timbal yang ditemukan di perairan yang diteliti berasal dari tumpukan sampah yang dibawa oleh aliran muara dan karena adanya kapal maupun perahu yang bersandar di wilayah perairan tersebut yang dapat melepaskan sumber pencemaran logam timbal dari bahan bakarnya.

Selain itu sumber pencemaran pada titik stasiun ini dapat berasal dari muatan limbah pembangunan jembatan yang terus dilakukan di wilayah tersebut. Sumber pencemaran lainnya pada stasiun 1 dapat berasal dari industri perminyakan yang dekat dengan stasiun penelitian.

Kemudian asap cerobong industri perminyakan tersebut juga sangat dekat dan mengarah ke stasiun 1. Seperti yang telah diketahui timbal yang berada di udara dapat masuk ke dalam perairan dan mencemari perairan dan akan larut, mengendap atau diakumulasi oleh biota laut termasuk tiram.

Konsentrasi timbal pada tiram tertinggi selanjutnya terdapat pada stasiun 2 dengan kandungan sebesar 3,794 mg/kg. Stasiun 2 merupakan dermaga yang digunakan sebagai tempat bersandarnya kapal dan tempat penurunan atau pembongkaran tangkapan ikan oleh nelayan. Kapal yang berada di stasiun 2 umumnya berukuran lebih besar dibanding dengan stasiun lainnya. Semakin besar ukuran kapal maka akan semakin besar pula bahan bakar yang akan digunakan dan dibuang ke perairan. Kendaraan baik di darat maupun di perairan berpotensi menyumbang timbal dari emisi bahan bakar yang digunakannya baik dari mesinnya secara langsung maupun asap kendaraan yang dihasilkan (Astuti, 2016). Salah satu bahan bakar mesin kapal seperti solar dapat menghasilkan gas buangan berbahaya seperti partikulat debu yang dapat mengandung timbal (Mangalik, 2019). Menurut *Environment Project Agency* (2014) setiap pembakaran bahan bakar oleh mesin sebanyak 25% timbal akan tetap berada di dalam mesin dan 75% lainnya akan mencemari udara sebagai asap knalpot yang pada kapal asap berwarna hitam pekat dan tidak menutup kemungkinan mengandung logam timbal yang akan masuk ke dalam perairan. Selain itu limbah domestik pada stasiun 1 sering terbawa arus dan ikut mencemari perairan di stasiun 2 sehingga hal ini menjadi salah satu penyebab pencemaran lainnya di stasiun 2.

Pada stasiun 3 timbal ditemukan pula di dalam tiram dengan konsentrasi sebesar 2,799 mg/kg. Walaupun nilai ini merupakan nilai terendah diantara ketiga stasiun, namun nilai ini tetap melebihi baku mutu atau nilai ambang batas keamanan lingkungan yang telah ditetapkan. Sumber pencemaran timbal pada stasiun 3 di dukung dengan adanya aktivitas dari pelabuhan speedboat. Seperti pada stasiun 2, aktivitas dari transportasi laut berpotensi mencemari lingkungan salah satunya disebabkan dari bahan bakar yang digunakan. Umumnya bahan bakar minyak mendapat zat tambahan tetraethyl dan tetramethyl untuk meningkatkan mutu bahan bakar yang mana zat ini mengandung logam berat timbal. Selama transportasi menunggu penumpang naik maupun turun, mesin akan terus menyala dan mengakibatkan polutan dari asap atau sisa bahan bakar yang dikeluarkan akan lebih banyak masuk ke dalam lingkungan perairan. Selain itu alat transportasi umumnya menggunakan cat anti korosi yang mengandung timbal sehingga dapat mempengaruhi konsentrasi timbal di lingkungan perairan. Menurut Darmono (1995) logam timbal dapat digunakan sebagai zat tambahan bahan bakar minyak dan pigmen timbal dalam cat yang merupakan salah satu penyebab utama peningkatan kadar timbal di dalam lingkungan.

Pada stasiun 3 pencemaran timbal juga dipengaruhi adanya limbah domestik dari pemukiman atas air dan terdapat pasar yang tidak jauh letaknya stasiun penelitian. Namun kapasitas pasarnya lebih kecil dibandingkan dengan pasar pada stasiun 1 sehingga kondisi pencemaran yang terlihat juga berbeda. Pada stasiun 1 kondisi perairan sangat keruh dan lumpur pada perairan tersebut sangat hitam. Selain itu pada stasiun

3, pengaruh lautan lebih besar dibandingkan dengan pengaruh daratan sehingga pencemaran dari domestik tidak terpusat mempengaruhi wilayah tersebut saja.

Pada hasil penelitian didapatkan bahwa nilai konsentrasi tiram baik pada stasiun 1, stasiun 2 maupun stasiun 3 lebih tinggi dibanding perairan tempat tiram diambil yaitu pada tiap stasiun pengamatan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sitorus (2004) dimana kejadian ini dapat disebabkan oleh sifat logam berat yang dapat mengakumulasi ke dalam tubuh organisme air termasuk tiram yang mana kandungannya telah terakumulasi dalam waktu lama hingga organisme tersebut tidak mampu mentolerir kandungan logam berat timbal. Hal ini dapat menyebabkan konsentrasi logam yang terdeteksi dalam air lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi dalam tubuh organisme atau hewan air yang akan meningkat hingga beberapa kali lipat. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wulandari et al., 2012 pada air laut dan tiram di Perairan Prigi Jawa Timur yang di dalam penelitiannya kandungan timbal dalam tiram relatif lebih tinggi dibandingkan dengan dalam air dikarenakan kandungan timbal yang berada di dalam air telah terakumulasi di dalam tiram yang mendiami lokasi stasiun pengamatan.

Selain itu konsentrasi logam berat dalam timbal lebih tinggi hingga terdeteksi alat dibandingkan dengan ikan disebabkan karena kemampuan tiram untuk mendapatkan makanannya dengan cara menyaring air untuk mendapatkan bahan organik yang tersuspensi di perairan membuat tiram dapat menyerap sebagian besar partikel-partikel di dalam perairan termasuk partikel logam berat. Selain itu kondisi tiram yang diam tidak

bergerak pada substrat yang ditempelinya atau sendentary membuat tiram lebih banyak mendapatkan pengaruh pencemaran logam berat termasuk timbal sehingga konsentrasi logam berat di dalam jaringan tubuhnya lebih banyak dibandingkan pada biota laut lainnya yang hidup bergerak dan berpindah-pindah seperti ikan. Organisme yang hidup sendentary atau menetap, tidak bisa menghindar dari kontaminan dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap konsentrasi logam tertentu sehingga dapat mengakumulasi logam lebih besar dari hewan lainnya (Darmono, 1995). Menurut Destia (2014) sifat tiram yang tidak bergerak pada tempat yang ditinggalinya atau mobilitasnya yang lamban membuat tiram tidak dapat mengekresikan dengan baik logam timbal sehingga lebih mudah terakumulasi dalam jaringan tubuhnya.

#### **4.5.4. Parameter Kualitas Fisik-Kimia Perairan**

##### **1. Suhu**

Hasil pengukuran suhu pada saat pengambilan sampel penelitian di stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3 berturut turut adalah 30°C, 32°C dan 29°C. Suhu tertinggi yang diukur terdapat pada stasiun 1 dan stasiun 2. Suhu ideal untuk perairan adalah berkisar 28 °C – 30 °C. Suhu yang tinggi di perairan dapat dipengaruhi oleh suhu lingkungannya. Pada saat penelitian berlangsung suhu udara di lingkungan sekitar tergolong cukup tinggi yaitu sekitar 29,1 °C – 32,9°C Perbedaan suhu pada air juga dapat dipengaruhi oleh perbedaan aktivitas pencemaran pada tiap stasiun. Barus (2002) mengemukakan bahwa temperatur perairan dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia, seperti limbah panas yang berasal dari air

pendingin pabrik (dalam hal ini mesin diesel). Pada saat pengambilan sampel suhu tertinggi pada stasiun 1 dan 2 hal ini disebabkan pada stasiun 1 terdapat berbagai jenis pencemaran yang masuk ke dalam perairan, mulai dari limbah yang berasal dari aliran muara, pemukiman, maupun aktivitas dari transportasi laut. Selain itu pada saat penelitian berlangsung stasiun 2 juga sedang beroperasi beberapa aktivitas transportasi sehingga hal ini dapat menyebabkan suhu yang diukur lebih tinggi dari stasiun 3 yang aktivitas transportasinya belum beroperasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Paramitha (2014) dimana terdapat perbedaan suhu dari Stasiun 1 di keramba hingga Stasiun 4 di laut lepas yang dipengaruhi oleh perbedaan dan aktivitas limbah di tiap-tiap stasiun.

Kondisi suhu dapat mempengaruhi proses metabolisme pada suatu organisme. Menurut Hutagalung (2011) peningkatan suhu dapat menyebabkan toksisitas logam berat pada organisme meningkat karena kecepatan metabolisme suatu organisme tersebut yang dipengaruhi oleh suhu yang tinggi. Suhu dalam perairan tidak hanya memberi pengaruh terhadap kegiatan metabolisme saja namun juga memberi pengaruh pada aktivitas senyawa kimia yang terlarut pada perairan (Napitu,2012). Peningkatan suhu pada suatu perairan dapat mempengaruhi konsentrasi logam berat. Semakin tinggi suatu suhu perairan maka akumulasi logam berat akan semakin tinggi pula. Pada penelitian ini logam berat ditemukan pada tiram dengan konsentrasi tertinggi

terdapat pada stasiun 1 yaitu sebesar 4,167 mg/kg dan pada stasiun 2 yaitu sebesar 3,837 mg/kg. Menurut Hutagalung (2001) peningkatan suhu akan menyebabkan toksisitas logam berat akan meningkat pula. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sinaga (2019) dimana suhu yang diukur dalam penelitian menunjukkan nilai tertinggi pada stasiun 3 yaitu sebesar 30°C dan hasil pengukuran terhadap konsentrasi logam berat pada ikan, air dan sedimen juga memiliki konsentrasi tertinggi pada stasiun 3.

## **2. Derajat Keasaman (pH)**

Hasil pengukuran pH yang diambil secara berurutan pada setiap stasiun yaitu pada stasiun 1 sebesar 6,58, pada stasiun 2 sebesar 7,18 dan pada stasiun 3 sebesar 6,99. Nilai pH pada masing-masing stasiun masih dalam batas normal menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 yang menetapkan kisaran pH normal pada perairan laut yaitu berkisar 6,5-8,5. Nilai pH ideal untuk perairan adalah 6,5-8,5 namun pH pada stasiun 1 nilainya tidak aman bagi kehidupan biota laut karena minimal pH untuk biota laut yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 adalah berkisar 7-8,5. Kondisi suatu perairan akan membahayakan organisme perairan jika dalam kondisi yang bersifat sangat asam atau sangat basa. Pada umumnya sebagian organisme perairan sensitif terhadap adanya perubahan pH pada perairan (Ira, 2013).

Nilai pengukuran pH paling tinggi terdapat pada stasiun 2 yaitu sebesar 7,18. Hal ini dikarenakan pada stasiun 2 masih sedikit pengaruh bahan organik yang masuk dan mempengaruhi perairan

sehingga nilai pH pada stasiun 2 lebih tinggi daripada stasiun yang lain. Menurut Kusumaningtyas et al., 2014 tinggi rendahnya pH dapat dipengaruhi oleh sedikit banyaknya bahan organik dari darat yang masuk ke dalam perairan laut yang dapat dibawa melalui aliran sungai. Nilai pH yang rendah pada Stasiun 1 dan 3 terjadi karena adanya pengaruh masuknya bahan-bahan organik akibat dari muara sungai yang berada di stasiun 1 maupun aktivitas pemukiman manusia yang sama-sama berada di stasiun 1 dan stasiun 3. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suheri dimana dalam penelitiannya nilai pH pada tiap stasiun berbeda karena adanya perbedaan aktivitas manusia di setiap stasiunnya yaitu pada stasiun 1 nilai pH tinggi karena hanya sedikit pengaruh aktivitas manusia sedangkan pada stasiun 3 nilai pH rendah karena pengaruh bahan organik dari sungai dan aktivitas penduduk.

Nilai pH yang rendah pada stasiun 1 dapat disebabkan oleh kandungan CO<sub>2</sub> yang meningkat. Meningkatnya kandungan CO<sub>2</sub> dapat berdampak pada penurunan DO di perairan. Selain itu perubahan pH terutama mengarah pada pH yang rendah dapat mempengaruhi kehidupan organisme. Organisme perairan mempunyai kemampuan toleransi yang berbeda terhadap perubahan pH di perairan. Kematian lebih sering diakibatkan karena pH yang rendah dibanding dengan nilai pH yang tinggi.

### **3. Oksigen Terlarut**

Oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) merupakan salah satu gas yang terlarut dalam perairan yang berhubungan dengan adanya pencemaran pada perairan, jenis limbah, dan banyaknya bahan organik pada suatu perairan. Proses dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat menyebabkan kurangnya kadar oksigen terlarut pada suatu perairan. Hasil pengukuran kadar DO saat penelitian berlangsung diperoleh pada stasiun 1 sebesar 1,1 mg/l, pada stasiun 2 sebesar 9,94 mg/l dan pada stasiun 3 sebesar 8,43 mg/l. Kadar DO pada stasiun 2 dan 3 memenuhi baku mutu kadar oksigen yang seharusnya berada di perairan yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 yaitu sebesar >5 mg/l. Namun pada stasiun 1 kadar DO jauh dibawah baku mutu yang dianjurkan. Rendahnya kadar DO pada stasiun 1 mengindikasikan bahwa perairan stasiun 1 telah terjadi adanya pencemaran. Hal ini sejalan dengan pernyataan Simanjuntak (2012) yaitu semakin menurunnya kadar DO dalam suatu perairan maka akan semakin meningkat pula kandungan limbah yang berada di dalam perairan tersebut. Menurut Begum et al (2009), rendahnya kadar oksigen terlarut diduga digunakan oleh bakteri untuk menguraikan zat pencemar agar bahan buangan yang ada pada perairan dapat teroksidasi melalui reaksi kimia sehingga berdampak pada penurunan kadar oksigen terlarut di perairan tersebut.

Pada stasiun 1 terletak pada wilayah pesisir laut yang dipengaruhi oleh adanya masukan limbah dari muara sungai dan ditambah dengan masukan limbah dari pasar yang cukup besar yaitu pasar pandansari serta pemukiman masyarakat dan berdekatan dengan perusahaan perminyakan sehingga ditemukan kadar DO yang sangat rendah pada stasiun ini. Menurut Happy (2012) kadar DO yang rendah dikarenakan banyaknya limbah yang sudah masuk ke dalam wilayah perairan tersebut. Penurunan kadar DO dalam air merupakan tanda bahwa telah terjadi pencemaran dalam suatu perairan. Semakin rendah DO pada suatu perairan maka semakin tinggi pencemaran karena semakin banyak  $O_2$  yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan-bahan organik tersebut. Hal ini akan berdampak terhadap sulitnya biota perairan untuk hidup di perairan tersebut.

Kadar DO tertinggi terdapat pada stasiun 2 yaitu sebesar 9,94 mg/l dan pada stasiun 3 sebesar 8,43 mg/l. Selain dipengaruhi oleh limbah perbedaan kandungan pada DO terutama pada kadar DO di stasiun 2 dan 3 yang tinggi dapat disebabkan adanya pergolakan air (turbulensi) dari perairan di stasiun pengamatan. Hal ini dikarenakan pada stasiun 2 dan stasiun 3 merupakan area persandaran kapal dan menjadi jalur transportasi yang menimbulkan adanya turbulensi akibat pergerakan kapal dan memungkinkan terjadinya penyebaran oksigen di dalam perairan. Adanya gelombang dan ombak yang menabrak kapal yang sedang bersandar juga memungkinkan terjadinya kontak udara antara

permukaan air sehingga difusi yang menimbulkan kandungan O<sub>2</sub> pada perairan semakin meningkat (Effendi,2003). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rangkuti (2009) di Perairan Pulau Panggang-Panggang Pramuka, Kepulauan Seribu, Jakarta pada penelitiannya di stasiun 8,9, dan 10 kandungan O<sub>2</sub> cukup tinggi yaitu berkisar 5,20- 6,40 mg/l, 5,21-5,26 mg/l, dan 5,20-7,00 mg/l yang mana hal ini disebabkan karena daerah tersebut merupakan merupakan daerah yang dekat dengan jalur transportasi antar pulau sehingga memungkinkan terjadinya turbulensi atau pergolakan air di daerah tersebut.

