

**ANALYSIS OF LEAD (Pb) CONCENTRATION IN WATER, FISH, AND OYSTERS IN BARU
TENGAH COASTAL AREA OF BALIKPAPAN CITY IN 2022**

**ANALISIS KONSENTRASI TIMBAL (Pb) PADA AIR, IKAN DAN TIRAM DI PESISIR BARU
TENGAH BALIKPAPAN TAHUN 2022**

Bekti Ananda Febriani¹, Blego Sedionoto², Ismail Fahmy Almadi³

¹⁻²Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman, ³Fakultas Perikanan dan Ilmu
Kelautan, Universitas Mulawarman

Korespondensi (e-mail): bektianandafbr@gmail.com¹; blego.sedionoto@gmail.com²;
ismailfahmyalmadi@gmail.com³

ABSTRACT

Background & Objective: 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. **Method:** The type of research is quantitative with descriptive method and on-desk analysis of lead health risk level. The 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). **Results:** 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). **Conclusion:** 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, Environmental Health Risk Analysis

ABSTRAK

Latar Belakang & Tujuan: 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. **Metode:** Jenis penelitian adalah kuantitatif dengan metode deskriptif dan analisis tingkat risiko kesehatan (ARKL) secara on desk. Pada penelitian ini dilakukan pula pengukuran suhu, pH, DO dan salinitas. Logam berat dianalisis menggunakan alat *Atomic Absorbed Spectrometer* (AAS). **Hasil:** 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). **Kesimpulan:** 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

1. PENDAHULUAN

Kesehatan manusia salah satunya dapat dipengaruhi dengan adanya pencemaran lingkungan. 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).

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). 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.

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 (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). Selain pada ikan, terdapat pula tiram yang dapat menerima dampak pencemaran logam berat karena mampu mengakumulasi logam berat di dalam tubuhnya. 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 *speedboat*, 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 di Selatan (Arham, 2021). 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).

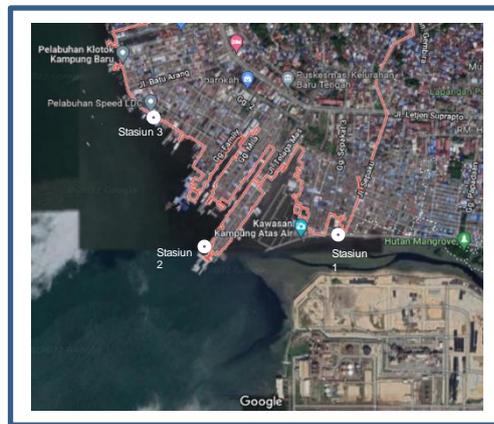
Adanya aktivitas industri maupun domestik yang menghasilkan buangan atau limbah ke badan perairan laut dapat berpotensi menimbulkan peningkatan pencemaran logam berat bagi lingkungan dan biota yang hidup di dalamnya. Akibatnya perairan maupun biota yang terkontaminasi logam berat tersebut dapat menimbulkan risiko 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.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan di wilayah Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan pada stasiun yang telah ditetapkan. Tiap titik lokasi diambil tepat pada wilayah perairan yang berbatasan dengan daratan atau pemukiman di pesisir wilayah tersebut. Berikut adalah titik stasiun yang telah ditetapkan berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan:



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

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

Preparasi sampel akan dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Mulawarman dan dilanjutkan dengan melakukan pengukuran logam berat Timbal (Pb) pada air, ikan dan tiram menggunakan AAS di Baristand Kota Samarinda serta parameter lainnya di Labkesda Kota Balikpapan.

2.2 Populasi dan Sampel

Pengambilan air laut dilakukan secara langsung di lapangan sebanyak 1000 ml pada setiap stasiun yang diambil dengan metode *grab sampling*. Sampel ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah salah satu jenis ikan yang sering ditangkap dan dikonsumsi oleh masyarakat. Jenis sampel ikan yang akan diambil ditentukan setelah melakukan pengamatan secara langsung di lapangan. Ikan diambil dan dijadikan 3 sampel pengulangan dengan masing-masing sebanyak 100 gram sampel basah yang mewakili perairan pesisir Baru Tengah Balikpapan. Pada tiram akan diambil satu jenis sampel tiram secara langsung di lapangan atau stasiun yang telah ditetapkan. 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).

