

# Risiko Kesehatan Masyarakat Konsumsi Ikan *Cephalopholis Cyanostigma* Yang Mengandung Kadmium (Cd) di Teluk Manado

Sri Seprianto Maddusa<sup>1\*</sup>, Afnal Asrifuddin<sup>2</sup>, Eva M. Mantjoro<sup>3</sup>

## Abstrak

Pencemaran logam berat telah menjadi ancaman serius terhadap lingkungan laut, terutama yang berdekatan dengan kawasan industri dan tingginya urbanisasi karena toksisitas, akumulasi, persistensi, dan sifatnya yang tidak dapat terbiodegradasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan analisis risiko kesehatan sebagai dampak dari mengkonsumsi ikan *Cephalopholis Cyanostigma* yang tercemar logam Cd. Lokasi penelitian yaitu di Teluk Manado. Metode penelitian ini dilakukan dengan observasional analitik dan pendekatan analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) dan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Populasi dan sampel dibagi dalam kelompok populasi lingkungan dan manusia. Sampel lingkungan diambil yaitu air laut, sedimen, dan kerang yang terdiri dari lima titik serta Jenis ikan *Cephalopholis Cyanostigma*. Sampel manusia sebanyak 65 responden. Pengumpulan data dilakukan dari bulan April - Juli 2024 dengan menggunakan kuesioner dan food model untuk mengetahui berapa gr ikan yang di konsumsi dalam kurun waktu per tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuasi risiko kurang dari 1 ( $RQ < 1$ ). Mengkonsumsi ikan *Cephalopholis Cyanostigma* masih aman dan tidak menimbulkan risiko kesehatan.

Keywords: lingkungan, teluk manado, kesehatan, ikan, *Cephalopholis Cyanostigma*

## Pendahuluan

Pencemaran telah menjadi ancaman serius terhadap lingkungan laut, terutama yang berdekatan dengan kawasan industri dan tingginya urbanisasi karena toksisitas, akumulasi, persistensi, dan sifatnya yang tidak dapat terbiodegradasi<sup>1</sup>. Di wilayah pesisir, polutan dilepaskan dari berbagai sumber antara lain tumpahan minyak dari aktivitas pelayaran, reklamasi lahan, limpasan industri, dan penumpukan limbah padat oleh manusia (Astuti & Titah, 2021, Patty, dkk., 2019). Implikasinya adalah terjadinya penurunan biodiversitas dan bahkan dapat menimbulkan keracunan bagi manusia karena

na mengkonsumsi biota akutik yang tercemar logam berat

Manado adalah kota pesisir terbesar dan terpadat di Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia. Kota ini menghadapi masalah air limbah yang dibuang dari berbagai sumber. Permasalahan tersebut didorong oleh tingginya tekanan penduduk, peningkatan aktivitas ekonomi (Patty, dkk., 2019). Teluk Manado dipilih karena dilalui oleh beberapa sungai yang bermuara di teluk Manado. Selain itu padatnya aktivitas masyarakat di daerah pesisir seperti pelabuhan, mall, rumah sakit, hotel dan pemukiman yang menjadi sumber masuknya polutan logam berat ke perairan Teluk Manado

Salah satu logam berat yang akan diteliti yaitu Kadmium (Cd). Alasan pengambilan logam berat Kadmium (Cd) karena logam ini bersifat non-

\* Korespondensi : [sepriantomaddusa@unsrat.ac.id](mailto:sepriantomaddusa@unsrat.ac.id).  
1,2,3 Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sam Ratulangi  
Manado, Indonesia

esensial (tidak diperlukan dalam sistem fisiologis organisme) yaitu merupakan logam yang beracun (toxic metal) yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya. Logam berat ini dapat menimbulkan efek yang merugikan kesehatan manusia, sehingga sering disebut sebagai logam beracun. Logam ini mengalami proses akumulasi dalam tubuh hewan seiring dengan bertambah umurnya, dan ginjal merupakan bagian tubuh ikan yang paling banyak terdapat akumulasi kadmium. Logam ini secara individual mempengaruhi produksi sel darah merah sehingga bisa menyebabkan anemia (Peters, 2021). Paparan Cd menyebabkan berbagai gangguan neurologis, seperti kerusakan otak, keterbelakangan mental, penyakit parkinson's, serta penyakit Alzheimer (Rofiqoh, S. 2022).