Kadar O<sub>2</sub> dalam perairan dapat mempengaruhi keberadaan dan toksisitas logam berat. Semakin rendah O<sub>2</sub>, maka daya racun logam berat umumnya semakin tinggi. Semua logam berat dapat menimbulkan pengaruh yang negatif terhadap organisme perairan pada batas dan kadar tertentu (Darmono, 2001). Organisme perairan membutuhkan oksigen untuk kelangsungan hidupnya. Kadar oksigen yang tidak memenuhi baku mutu akan membahayakan kelangsungan hidup organisme yang ada di dalamnya.

#### **4. Salinitas**

Nilai Nilai salinitas yang diperoleh dari hasil pengukuran pada stasiun 1 adalah sebesar 7,4‰, pada stasiun 2 sebesar 30,5‰ dan pada stasiun 3 sebesar 30,4‰. Nilai salinitas pada stasiun 1 sangat rendah dibanding dengan salinitas pada stasiun lain. Nilai salinitas yang rendah dapat terjadi karena pada stasiun 1

mendapat pengaruh daratan yang cukup besar. Pada daerah pesisir di stasiun 1 dipengaruhi oleh aliran muara sehingga nilai salinitasnya pun menurun. Selain itu nilai salinitas pada stasiun dipengaruhi oleh berbagai macam masukan limbah dari pasar pandansari dan aktivitas manusia lainnya serta masukan dari muara sungai dan drainase ke arah stasiun 1. Pada stasiun 2 dan stasiun 3 nilai salinitas tinggi karena perairan pesisir lebih didominasi oleh aliran laut dibanding daratan dan masukan air tawar ke lokasi ini sangat rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rangkuti (2009) di Perairan Pulau Panggang-Panggang Pramuka, Kepulauan Seribu, Jakarta, bahwa dalam penelitiannya nilai salinitas paling rendah terdapat pada stasiun 10 yang disebabkan karena stasiun 10 terletak dekat pantai sehingga pengaruh daratan lebih besar dibanding dengan stasiun lainnya dan penelitian yang dilakukan oleh Rizki et al., (2016) di Perairan Bengkalis, Riau, dimana nilai salinitas pada stasiun 1 yang diteliti rendah karena adanya aktivitas manusia dan buangan air limbah dari pasar sedangkan rendahnya nilai salinitas pada stasiun 5 yang diteliti disebabkan oleh adanya sungai yang bermuara di stasiun ini. Pengaruh air sungai membuat variasi salinitas di perairan pantai lebih besar dibanding perairan laut lepas (Garrison, 2004).

Nilai salinitas yang rendah juga dapat disebabkan perbedaan kedalaman pada tiap stasiun penelitian, pada kondisi surut dan waktu yang sama, stasiun 1 memiliki kedalaman yang lebih dangkal yaitu berkisar 20 hingga 30 cm sedangkan pada

stasiun 2 dan 3 memiliki kedalaman berkisar 50 cm. Pada perairan yang lebih dangkal, intrusi air tawar dapat tersebar hingga ke dasar perairan, sehingga salinitas menjadi rendah (Ismail, 2012). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sidabutar et al., (2019) di Perairan Teluk Prigi Kabupaten Trenggalek dimana terdapat perbedaan nilai salinitas pada dua stasiun pengamatan yaitu nilai salinitas terendah terdapat pada perairan yang lebih dangkal yang disebabkan adanya perbedaan kedalaman dan kaitannya dengan pengaruh sumber masukan air tawar dari daratan.

Nilai salinitas pada stasiun 1 lebih rendah dibanding dengan salinitas pada stasiun 2 dan 3, namun ketiga ukuran salinitas pada tiap stasiun berada di bawah batas normal nilai salinitas yang diperlukan dalam suatu biota atau perairan laut sesuai dengan KepMen.LH No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut yaitu sebesar 33 ‰-34 ‰. Nilai salinitas yang masih di bawah baku mutu tersebut dapat dipengaruhi oleh pengambilan data saat kondisi wilayah perairan dalam musim penghujan dengan curah hujan menengah hingga cukup tinggi. Hujan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai salinitas jika curah hujan tinggi maka salinitas air laut menjadi rendah dan sebaliknya jika curah hujan rendah maka salinitas akan menjadi tinggi. Curah hujan yang semakin besar atau banyak di suatu wilayah perairan akan mempengaruhi salinitas air laut menjadi rendah dan sebaliknya makin sedikit atau kecil curah hujan yang turun salinitas akan tinggi

(Nugraha,2007). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rema dan Umroh (2019) pada perairan Pesisir Bedukang Kabupaten Bangka yang hasil penelitian salinitasnya pada masing-masing stasiun memiliki nilai dibawah baku mutu lingkungan yang salah satu dapat disebabkan saat pengambilan data, kondisi perairan dalam keadaan hujan dan gelombang yang cukup tinggi. Menurut Hutagalung (1991) nilai salinitas juga dapat mempengaruhi keberadaan logam berat dalam perairan. Salinitas yang rendah atau adanya penurunan salinitas dapat menyebabkan peningkatan daya toksik logam berat dan tingkat bioakumulasi logam berat akan semakin besar.

#### **4.5.5. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)**

Tingkat Risiko (RQ) pada tiram di stasiun 1 untuk pajanan sebesar 4,167 mg/kg dan stasiun 2 untuk pajanan sebesar 3,794 mg/kg secara tertelan atau ingesti yang diasumsikan pada masyarakat dewasa yang tinggal di pemukiman dengan berat badan 55 kg dan dengan laju asupan sebesar 54 gram/hari tergolong tidak aman ( $RQ > 1$ ) untuk asumsi frekuensi pajanan 350 hari/tahun hingga 30 tahun mendatang dengan nilai tingkat risiko yang tertinggi adalah pada tiram di stasiun 1 yaitu sebesar 1,11 dilanjutkan dengan tiram di stasiun 2 sebesar 1,03. Sedangkan untuk stasiun 3 untuk pajanan sebesar 2,799 mg/kg secara tertelan atau ingesti dengan asumsi yang sama tergolong masih aman untuk dikonsumsi.

Besaran tingkat risiko masyarakat dalam mengonsumsi makanan yang mengandung logam berat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Laju asupan merupakan variabel yang paling banyak menentukan nilai besaran

risiko atau RQ. Semakin besar laju asupan maka akan semakin besar pula nilai besar risiko yang muncul dengan mempertimbangkan perbedaan durasi pajanan, frekuensi pajanan, dan berat badan responden. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Fatimah (2005) diperoleh bahwa semakin sering mengonsumsi kerang yang telah terkontaminasi logam berat maka kontribusi logam berat dalam darah semakin meningkat. Selain itu pada penelitian yang dilakukan oleh Ashar (2007) ditemukan bahwa responden yang mengonsumsi air yang mengandung logam berat secara berlebihan atau melebihi batas asupan per hari memiliki peluang 4,740 kali berisiko akan mengalami gangguan kesehatan dibanding dengan responden yang mengonsumsi secara normal atau tidak berlebihan.

Pada penelitian ini digunakan nilai laju asupan sebanyak 54 gram/hari. Nilai ini mempengaruhi hasil intake atau asupan yang masuk ke dalam tubuh yang digunakan sebagai penentu tingkat risiko kesehatan. Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2009 menyatakan konsumsi hasil laut masyarakat Indonesia masih rendah yaitu sekitar 83 gram/hari. Koalisi Ahli Gizi Dan Obat-Obatan Indonesia juga menetapkan dalam satu hari minimal harus mengonsumsi produk hasil laut sebanyak 171 mg/hari karena menurut mereka hasil laut mengandung banyak protein yang dibutuhkan oleh tubuh. Jika nilai ini digunakan sebagai nilai laju asupan tiram dengan konsentrasi timbal yang ada pada tiram stasiun 1, 2, dan 3, maka tingkat risiko yang ditimbulkan akan semakin tinggi dan seluruh tiram pada stasiun ini berisiko terhadap kesehatan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Kusumawarni (2014) nilai RQ pada responden

yang mengonsumsi ikan kembung >100 gram per hari lebih berisiko daripada responden yang mengonsumsi ikan kembung <100 gram per hari.

Selain itu frekuensi pajanan dan durasi pajanan juga dapat mempengaruhi nilai intake dan tingkat risiko dalam analisis risiko kesehatan. Pada penelitian ini frekuensi pajanan menggunakan nilai default yaitu 365 hari/tahun. Durasi pajanan yang digunakan adalah durasi pajanan *lifetime* yaitu selama 30 tahun. Semakin tinggi frekuensi pajanan dan durasi pajanan responden maka semakin tinggi pula asupan responden terpapar logam berat. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Vianne (2017) responden yang mengonsumsi ikan bandeng dengan kandungan kadmium secara terus menerus akan menyebabkan efek kronis pada tubuh responden karena daya racun yang dibawa oleh logam kadmium terjadi dalam selang waktu yang sangat panjang yang mengakibatkan tubuh pada tidak lagi mampu memberikan toleransi terhadap daya racun yang dibawa oleh kadmium. Hal ini sejalan pula dengan penelitian yang dilakukan Rahmatika (2017) bahwa pada responden proyeksi durasi pajanan *lifetime* dengan estimasi 50 tahun dikatakan tidak aman untuk mengonsumsi ikan belanak yang mengandung logam berat karena nilai  $RQ > 1$  dibanding dengan responden dengan *lifetime* 10 hingga 30 tahun.

Tingkat risiko yang dimaksud dalam penelitian ini bersifat probabilitas artinya bahwa nilai  $RQ > 1$  tidak pasti akan mengalami gangguan kesehatan, tetapi nilai tersebut lebih menunjukkan bahwa seseorang yang memiliki nilai tingkat risiko lebih besar dari 1 akan memiliki

probabilitas lebih besar terhadap terjadinya suatu efek kesehatan dibandingkan dengan yang memiliki nilai  $RQ \leq 1$  karena pada dasarnya estimasi risiko bukan pengujian hubungan atau pengaruh pajanan agen atau lingkungan dengan kesehatan namun ARKL meramalkan atau menganalisis secara probabilitas risiko menurut proyeksi waktu pemajanan kedepan.

#### **4.5.5. Manajemen Risiko dan Pengendalian Risiko**

##### **1. Manajemen Risiko**

Risiko kesehatan dapat dikurangi bahkan dicegah dengan adanya manajemen risiko kesehatan. Prinsip pengelolaan risiko dalam analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) dilakukan apabila tingkat risiko ( $RQ > 1$ ) (Beru Ketaren et al., 2019). Manajemen risiko yang dapat dilakukan yaitu dengan mengurangi laju asupan dan frekuensi pajanan terhadap logam berat timbal. Hal ini dikarenakan besaran nilai laju asupan dan frekuensi pajanan mempengaruhi tingkat risiko dan besaran tersebut dapat dikurangi langsung oleh masyarakat. Semakin tinggi nilai laju asupan maka tingkat risiko kesehatannya akan semakin besar. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purnomo dan Purwana (2008) yang menyatakan bahwa nilai laju asupan berhubungan secara bermakna ( $p \text{ value} = 0,000$ ) terhadap tingkat risiko. Hal ini dibuktikan dengan responden yang mengonsumsi ikan  $>233,6$  gram/hari lebih berisiko dibandingkan dengan responden yang mengonsumsi ikan  $<233,6$  gram/hari. Besaran frekuensi pajanan juga dapat mempengaruhi tingkat risiko. Penelitian yang dilakukan oleh Daud *et.al* (2013) menyatakan bahwa

semakin sering mengonsumsi kerang yang mengandung logam berat maka kontribusi logam berat tersebut di dalam tubuh semakin meningkat. Oleh karena itu perlu dilakukan adanya manajemen asupan dan lamanya pajanan yang masuk ke dalam tubuh agar tidak ada risiko atau mengurangi risiko yang ditimbulkan bagi kesehatan masyarakat.

## **2. Pengendalian Risiko**

Selain mengubah nilai laju asupan dan frekuensi pajanan dari konsumsi biota yang mengandung logam berat, manajemen risiko juga dilakukan pada sumber pencemaran yaitu dengan melakukan pengendalian risiko lingkungan. Berdasarkan hasil analisis pencemaran logam timbal yang ditemukan dan hasil pengukuran parameter kualitas perairan lainnya, dapat dilakukan beberapa upaya pengendalian risiko pencemaran lingkungan khususnya pencemaran logam berat timbal yang didasarkan pada permasalahan atau sumber pencemaran yang ditemukan pada hasil analisis yang telah dilakukan.

Permasalahan dan sumber pencemaran lingkungan yang ditemukan diantaranya adalah banyaknya masukan limbah dari pasar yang berada di dekat perairan, aliran muara sungai dan industri, oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian ruang pesisir yang dimanfaatkan untuk pasar dan industri yang ada disekitar perairan. Hal yang dapat dilakukan adalah setiap usaha maupun kegiatan yang memanfaatkan ruang pesisir diwajibkan untuk mengelola limbah dengan tepat dan benar agar limbah yang dihasilkan tidak mencemari lingkungan pesisir. Berdasarkan data yang didapatkan oleh Bidang

Penaatan Hukum DLH Kota Balikpapan pada tiga tahun terakhir, dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2018 dari 315 perusahaan yang wajib memiliki izin pembuangan air limbah, hanya 64 yang memiliki Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) (DLH Balikpapan, 2018). Keberadaan IPAL yang memenuhi syarat ini diperlukan pada setiap kegiatan usaha untuk mengurangi tingkat pencemaran pada lingkungan.

Selain itu untuk mengurangi dampak pencemaran limbah, diperlukan pula peningkatan realisasi regulasi daerah tentang pengelolaan sampah maupun limbah. Salah satu contohnya adalah kegiatan-kegiatan yang berdampak menimbulkan limbah B3 diwajibkan memiliki Izin Tempat Penyimpanan Sementara Limbah B3 (ITPSLB3) yang akan disimpan dan diolah terlebih dahulu sebelum dibuang. Hal ini sangat diperlukan untuk mengendalikan adanya pencemaran lingkungan karena perairan pesisir di Balikpapan didalamnya terdapat aliran dari muara sungai atau muara aliran yang ada di Kota Balikpapan yang membawa berbagai macam limbah atau sampah. Hal ini perlu didukung kesadaran dari masyarakat dan penyelenggaraan kegiatan sosialisasi baik kepada masyarakat maupun pelaku kegiatan untuk dapat memperhatikan dan meningkatkan kesadaran dalam keterlibatan pengawasan aktivitas pengelolaan sampah dan air limbah. Kegiatan ini dapat dipertegas dengan adanya kebijakan dan sanksi tegas kepada pihak-pihak yang terbukti mencemari lingkungan.

Selain itu kegiatan pencegahan dan pengendalian lainnya terhadap sampah maupun limbah domestik yang terbawa oleh aliran muara maupun pasar diantaranya dapat dilakukan dengan melakukan pemasangan jaring sampah dan kubus apung pada muara sungai sehingga sampah dapat mudah dibersihkan dan tidak mengendap pada perairan. Pengendalian lain yang disebabkan adanya pencemaran dari limbah domestik dapat dilakukan pembersihan lingkungan pesisir secara berkala yang turut melibatkan masyarakat. Perlu dilakukan bersama-sama setiap tokoh masyarakat dan pemerintah setempat untuk membersihkan sampah-sampah yang masih mengendap seperti baterai, kaleng, paku, dan besi-besi tua yang menjadi sumber pencemaran logam berat terutama timbal. Selain itu masyarakat dapat menerapkan prinsip 3R yaitu *reduce*, *recycle* dan *reuse* untuk mengurangi pembuangan sampah-sampah domestik baik yang organik maupun anorganik ke lingkungan. Sampah anorganik seperti kaleng bekas dan plastik dapat dimanfaatkan ulang menjadi barang yang dapat dipakai kembali sedangkan sampah organik dapat dimanfaatkan menjadi pupuk alami. Masyarakat juga dapat melakukan langkah pengendalian lainnya dengan mengganti dan mengurangi penggunaan rodentisida, pestisida dan herbisida yang mengandung logam beracun serta menggantinya dengan bahan lain yang lebih aman bagi manusia dan lingkungan (Widowati et al, 2007)

Pada perairan Pesisir Baru Tengah salah satu sumber pencemaran logam timbal dapat berasal dari emisi gas buangan baik dari industri

maupun buangan dari bahan bakar dan asap knalpot kapal yang berada di sekitar perairan. Langkah pengendalian pencemaran akibat emisi ini dapat diawali dengan perlunya perhatian bagi setiap pengguna dan pemilik transportasi untuk merawat dan memperhatikan mesin kapal dengan baik. Perlu dilakukan pula beberapa rekayasa teknik sebagai langkah pengendalian pencemaran yang berlebihan terhadap badan perairan diantaranya adalah dapat dilakukan dengan pemasangan katup PCV sistem karburasi, sistem pemantikan, yang memungkinkan pembakaran lebih sempurna, sirkulasi uap bahan bakar minyak (BBM) untuk mengurangi emisi tangki BBM, dan *after burner* untuk menurunkan emisi (Pararaja, 2009). Selain itu rekayasa teknik yang dapat dilakukan adalah dengan mengurangi ceceran atau tumpahan minyak dari aktivitas kapal motor dengan memberi wadah tampungan di bawah mesin kapal motor agar emisi atau buangan minyak tidak langsung tumpah ke dalam perairan (Rahmawati & Surilayani, 2017).