2.3 *Desain 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.

2.4 *Langkah Prosedur Penelitian*

Pengambilan air laut dilakukan secara langsung di lapangan sebanyak 1000 ml pada setiap stasiun yang diambil dengan metode grab sampling. Prosedur pengujian logam berat timbal (Pb) pada air laut secara destruksi asam dengan AAS yang mengacu pada SNI 6989.8: 2009 tentang pengujian logam timbal pada air. Pada sampel ikan dan tiram, setelah didapatkan sampel tiram dan ikan sesuai kebutuhan, sampel dapat di preparasi terlebih dahulu dengan mengambil jaringan lunak untuk tiram dan dilanjutkan dengan mengoven sampel ikan dan tiram untuk mengeluarkan air yang ada di dalamnya. Kemudian dihaluskan hingga homogen dengan menggunakan blender. Hal ini dilakukan agar sampel dapat dilanjutkan proses preparasi selanjutnya yaitu proses destruksi basah. Langkah destruksi basah dilakukan dengan menggunakan bantuan 1 ml asam perklorat dan 5 ml asam nitrat untuk setiap 1 gram sampel yang telah di oven dan dihaluskan. Setelah mendapat larutan destruksi yang dibutuhkan, sampel dibawa dan dapat dianalisis di Baristand Kota Samarinda

2.5 *Analisis Data*

Setelah mendapat hasil analisis konsentrasi timbal pada sampel yang diteliti, dilanjutkan dengan menganalisis konsentrasi timbal (Pb) dalam air, ikan dan tiram apakah melebihi batas atau baku mutu yang telah ditetapkan atau tidak. Data yang didapatkan tersebut akan dibandingkan dengan standar batas maksimum logam berat timbal (Pb). 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, 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.

Analisis data dilanjutkan dengan mencari nilai intake atau asupan yang digunakan untuk mengetahui tingkat risiko kesehatan masyarakat terhadap paparan timbal dengan menggunakan nilai *default*. 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

Durasi pajanan (Dt)	dewasa: 55 kg. = Lamanya waktu atau jumlah tahun terhadap pajanan (tahun). 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
Time Average (tavg)	= 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.

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 dinyatakan $RQ \leq 1$. Sedangkan untuk tingkat risiko tidak aman ditetapkan apabila intake $>$ RfD atau dinyatakan $RQ \geq 1$.

3. HASIL PENELITIAN

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

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan beberapa nelayan, ikan yang sering 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. 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. Adapun hasil pemeriksaan logam berat timbal pada sampel air, ikan dan tiram yang terdapat pada pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan dapat dilihat pada Tabel 1. di bawah ini:

Tabel 1. Hasil Analisis Kandungan Timbal pada Air, Ikan dan Tiram di Pesisir Baru Tengah Kota Balikpapan

Sampel	Lokasi sampel	pengambilan	Kandungan timbal (mg/l)	Baku mutu (mg/l)	MS/TS
Sampel Air					
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)					
Sampel Ikan					
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)					
Sampel Tiram					
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)					

Berdasarkan Tabel 1. 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 mg/l dan SNI nomor 7387 tahun 2009 sebesar 0,3 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 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.

3.2 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 2. di bawah ini

Tabel 2. Hasil Pengukuran Parameter Fisik-Kimia Lainnya Pada Perairan

Parameter	Stasiun			Baku Mutu
	I	II	III	
Fisika				
Suhu Perairan (°C)	30	32	29	28-30
Salinitas (‰)	7,4	30,5	30,4	33 – 34
Kimia				
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.

3.3 Analisis Risiko Logam Berat Timbal (Pb) pada Hasil Penelitian

3.3.1 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*. Nilai asupan atau *intake* yang di dapat pada tiram I, tiram II dan tiram III dapat disajikan pada Tabel 3 di bawah ini

Tabel 3. 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 pajanan 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.

3.3.2. Analisis Dosis Respon

Dosis referensi untuk efek nonkarsinogenik dinyatakan sebagai *Reference Dose* (RfD). 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).