Penduduk yang hidup disekitar Teluk Manado saat ini sedang menghadapi ancaman berupa terjadinya gangguan kesehatan akibat ikan dan kerang yang berasal dari Teluk Manado. Berdasarkan data Puskesmas Bahu ditemukan penyakit akibat pencernaan seperti Diare dan Gastritis sebesar 29 kasus tahun 2021, terdapat 60 kasus tahun 2022 dan terdapat 29 kasus tahun 2023. Penyakit Gastritis di Puskesmas Minanga tahun 2020 sebanyak 331 kasus, tahun 2021 sebanyak 327 kasus dan tahun 2022 sebanyak 408 kasus.

Penelitian ini merupakan penelitian dasar untuk mengetahui seberapa besar risiko akibat mengkonsumsi ikan dan kerang yang berasal dari

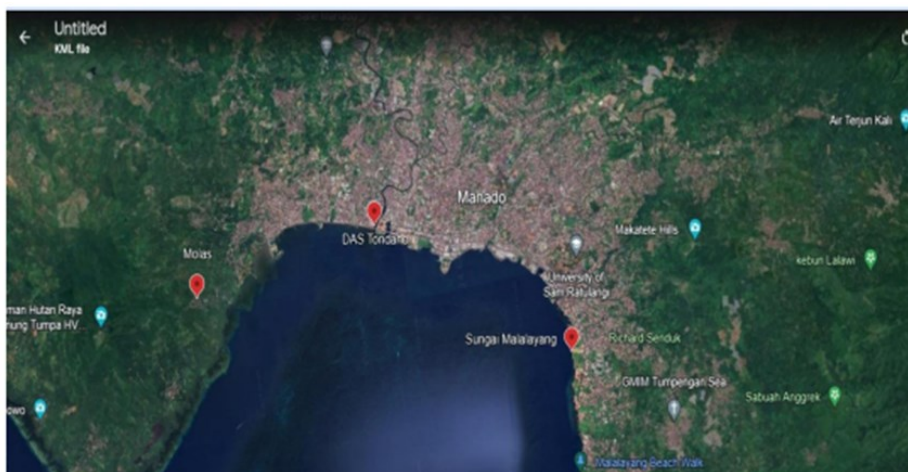
Teluk Manado. Manfaat dari hasil penelitian ini adalah sebagai bahan kajian untuk tindakan preventif dan promotif dalam meminimalisir dampak kesehatan masyarakat yang mengkonsumsi biota yang berasal dari Teluk Manado. Jika ditemukan risiko kesehatan masyarakat maka perlu dilakukan manajemen risiko kesehatan sehingga dampak negatif dari mengkonsumsi ikan dan kerang bisa diminimalisir.

### Metode Penelitian

Pengujian kadar kadmium pada sampel dilakukan di dua laboratorium yang berbeda. Pertama Pengujian kadar Kadmium pada ikan dan air laut dilakukan di Badan Standardisasi dan Kebijakan Jasa Industri (BSKJI) Baristand-Manado. Metode yang digunakan sesuai SNI 01-2896-1998. Jenis ikan yang diuji adalah *Cephalopholis Cyanostigma*

Untuk sampel sedimen dan kerang dilakukan pengujian di Water Laboratory Nusantara (WLN) Manado dengan metode Plasma-Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES). Terdapat 5 titik pengambilan sampel sedimen dan kerang. Namun untuk sampel kerang, hanya tiga titik yang berhasil ditemukan. Jenis kerang yang ditemukan yaitu *Ridacna Squamosa* (Kerang Kima) dan *Conomurex Luhuanus* (Kerang keong).