Selain itu langkah yang dapat dilakukan adalah dengan mengganti penggunaan bahan bakar fosil ataupun penggunaan PLTD yang biasa digunakan sebagai catu tenaga listrik yang dibutuhkan setiap kapal dengan bahan atau sumber yang lebih aman. Pada saat kapal laut merapat di dermaga, PLTD dan pembangkit uap (*boiler*) merupakan sumber utama emisi gas buang. Penggunaan PLTD ini dapat diganti dengan substitusi *captive power* kapal yaitu dengan memasok tenaga listrik dari darat ke kapal yang disebut dengan *shore to ship (STS) power supply* (Brockmann, 2007). Hal ini dilakukan

untuk mengurangi emisi gas buang pada saat kapal sedang bersandar di dermaga. Dengan demikian penggantian ini berfungsi untuk meningkatkan kualitas lingkungan di pelabuhan karena dapat mengurangi emisi gas buang yang berbahaya dan dapat menjaga kelestarian lingkungan (*green port technology*). (Wachjoe et al., 2020).

Penggantian penggunaan bahan bakar fosil juga dapat dilakukan dengan bahan atau energi lainnya salah satunya adalah penggunaan motor listrik bertenaga air laut. Hal ini dibantu penerapannya dalam alat yang dibuat dan diteliti oleh Yudo et al., 2019 yang mencetus dan mengembangkan alat berprinsip dasar menggunakan air laut sebagai energi terbarukan. Alat ini di usung sebagai penggerak propeller kapal dalam upaya mengurangi penggunaan bahan bakar tak terbarukan. Pada dasarnya, air laut mengandung senyawa NaCl yang tinggi dan diuraikan menjadi  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$  dengan bantuan  $\text{H}_2\text{O}$ . Dengan adanya partikel muatan bebas itu, maka timbul arus listrik (Kuwahara, 2001). Selain bahan bakar yang perlu diperhatikan, pembuangan oli kapal yang sering dilakukan oleh nelayan juga perlu diperhatikan. Permasalahan ini dapat diatasi dengan diadakannya fasilitas daur ulang oli bekas yang akan dikumpulkan dan diolah kembali sehingga dapat mengurangi pembuangan oli ke badan perairan (KLHK, 2021).

Penanganan untuk pencemaran logam berat juga dapat melakukan penanaman tumbuhan yang mampu menyerap logam berat, salah satu jenis tumbuhan yang memiliki sifat absorpsi dan ditemukan

banyak tumbuh dan berkembang di lingkungan pesisir adalah tumbuhan mangrove. Mangrove merupakan tumbuhan yang memiliki kemampuan sebagai biofilter, yaitu kemampuan untuk menyaring, mengikat dan memerangkap polusi di alam bebas berupa kelebihan sedimen, sampah dan limbah buangan rumah tangga lainnya dan dapat berperan dalam meningkatkan kualitas perairan (Gunarto, 2004). Mangrove juga merupakan tumbuhan yang dapat berfungsi sebagai agen bioremediasi alami karena secara alami mangrove dapat menyerap kandungan logam berat di alam seperti Fe, Mn, Cr, Cu, Co, Ni, Pb, Zn dan Cd dan fungsi ini disebut sebagai biosorpsi (Hastuti et al., 2013). Unsur Pb yang berada di udara yang berasal dari asap dengan mudah juga dapat ditangkap oleh stomata pada daun mangrove (Yamin & Syukur, 2018). Selain itu keberadaan mangrove juga mempunyai peranan yang sangat penting sebagai tempat mikroorganisme pengurai limbah untuk tumbuh dan berkembang. Banyaknya mikroorganisme pengurai limbah yang hidup dalam perairan mangrove akan meningkatkan kinerja pembersihan bahan pencemar secara menyeluruh pada wilayah perairan. Hal ini dikarenakan mikroorganisme tersebut mencerna bahan pencemar untuk memperoleh energi pada hidupnya. Mekanisme ini merupakan salah satu penyebab konsentrasi bahan pencemar dalam perairan mangrove akan berkurang (Kusumastuti, 2009).

Perlu dilakukan pemantauan secara berkala dan intensif terhadap kualitas air laut dan parameter logam-logam berat yang terkandung

didalam perairan maupun biota laut serta melakukan surveilans dan skrining pemeriksaan kesehatan masyarakat sekitar pesisir yang terpajan air maupun biota laut yang ada di dalamnya. Jika berisiko dan ditemukan konsentrasi timbal dalam darah dapat dilakukan langkah pencegahan dan pengobatan yang sesuai. Salah satunya dengan mengatur laju konsumsi. Jika ditemukan konsentrasi timbal dalam darah dapat diberikan ethylen diamine tetra acetic (EDTA) intravenous yang akan mengikat kation Pb dalam tulang dan jaringan lunak (Storelli,2003). Selain itu dapat dilakukan pemberian kalsium dengan dosis 3 x 500 mg/hari selama 3 bulan juga dapat menurunkan kadar timbal dalam darah secara bermakna (Hasan, 2011).

#### **4.6. Keterbatasan Penelitian**

Adapun keterbatasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian terbatas hanya meneliti logam berat pada air, ikan, dan tiram dan tidak melakukan pengukuran kepada indikator pemantauan lingkungan lainnya seperti sedimen.
2. Penelitian terbatas pada analisis yang didukung oleh data *default* karena masyarakat sekitar yang menjual hasil tangkapan dari perairan tersebut ke orang lain secara acak sehingga sulit dilakukan skrining.
3. Hasil analisis laboratorium logam berat Pb pada air dan ikan menunjukkan nilai di bawah dari sensitivitas atau batas deteksi alat yang digunakan. Nilai sensitivitas alat yang digunakan masih tergolong cukup tinggi yaitu untuk logam Pb tidak mampu membaca konsentrasi <0,0295 mg/l.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang analisis konsentrasi timbal pada air, ikan dan tiram di Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan Tahun 2022, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konsentrasi logam berat timbal pada air laut di setiap stasiun penelitian yaitu stasiun 1,2, dan 3 memiliki konsentrasi yang sangat rendah yaitu  $<0,0295$  mg/l. Nilai ini merupakan batas ukur konsentrasi yang dapat terbaca dari alat AAS yang digunakan. Konsentrasi tersebut masih dibawah baku mutu lingkungan menurut Kepmen LH No.51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut sebesar 0,05 mg/l.
2. Konsentrasi logam berat timbal pada tiga sampel ikan yang diteliti memiliki konsentrasi yang sangat rendah yaitu  $<0,0295$  mg/kg. Nilai ini merupakan batas ukur konsentrasi yang dapat terbaca dari alat AAS yang digunakan. Konsentrasi tersebut dibawah baku mutu lingkungan menurut SNI nomor 7387 tahun 2009 sebesar 0,3 mg/kg tentang produk perikanan.
3. Konsentrasi logam berat timbal pada tiram di setiap stasiun penelitian memiliki konsentrasi pada stasiun 1 sebesar 4,167 mg/kg, pada stasiun 2 sebesar 3,794 mg/kg, dan pada stasiun 3 sebesar 2,799 mg/kg. Konsentrasi tersebut telah melebihi baku mutu lingkungan yaitu sebesar 1,5 mg/kg tentang bivalvia menurut SNI nomor 7387 tahun 2009.
4. Pada pengukuran parameter kualitas air lainnya didapatkan bahwa suhu perairan dan pH air tidak memiliki perbedaan signifikan. Suhu tertinggi terdapat pada stasiun 2 sebesar  $32^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah pada stasiun 2 dan

3 sebesar 28°C. Nilai pH pada stasiun 1 sebesar 6,58, pada stasiun 2 sebesar 7,18 dan pada stasiun 3 sebesar 6,99. Pada salinitas dan oksigen terlarut diperoleh perbedaan hasil yang signifikan yaitu nilai salinitas terendah terdapat pada stasiun 1 sebesar 7,4‰ sedangkan pada stasiun 2 dan 3 memiliki nilai yang tidak berbeda secara signifikan yaitu sebesar 30,5‰ dan 30,4‰. Pada oksigen terlarut nilai yang diperoleh di stasiun 1 juga memiliki nilai terendah yaitu sebesar 1,14 mg/l dan nilai oksigen terlarut pada stasiun 2 dan 3 memiliki nilai yang tidak berbeda secara signifikan yaitu sebesar 9,94 mg/l dan 8,43 mg/l.

5. Tingkat risiko (RQ) dengan asumsi laju asupan sebesar 54 gram/hari, frekuensi pajanan 350 hari/tahun hingga 30 tahun mendatang pada masyarakat dengan berat 55 kg dengan pajanan sebesar 4,167 mg/kg pada tiram di stasiun 1 dan sebesar 3,794 mg/kg pada tiram di stasiun 2 tergolong tidak aman ( $RQ > 1$ ). Sedangkan untuk pajanan sebesar 2,799 mg/kg pada stasiun 3 dengan asumsi yang sama tingkat risiko kesehatan masih tergolong aman ( $RQ \leq 1$ ).

Dari hasil analisis didapatkan bahwa konsentrasi logam berat timbal yang terdeteksi pada tiram di stasiun 1, 2 dan 3 telah melebihi nilai baku mutu lingkungan. Adanya konsentrasi timbal pada tiram sebagai salah satu biota yang dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan ini menggambarkan bahwa telah terjadi pencemaran lingkungan oleh logam berat timbal yang telah terakumulasi pada tiram di tiap stasiun penelitian. Hasil perhitungan tingkat risiko berdasarkan hasil konsentrasi yang telah didapat dan dianalisis menggunakan data atau nilai *default* menunjukkan tiram di stasiun 1 dan tiram di stasiun 2

tergolong tidak aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat karena nilai RQ > 1 atau berisiko bagi kesehatan masyarakat.

## **5.2. Saran**

Berdasarkan kesimpulan, analisis yang dihasilkan dapat menjadi salah satu acuan untuk meningkatkan kualitas lingkungan perairan pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan agar pihak terkait dan masyarakat turut berpartisipasi dalam peningkatan kualitas lingkungan. Sehingga peneliti dapat memberikan saran, yaitu:

1. Perlu dilakukan pemantauan secara terus menerus kualitas perairan pesisir dan laut terhadap parameter fisik kimia lingkungan termasuk logam berat lainnya. Selain kualitas perairan pemantauan juga dilakukan kepada produk perikanan maupun biota laut lainnya untuk menghindari adanya kandungan logam berat yang ikut dikonsumsi oleh masyarakat yang dapat menjadi ancaman bagi kesehatan masyarakat.
2. Perlu diperhatikan dan ditinjau kembali regulasi industri dan kegiatan sekitar perairan dalam proses pembuangan limbah untuk mengurangi masuknya limbah ke dalam perairan sekitar serta meningkatkan pengawasan ketat dan pemantauan terhadap sumber limbah yang dapat mencemari perairan seperti pemantauan sampah yang dibuang dari pasar, industri sekitar dan memantau bahan bakar yang digunakan pada transportasi laut sekitar perairan.
3. Perlu dilakukan surveilans kesehatan masyarakat dan pemetaan terhadap kelompok masyarakat yang berisiko mendapat gangguan kesehatan akibat paparan logam berat. Hal ini dapat diikuti dengan pelaksanaan program penyuluhan kesehatan masyarakat tentang bahaya logam berat

yang telah mencemari hasil laut dengan menggunakan data yang diperoleh dari hasil penelitian dan sebagai bentuk penyampaian adanya pencemaran lingkungan pada salah satu wilayah pesisir di Kota Balikpapan sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan bersama-sama.

4. Pengembangan penelitian kedepannya dapat dilakukan pada indikator lingkungan lainnya, jenis biota yang dianalisis maupun parameter lainnya untuk dapat lebih banyak menggambarkan kualitas perairan di wilayah tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. H., Sidi, J., & Aris, A. Z. (2007). Heavy Metals (Cd, Cu, Cr, Pb and Zn) in Meretrix meretrix Roding, Water and Sediments from Estuaries in Sabah, North Borneo. *International Journal of Environmental & Science Education*, 2(3), 69–74.
- Adhani, R., Husaini. (2017). Logam Berat Sekitar Manusia. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin.
- Agency For Toxic Substances And Disease Registry (ATSDR). (2019). Toxicological Profile For Lead. Atlanta. Ga: U.S. Department Of Health And Human Services. *Public Health Service*. doi:10.1201/9781420061888\_ch106.
- Akbar, A. W., Daud, A., & Mallongi, A. (2014). Analisis Risiko Lingkungan Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Sedimen Air Laut Di Wilayah Pesisir Kota Makassar. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin*, Cd, 1–8.
- Alamsyah. (2010). Distribusi logam berat timbal (Pb) dan kromium (Cr) dalam air muara sungai Poboya. Skripsi. UNTAD Press, Palu.
- Ali, N. A. (2017). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal ( Pb ) pada Kerang di Perairan Biringkassi Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan. *Skripsi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 99.
- Amalia, R. (2016). Analisis Hubungan Kadar Timbal (Pb), Zinc Protoporphyrin dan Besi (Fe) dalam Sampel Darah Operator SPBU di Kota Semarang. Skripsi. tersedia di: <https://lib.unnes.ac.id/28032/1/4411412038.pdf>.
- Amin, B dan Wahono. (2013). Konsentrasi dan Distribusi Logam Berat Pb, Cu dan Zn Pada Air, Sedimen dan Kerang Darah (Anadara granosa) di Perairan Muara Sungai Indragiri, Riau. *Seminar Nasional Tahunan X Hasil Penelitian Kelautan dan Perikanan*. UGM. Yogyakarta.
- Ananda, S. F., Redjeki, S., & Widowati, I. (2022). Kandungan Logam Berat Timbal ( Pb ) Pada Air , Sedimen , dan Jaringan Lunak Kerang Bambu ( Solen sp .) di Perairan Rembang Jawa Tengah Dan Gresik Jawa Timur Heavy Metal Content of Lead ( Pb ) in Water , Sediment , and Soft Tissue of Bamboo Shells ( Solen. *Journal of Marine Research*, 11(2), 176–182.
- Arham, A. A. (2021). Integrated Design Of Kampung Baru Tengah Market With Flat House In Coastal Area Of Balikpapan Based On Stakeholders Aspiration. *Fakultas Teknik Sipil Dan Perancangan Universitas Islam Indonesia*.