3.3.3 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. 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	$RQ \leq 1$	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. PEMBAHASAN

4.1. *Konsentrasi Timbal (Pb) 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 dan masih dibawah baku mutu lingkungan. 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. Penelitian yang dilakukan oleh Ananda et al., (2022) di perairan pemukiman Pesisir Rembang Jawa Tengah 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. 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 karena air hujan dapat mengencerkan logam berat yang berada diperairan. 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).

4.2. *Konsentrasi Timbal (Pb) pada Ikan*

Hasil analisis kandungan timbal pada ikan menunjukkan bahwa kandungan timbal pada setiap sampel ikan yang diteliti memiliki konsentrasi yang sangat rendah di bawah batas ukur konsentrasi yang dapat terbaca dari alat AAS yang digunakan dan 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. Proses bioakumulasi logam berat dalam jaringan ikan cukup bervariasi dan diantaranya dapat bergantung pada jenis logam berat dan spesies ikan 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 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. 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.

4.3. Konsentrasi Timbal (Pb) pada Tiram

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 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. Jenis tiram yang ditemukan dalam penelitian ini berasal dari genus *Crassostrea* dengan spesies *Crassostrea glomerata*. 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. 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 yang lebih banyak mengandung logam berat termasuk logam berat timbal karena sifat logam berat yang sulit didegradasi, sehingga mudah mengendap di lingkungan perairan. 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. 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. Salah satu bahan bakar mesin kapal seperti solar dapat menghasilkan gas buangan berbahaya seperti partikulat debu yang dapat mengandung timbal (Mangalik,2019). 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 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. 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.

4.4. 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 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. 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. Peningkatan suhu ini akan menyebabkan toksisitas logam berat akan meningkat pula (Hutagalung, 2001).

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 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. 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 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 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 pencemaran. Hal ini sejalan dengan pernyataan Simanjuntak (2012) yaitu semakin menurunnya kadar DO dalam suatu perairan maka akan semakin meningkat pula kandungan limbah 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. Semakin rendah DO pada suatu perairan maka semakin tinggi pencemaran karena semakin banyak O_2 yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan- organik tersebut. 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. Jalur transportasi ini 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_2 pada perairan semakin meningkat (Effendi,2003).

4. Salinitas

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. 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 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).

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. 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). 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. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

Tingkat Risiko (RQ) pada tiram di stasiun 1 dan stasiun 2 untuk pajanan sebesar secara tertelan atau ingesti tergolong tidak aman ($RQ > 1$) sedangkan untuk stasiun 3 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 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.

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 Rahmatika (2017) bahwa pada responden proyeksi durasi pajanan *lifetime* dengan estimasi 50 tahun dikatakan tidak aman untuk mengonsumsi ikan belanak yang mengandung logam berat dibanding dengan responden dengan *lifetime* 10 hingga 30 tahun. Prinsip pengelolaan risiko salah satunya dapat dilakukan dengan manajemen asupan dan lamanya pajanan yang masuk ke dalam tubuh agar tidak ada risiko atau mengurangi risiko yang ditimbulkan bagi kesehatan masyarakat. 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.

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. Selain itu untuk mengurangi dampak pencemaran limbah, diperlukan pula peningkatan realisasi regulasi daerah tentang pengelolaan sampah maupun limbah. Salah satu contohnya adalah kegiatan yang berdampak menimbulkan limbah B3 diwajibkan memiliki Izin Tempat Penyimpanan Sementara Limbah B3 (ITPSLB3) yang akan disimpan dan diolah terlebih dahulu sebelum dibuang. Kegiatan pencegahan dan pengendalian lainnya terhadap sampah maupun limbah domestik yang terbawa oleh aliran muara maupun pasar diantaranya dapat dilakukan dengan pembersihan lingkungan pesisir secara berkala yang turut melibatkan masyarakat. 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.

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 mesin kapal dengan baik. Perlu dilakukan pula beberapa rekayasa teknik sebagai langkah pengendalian pencemaran diantaranya adalah dengan pemasangan katup PCV sistem karburasi, sistem pemantikan, yang memungkinkan pembakaran lebih sempurna untuk mengurangi emisi tangki BBM, dan *after burner* untuk menurunkan emisi (Pararaja, 2009). Selain itu rekayasa teknik yang dapat dilakukan untuk mengurangi ceceran minyak dari aktivitas kapal motor dengan memberi wadah tampungan di bawah mesin kapal motor agar buangan minyak tidak langsung tumpah ke perairan (Rahmawati & Surilayani, 2017). Selain itu dapat dilakukan penggantian bahan bakar fosil ataupun penggunaan PLTD yang biasa digunakan sebagai catu tenaga listrik yang dibutuhkan setiap kapal dengan bahan atau sumber yang lebih aman (Brockmann, 2007).