Jenis penelitian ini adalah observasional menggunakan desain Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Penelitian dilaksanakan di Teluk Manado pada April-Juli 2024. Populasi penelitian ada-



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel air, ikan, kerang dan sedimen di Teluk Manado

lah seluruh masyarakat yang mengonsumsi kerang di Teluk Manado, dengan jumlah sampel sebanyak 65 orang. Data diolah menggunakan program komputer dan analisis risiko individu dihitung menggunakan Excel. Analisis data dilakukan dengan analisis frekuensi, dan pembuatan peta dilakukan dengan memasukkan titik koordinat pengambilan sampel ikan. Instrumen penelitian berupa lembar kuesioner, dan data dianalisis secara univariat.

## Hasil

**Tabel 1. Hasil pemeriksaan logam kadmium (Cd) pada Sedimen, Kerang, Air dan Ikan**

No	Muara Sungai Prof Kadow	Muara Sungai Sario	Muara Sungai Bahu	Muara Sungai Molas	Muara Sungai Tondano	Satuan
Sedimen	1,12	2,31	1,63	1,54	1,34	mg/kg
Kerang	<i>Conomurex Luhauanus</i> 0,73	-	-	<i>Ridacna Squamosa</i> 0,23	<i>Ridacna Squamosa</i> 0,31	mg/kg
Air laut	0,00002	0,00004	<0,00002	<0,00002	0,00004	mg/l
Ikan <i>Cephalopholis Cyanostigma</i>			0,0079			mg/kg

Berdasarkan tabel 2 diketahui bahwa kadar kadmium pada ikan dan kerang masih di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh badan kriteria mutu pangan dunia dan beberapa negara seperti China, Korea dan Indonesia

Berdasarkan tabel 3 diperoleh bahwa seseorang dengan rerata berat badan 55,19 kg, laju

Berdasarkan tabel 1 diperoleh kadar sedimen di teluk Manado berkisar 1,12 – 2,31 mg/kg. Standar baku mutu untuk sedimen yaitu 0,1 mg/kg oleh Canadian Sediment Quality for the Protection of Aquatic Life tahun 2001. Ini berarti bahwa kadar Cd pada sedimen di Teluk Manado sudah melebihi ambang batas. Kadar kadmium pada kerang berkisar 0,23 – 0,73 mg/kg, kadar kadmium pada air berkisar < 0,00002 – 0,00004 mg/kg dan kadar kadmium pada ikan *cephalopholis cyanostigma* 0,0079 mg/kg.

asupan 110 gr/hari, frekuensi pajanan 14,15 hari/tahun dan durasi pajanan 20,50 tahun, memiliki intake  $4,66 \times 10^{-7}$  mg/kg/hari. Dishasilkan nilai kuasi risiko sebesar  $4,6 \times 10^{-4}$ . Karena nilai kuasi risiko kurang dari 1 (RQ < 1) maka Ikan *Cephalopholis Cyanostigma* masih aman dikonsumsi oleh masyarakat.

**Tabel 2. Perbandingan kadar kadmium (Cd) pada kerang dan sedimen dengan kriteria mutu pangan**

	Ikan	Kerang (rerata)	Kriteria mutu pangan				
			FAO/WHO <sup>a</sup>	EFSA <sup>b</sup>	Korea Standard <sup>c</sup>	China standard <sup>d</sup>	Indonesia Standard <sup>e</sup>
Kadar Cd	0,0079	0,423	2 <sup>k</sup>	0,05 <sup>i</sup> , 1 <sup>k</sup>	0,1 <sup>i</sup> , 2 <sup>k</sup>	0,1 <sup>i</sup> , 2 <sup>k</sup>	0,1 <sup>i</sup> , 1 <sup>k</sup>

Semua konsentrasi pada satuan mg/kg untuk Ikan = i dan kerang = k

<sup>a</sup>standar pada makanan oleh FAO/WHO (FAO/WHO 2019)

<sup>b</sup>European Food Safety Authority (EFSA) (Commission Regulation (EU) 2006; EFSA 2009, 2010, 2013)

<sup>c</sup>MFDS 2017

<sup>d</sup>China Food and Drug Administration (2017).