- Ashar, T. (2007). Analisis Risiko Paparan Mangan Dalam Air Melalui Intake Oral Terhadap Kesehatan Masyarakat Di Sekitar TPA Rawakucing Kecamatan Neglasari Kota Tangerang Provinsi Banten Tahun 2007, Universitas Sumatra Utara. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 3 (2).
- Astuti, I., Karina, S., & Dewiyanti, I. (2016). Analisis Kandungan Logam Berat Pb pada Tiram *Crassostrea cucullata* di Pesisir Krueng Raya, Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyah*, 1(1), 104–113.
- Badan Pusat Statistika (BPS) Kota Balikpapan. (2015). Kecamatan Balikpapan Barat dalam Angka 2015. Balikpapan: Badan Pusat Statistik Kota Balikpapan.
- Barus, T. A. (2002). Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Air Daratan. USU Press. Medan.
- Begum, A., Krishna, H., dan Irfanulla K. (2009). Analysis of Heavy Metals in Water, Sediments and Fish Samples of Madivala Lakes of Bangalore, Karnataka. *International Journal of ChemTech Research*. Vol 1 (2)
- Beru Ketaren, C. B., Hakim, A. A., Fahrudin, A., & Wardiyatno, Y. (2019). Kandungan Logam Berat Pb Undur-Undur Laut Dan Implikasinya Pada Kesehatan Manusia. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(1), 90–100. <https://doi.org/10.29303/Jbt.V19i1.1066>
- Boran Mohammed dan Altmok Ilhan. (2010). A review of Heavy Metals in Water, Sediment and Living Organism in the Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Karadeniz Technical University, Faculty of Marine Sciences, Trabzon Turkey.
- BMKG Kota Samarinda. (2022). Buletin Cuaca dan Iklim Maritim Edisi Maret 2022. *Stasiun Meteorologi Temindung Samarinda*.
- Bridiatama. (2014). Indeks Pencemaran Air Laut Pantai Utara Kabupaten Tuban dengan Parameter Logam. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Brockmann, D. (2007). SAM Electronics. We are connecting ships with alternative maritime power SAMCon Terminal Antwerpen.
- Chukwuemeka, P. I. K., & Hephzibah, N. U. (2018). Potential Health Risk from Heavy Metals via Consumption of Leafy Vegetables in the Vicinity of Warri Refining and Petrochemical Company, Delta State, Nigeria. *Annals of Biological Sciences*, 6(2), 31–38. Diambil dari <https://doi.org/10.21767/2348-1927.1000119>.
- Connel, D.W. and GJ.Miller. (2006). Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Y. Koestoer (Penerjemah). Universitas Indonesia Press. Jakarta

- Dantje T. Sembel. (2015). Toksikologi Lingkungan, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Darmono. (1995). Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Darmono. (2001). Lingkungan Hidup dan Pencemaran : Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam, 139, 142, UI – Press, Jakarta.
- Daud, A., Dullah, A. A. M. & Malongi, A. (2013). Risk Management of Cadmium (Cd) due to *Liognathus* sp, *Portunus Pelagicus*, *Anadara* sp, and *Penaeus* sp consumption among community in Tallo Subdistric Makassar. *Indonesia International Journal of Scientific and Research Publications*, 3, 1-8.
- Destia, A.K.W., Dewi, N.K., Utami, N.R. (2014). “Akumulasi Logam berat timbal (Pb) Pada Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang”. *Unnes journal of life science* , 3 no. 1 h. 7.
- Diliyana, YF. (2008). Studi Kandungan Merkuri (Hg) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Tambak Sekitar Perairan Rejoso Kabupaten Pasuruan. UIN. Malang
- DLH Balikpapan. (2018). Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Tahun 2018 Kota Balikpapan. 210 hal.
- Effendi, Hefni. (2003). Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan. Kanisius( Anggota Ikapi ), Jakarta.
- Fatimah, ST. (2005). Analisis Logam Berat dalam Darah dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Masyarakat Nelayan di Kelurahan Kampung Buyang Kecamatan Mariso Kota Makassar [Tesis]. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Garrison, T. 2004. Essentials of oceanography. Brooks/Cole, Australia, 352 pp.
- Govindasamy C, Dkk. (2011). Concentration Of Heavy Metals In Seagrasses Tissue Of The Palk Strait, Bay Of Bengal. School Of Marine Sciences, Departement Of Oceanography And Coastal Area Study. *Journal Alagappa University*. India
- Gunarto. (2004). Konservasi Mangrove Sebagai Pendukung Sumber Hayati Perikanan Pantai. *Jurnal Litbang Pertanian*, 23 (1); 40 - 55.
- Gusnita, D. (2012). Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya Penghapusan Bensen Bertimbal. *Jurnal Peneliti Bidang Komposisi Atmosfer. Lapan Berita Dirgantara*. 13(3):95-101. [http://jurnal.lapan.go.id/index.php/berita\\_dirgantara/article/view/1718/1553](http://jurnal.lapan.go.id/index.php/berita_dirgantara/article/view/1718/1553).
- Happy, A., R., Masyamsir., Dhahiya., Y. (2012). Distribusi Kandungan Logam Berat Pb dan Cd Pada Kolom Air Dan Sedimen Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. ISSN: 2088-3137. Vol.3 No3.

- Hardinawati. (2017). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal ( Pb ) Pada Hati , Daging Dan Kulit Ikan Baronang Di Pulau Lae Lae. *Skripsi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*.
- Haryanti, E. T., & Martuti, N. K. T. (2020). Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dalam Daging Ikan Kakap Merah (Lutjanus sp.) Di TPI Kluwut Brebes. *Life Science 9 Universitas Negeri Semarang*, 5(1), 18–24. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/LifeSci>
- Haryono MG, Mulyanto, & Kilawati Y. (2017). Kandungan Logam Berat Pb Air Laut, Sedimen dan Daging Kerang Hijau Perna Viridis. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9, (1), 1- 7
- Hasan, W. (2011). Pencegahan Keracunan Timbal Kronis Pada Pekerja Dewasa Dengan Suplemen Kalsium Dalam Upaya Pengembangan Kebijakan Di Bidang Kesehatan. *Disertasi, Universitas Sumatera Utara Medan*.
- Hasbiah, A. W., Mulyatna, L., & Musaddad, F. (2016). Studi Identifikasi Pencemaran Udara Oleh Timbal (Pb) Pada Area Parkir (Studi Kasus Kampus Universitas Pasundan Bandung). *Infomatek*. 18(1): 49–56.
- Hastuti , E. D., Anggoro., dan Pribadi, R. (2013). Pengaruh Jenis dan Kerapatan Vegetasi Mangrove terhadap Kandungan Cd dan Cr Sedimen di Wilayah Pesisir Semarang dan Demak. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.
- Hidayah, A. M., Purwanto Dan Tri R. S. (2012). Kandungan Logam Berat Pada Air, Sedimen Dan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus* Linn.) Di Karamba Danau Rawapening. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, Vol. 16, No. 1, Hal. 1-9
- Hutagalung, Y. (2011). Pengolahan Data Suhu Permukaan Laut Perairan Selatan Jawa Dari Citra Satelit NOAA/AVHRR Di Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional (LAPAN) Jakarta. Laporan Kerja Praktek. Universitas Brawijaya.
- Hutagalung, H.P. (2001). Mercury and Cadmium content in green mussel, *Mytilus viridis*L. From Onrust waters, Jakarta Bay Creator. *Bull env cont and to.*, 42(6):814-820.
- Hutagalung, H. (1994). Penentuan kadar logam berat. Metode analisi laut, sedimen dan biota. (Eds 2). P3O LIPI. Jakarta. 182hlm.
- Hutagalung, HP. (1991). Pencemaran Laut oleh Logam Berat dalam Status Pencemaran laut di Indonesia dan Teknik Pemantauan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Jakarta : LIPI.
- Hutagalung HP. (1984). Logam berat dalam lingkungan laut. *Pewarta Oseana*. Vol IX. No.1. LON LIPI. Jakarta.

- IARC. (2011). Agents classified by the IARC monographs. In Oxford Handbook of Occupational Health; OUP Oxford: Oxford, UK
- Indirawati, S. M. (2017). Pencemaran Logam Berat Pb Dan Cd Dan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Di Kawasan Pesisir Belawan. *Jumantik (Jurnal Mahasiswa Dan Peneliti Kesehatan)*, 2, 54–60.
- Ira. (2013). Kajian Kualitas Perairan Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Pelabuhan Perikanan Samudera
- Ishak, N. I. (2017). Risk Analysis Of Heavy Metal Weight Mercury In Sea Sediment In The Coastal Areas Of Makassar City. *Promotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(2), 88. <https://doi.org/10.31934/Promotif.V7i2.80>. Kendari Sulawesi Tenggara. Universitas Haluoleo, Kendari.
- Ismail, M.F.A dan Ankiq, T. (2012). “Sebaran Horizontal Suhu, Salinitas dan Kekeruhan Di Pantai Dumoga, Sulawesi Utara”. *Jurnal Harpodon Borneo*, Vol.5 No.1. Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI: Jakarta.
- Jovita, T. M., & Novalia, R. (2007). Kandungan logam berat pada ikan, air dan sedimen di Waduk Saguling Jawa Barat. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 2(2).
- Jumiati. (2017). Akumulasi logam timbal (Pb) pada tiram *Crassostrea* sp. dan hubungannya dengan parameter lingkungan laut di perairan Kecamatan Barru Kabupaten Barru. Skripsi, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Kementerian Negara Kependudukan Dan Lingkungan Hidup, Keputusan No.51 /Mnklh/I/2004. Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Air Laut, Kementerian Negara Kependudukan DAN Lingkungan Hidup. Jakarta. 1-85HLM.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) .(2009) . Laporan Konsumsi Hasil Laut Indonesia. In: Perikanan, K. K. D. (ED.). Jakarta: Kementerian Kelautan DAN Perikanan.
- KLHK. (2021). *Capaian Pengelolaan Sampah, Limbah dan B3*. Refleksi KLHK 2021.
- Koalisi Ahli Gizi Dan Obat-Obatan Indonesia. (2010). Laporan Status Gizi Indonesia.
- Kordi K, M. G. H. (2005). Budidaya Ikan Patin: Biologi, Pembenihan Dan Pembesaran. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Kurniawati, A., Nugroho, A. S., & Kaswinarni, F. (2015). Dampak Lindi TPA Jatibarang Terhadap Keanekaragaman dan Kelimpahan Plankton di Perairan Sungai Kreo Kota Semarang. *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS, 2008*, 708–713.
- Kusumaningtyas, M. A., Bramawanto, R., Daulat, A., & S. Pranowo, W. (2014).

- Kualitas perairan Natuna pada musim transisi. *Depik*, 3(1).  
<https://doi.org/10.13170/depik.3.1.1277>
- Kusumawarni, M., Daud, A., Ibrahim, E. (2014). Analisis Risiko Arsen (As) Dalam Ikan Kembung dan Kerang Darah Di Wilayah Pesisir Makassar Riskassessmentofarsenic(As) Inmackerel and Shellfish in Coastalregionof Makassar. *Jurnal Unersitas Hasanuddin*, 1–13.
- Kusumastuti, W. (2009). Evaluasi lahan basah bervegetasi mangrove dalam mengurangi pencemaran lingkungan : Studi kasus di Desa Kepetingan Kabupaten Sidoarjo. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kuwahara. (2001). *Geologi Laut*. Erlangga.Jakarta
- Lestari, I., Amin, B., & Marnis. (2019). Analisis Konsentrasi Logam Berat pada Kerang Samping (*Placuna placenta*) dan Air Sebagai Indikator Kualitas Perairan Muara Sungai Indragiri. *Ilmu Lingkungan*, 1(13), 45–54.
- Lubis, B., N. Rosdiana, S. Nafianti, O. Rasyianti, dan F.M. Panjaitan. (2013). Hubungan keracunan timbal dengan anemia defisiensi besi pada anak. *CDK-200*. 40(1):17-21. <https://lib.unnes.ac.id/28032/1/4411412038.pdf>.
- Mabuat, J. C., Maddusa, S. S., Boky, H., Kesehatan, F., Universitas, M., & Ratulangi, S. (2017). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal Pada Air, Ikan, Kerang Dan Sedimen Di Aliran Sungai Tondano Tahun 2017. *Kesmas*, 6(3), 1–11.
- Ma'ruf. (2007). Adaptasi Konsentrasi Logam Berat pada Ikan Baronang (*Siganus* sp) dan Lingkungan Perairan untuk Pengolahan Wilayah Pesisir Bontang. Tesis. Universitas Mulawarman.
- Malau, R., Azizah, R., Susanto, A., Santosa, G. W., & Irwani, I. (2018). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air, Sedimen, Dan Rumput Laut *Sargassum* sp. Di Perairan Teluk Awur, Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(2), 155. <https://doi.org/10.14710/jkt.v21i2.3010>
- Malisan. (2011). Kajian Pencemaran Laut dari Kapal dalam Rangka Penerapan PP Nomor 21 Tahun 2010 Tentang Perlindungan Lingkungan Laut. Peneliti Madya
- Mangalik, Y. (2019). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Solar Dan Pertamina Dex Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel Ford Escort 1.8. *Teknik Perkapalan*.
- Mukhtasor. (2007). Pencemaran Pesisir Dan Laut. Jakarta : Pt. Pradnya Paramita
- Napitu, W. T. (2012). Analisis kandungan logam berat Pb, Cd dan Cu pada bandeng, belanak dan udang di kawasan Silvofisheri Blanakan Subang. Skripsi Institut Pertanian Bogor, Bogor. Diunduh kembali dari <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/58390>.

- Nontji, A. (1993). Pengolahan Sumberdaya Kelautan Indonesia Dengan Tekanan Utama Pada Perairan Pesisir. Prosisig Seminar Dies Natalis Universitas Hang Tuah . Surabaya.
- Nurfitriani, S. (2017). Bioakumulasi Logam Berat Timbel (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sekitar Tambak Muara Sungai Pangkajene
- Nugraha, W.D. dan Cahyorini, L. (2007). Identifikasi Daya Tampung Beban Cemaran BOD Sungai dengan Model Qual2e (Studi Kasus Sungai Gung, Tegal–Jawa Tengah). *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*. 3(2): 18.
- Nugroho, A. (2006). Bioindikator Kualitas Air. Jakarta. Universitas Trisakti.
- Nurjanah.P. (2018). Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Kualitas Air Parameter Mikrobiologi dan Status Mutu Air di Sungai Code, Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia.
- Palar, H. (1994). Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Rineka Cipta.
- Palar, H. (2008). Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Rineka Cipta.
- Paramitha, A., Utomo, B., dan Desrita. (2014). Studi Klorofil di Kawasan Perairan Belawan Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Pararaja. (2009). Sistem Transportasi dan Dampak Bagi Lingkungan. *Peserta Mata Kuliah Teknik Pembakaran Semester Genap, Teknik Kimia, Universitas Indonesia*.
- Permanawati, Y., Zuraida, R., & Ibrahim, A. (2013). Kandungan Logam Berat (Cu, Pb, Zn, Cd, dan Cr) Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Geologi Kelautan*, 11(1), 9–16
- Prihandono, Iman, And Dewanti Rk, Esty Hayu. (2015). "Litigating Cross-Border Environmental Dispute In Indonesian Civil Court: The Montara Case." *Indonesia Law Review*, Vol. 5, No. 1, Pp. 14-32, Doi:10.15742/llrev.V5n1.124.
- Poppo, A., Mahendra, M.S., dan Sundra, K.I. (2007). Studi Kualitas Perairan Pantai di Kawasan Industri Perikanan. Dinas Pengembangan. Kecamatan Negara. Kabupaten Jembrana. Junral. Unud. Bali
- Puspasari R. (2006). Logam dalam Ekosistem Perairan. *BAWAL*, 1, (2), 43-47.
- Purwanto, N. (2019). Variabel Dalam Penelitian Pendidikan. *Jurnal Teknodik*, 6115, 196–215. <https://doi.org/10.32550/Teknodik.V0i0.554>

- Putra, P. D., Sulistiyan, & Budiyo. (2016). Analisis Risiko Kandungan Timah Hitam (Pb) Pada Ikan Belanak Di Sungai Tapak Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro*, 4, 85–93.
- Putu, N., Mardani, S., Restu, I. W., Hermawati, A., & Sari, W. (2018). Kandungan Logam Berat Timbal ( Pb ) Dan Kadmium ( Cd ) Pada Badan Air Dan Ikan di Perairan Teluk Benoa , Bali. *Current Trends In Aquatic Science*, 113, 106–113.
- Purnomo, A dan Purwana, R. (2008). Dampak Cadmium dalam Ikan Terhadap Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 3, 89-96
- Purwanto, dkk, (2012). Kandungan Logam Berat Pada Air, Sedimen dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) Di Karamba Danau Rawapening. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Universitas Diponegoro.
- Rahmatika, N. I. (2017). Analisis Resiko Paparan Nitrogen Dioksida Dari Polutan Ambien Terhadap Kesehatan Masyarakat Di Kabupaten Magelang. *Skripsi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, 2.
- Rahmawati. (2011). Pengaruh Kegiatan Industri Terhadap Kualitas Air Sungai Diwak Di Bergas Kabupaten Semarang Dan Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai. Tesis, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Rahmawati, A., & Surilayani, D. (2017). Pengelolaan Kualitas Perairan Pesisir Desa Lontar , Banten. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 7, 59–70.
- Rangkuti, A. M. (2009). Analisis Kandungan Logam Berat Hg, Cd, Dan Pb Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Pulau Panggang-Pramuka Kepulauan Seribu, Jakarta. *Research Gate*, January 2009, 1–102. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34257.33126>
- Rema, D. N., & Umroh, K. (2019). Deniang , Kabupaten Bangka Analysis Pollution Of Coastal Water In Bedukang , Deniang Village , Bangka Regency. *Journal of Tropical Marine Science*, 2(April), 1–10.
- Riani, E. (2015). Marine Science The Effect Of Heavy Metals On Tissue Damage In Different Organs Of Goldfish Cultivated In Floating Fish Net In Cirata Reservoir , Indonesia Ety Riani Department Of Aquatic Resources Management , Faculty Of Fish- Ery And Marine Science , Bo. *Paripex - Indian Journal Of Research*, 4(2), 132–136.
- Rizki, R., Ghalib, M., & Yoswaty, D. (2016). Pola Sebaran Salinitas dan Suhu Pada Saat Pasang dan Surut di Perairan Selat Bengkalis Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. *Jurnal Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*.