Penanganan untuk pencemaran logam berat juga dapat melakukan penanaman tumbuhan yang mampu menyerap logam berat, salah satunya adalah tumbuhan mangrove. Mangrove merupakan tumbuhan yang ditemukan banyak tumbuh dan berkembang di lingkungan pesisir dan 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). Unsur Pb yang berada di udara yang berasal dari asap dengan mudah juga dapat ditangkap oleh stomata pada daun mangrove (Yamin & Syukur, 2018). Perlu dilakukan pula 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.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian 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 dapat 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 sehingga peneliti dapat memberikan saran yaitu perlu dilakukan pemantauan secara terus menerus kualitas perairan pesisir laut, biota laut maupun produk perikanan yang dikonsumsi masyarakat terhadap parameter fisik kimia lingkungan termasuk logam berat lainnya untuk menghindari adanya kandungan logam berat yang ikut dikonsumsi oleh masyarakat yang dapat menjadi ancaman bagi kesehatan masyarakat. Selain itu perlu diperhatikan kembali regulasi industri dan kegiatan sekitar perairan dalam proses pembuangan limbah 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. Perlu dilakukan pula surveilans kesehatan masyarakat dan pemetaan terhadap kelompok masyarakat yang berisiko mendapat gangguan kesehatan akibat paparan logam berat.

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.
- 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.
- 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)
- BMKG Kota Samarinda. (2022). Buletin Cuaca dan Iklim Maritim Edisi Maret 2022. Stasiun Meteorologi Temindung Samarinda.
- Brockmann, D. (2007). SAM Electronics. We are connectiong 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>.
- Darmono. (1995). Logam Dalam Sistem Biologi Makhhluk Hidup. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- 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.
- Gunarto. (2004). Konservasi Mangrove Sebagai Pendukung Sumber Hayati Perikanan Pantai. *Jurnal Litbang Pertanian*, 23 (1); 40 - 55.
- 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
- 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*.
- 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, HP. (1991). Pencemaran Laut oleh Logam Berat dalam Status Pencemaran laut di Indonesia dan Teknik Pemantauan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Jakarta : LIPI.
- Ira. (2013). Kajian Kualitas Perairan Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Pelabuhan Perikanan Samudera
- 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.
- Kementrian Negara Kependudukan Dan Lingkungan Hidup, Keputusan No.51 /Mnklh/I/2004. Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Air Laut, Kementrian Negara Kependudukan DAN Lingkungan Hidup. Jakarta. 1- 85HLM..
- Kordi K, M. G. H. (2005). Budidaya Ikan Patin: Biologi, Pembenihan Dan Pembesaran. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- 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>
- Mangalik, Y. (2019). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Solar Dan Pertamina Dex Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel Ford Escort 1.8. *Teknik Perkapalan*.
- Nugraha, W.D. dan Cahyorini, L. (2007). Identifikasi Daya Tampung Beban Cemar BOD Sungai dengan Model Qual2e (Studi Kasus Sungai Gung, Tegal–Jawa Tengah). *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*. 3(2): 18..

- 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.
- Pararaja. (2009). Sistem Transportasi dan Dampak Bagi Lingkungan. Peserta Mata Kuliah Teknik Pembakaran Semester Genap, Teknik Kimia, Universitas Indonesia.
- Putra, P. D., Sulistiyani, & 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.
- 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.
- 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 Etty Riani Department Of Aquatic Resources Management , Faculty Of Fish- Ery And Marine Science , Bo. Paripex - Indian Journal Of Research, 4(2), 132–136.
- 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.
- 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.
- 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>
- 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>
- 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>
- 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.
- 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>
- Yamin, M., & Syukur, A. (2018). Analisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Mangrove Sebagai Bioindikator di Teluk Bima. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(1).
- 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