<sup>e</sup>Badan Standar Nasional Indonesia untuk Kontaminan Pangan (BSNI 2009)

## Pembahasan

### Logam berat kadmium (Cd) pada lingkungan perairan

Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang diketahui dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan masalah kesehatan manusia. Polapdkk (2022) menjelaskan bahwa logam berat di lingkungan perairan dapat berasal dari sumber alami

dan aktivitas antropogenik. Sumber secara alami dihasilkan dari masukan atmosfer langsung dan pelapukan geologis, sedangkan dari kegiatan antropogenik dihasilkan dari produk limbah pertanian, perumahan, kota, dan industri.

Logam berat yang masuk ke perairan laut bisa berasal dari tiga sumber yaitu: (1) Masukan dari daerah pantai yang berasal dari sungai dan hasil abrasi pantai oleh aktivitas gelombang. Teluk Manado sekurangnya terdapat lima sungai

**Tabel 3. Distribusi laju asupan, berat badan, frekuensi pajanan, durasi pajanan, intake dan kuasi risiko (RQ) konsumsi ikan *Cephalopholis Cyanostigma***

	Maximum	Minimum	Rerata
Konsentrasi Cd (mg/kg)		0,0079	
Analisis dosis-respons (RfD) Cd mg/kg/hari		0,001	
Laju asupan (gr/hari)	200	100	110
Berat badan (kg)	86	15,3	55,19
Frekuensi Pajanan (hari/tahun)	36	2	14,15
Durasi Pajanan (tahun)	55	9	20,50
Intake (mg/kg/hari)	$2,33 \times 10^{-6}$	$4,43 \times 10^{-8}$	$4,66 \times 10^{-7}$
Risk Quotion (RQ)	$2,3 \times 10^{-3}$	$4,43 \times 10^{-5}$	$4,6 \times 10^{-4}$

yang bermuara di sana. Masing-masing sungai ini membawa bahan pencemar yang bersumber dari aktivitas pertanian, pertambangan, perikanan, limbah rumah tangga dan lain-lain. kadar logam kadmium yang terdapat di muara sungai dapat disebabkan oleh aktivitas pertambangan, pelabuhan, dan aktivitas kapal di sekitar muara sungai (Dewi, dkk, 2018). (2) Masukan dari laut dalam meliputi logam-logam yang dibebaskan oleh aktivitas gunung berapi di laut yang dalam dan logam-logam yang dibebaskan dari partikel melalui proses kimiawi. Sumber utama kadmium di Teluk Manado kemungkinan besar berasal dari batuan vulkanik yang berasal dari dalam tanah yang tergerus oleh air (Hadiyanto, H dkk, 2022). (3) Masukan dari lingkungan dekat daratan pantai, termasuk logam-logam yang berasal dari atmosfer sebagai partikel debu. Teluk Manado merupakan salah satu pusat aktivitas penduduk seperti rekreasi, memancing, pelabuhan. Selain itu adanya pusat perbelanjaan (mall) dan berbagai aktivitas lainnya di daratan seperti hotel, bengkel, rumah makan, kepadatan kendaraan bermotor merupakan salah satu penyumbang bahan pencemar (Anwar, C., dkk, 2022).