- Rochyatun, E., Lestari, and A. Rozak. (2004). Kondisi perairan Muara Sungai Digul dan Perairan Laut Arafura dilihat dari kandungan logam berat. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 36:15- 31.
- RPJP Kota Balikpapan. (2006). Rencana Pembangunan Jangka Panjang Kota Balikpapan Tahun 2005-2025. *Peraturan Daerah Kota Balikpapan, December*, 1–6.
- Satmoko. (2006). Kondisi Pencemaran Logam Berat Di Perairan Sungai DKI Jakarta. Pusat Teknologi Lingkungan-BPPT. Jakarta.
- Savitri, Y. D. (2019). Analisis Logam Berat Timbal (Pb) pada Keseluruhan Organ Tiram *Crassostrea cucullata* di Pesisir Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Skripsi Universitas Brawijaya. Jawa Timur.
- Setiawan, H. (2014). Pencemaran Logam Berat Di Perairan Pesisir Kota Makassar Dan Upaya Penanggulangannya. *Info Teknis Eboni*, 11(1), 1–13.
- Settharaksa, S., Jongjareonrak, A., Hmadhlu, P., Chansuwan, W., And Siripongvutikorn, S. (2012). Flavonoid, Phenolic Contents And Antioxidant Properties Of Thai Hot Curry Paste Extract And Its Ingredients As Affected Of Ph, Solvent Types And High Temperature. *International Food Research Journal* 19(4): 1581-1587.
- Setyaningrum, E. W. et al. (2018) 'Analisis Kandungan Logam Berat Cu , Pb , Hg Dan Sn Terlarut Di Pesisir Kabupaten Banyuwangi', *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan IV*, (September), pp. 144–153.
- Sidabutar, E. A., Sartimbu, A., & Handayania, M. (2019). Suhu, Distribusi Dan, Salinitas Terlarut, Oksigen Di, Kedalaman Teluk, Perairan Kabupaten, Prigi Trenggalek, Kabupaten Timur, Jawa Teluk, Perairan Sepanjang, Trenggalek. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), 46–52.
- Siddiqui, G dan Ahmed, M. (2002). Oyster species of the sub tropical coast of Pakistan (northern Arabian sea). *Indian Journal Of Marine Sciences*. Vol 31(2) : 108-118.
- Silalahi, H.V., Bintal, A., Efriyeldi. (2014). Analisis Kandungan Logam Berat Pb. Cu, dan Zn pada Daging dan Cangkang Kerang Kepah (*Meretrix meretrix*) di Perairan Bagan Asahan Kecamatan Tanjung Balai Asahan. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 1(2): 1-13.
- Simanjuntak, M. (2012). Kualitas Air Laut Ditinjau dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Banggai Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Indonesia*, Vol. 11 No.1 Hal: 53-60
- Simbolon, A. R. (2018). Analisis Risiko Kesehatan Pencemaran Timbal ( Pb ) Pada Kerang Hijau ( *Perna Viridis* ) Di Perairan Cilincing Pesisir DKI Jakarta. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi Di Indonesia*, 3(21), 197–208.

<https://doi.org/10.14203/Oldi.2018.V3i3.207>

- Sinaga, P. (2019). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal dan Besi Pada Daging Ikan Manyung di Perairan Estuari Percut Sei Tuan Sumatera Utara. *Skripsi. Universitas Sumatera Utara*, 1(3), 82–91.
- Siripongvutikorn, S., Asksonthong, R. and Usawakesmanee, W. (2016). Evaluation of harmful heavy metal (Hg, Pb and Cd) reduction using *Halomonas elongata* and *Tetragenococcus halophilus* for protein hydrolysate product. *Functional Foods in Health and Disease*, 6(4), p. 195. doi: 10.31989/ffhd.v6i4.240.
- Sitorus, S., Ilang, Y., & Nugroho, R. A. (2020). Analisis Kadar Logam Pb, Cd, Cu, As Pada Air, Sedimen Dan Bivalvia Di Pesisir Teluk Balikpapan. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 7(2), 89. <https://doi.org/10.31258/Dli.7.2.P.89-94>
- Sitorus, H. (2004). Analisis beberapa karakteristik lingkungan perairan yang mempengaruhi akumulasi logam berat timbal dalam tubuh kerang darah di perairan pesisir timur Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 11(1), 53-60.
- Suci, Y., & Sulistyaning, H. (2021). Kajian Fitoremediasi untuk Menurunkan Menggunakan Tumbuhan Mangrov ( Studi Kasus: Pencemaran Merkuri di Teluk Jakarta). *Jurnal Teknik ITS*, 10(1), 7 hal.
- Sudarmaji, J. Mukono Dan Corie I.P. (2006). Toksikologi Logam Berat B3 Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. Kesehatan Lingkungan Fkm. Unair.
- Sugianti, dkk. (2014). Daftar Mollusca yang Berpotensi sebagai Spesies Asing Invasif di Indonesia. Jakarta: Kementrerian Kelautan dan Perikanan Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Pusat Karantina Ikan
- Sugiyono (2015). Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods). Bandung: Alfabeta.
- Suheri, Edi. (2012). Universitas Sumatera Utara Poliklinik Universitas Sumatera Utara. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 1(3), 82–91.
- Sukaryono, I. D. (2018). Kandungan Logam Berat Pb Dan Cd Pada Sedimen Di Pesisir Teluk Ambon Dalam Sebagai Indikasi Tingkat Pencemaran. *Majalah Biam*, 14(1), 1. <https://doi.org/10.29360/Mb.V14i1.3554>
- Sulardi, A., Nurjaya, I. W., & Hartanto, M. T. (2016). Karakteristik Massa Air Bersalinitas Rendah di Perairan Teluk Balikpapan. *Marine Science and Technology IPB*.
- Supriyantini, E., Azizah, R. & Dewi, C.P. (2017). Daya Serap Mangrove *Rhizopora* sp. Terhadap Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan Mangrove

- Park, Pekalongan. *Jurnal Kelautan Tropis.*, 20(1):16-24.
- Supriyanto, C., Samin, dan Kamal, Z. (2007). Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu, dan Cd pada Ikan Air Tawar dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA), Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta.
- Suryo, R. A., Yulianto, B., & Santoso, A. (2021). Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Air, Sedimen dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Pantai Mekar, Muara Gembong, Bekasi. *Journal of Marine Research*, 10(3), 428–436. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jmr/article/view/29162>
- Supriadi. (2016). Analisis Kadar Logam Berat Timbal (pb), Kadmium (Cd) dan Merkuri (Hg) pada Air Laut di Wisata Pantai Akkarena dan Tanjung Bayang Makassar. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, (Cd), 1–93.
- Sutamihardja. (2006). Toksikologi Lingkungan. Buku Ajar Program Studi Ilmu Lingkungan. Universitas Indonesia. Jakarta
- Suwignyo, S., Widigdo, B., Wardiatno, Y., & Krisanti, M. (2005). *Avertevbrata Air Jilid 1*. Jakarta : Penebar Swadaya. Suwignyo, S., Widigdo, B., Wardiatno, Y., & Krisanti, M. (2005). *Avertevbrata Air Jilid 1*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- US EPA. (1989). Risk Assessment Guidance for Superfund. Human Health Evaluation Manual Part A, Interim Final,. United States Environmental Protection Agency.;1 part A:300.
- Vianne, M.S.A., Hanandi, Y.D., dan Lanang H.D. (2017). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Kadmium (Cd) dalam Ikan Bandeng di Kawasan Tambak Lorok Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 5(5); 724-732.
- Wachjoe, C. K., Zein, H., Supriyanti, Y., Gantina, T. M., Kurniasetiawati, A., & Marensaputri, P. (2020). Pengurangan Pencemaran Udara berdasarkan Konsep Pelabuhan Hijau. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 8(2), 252. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v8i2.252>
- Wiria, Metta Sinta Sari. (2009). *Logam Berat dan Antagonist*. Farmakologi dan terapi edisi 5 Departemen farmakologi dan terapeutik Fakultas Kedokteran Indonesia
- Wulandari, E., Herawati, E., & Arfiati, D. (2012). Kandungan Logam Berat Pb Pada Air Laut Dan Tiram *Saccostrea Glomerata* Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Prigi, Trenggalek, Jawa Timur. *Journal Of Fisheries And Marine Research*, 1(1), 10–14. <https://doi.org/10.19081/Jpsl.2014.4.1.75>
- Yalcin, G., Narin., and Soylak, M. (2008). Multivariate Analysis of Heavy Metal

Contents of Sediments From Gumusler Creek, Nigde, Turkey.  
*Environmental Geology*, 54:p 1155-1163

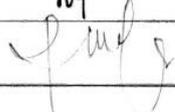
- Yamin, M., & Syukur, A. (2018). Analisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Mangrove Sebagai Bioindikator di Teluk Bima. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(1).
- Yap, C. K., Cheng, W. H., Karami, A., Ismail, A. (2016). Health risk assessments of heavy metal exposure via consumption of marine mussels collected from anthropogenic sites. *Science of the Total Environment*, 553: 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.092>.
- Yudo, S. (2018). Kondisi Pencemaran Logam Berat Di Perairan Sungai Dki Jakarta. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1),1–15.
- Yudo, H., Samara, I. P. S., & Yulianti, S. (2019). Optimalisasi Air Laut Dengan Elektrokimia Supported System. *Jurnal Teknologi Maritim*, 2, 1–6.
- Zainuri, M., Sudrajat, & Siboro, E. S. (2011). Kadar Logam Berat Pb Pada Ikan Beronang (*Siganus Sp*), Lamun, Sedimen Dan Air Di Wilayah Pesisir Kota Bontang-Kalimantan Timur. *Jurnal Kelautan*, 4.

## LAMPIRAN

## Lampiran 1. Berita Acara Pengambilan Sampel

Berita Acara		
Pengambilan Sampel/Contoh Uji		
<p>Pada hari ini, <u>Selasa</u> Tanggal <u>12</u> Bulan <u>April</u> tahun <u>2022</u> pukul <u>08.00</u> WITA, di Kabupaten/Kota <u>Balikpapan</u> Provinsi <u>Kalimantan Timur</u> kami yang bertanda tangan di bawah ini:</p>		
Nama	: Bekh Ananda Febrioni	
Instansi	: Mahasiswa FK M Unmul	
<p>Telah melakukan pengambilan sampel di <u>parairan pesisir Kelurahan Baru Tengah Balikpapan</u></p>		
<p>Titik pengambilan sampel serta perlakuan sepenuhnya telah dilakukan sebagaimana diuraikan dalam tabel di bawah ini:</p>		
No	Titik Lokasi Sampel	Kode Sampel
1.	Stasiun 1	Air I, Tiram I
2.	Stasiun 2	Air II, Tiram II
3.	Stasiun 3	Air III, Tiram III
4.	Mewakili pesisir Baru Tengah (Stasiun 3)	Ikan I, II, III
<p>Dokumen perencanaan sampel dan rekaman data pengambilan sampel merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari berita acara pengambilan sampel ini. Demikian berita acara pengambilan sampel ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya</p>		
Pengambil Sampel,	Mengetahui Saksi,	
		
(Bekh Ananda Febrioni)	(Rizal Azhari S.)	

## Lampiran 2. Rekaman Data Pengambilan Contoh Uji Sampel Air

Rekaman Data Pengambilan Contoh Uji Sampel Air			
Tanggal dan Waktu Pengambilan Contoh Uji:		Selasa, 12 April 2022 / 08.00 WITA	
Acuan Metode Pengambilan Contoh Uji:		SNI 6964.8 :2015	
Jenis Contoh Uji yang diambil:		Air Laut	
Nama Kota/Kabupaten:		Kota Balikpapan	
Nama Pelabuhan/Laut:		Pesisir Baru Tengah	
Hasil Pengamatan Lapangan			
Parameter yang diukur	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Kondisi Lapangan	Cerah	Cerah	Cerah
Pasang/Surut Laut:	surut	surut	surut
Suhu Air:	30°C	32°C	29°C
Suhu Udara:	32,9°C	31°C	29,1°C
Kecepatan Angin:	2 m/s	2 m/s	1,4 m/s
Kecepatan Arus:	0,1 m/s	0,08 m/s	0,05 m/s
Kedalaman yang diambil:	Air permukaan / 0 meter	Air permukaan / 0 meter	Air permukaan / 0 meter.
Kode Sampel:	Air I	Air II	Air III
Kondisi lingkungan selama pengambilan contoh yang dapat mempengaruhi hasil uji: beberapa hari sebelum pengambilan sampel sering turun hujan.			
Saksi-saksi			
No	Nama	Instansi	Tanda tangan
1.	Indra Faturahman		
2.	Rizal Azhari S.	Warga RT 53 Kel. Baru Tengah	

### Lampiran 3. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
 UNIVERSITAS MULAWARMAN  
 FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
 Jl. Sambaliung, Kampus Gunung Kelua Unmul Samarinda 75123 Kalimantan Timur  
 e-mail : fkm@unmul.ac.id website : http://www.fkm.unmul.ac.id

Nomor : 1439/UN17.11/DT/2021

07 Desember 2021

Lampiran : -

Perihal : Izin Penelitian dan Pengambilan Data

Kepada Ykh.  
 Kepala Kelurahan Baru Tengah  
 Jl. 21 Januari RT 01 No. 001

Dengan Hormat,  
 Sehubungan dengan Tugas Akhir Mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman, Maka dengan ini Kami memohon kepada Bapak/Ibu agar dapat memberikan izin penelitian dan pengambilan data yang akan digunakan untuk penyusunan skripsi atas nama :

Nama : Becti Ananda Febriani  
 NIM : 1811015016  
 Tempat/Tanggal Lahir : Balikpapan, 13 Februari 2000  
 Program Studi : Kesehatan Masyarakat  
 Jenjang Studi : Strata I  
 Alamat : Jalam Wonorejo 3 No 73 RT 34 Balikpapan Utara  
 No Hp/Email : 083140737683 / bectianandafbr@gmail.com

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.



an Dekan,  
 Wakil Dekan I

Ratih W Wisnuwardani, Ph.D  
 NIP. 19821111 200501 2 001

## Lampiran 4. Izin Penelitian di Laboratorium



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
 UNIVERSITAS MULAWARMAN  
 FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
 Jl. Sambaliung, Kampus Gunung Kelua Unmul Samarinda 75123 Kalimantan Timur  
 e-mail : fkm@unmul.ac.id website : http://www.fkm.unmul.ac.id

Nomor : 396/UN17.11/DT/2022

14 Maret 2022

Lampiran : -

Perihal : Izin Penelitian

Kepada Ykh.  
 Kepala Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas  
 Pertanian Universitas Mulawarman  
 Jalan Pasir Balengkong, Gn. Kelua, Kota  
 Samarinda

Dengan Hormat,  
 Bersama surat ini kami mohon kepada Bapak/ibu kiranya atas mahasiswa tersebut di bawah ini :

Nama : Bekti Ananda Febriani  
 NIM : 1811015016  
 Tempat/Tanggal Lahir : Balikpapan, 13 Februari 2000  
 Program Studi : Kesehatan Masyarakat  
 Jenjang Studi : Strata I  
 Alamat : Jalan Wonorejo 3 No 73 Balikpapan Utara

Agar berkenan mengizinkan mahasiswa tersebut dalam hal Izin Penelitian, guna kepentingan penyusunan Skripsi dengan judul :

***"Analisis Kadar Timbal pada Air, Ikan dan Tiram di Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan"***

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas perhatian dan bantuannya kami ucapkan terima kasih.



an Dekan,  
 Wakil Dekan I

Katih W. Wisnuwardani, Ph.D  
 NIM 1821111 200501 2 001

## Lampiran 5. Izin Pengujian Laboratorium



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
 UNIVERSITAS MULAWARMAN  
 FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
 Jl. Sambaliung, Kampus Gunung Kelua Unmul Samarinda 75123 Kalimantan Timur  
 e-mail : fkm@unmul.ac.id website : http://www.fkm.unmul.ac.id

Nomor : 398/UN17.11/DT/2022

14 Maret 2022

Lampiran : -

Perihal : Uji Laboratorium

Kepada Ykh.  
 Kepala Balai Riset dan Standarisasi Industri  
 Samarinda  
 Jl.MT. Haryono Jl. Banggeris No.1, Tlk.  
 Lerong Ulu, Kec.Sungai Kunjang, Kota  
 Samarinda, Kalimantan Timur

Dengan Hormat,  
 Bersama surat ini kami mohon kepada Bapak/ibu kiranya atas mahasiswa tersebut di bawah ini :