Berdasarkan hasil penelitian kandungan Cd pada air laut masih berada dalam ambang batas yang telah ditetapkan yakni maksimal 0,001 mg/l menurut PP RI No 22 tahun 2021 tentang tentang baku mutu air laut untuk biota. Sementara kadar Cd pada sedimen di Teluk Manado berada di kisaran 1,12 – 2,31 mg/kg. Konsentrasi logam berat dalam substrat/sedimen secara alami menggam-

barkan keberadaan logam berat tertentu/deposit mineral. Logam berat di perairan seringkali dihubungkan dengan partikel tersuspensi dan sedimen, bahkan sedimen lebih stabil atau kurang mobilitasnya dibandingkan dengan kolom air (Riani dkk., 2017). Menurut Priyanto dkk., (2008) logam berat yang ada pada kolom air akan larut, tetapi jika tidak larut di kolom air, selanjutnya akan terendapkan di dasar perairan (sedimen) sehingga kadar logam berat yang terkandung pada sedimen akan lebih tinggi dibandingkan kandungan logam berat yang ada di kolom air. Penyebab tingginya Cd di Teluk Manado salah satu penyebabnya diduga akibat aktifitas reklamasi pantai (Polapa, dkk, 2022, Alisa, C dkk, 2020)

#### ***Dampak Kadmium (Cd) terhadap kesehatan***

Ikan dapat digunakan dalam biomonitoring konsentrasi jejak unsur-unsur dalam lingkungan perairan, (Mielcarek, K, dkk, 2022). Nilai kuasi risiko Cd pada ikan *Cephalopholis Cyanostigma* dengan konsentrasi 0,0079 mg/kg di Teluk Manado masih aman dikonsumsi oleh masyarakat. Namun beberapa penelitian menunjukkan risiko dari mengkonsumsi biota yang tercemar logam berat. Kontaminasi ikan dengan Cd 0,02–97,0 µg/kg, pada beberapa jenis ikan air tawar, terutama produk ikan asap dapat menimbulkan risiko kesehatan yang bersifat non-karsinogenik dan juga karsinogenik. (Mielcarek, K, dkk, 2022). Kandungan Cr 3,06 – 3,68 mg/kg pada udang Putih yang ditambah sudah tidak aman dari efek non karsinogenik untuk pajanan realtime dan lifetime. Sehingga disarankan kepada petani tambak udang untuk mengurangi jumlah asupan

udang putih (Fitria P, dkk, 2023). Pada konsumsi ikan Tuna sirip kuning dan ikan Todak dengan kadar Cd masing-masing < 0,006–0,134 dan 0,006–0,180 mg/kg di Sri Lanka tidak menimbulkan ancaman bagi kesehatan konsumen. Namun, penelitian dan kesadaran lebih lanjut tentang aspek keamanan pangan diperlukan pada kelompok tertentu seperti anak-anak. (Jinadasa, B.K.K.K, dkk, 2019).

Studi epidemiologi telah menunjukkan bahwa paparan jangka panjang terhadap kadar Cd yang rendah dapat menyebabkan kerusakan serius dan bahkan efek karsinogenik pada organ manusia, seperti hati dan ginjal, serta sistem saraf (Mezynska dan Brzóška, 2018; Nath et al., 2015; Valérie et al., 2011). Kadar molekul gangguan ginjal urin berkorelasi positif dengan konsentrasi kadmium urin pada populasi lanjut usia setelah paparan kadmium dosis rendah jangka panjang. (Pennemans, dkk., 2011). Eliminasi yang lambat, menyebabkan adanya racun kumulatif dan paparan sebelumnya dapat mengakibatkan efek toksik dari logam residu. Bukti epidemiologis tentang karsinogenisitas di paru-paru dan ginjal setelah paparan kadmium (Nath, R.G, 2015). Logam Cd juga bersifat genotoksik, dan ketika terakumulasi dalam tubuh sampai batas tertentu, ia mengubah proses ekspresi gen dalam limfosit darah dan monosit (Alkharashi et al., 2017).