Nama : Bkti Ananda Febriani  
 NIM : 1811015016  
 Tempat/Tanggal Lahir : Balikpapan, 13 Februari 2022  
 Program Studi : Kesehatan Masyarakat  
 Jenjang Studi : Strata I  
 Alamat : Jalan Wonorejo 3 No 73 RT 34 Gunung Samarinda

Agar berkenan mengizinkan mahasiswa tersebut dalam hal Uji Laboratorium, guna kepentingan penyusunan Skripsi dengan judul :

***"Analisis Kadar Timbal pada Air, Ikan dan Tiram di Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan"***

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas perhatian dan bantuannya kami ucapkan terima kasih.



an Dekan,  
 Wakil Dekan I

Katih W. Wisnuwardani, Ph.D  
 NIDN : 821111 200501 2 001

## Lampiran 6. Hasil Uji Laboratorium

### 1. Hasil Analisis Timbal pada Air Stasiun 1

4/27/22, 11:23 AM SIL | BARISTAND SAMARINDA



**Kementerian Perindustrian**  
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI**  
**BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI**  
**SAMARINDA**

Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431  
email : [baristandsamarinda@kemenperin.go.id](mailto:baristandsamarinda@kemenperin.go.id) Web : [baristandsamarinda.kemenperin.go.id](http://baristandsamarinda.kemenperin.go.id)



**KAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
Lembaga Penggi LP-060-1DN

---

### LAPORAN HASIL UJI

*Report of Analysis*

**No. LHU : B-2087/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022**  
**Halaman Ke : 1 dari 1**

<b>Nomor Order</b>	: 10010493130422
<i>Order Number</i>	
<b>Pemberi Order</b>	: BEKTI ANANDA FEBRIANI
<i>Principal</i>	
<b>Alamat</b>	: JL. WONOREJO 3 NO. 73 RT. 34 GUNUNG SAMARINDA
<i>Address</i>	
<b>Jenis Contoh</b>	: AIR LAUT
<i>Sample</i>	
<b>Nomor Contoh</b>	: 0598 A
<i>Sample Number</i>	
<b>Kode Contoh</b>	: AIR LAUT STASIUN 1
<i>Sample Code</i>	
<b>Tanggal Penerimaan</b>	: 13 APRIL 2022
<i>Date Received</i>	
<b>Analisis / Uji</b>	: TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER
<i>Tested For</i>	
<b>Identifikasi Contoh</b>	: DIKEMAS DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK
<i>Sample Identification</i>	
<b>Metode Pengambilan Contoh</b>	: DIANTAR OLEH YANG BERSANGKUTAN
<i>Sampling Method</i>	
<b>Metode Pengujian</b>	: TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI
<i>Analysis Method</i>	
<b>Tanggal Pengujian</b>	: 13 APRIL 2022 - 26 APRIL 2022
<i>Date Of Analysis</i>	
<b>Hasil Pengujian</b>	:
<i>Testing Result</i>	

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,0295	SNI 6989-84:2019	0,05

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Baku Air Laut Untuk Perairan Pelabuhan



Samarinda, 26 April 2022  
Koordinator Teknis Laboratorium,  
**Iwan Prasetyo, S.Si**  
NIP. 19851206 200911 1 001

**F/LAB/7.8.1.1.1**

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

newsil.baristand.go.id/document/certificate/active/4337e60f-0708-4bca-a0ce-dc645c5dd172/view/43aea824-a2d1-4bfc-8e21-cf9af17ba3a3 1/1

## Stasiun 2

4/27/22, 11:23 AM

SIL | BARISTAND SAMARINDA



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI  
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI  
SAMARINDA



Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431  
email : [baristandsamarinda@kemenperin.go.id](mailto:baristandsamarinda@kemenperin.go.id) web : [baristandsamarinda.kemenperin.go.id](http://baristandsamarinda.kemenperin.go.id)

## LAPORAN HASIL UJI

## Report of Analysis

No. LHU : B-2088/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022  
Halaman Ke : 1 dari 1

**Nomor Order** : 10010493130422  
*Order Number*

**Pemberi Order** : BEKTI ANANDA FEBRIANI  
*Principal*

**Alamat** : JL. WONOREJO 3 NO. 73 RT. 34 GUNUNG SAMARINDA  
*Address*

**Jenis Contoh** : AIR LAUT  
*Sample*

**Nomor Contoh** : 0599 A  
*Sample Number*

**Kode Contoh** : AIR LAUT STASIUN 2  
*Sample Code*

**Tanggal Penerimaan** : 13 APRIL 2022  
*Date Received*

**Analisis / Uji** : TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER  
*Tested For*

**Identifikasi Contoh** : DIKEMAS DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK  
*Sample Identification*

**Metode Pengambilan Contoh** : DIANTAR OLEH YANG BERSANGKUTAN  
*Sampling Method*

**Metode Pengujian** : TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI  
*Analysis Method*

**Tanggal Pengujian** : 13 APRIL 2022 - 26 APRIL 2022  
*Date Of Analysis*

**Hasil Pengujian** :  
*Testing Result*

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,0295	SNI 6989-84:2019	0,05

## Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 Lampiran 1 tentang Baku Air Laut Untuk Perairan Pelabuhan

Samarinda, 26 April 2022  
Koordinator Teknis Laboratorium,  
**Awan Prasetyo, S.Si**  
NIP. 19851206 200911 1 001

F/LAB/7.8.1.1.1

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

## Stasiun 3

4/27/22, 11:23 AM SIL | BARISTAND SAMARINDA



**Kementerian Perindustrian**  
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI**  
**BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI**  
**SAMARINDA**

Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431  
email : [baristandsamarinda@kemenperin.go.id](mailto:baristandsamarinda@kemenperin.go.id) web : [baristandsamarinda.kemenperin.go.id](http://baristandsamarinda.kemenperin.go.id)



**KAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
Lembaga Pengakreditasi LP-000-10N

---

## LAPORAN HASIL UJI

### Report of Analysis

No. LHU : B-2089/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022  
Halaman Ke : 1 dari 1

<b>Nomor Order</b>	: 10010493130422
<i>Order Number</i>	
<b>Pemberi Order</b>	: BEKTI ANANDA FEBRIANI
<i>Principal</i>	
<b>Alamat</b>	: JL. WONOREJO 3 NO. 73 RT. 34 GUNUNG SAMARINDA
<i>Address</i>	
<b>Jenis Contoh</b>	: AIR LAUT
<i>Sample</i>	
<b>Nomor Contoh</b>	: 0600 A
<i>Sample Number</i>	
<b>Kode Contoh</b>	: AIR LAUT STASIUN 3
<i>Sample Code</i>	
<b>Tanggal Penerimaan</b>	: 13 APRIL 2022
<i>Date Received</i>	
<b>Analisis / Uji</b>	: TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER
<i>Tested For</i>	
<b>Identifikasi Contoh</b>	: DIKEMAS DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK
<i>Sample Identification</i>	
<b>Metode Pengambilan Contoh</b>	: DIANTAR OLEH YANG BERSANGKUTAN
<i>Sampling Method</i>	
<b>Metode Pengujian</b>	: TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI
<i>Analysis Method</i>	
<b>Tanggal Pengujian</b>	: 13 APRIL 2022 - 26 APRIL 2022
<i>Date Of Analysis</i>	
<b>Hasil Pengujian</b>	:
<i>Testing Result</i>	

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,0295	SNI 6989-84:2019	0,05

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Baku Air Laut Untuk Perairan Pelabuhan

Samarinda, 26 April 2022  
  
 Koordinator Teknis Laboratorium,  
  
**Ewan Prasetyo, S.Si**  
 NIP. 19851206 200911 1 001

**F/LAB/7.8.1.1.1**

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada **Laboratorium Baristand Industri Samarinda**
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda** tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda** tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda** tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari **Laboratorium Baristand Industri Samarinda**

newsil.baristand.go.id/document/certificate/active/4337e60f-0708-4bca-a9ce-dc645c5dd172/view/55dc262f-e90f-4342-bcff-d336d35996f0

1/1

## 2. Hasil Analisis Timbal pada Ikan

4/28/22, 12:38 PM SIL | BARISTAND SAMARINDA



**Kementerian Perindustrian**  
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI**  
**BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI**  
**SAMARINDA**

Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431  
email : [baristandsamarinda@kemenperin.go.id](mailto:baristandsamarinda@kemenperin.go.id) web : [baristandsamarinda.kemenperin.go.id](http://baristandsamarinda.kemenperin.go.id)



**KAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
Lembaga Pengujian  
LP-060-IND

---

### LAPORAN HASIL UJI

*Report of Analysis*

No. LHU : B-2208/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022  
Halaman Ke : 1 dari 1

<b>Nomor Order</b>	: 10010536210422
<b>Order Number</b>	
<b>Pemberi Order</b>	: BEKTI ANANDA FEBRIANI
<b>Principal</b>	
<b>Alamat</b>	: JL. WONOREJO 3 NO. 73 RT. 34 GUNUNG SAMARINDA
<b>Address</b>	
<b>Jenis Contoh</b>	: LARUTAN PREPARASI
<b>Sample</b>	
<b>Nomor Contoh</b>	: 0634 A
<b>Sample Number</b>	
<b>Kode Contoh</b>	: IKAN 1
<b>Sample Code</b>	
<b>Tanggal Penerimaan</b>	: 22 APRIL 2022
<b>Date Received</b>	
<b>Analisis / Uji</b>	: TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER
<b>Tested For</b>	
<b>Identifikasi Contoh</b>	: DIKEMAS DALAM BOTOL KACA
<b>Sample Identification</b>	
<b>Metode Pengambilan Contoh</b>	: DIANTAR OLEH YANG BERSANGKUTAN
<b>Sampling Method</b>	
<b>Metode Pengujian</b>	: TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI
<b>Analysis Method</b>	
<b>Tanggal Pengujian</b>	: 22 APRIL 2022 - 28 APRIL 2022
<b>Date Of Analysis</b>	
<b>Hasil Pengujian</b>	:
<b>Testing Result</b>	

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,0295	SNI 6989-84:2019	0,05

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 Lampiran I Tentang Baku Air Laut Untuk Perairan Pelabuhan

Samarinda, 28 April 2022

Koordinator Teknis Laboratorium,

**Iwan Prasetyo, S.Si**  
NIP. 19851206 200911 1 001



**F/LAB/7.8.1.1.1**

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

newsil.baristand.go.id/document/certificate/active/48f7e111-4123-46a2-8f18-dbee54801db/view/9d15693d-7bf9-458a-adfd-5cf792630c39 1/1

4/28/22, 12:38 PM

SIL | BARISTAND SAMARINDA



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI  
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI  
SAMARINDA



Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431  
email : [baristandsamarinda@kemenperin.go.id](mailto:baristandsamarinda@kemenperin.go.id) web : [baristandsamarinda.kemenperin.go.id](http://baristandsamarinda.kemenperin.go.id)

**LAPORAN HASIL UJI**  
*Report of Analysis*

No. LHU : B-2209/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022  
Halaman Ke : 1 dari 1

**Nomor Order** : 10010536210422  
*Order Number*  
**Pemberi Order** : BEKTI ANANDA FEBRIANI  
*Principal*  
**Alamat** : JL. WONOREJO 3 NO. 73 RT. 34 GUNUNG SAMARINDA  
*Address*  
**Jenis Contoh** : LARUTAN PREPARASI  
*Sample*  
**Nomor Contoh** : 0635 A  
*Sample Number*  
**Kode Contoh** : IKAN 2  
*Sample Code*  
**Tanggal Penerimaan** : 22 APRIL 2022  
*Date Received*  
**Analisis / Uji** : TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER  
*Tested For*  
**Identifikasi Contoh** : DIKEMAS DALAM BOTOL KACA  
*Sample Identification*  
**Metode Pengambilan Contoh** : DIANTAR OLEH YANG BERSANGKUTAN  
*Sampling Method*  
**Metode Pengujian** : TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI  
*Analysis Method*  
**Tanggal Pengujian** : 22 APRIL 2022 - 28 APRIL 2022  
*Date Of Analysis*  
**Hasil Pengujian** :  
*Testing Result*

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,0295	SNI 6989-84:2019	0,05

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 Lampiran I Tentang Baku Air Laut Untuk Perairan Pelabuhan

Samarinda, 28 April 2022  
Koordinator Teknis Laboratorium,



**F/LAB/7.8.1.1.1**

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

4/28/22, 12:38 PM

SIL | BARISTAND SAMARINDA



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI  
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI  
SAMARINDA



Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431  
email : [baristandsamarinda@kemenperin.go.id](mailto:baristandsamarinda@kemenperin.go.id) web : [baristandsamarinda.kemenperin.go.id](http://baristandsamarinda.kemenperin.go.id)

## LAPORAN HASIL UJI

### Report of Analysis

No. LHU : B-2210/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022  
Halaman Ke : 1 dari 1

**Nomor Order** : 10010536210422  
*Order Number*  
**Pemberi Order** : BEKTI ANANDA FEBRIANI  
*Principal*  
**Alamat** : JL. WONOREJO 3 NO. 73 RT. 34 GUNUNG SAMARINDA  
*Address*  
**Jenis Contoh** : LARUTAN PREPARASI  
*Sample*  
**Nomor Contoh** : 0636 A  
*Sample Number*  
**Kode Contoh** : IKAN 3  
*Sample Code*  
**Tanggal Penerimaan** : 22 APRIL 2022  
*Date Received*  
**Analisis / Uji** : TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER  
*Tested For*  
**Identifikasi Contoh** : DIKEMAS DALAM BOTOL KACA  
*Sample Identification*  
**Metode Pengambilan Contoh** : DIANTAR OLEH YANG BERSANGKUTAN  
*Sampling Method*  
**Metode Pengujian** : TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI  
*Analysis Method*  
**Tanggal Pengujian** : 22 APRIL 2022 - 28 APRIL 2022  
*Date Of Analysis*  
**Hasil Pengujian** :  
*Testing Result*

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,0295	SNI 6989-84:2019	0,05

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 Lampiran I Tentang Baku Air Laut Untuk Perairan Pelabuhan

Samarinda, 28 April 2022  
Koordinator Teknis Laboratorium,  
**Iwan Prasetyo, S.Si**  
NIP. 198512062009111001

### F/LAB/7.8.1.1.1

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

### 3. Hasil Analisis Timbal pada Tiram Stasiun 1

4/28/22, 12:38 PM

SIL | BARISTAND SAMARINDA

**Kementerian Perindustrian**  
REPUBLIC INDONESIA

**BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI**  
**BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI**  
**SAMARINDA**

**KAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
Lembaga Pengji  
LH-000-020

Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431  
email : [baristandsamarinda@kemenperin.go.id](mailto:baristandsamarinda@kemenperin.go.id) web : [baristandsamarinda.kemenperin.go.id](http://baristandsamarinda.kemenperin.go.id)

## LAPORAN HASIL UJI

### Report of Analysis

No. LHU : B-2205/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022  
Halaman Ke : 1 dari 1

**Nomor Order** : 10010536210422  
*Order Number*

**Pemberi Order** : BEKTI ANANDA FEBRIANI  
*Principal*

**Alamat** : JL. WONOREJO 3 NO. 73 RT. 34 GUNUNG SAMARINDA  
*Address*

**Jenis Contoh** : LARUTAN PREPARASI  
*Sample*

**Nomor Contoh** : 0631 A  
*Sample Number*

**Kode Contoh** : TIRAM 1  
*Sample Code*

**Tanggal Penerimaan** : 22 APRIL 2022  
*Date Received*

**Analisis / Uji** : TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER  
*Tested For*

**Identifikasi Contoh** : DIKEMAS DALAM BOTOL KACA  
*Sample Identification*

**Metode Pengambilan Contoh** : DIANTAR OLEH YANG BERSANGKUTAN  
*Sampling Method*

**Metode Pengujian** : TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI  
*Analysis Method*

**Tanggal Pengujian** : 22 APRIL 2022 - 28 APRIL 2022  
*Date Of Analysis*

**Hasil Pengujian** :  
*Testing Result*

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Timbal (Pb)	mg/L	0,4167	SNI 6989-84:2019	0,05

Keterangan:  
• Kadar Maksimum Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 Lampiran I Tentang Baku Air Laut Untuk Perairan Pelabuhan

Samarinda, 28 April 2022  
Koordinator Teknis Laboratorium,  
**Iwan Prasetyo, S.Si**  
NIP. 19851206 200911 1 001

**F/LAB/7.8.1.1.1**

• Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda  
• Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut  
• Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan  
• Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian  
• Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

[newsil.baristand.go.id/document/certificate/active/48f7e111-4123-46a2-8f18-dbeea54801db/view/8d462f2e-3889-4533-9c10-43db5df76d72](https://newsil.baristand.go.id/document/certificate/active/48f7e111-4123-46a2-8f18-dbeea54801db/view/8d462f2e-3889-4533-9c10-43db5df76d72)

1/1

## Stasiun 2

4/28/22, 12:38 PM SIL | BARISTAND SAMARINDA



**Kementerian Perindustrian**  
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN STANDARISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI**  
**BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI**  
**SAMARINDA**

Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431  
email : [baristandsamarinda@kemenperin.go.id](mailto:baristandsamarinda@kemenperin.go.id) web : [baristandsamarinda.kemenperin.go.id](http://baristandsamarinda.kemenperin.go.id)



**KAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
LPI-008-021

---

## LAPORAN HASIL UJI

*Report of Analysis*

**No. LHU : B-2206/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022**  
**Halaman Ke : 1 dari 1**

<b>Nomor Order</b>	: 10010536210422
<i>Order Number</i>	
<b>Pemberi Order</b>	: BEKTI ANANDA FEBRIANI
<i>Principal</i>	
<b>Alamat</b>	: JL. WONOREJO 3 NO. 73 RT. 34 GUNUNG SAMARINDA
<i>Address</i>	
<b>Jenis Contoh</b>	: LARUTAN PREPARASI
<i>Sample</i>	
<b>Nomor Contoh</b>	: 0632 A
<i>Sample Number</i>	
<b>Kode Contoh</b>	: TIRAM 2
<i>Sample Code</i>	
<b>Tanggal Penerimaan</b>	: 22 APRIL 2022
<i>Date Received</i>	
<b>Analisis / Uji</b>	: TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER
<i>Tested For</i>	
<b>Identifikasi Contoh</b>	: DIKEMAS DALAM BOTOL KACA
<i>Sample Identification</i>	
<b>Metode Pengambilan Contoh</b>	: DIANTAR OLEH YANG BERSANGKUTAN
<i>Sampling Method</i>	
<b>Metode Pengujian</b>	: TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI
<i>Analysis Method</i>	
<b>Tanggal Pengujian</b>	: 22 APRIL 2022 - 28 APRIL 2022
<i>Date Of Analysis</i>	
<b>Hasil Pengujian</b>	:
<i>Testing Result</i>	

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Timbal (Pb)	mg/L	0,3794	SNI 6989-84:2019	0,05

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 Lampiran I Tentang Baku Air Laut Untuk Perairan Pelabuhan

Samarinda, 28 April 2022  
Koordinator Teknis Laboratorium,



**Iwan Prasetyo, S.Si**  
NIP. 19851206 200911 1 001



**F/LAB/7.8.1.1.1**

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

newsil.baristand.go.id/document/certificate/active/487e111-4123-46a2-8f18-dbeea54801db/view/45c6595d-c6da-4db6-88b7-fd4fd111318f 1/1

## Stasiun 3

4/28/22, 12:38 PM

SIL | BARISTAND SAMARINDA



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI  
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI  
SAMARINDA



Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431  
email : [baristandsamarinda@kemenperin.go.id](mailto:baristandsamarinda@kemenperin.go.id) web : [baristandsamarinda.kemenperin.go.id](http://baristandsamarinda.kemenperin.go.id)

## LAPORAN HASIL UJI

*Report of Analysis*

No. LHU : B-2207/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022  
Halaman Ke : 1 dari 1

**Nomor Order** : 10010536210422  
*Order Number*  
**Pemberi Order** : BEKTI ANANDA FEBRIANI  
*Principal*  
**Alamat** : JL. WONOREJO 3 NO. 73 RT. 34 GUNUNG SAMARINDA  
*Address*  
**Jenis Contoh** : LARUTAN PREPARASI  
*Sample*  
**Nomor Contoh** : 0633 A  
*Sample Number*  
**Kode Contoh** : TIRAM 3  
*Sample Code*  
**Tanggal Penerimaan** : 22 APRIL 2022  
*Date Received*  
**Analisis / Uji** : TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER  
*Tested For*  
**Identifikasi Contoh** : DIKEMAS DALAM BOTOL KACA  
*Sample Identification*  
**Metode Pengambilan Contoh** : DIANTAR OLEH YANG BERSANGKUTAN  
*Sampling Method*  
**Metode Pengujian** : TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI  
*Analysis Method*  
**Tanggal Pengujian** : 22 APRIL 2022 - 28 APRIL 2022  
*Date Of Analysis*  
**Hasil Pengujian** :  
*Testing Result*

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Timbal (Pb)	mg/L	0,2799	SNI 6989-84:2019	0,05

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 Lampiran 1 Tentang Baku Air Laut Untuk Perairan Pelabuhan

Samarinda, 28 April 2022  
Koordinator Teknis Laboratorium,  
**Iwan Prasetyo, S.Si**  
NIP-19851206 200911 1 001

F/LAB/7.8.1.1.1

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

#### 4. Hasil Pengukuran Dissolved Oxygen (DO) Stasiun 1

4/28/22, 2:32 PM SIL | BARISTAND SAMARINDA



**Kementerian Perindustrian**  
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI**  
**BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI**  
**SAMARINDA**

Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431  
email : [baristandsamarinda@kemenperin.go.id](mailto:baristandsamarinda@kemenperin.go.id) web : [baristandsamarinda.kemenperin.go.id](http://baristandsamarinda.kemenperin.go.id)



**KAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
Lembaga Pengk  
LP-060-07N

---

### LAPORAN HASIL UJI

*Report of Analysis*

No. LHU : B-2238/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022  
Halaman Ke : 1 dari 1

<b>Nomor Order</b>	: 10010537210422
<b>Order Number</b>	
<b>Pemberi Order</b>	: BEKTI ANANDA FEBRIANI
<b>Principal</b>	
<b>Alamat</b>	: JL. WONOREJO 3 NO. 73 RT. 34 GUNUNG SAMARINDA
<b>Address</b>	
<b>Jenis Contoh</b>	: AIR LAUT
<b>Sample</b>	
<b>Nomor Contoh</b>	: 0637 A
<b>Sample Number</b>	
<b>Kode Contoh</b>	: AIR LAUT STASIUN 1
<b>Sample Code</b>	
<b>Tanggal Penerimaan</b>	: 22 APRIL 2022
<b>Date Received</b>	
<b>Analisis / Uji</b>	: TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER
<b>Tested For</b>	
<b>Identifikasi Contoh</b>	: DIKEMAS DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK
<b>Sample Identification</b>	
<b>Metode Pengambilan Contoh</b>	: DIANTAR OLEH YANG BERSANGKUTAN
<b>Sampling Method</b>	
<b>Metode Pengujian</b>	: TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI
<b>Analysis Method</b>	
<b>Tanggal Pengujian</b>	: 22 APRIL 2022 - 28 APRIL 2022
<b>Date Of Analysis</b>	
<b>Hasil Pengujian</b>	:
<b>Testing Result</b>	

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Dissolved Oxygen (Lab)	mg/L	1,14	Standard Methods-Ed-23:2017	-

Samarinda, 28 April 2022  
Koordinator Teknis Laboratorium,



**Iwan Prasetyo, S.Si**  
NIP. 19851206 200911 1 001



**F/LAB/7.8.1.1.1**

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

newsil.baristand.go.id/document/certificate/active/f808d857-e1e4-4d19-ac52-2afd3a66673e/view/7f110e415-41fe-4ffd-9530-b3fbbdd26a2 1/1

## Stasiun 2

4/28/22, 2:32 PM

SIL | BARISTAND SAMARINDA



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI  
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI  
SAMARINDA



Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431  
email : [baristandsamarinda@kemenperin.go.id](mailto:baristandsamarinda@kemenperin.go.id) web : [baristandsamarinda.kemenperin.go.id](http://baristandsamarinda.kemenperin.go.id)

## LAPORAN HASIL UJI

## Report of Analysis

No. LHU : B-2239/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022  
Halaman Ke : 1 dari 1

**Nomor Order** : 10010537210422  
**Order Number**  
**Pemberi Order** : BEKTI ANANDA FEBRIANI  
**Principal**  
**Alamat** : JL. WONOREJO 3 NO. 73 RT. 34 GUNUNG SAMARINDA  
**Address**  
**Jenis Contoh** : AIR LAUT  
**Sample**  
**Nomor Contoh** : 0638 A  
**Sample Number**  
**Kode Contoh** : AIR LAUT STASIUN 2  
**Sample Code**  
**Tanggal Penerimaan** : 22 APRIL 2022  
**Date Received**  
**Analisis / Uji** : TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER  
**Tested For**  
**Identifikasi Contoh** : DIKEMAS DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK  
**Sample Identification**  
**Metode Pengambilan Contoh** : DIANTAR OLEH YANG BERSANGKUTAN  
**Sampling Method**  
**Metode Pengujian** : TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI  
**Analysis Method**  
**Tanggal Pengujian** : 22 APRIL 2022 - 28 APRIL 2022  
**Date Of Analysis**  
**Hasil Pengujian** :  
**Testing Result**

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Dissolved Oxygen (Lab)	mg/L	9,94	Standard Methods-Ed-23:2017	-

Samarinda, 28 April 2022  
Kordinator Teknis Laboratorium,  
**Iwan Prasetyo, S.Si**  
NIP. 19851206 200911 1 001

F/LAB/7.8.1.1.1

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

## Stasiun 3

4/28/22, 2:32 PM

SIL | BARISTAND SAMARINDA



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI  
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI  
SAMARINDA



Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431  
email : baristandsamarinda@kemenperin.go.id web : baristandsamarinda.kemenperin.go.id

## LAPORAN HASIL UJI

## Report of Analysis

No. LHU : B-2240/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022  
Halaman Ke : 1 dari 1

**Nomor Order** : 10010537210422  
*Order Number*  
**Pemberi Order** : BEKTI ANANDA FEBRIANI  
*Principal*  
**Alamat** : JL. WONOREJO 3 NO. 73 RT. 34 GUNUNG SAMARINDA  
*Address*  
**Jenis Contoh** : AIR LAUT  
*Sample*  
**Nomor Contoh** : 0639 A  
*Sample Number*  
**Kode Contoh** : AIR LAUT STASIUN 3  
*Sample Code*  
**Tanggal Penerimaan** : 22 APRIL 2022  
*Date Received*  
**Analisis / Uji** : TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER  
*Tested For*  
**Identifikasi Contoh** : DIKEMAS DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK  
*Sample Identification*  
**Metode Pengambilan Contoh** : DIANTAR OLEH YANG BERSANGKUTAN  
*Sampling Method*  
**Metode Pengujian** : TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI  
*Analysis Method*  
**Tanggal Pengujian** : 22 APRIL 2022 - 28 APRIL 2022  
*Date Of Analysis*  
**Hasil Pengujian** :  
*Testing Result*

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	Dissolved Oxygen (Lab)	mg/L	8,43	Standard Methods-Ed-23:2017	-

Samarinda, 28 April 2022  
Koordinator Teknis Laboratorium,  
**Iwan Prasetyo, S.Si**  
NIP. 19851206 200911 1 001

F/LAB/7.8.1.1.1

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

## 5. Hasil Pengukuran pH dan Salinitas

### Stasiun 1



PEMERINTAH KOTA BALIKPAPAN  
DINAS KESEHATAN  
UPTD LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH



Jln. Jend Sudirman No.118 Balikpapan 76113 ☎ (0542) 732 841 - Lt 1, (0542) 7763 444 - Lt 2  
Email : lab.dkk\_bpn@yahoo.com Web : www.labkesbalikpapan.co.id

### LAPORAN HASIL UJI

No. Contoh Uji : 1131 LA  
Nama Pelanggan : BEKTI ANANDA FEBRIANI  
Alamat : Jl. Wonorejo 3 No. 73 RT. 34 Balikpapan Utara  
Jenis Contoh Uji : Air Laut  
Pengambil Contoh Uji : Bekti Ananda. F  
Tgl. Pengambilan : 12 April 2022  
Tgl. Penerimaan : 12 April 2022  
Uraian Contoh Uji : Stasiun 1

NO	PARAMETER	SATUAN	KADAR MAKSIMUM DIPERBOLEHKAN	HASIL PEMERIKSAAN	METODE
<b>FISIKA</b>					
1	Kebauan	-	alami	-	Organoleptik
2	Kekeruhan	NTU	< 5	-	Spektrofotometri
4	Suhu	°C	alami	-	Elektrometri
			Coral : 28 - 30		
			Mangrove : 28 - 32		
			Lamun : 28 - 30		
<b>KIMIA</b>					
1	pH	-	7 - 8,5	6,58	Elektrometri
2	Salinitas	0‰	33 - 34	7,4	Elektrometri
3	Oksigen Terlarut ( DO )	mg/l	> 5	-	Elektrometri
4	BOD	mg/l	20	-	Oxydirect
5	Ammonia total ( NH <sub>3</sub> -N )	mg/l	0,3	-	Spektrofotometri
6	Fosfat ( PO <sub>4</sub> -P )	mg/l	0,015	-	Spektrofotometri
7	Nitrat ( NO <sub>3</sub> -N )	mg/l	1	-	Spektrofotometri
8	Sianida ( CN <sup>-</sup> )	mg/l	0,1	-	Spektrofotometri
9	Sulfida ( H <sub>2</sub> S )	mg/l	0,01	-	Spektrofotometri
10	Minyak dan Lemak	mg/l	0,1	-	Infra Red
11	Pestisida Total	mg/l	0,05	-	Spektrofotometri
12	Kromium ( Valensi 6 )	mg/l	15	-	Spektrofotometri

#### Catatan

- 1 Baku Mutu sesuai Peraturan Menteri LHK RI No. 51 Tahun 2004, tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut
- 2 Hasil uji di atas hanya berlaku untuk sampel yang di uji dan Laboratorium tidak bertanggung jawab terhadap pengambilan sampel
- 3 pH dan suhu di uji di Laboratorium
- 4 Laporan hasil uji ini tidak boleh di **gandakan**, kecuali sejin tertulis dari UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Balikpapan



Scan QR Code  
Untuk  
Cek Dokumen

<http://bit.ly/Dokl-abkesda>

Balikpapan, 27 April 2022  
Kepala UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah  
Dinas Kesehatan Kota Balikpapan



## Stasiun 2


**PEMERINTAH KOTA BALIKPAPAN**  
**DINAS KESEHATAN**  
**UPTD LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH**


Jln. Jend Sudirman No.118 Balikpapan 76113 ☎ (0542) 732 841 - Lt 1, (0542) 7763 444 - Lt 2  
 Email : lab.dkk\_bpn@yahoo.com Web : www.labkesbalikpapan.co.id

**LAPORAN HASIL UJI**

No. Contoh Uji : 1132 LA  
 Nama Pelanggan : BEKTI ANANDA FEBRIANI  
 Alamat : Jl. Wonorejo 3 No. 73 RT. 34 Balikpapan Utara  
 Jenis Contoh Uji : Air Laut  
 Pengambil Contoh Uji : Bekti Ananda. F  
 Tgl. Pengambilan : 12 April 2022  
 Tgl. Penerimaan : 12 April 2022  
 Uraian Contoh Uji : Stasiun 2

NO	PARAMETER	SATUAN	KADAR MAKSIMUM DIPERBOLEHKAN	HASIL PEMERIKSAAN	METODE
<b>FISIKA</b>					
1	Kebauan	-	alami	-	Organoleptik
2	Kekeruhan	NTU	< 5	-	Spektrofotometri
4	Suhu	°C	alami	-	Elektrometri
			Coral : 28 - 30		
			Mangrove : 28 - 32		
			Lamun : 28 - 30		
<b>KIMIA</b>					
1	pH	-	7 - 8,5	7,18	Elektrometri
2	Salinitas	0%	33 - 34	30,5	Elektrometri
3	Oksigen Terlarut ( DO )	mg/l	> 5	-	Elektrometri
4	BOD	mg/l	20	-	Oxydirect
5	Ammonia total ( NH <sub>3</sub> -N )	mg/l	0,3	-	Spektrofotometri
6	Fosfat ( PO <sub>4</sub> -P )	mg/l	0,015	-	Spektrofotometri
7	Nitrat ( NO <sub>3</sub> -N )	mg/l	1	-	Spektrofotometri
8	Sianida ( CN <sup>-</sup> )	mg/l	0,1	-	Spektrofotometri
9	Sulfida ( H <sub>2</sub> S )	mg/l	0,01	-	Spektrofotometri
10	Minyak dan Lemak	mg/l	0,1	-	Infra Red
11	Pestisida Total	mg/l	0,05	-	Spektrofotometri
12	Kromium ( Valensi 6 )	mg/l	15	-	Spektrofotometri