Sumber keracunan Cd yang penting, dan sering kali menjadi sumber utama, adalah kebiasaan merokok tembakau. Paparan seumur hidup dalam konsentrasi yang rendah dapat menyebabkan kerusakan pada ginjal, hati, sistem rangka, dan sistem kardiovaskular, serta penurunan penglihatan dan pendengaran. Selain itu, telah disarankan bahwa paparan lingkungan terhadap xenobiotik ini dapat berkontribusi terhadap perkembangan kanker paru-paru, payudara, prostat, pankreas, kandung kemih, dan nasofaring. (Mezynska, M. and Brzóška, M.M., 2018)

### Kesimpulan

Kadar kadmium pada sedimen di teluk Manado berkisar 1,12 – 2,31 mg/kg. kadar kadmium

pada kerang berkisar 0,23 – 0,73 mg/kg, kadar kadmium pada air laut berkisar < 0,00002 – 0,00004 mg/kg dan kadar kadmium pada ikan *Cephalopholis Cyanostigma* 0,0079 mg/kg. Rerata berat badan 55,19 kg, laju asupan 110 gr/hari, frekuensi paparan 14,15 hari/tahun dan durasi paparan 20,50 tahun, memiliki intake  $4,66 \times 10^{-7}$  mg/kg/hari. Dishasilkan nilai kuasi risiko sebesar  $4,6 \times 10^{-4}$ . Karena nilai kuasi risiko kurang dari 1 (RQ < 1) maka Ikan *Cephalopholis Cyanostigma* masih aman dikonsumsi oleh masyarakat.

### Daftar Pustaka

- Alisa, C.A.G., Albirqi, P., Septyo, M. & Faizal, I., (2020). Kandungan timbal dan kadmium pada air dan sedimen di Perairan Pulau Untung Jawa, Jakarta. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 5(1), pp.21-26
- Alkharashi, N. A. O., Periasamy, V. S., Athinara-yanan, J., & Alshatwi, A. A. (2017). Cadmium triggers mitochondrial oxidative stress in human peripheral blood lymphocytes and monocytes: Analysis using in vitro and system toxicology approaches. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 42, 117-128.
- Anwar, C., Wonggo, D. & Mongi, E., (2022). Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Beberapa Jenis Ikan Demersal di Perairan Teluk Manado, Sulawesi Utara. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 10(3), pp.198-202
- Astuti, A. D., & Titah, H. S. (2021). Studi Fitoremediasi Polutan Minyak Bumi di Wilayah Pesisir Tercemar Menggunakan Tumbuhan Mangrove (Studi Kasus: Tumpahan Minyak Mentah Sumur YYA-1 Pesisir Karawang Jawa Barat). *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), F111-F116
- BSNI. (2009). Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Badan Standardisasi Nasional Indonesia. Indonesia
- CCME. 2001. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Canada. Canadian Environmental Quality Guidelines. [https://www.pla.co.uk/Environment/Canadian-Sediment-Quality-Guidelines-for-the-Protection-of-Aquatic-Life#:~:text=of%20Aquatic%20Life-,Canadian%20Sediment%20Quality%20Guidelines%20for%20the%20Protection%20of%20Aquatic%20Life,ecosystems%20\(CCME%2C%202001\)](https://www.pla.co.uk/Environment/Canadian-Sediment-Quality-Guidelines-for-the-Protection-of-Aquatic-Life#:~:text=of%20Aquatic%20Life-,Canadian%20Sediment%20Quality%20Guidelines%20for%20the%20Protection%20of%20Aquatic%20Life,ecosystems%20(CCME%2C%202001))