**Catatan**

- Baku Mutu sesuai Peraturan Menteri LHK RI No. 51 Tahun 2004, tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut
- Hasil uji di atas hanya berlaku untuk sampel yang di uji dan Laboratorium tidak bertanggung jawab terhadap pengambilan sampel
- pH dan suhu di uji di Laboratorium
- Laporan hasil uji ini tidak boleh di gandakan, kecuali seijin tertulis dari UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Balikpapan



Scan QR Code  
Untuk  
Cek Dokumen

<http://bit.ly/DocLabkesda>

Balikpapan, 27 April 2022  
Kepala UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah  
Dinas Kesehatan Kota Balikpapan

  
 dr. Harry Zulkifli Sugondo  
 NIP. 19690528 200701 1 011

## Stasiun 3


**PEMERINTAH KOTA BALIKPAPAN**  
**DINAS KESEHATAN**  
**UPTD LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH**


Jln. Jend Sudirman No.118 Balikpapan 76113 ☎ (0542) 732 841 - Lt 1, (0542) 7763 444 - Lt 2  
 Email : lab.dkk\_bpn@yahoo.com Web : www.labkesbalikpapan.co.id

**LAPORAN HASIL UJI**

No. Contoh Uji : 1133 LA  
 Nama Pelanggan : BEKTI ANANDA FEBRIANI  
 Alamat : Jl. Wonorejo 3 No. 73 RT. 34 Balikpapan Utara  
 Jenis Contoh Uji : Air Laut  
 Pengambil Contoh Uji : Bekti Ananda. F  
 Tgl. Pengambilan : 12 April 2022  
 Tgl. Penerimaan : 12 April 2022  
 Uraian Contoh Uji : Stasiun 3

NO	PARAMETER	SATUAN	KADAR MAKSIMUM DIPERBOLEHKAN	HASIL PEMERIKSAAN	METODE
<b>FISIKA</b>					
1	Kebauan	-	alami	-	Organoleptik
2	Kekeruhan	NTU	< 5	-	Spektrofotometri
4	Suhu	°C	alami	-	Elektrometri
			Coral : 28 - 30		
			Mangrove : 28 - 32		
			Lamun : 28 - 30		
<b>KIMIA</b>					
1	pH	-	7 - 8,5	6,99	Elektrometri
2	Salinitas	0%	33 - 34	30,4	Elektrometri
3	Oksigen Terlarut ( DO )	mg/l	> 5	-	Elektrometri
4	BOD	mg/l	20	-	Oxydirect
5	Ammonia total ( NH <sub>3</sub> -N )	mg/l	0,3	-	Spektrofotometri
6	Fosfat ( PO <sub>4</sub> -P )	mg/l	0,015	-	Spektrofotometri
7	Nitrat ( NO <sub>3</sub> -N )	mg/l	1	-	Spektrofotometri
8	Sianida ( CN <sup>-</sup> )	mg/l	0,1	-	Spektrofotometri
9	Sulfida ( H <sub>2</sub> S )	mg/l	0,01	-	Spektrofotometri
10	Minyak dan Lemak	mg/l	0,1	-	Infra Red
11	Pestisida Total	mg/l	0,05	-	Spektrofotometri
12	Kromium ( Valensi 6 )	mg/l	15	-	Spektrofotometri

**Catatan**

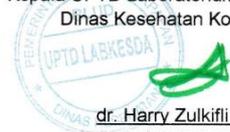
- Baku Mutu sesuai Peraturan Menteri LHK RI No. 51 Tahun 2004, tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut
- Hasil uji di atas hanya berlaku untuk sampel yang di uji dan Laboratorium tidak bertanggung jawab terhadap pengambilan sampel
- pH dan suhu di uji di Laboratorium
- Laporan hasil uji ini tidak boleh di **gandakan, kecuali** seijin tertulis dari UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Balikpapan



Scan QR Code  
Untuk  
Cek Dokumen

<http://bit.ly/DocLabkesda>

Balikpapan, 27 April 2022  
Kepala UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah  
Dinas Kesehatan Kota Balikpapan



dr. Harry Zulkifli Sugondo  
NIP. 19690528 200701 1 011

## Lampiran 7. Baku Mutu Lingkungan

### KepMen LH Nomor 1 Tahun 2004 tentang Kualitas Perairan

**Lampiran I : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup**  
**Nomor : 51 Tahun 2004**  
**Tanggal : 8 April 2004**

#### BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK WISATA BAHARI

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
<b>FISIKA</b>			
1.	Kecerahan <sup>a</sup>	m	>3
2.	Kebauan	-	tidak berbau
3.	Padatan tersuspensi total <sup>b</sup>	mg/l	80
4.	Sampah	-	nihil <sup>1(4)</sup>
5.	Suhu <sup>c</sup>	°C	alami <sup>3(c)</sup>
6.	Lapisan minyak <sup>5</sup>	-	nihil <sup>1(5)</sup>
<b>KIMIA</b>			
1.	pH <sup>d</sup>	-	6,5 - 8,5 <sup>(d)</sup>
2.	Salinitas <sup>e</sup>	‰	alami <sup>3(e)</sup>
3.	Ammonia total (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,3
4.	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	mg/l	0,03
5.	Hidrokarbon total	mg/l	1
6.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
7.	PCB (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
8.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
9.	Minyak dan Lemak	mg/l	5
10.	TBT (tri butil tin) <sup>6</sup>	µg/l	0,01
<b>Logam terlarut:</b>			
11.	Raksa (Hg)	mg/l	0,003
12.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,01
13.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,05
14.	Timbal (Pb)	mg/l	0,05
15.	Seng (Zn)	mg/l	0,1
<b>BIOLOGI</b>			
1.	Coliform (total) <sup>f</sup>	MPN/100 ml	1000 <sup>(f)</sup>

Keterangan:

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim)
4. Pengamatan oleh manusia (visual).
5. Pengamatan oleh manusia (visual). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (*thin layer*) dengan ketebalan 0,01mm

**Lampiran III: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup****Nomor : 51 Tahun 2004****Tanggal : 8 April 2004****BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK BIOTA LAUT**

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
<b>FISIKA</b>			
1.	Kecerahan <sup>a</sup>	m	coral: >5 mangrove: - lamun: >3
2.	Kebauan	-	alami <sup>3</sup>
3.	Kekeruhan <sup>a</sup>	NTU	<5
4.	Padatan tersuspensi total <sup>b</sup>	mg/l	coral: 20 mangrove: 80 lamun: 20
5.	Sampah	-	nihil <sup>1(4)</sup>
6.	Suhu <sup>c</sup>	°C	alami <sup>3(c)</sup> coral: 28-30 <sup>(c)</sup> mangrove: 28-32 <sup>(c)</sup> lamun: 28-30 <sup>(c)</sup>
7.	Lapisan minyak <sup>5</sup>	-	nihil <sup>1(5)</sup>
<b>KIMIA</b>			
1.	pH <sup>d</sup>	-	7 - 8,5 <sup>(d)</sup>
2.	Salinitas <sup>e</sup>	‰	alami <sup>3(e)</sup> coral: 33-34 <sup>(e)</sup> mangrove: s/d 34 <sup>(e)</sup> lamun: 33-34 <sup>(e)</sup>
3.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	mg/l	20
5.	Ammonia total (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,3
6.	Fosfat (PO <sub>4</sub> -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,008
8.	Sianida (CN <sup>-</sup> )	mg/l	0,5
9.	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	mg/l	0,01
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
12.	PCB total (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
13.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
14.	Minyak & lemak	mg/l	1
15.	Pestisida <sup>f</sup>	µg/l	0,01
16.	TBT (tributil tin) <sup>7</sup>	µg/l	0,01
<b>Logam terlarut:</b>			
17.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001
18.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,005
19.	Arsen (As)	mg/l	0,012

## SNI no 7387:2009 tentang Baku Mutu Timbal pada Ikan dan Bivalvia

SNI 7387:2009

Tabel 5 - Batas maksimum cemaran timbal (Pb) dalam pangan

No. Kategori pangan	Kategori pangan	Batas maksimum
04.0	Buah dan sayur (termasuk jamur, umbi, kacang termasuk kacang kedelai dan lidah buaya), rumput laut, biji-bijian	
	Buah dan sayur serta hasil olahannya	0,5 mg/kg
	Pasta tomat	1,0 mg/kg
05.0	Kembang gula/permen dan cokelat	
	Kembang gula/permen dan cokelat	1,0 mg/kg
06.0	Serealia dan produk serealia yang merupakan produk turunan dari biji serealia, akar dan umbi, kacang dan <i>empelur</i> (bagian dalam batang tanaman), tidak termasuk produk bakeri dari kategori 07.0 dan tidak termasuk kacang dari kategori 04.2.1 dan 04.2.2	
	Serealia dan produk serealia	0,3 mg/kg
	Tepung terigu	1,0 mg/kg
07.0	Produk bakeri	
	Produk bakeri	0,5 mg/kg
08.0	Daging dan produk daging, termasuk daging unggas dan daging hewan buruan	
	Daging dan hasil olahannya	1,0 mg/kg
	Jeroan sapi, babi, kambing, unggas	1,0 mg/kg
09.0	Ikan dan produk perikanan termasuk moluska, krustase dan ekinodermata serta amfibi dan reptil	
	Ikan dan hasil olahannya	0,3 mg/kg
	Ikan predator misalnya cucut, tuna, marlin dan lain-lain	0,4 mg/kg
	Kekerangan (bivalve) Moluska dan teripang	1,5 mg/kg
	Udang dan krustasea lainnya	0,5 mg/kg
	Terasi	1,0 mg/kg
11.0	Pemanis, termasuk madu	
	Madu	2,0 mg/kg
12.0	Garam, rempah, sup, saus, salad, produk protein	
	Garam	10,0 mg/kg
	Rempah/Bumbu	7,0 mg/kg
	Kecap	1,0 mg/kg
	Ragi	5,0 mg/kg
	Saus	1,0 mg/kg
13.0	Produk pangan untuk keperluan gizi khusus	
	Susu formula bayi	0,02 mg/kg (dihitung terhadap produk siap konsumsi)
	Susu formula lanjutan	0,02 mg/kg (dihitung terhadap produk siap konsumsi)
	Makanan Pendamping ASI (MP-ASI) siap santap	0,3 mg/kg
	Makanan Pendamping ASI (MP-ASI) biskuit	0,3 mg/kg
	Makanan Pendamping ASI (MP-ASI) siap masak	1,14 mg/kg
	Makanan Pendamping ASI (MP-ASI) bubuk instan	1,14 mg/kg

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penyangangan di website dan tidak untuk dikomersialkan"

## Lampiran 8. Langkah-langkah perhitungan

### 1. Perhitungan Konsentrasi sebenarnya timbal pada tiram

$$\begin{aligned}
 \text{Konsentrasi Pb Tiram I} &= \frac{C \times V \times Fp}{W} \\
 &= \frac{0,4167 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{L} \times 1}{10 \text{gr}} \\
 &= 0,004167 \text{mg/gr} \times 1000 \\
 &= 4,167 \text{mg/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Konsentrasi Pb Tiram II} &= \frac{C \times V \times Fp}{W} \\
 &= \frac{0,3794 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{L} \times 1}{10 \text{gr}} \\
 &= 0,003794 \text{mg/gr} \times 1000 \\
 &= 3,794 \text{mg/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Konsentrasi Pb Tiram III} &= \frac{C \times V \times Fp}{W} \\
 &= \frac{0,2799 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{L} \times 1}{10 \text{gr}} \\
 &= 0,002799 \text{mg/gr} \times 1000 \\
 &= 2,799 \text{mg/kg}
 \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan Nilai Intake

### Tiram I

$$I = \frac{C \times R \times fE \times Dt}{Wb \times Tavg}$$

$$I = \frac{0,004167 \frac{\text{mg}}{\text{g}} \times 54 \frac{\text{g}}{\text{hari}} \times 350 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 30 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}}}$$

$$I = 0,0039 \text{ mg/kg/hari}$$

### Tiram II

$$I = \frac{C \times R \times fE \times Dt}{Wb \times Tavg}$$

$$I = \frac{0,003794 \frac{\text{mg}}{\text{g}} \times 54 \frac{\text{gram}}{\text{hari}} \times 350 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 30 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}}}$$

$$I = 0,0036 \text{ mg/kg/hari}$$

### Tiram III

$$I = \frac{C \times R \times fE \times Dt}{Wb \times Tavg}$$

$$I = \frac{0,002799 \frac{\text{mg}}{\text{g}} \times 54 \frac{\text{gram}}{\text{hari}} \times 350 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 30 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}}}$$

$$I = 0,0026 \text{ mg/kg/hari}$$

### 3. Perhitungan Nilai RQ

#### Tiram I

$$RQ = \frac{Intake}{Rfd}$$

$$RQ = \frac{0,0039 \text{ mg/kg/hari}}{0,0035 \text{ mg/kg/hari}}$$

$$RQ = 1,11$$

#### Tiram II

$$RQ = \frac{Intake}{Rfd}$$

$$RQ = \frac{0,0036 \text{ mg/kg/hari}}{0,0035 \text{ mg/kg/hari}}$$

$$RQ = 1,03$$

#### Tiram III

$$RQ = \frac{Intake}{Rfd}$$

$$RQ = \frac{0,0026 \text{ mg/kg/hari}}{0,0035 \text{ mg/kg/hari}}$$

$$RQ = 0,74$$

#### 4. Perhitungan Nilai Manajemen Risiko

##### Laju asupan aman

$$R_{aman\ tiram\ 1} = \frac{0,0035\ mg/kg\ hari\ x\ 55\ kg\ x\ 10950\ hari}{0,004167\ mg/g\ x\ 350\ hr/tahun\ x\ 30\ tahun}$$

$$R_{aman\ tiram\ 1} = \frac{2107,875\ g}{43,7535\ hari}$$

$$R_{aman\ tiram\ 1} = 48\ g/hari$$

$$R_{aman\ tiram\ 2} = \frac{0,0035\ mg/kg\ hari\ x\ 55\ kg\ x\ 10950\ hari}{0,003794\ mg/g\ x\ 350\ hr/tahun\ x\ 30\ tahun}$$

$$R_{aman\ tiram\ 2} = \frac{2107,875\ g}{39,837\ hari}$$

$$R_{aman\ tiram\ 2} = 52\ g/hari$$

##### Frekuensi aman

$$fE_{aman\ tiram\ 1} = \frac{0,0035\ mg/kg\ hari\ x\ 55\ kg\ x\ 10950\ hari}{0,004167\ \frac{mg}{g} \times 54\ g/hari\ x\ 30\ tahun}$$

$$R_{aman\ tiram\ 1} = \frac{2107,875}{6,750\ tahun/hari}$$

$$R_{aman\ tiram\ 1} = 312\ hari/tahun$$

$$R_{aman\ tiram\ 2} = \frac{0,0035\ mg/kg\ hari\ x\ 55\ kg\ x\ 10950\ hari}{0,003794\ mg/g\ x\ 54\ g/hari\ x\ 30\ tahun}$$

$$R_{aman\ tiram\ 2} = \frac{2107,875\ g}{6,14\ hari}$$

$$R_{aman\ tiram\ 2} = 343\ hari/tahun$$

## Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian

### A. Proses Pengambilan Sampel di Lapangan

#### 1. Pengambilan Sampel Air



#### 2. Pengukuran Suhu Perairan dan Udara



#### 3. Pengukuran Kecepatan Angin dan Arus



#### 4. Pengambilan Sampel Ikan dan Tiram





5. Tempat Pengambilan Sampel Ikan



6. Beberapa Sampel Basah Ikan dan Tiram yang didapat



## 7. Beberapa sampel tiram



## B. Proses Preparasi Menjadi Sampel Kering

1. Sampel basah tiram diambil jaringan lunak nya dan ikan dipisahkan dari kotorannya



## 2. Sampel Basah Ikan dan Tiram di Oven



## 3. Sampel basah tiram dan ikan diblender dan siap untuk dilakukan proses destruksi

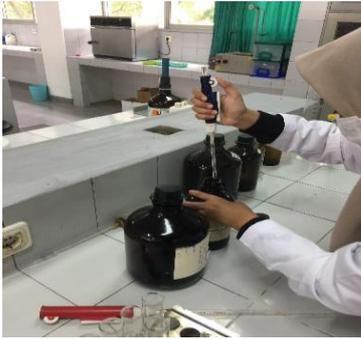


## C. Proses Destruksi Basah

### 1. Sampel di timbang untuk dimasukkan ke dalam tabung reaksi



2. Sampel diberikan asam perklorat dan asam nitrat



2. Sampel didestruksi di dalam eksikator



3. Sampel hasil destruksi diberikan larutan pengencer dan disaring di centrifuge



4. Sampel dipindahkan ke dalam botol sampel dan siap dibawa ke laboratorium analisis logam berat