- China Food and Drug Administration. (2017). GB2762-2017: National Food Standard Maximum Level of Contaminants in Foods
- Dewi, G. A. Y., Samson, S. A., & Usman, U. (2018). Analisis Kandungan Logam Berat Pb dan Cd di Muara Sungai Manggar Balikpapan. *Eco-trophic*, 12(2), 117-124.
- EFSA. (2009). Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain: cadmium in food. *EFSA J.* 980:1–139.
- EFSA. (2010). Scientific opinion on lead in food. *EFSA J.* 8(4):1570.
- EFSA. (2013). Scientific opinion on the safety assessment of the active substances iron, iron oxides, sodium chloride and calcium hydroxide for use in food contact materials. *EFSA J.* 11 (10):3387
- FAO/WHO. (2019). Codex alimentarius: general standard for contaminants and toxins in food and feed.
- Fitria, P., Gafur, A., Baharuddin, A. & Syam, N., (2023). Analisis Risiko Logam Berat Pada Udang Putih Yang Dikonsumsi Petani Tambak Di Biringkassi Kabupaten Pangkep. *Window of Public Health Journal*, pp.690-700.
- Hadiyanto, H., Hasim, H. & Juliana, J., (2022). Mercury, Lead, and Cadmium Heavy Metal Content in Water, Fish, and Sediment in Limboto Lake. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 6(1), pp.1-10
- Jinadasa, B.K.K.K., Chaturika, G.S., Jayaweera, C.D. & Jayasinghe, G.D.T.M., (2019). Mercury and cadmium in swordfish and yellowfin tuna and health risk assessment for Sri Lankan consumers. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 12(2), pp.75-80.
- Mezynska, M. & Brzóska, M.M., (2018). Environmental exposure to cadmium—A risk for health of the general population in industrialized countries and preventive strategies. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, pp.3211-3232
- MFDS. (2017). MRL pesticides and other contaminants in Food [Internet]. South Korea. [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=FoodandAgriculturalImportRegulationsandStandardsReport\\_Seoul\\_Korea-Republicof\\_3-22-2019.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=FoodandAgriculturalImportRegulationsandStandardsReport_Seoul_Korea-Republicof_3-22-2019.pdf).
- Mielcarek, K., Nowakowski, P., Puścion-Jakubik, A., Gromkowska-Kępa, K.J., Soroczyńska, J., Markiewicz-Żukowska, R., Naliwajko, S.K., Grabia, M., Bielecka, J., Żmudzińska, A. and Moskwa, J., 2022. Arsenic, cadmium, lead and mercury content and health risk assessment of consuming freshwater fish with elements of chemometric analysis. *Food chemistry*, 379, p.132167.
- Nath, R.G., Sonawane, B.R., Vulimiri, S.V. & Lin, Y.S., (2015). Mechanisms of cadmium carcinogenesis. *Cancer Research*, 75(15\_Supplement), pp.2738-2738
- Patty, S. I., Rizki, M. P., Rifai, H., & Akbar, N. (2019). Kajian Kualitas Air dan Indeks Pencemaran Perairan Laut di Teluk Manado Ditinjau Dari Parameter Fisika-Kimia Air Laut. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 2(2)
- Pennemans, V., De Winter, L. M., Munters, E., Nawrot, T. S., Van Kerkhove, E., Rigo, J. M., ... & Swennen, Q. (2011). The association between urinary kidney injury molecule 1 and urinary cadmium in elderly during long-term, low-dose cadmium exposure: a pilot study. *Environmental Health*, 10, 1-7.
- Peraturan Pemerintah RI Nomer 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Peters, J. L., Perry, M. J., McNeely, E., Wright, R. O., Heiger-Bernays, W., & Weuve, J. (2021). The association of cadmium and lead exposures with red cell distribution width. *PloS one*, 16 (1), e0245173.
- Polapa, F.S., Annisa, R.N., Yanuarita, D. & Ali, S.M., (2022). Quality indeks dan konsentrasi logam berat dalam perairan dan sedimen di perairan Kota Makassar. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(2), pp.271-278
- Riani, E., Johari, H.S., & Cordova, M.R. (2017). Bioakumulasi Logam Berat Kadmium dan Timbal pada Kerang Kapak-Kapak di Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*, 20(1): 131-142
- Rofiqoh, S. (2022). Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Pegagan (*Centella asiatica*) Terhadap Kadar Malon Dialdehid (MDA) Pada Otak Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Yang Diberi Kombinasi Timbal (Pb) dan Kadmium (Doctoral dissertation, Universitas Hasanudin).