**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA
IKAN LAYANG (*Decapterus Sp*) DI TEMPAT PELELANGAN IKAN
(TPI) PELABUHAN PERIKANAN SAMUDERA KENDARI**

Nur Azmi¹, Siti Rabbani Karimuna², Irma Yunawati^{3*}

Universitas Halu Oleo

Email: azmihg12@gmail.com¹, rabbanikarimuna@gmail.com², irmayunawati@uho.ac.id^{3*}

ABSTRAK

Timbal (Pb) merupakan salah jenis logam berat yang sering disebut dengan nama timah hitam. Sifatnya yang sulit terurai memungkinkan untuk terakumulasi dengan mudah dalam lingkungan perairan, sedimen, dan biota laut. Hal ini dapat membahayakan kesehatan manusia melalui kontaminasi organisme laut dan rantai makanan. Tempat Pelelangan Ikan berfungsi sebagai penghubung antara nelayan dengan berbagai pengguna hasil tangkapan, seperti pedagang, pabrik pengolahan restoran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan layang (*Decapterus sp*) di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari tahun 2025. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif observasional dan uji laboratorium dimana dilakukan dengan pengambilan 11 sampel dengan metode *purposive sampling*. Selanjutnya analisis kandungan timbal (Pb) menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometry*). Berdasarkan hasil penelitian kandungan timbal (Pb) pada ikan layang menunjukkan bahwa dari 11 sampel kadar kandungan tertinggi terdapat pada sampel 1 sebesar 0,1121 mg/kg, sedangkan kandungan timbal terendah terdapat sampel 7 dan 11 dengan kadar kandungan sebesar 0,0304 mg/kg. Penelitian ini menunjukkan bahwa ikan layang di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari memenuhi syarat dan masih aman untuk dikonsumsi sesuai dengan SNI No.7387.2009 tentang nilai baku mutu timbal (Pb) pada ikan dan hasil olahannya tetapi perlu diperhatikan kembali frekuensi dalam mengonsumsi ikan tersebut.

Kata Kunci: *Logam Berat, Timbal (Pb), Ikan Layang.*

ABSTRACT

*Lead (Pb) is a type of heavy metal that is often referred to as black lead. Its difficult to decompose nature allows it to accumulate easily in aquatic environments, sediments, and marine biota. This can endanger human health through contamination of marine organisms and the food chain. The Fish Auction Place functions as a liaison between fishermen and various users of the catch, such as traders, processing factories, restaurants. This study aims to determine the content of heavy metal lead (Pb) in mackerel (*Decapterus sp*) at the Fish Auction Place (TPI) of the Kendari Ocean Fishery Port in 2025. The method used in this study is descriptive observational and laboratory testing which was carried out by taking 11 samples using the purposive sampling method. Furthermore, the analysis of lead (Pb) content using AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Based on the results of the study, the lead (Pb) content in layang fish showed that of the 11 samples, the highest content was in sample 1 at 0.1121 mg/kg, while the lowest lead content was in samples 7 and 11 with a content of 0.0304 mg/kg. This study shows that mackerel fish at the Fish Auction Place (TPI) of Kendari Ocean Fisheries Port meets the requirements and is still safe for consumption in accordance with SNI No.7387.2009 concerning the standard quality value of lead (Pb) in fish and its processed products, but it is necessary to pay attention to the frequency of consuming the fish.*

Keywords : *Heavy Metals, Lead (Pb), Layang Fish.*

PENDAHULUAN

Laut merupakan air asin dengan jumlah sangat besar, menggenangi daratan dan mencakup area yang sangat luas. Sumber daya laut memiliki peranan yang penting dalam memenuhi berbagai kebutuhan manusia. Menurut Osean Health Index (OHI) global, lebih dari satu miliar orang bergantung pada ikan sebagai sumber protein, sedangkan lebih dari 350 juta orang di seluruh dunia mendapatkan pekerjaan dari sektor kelautan dan perikanan. Namun, estimasi OHI global juga mengindikasikan bahwa kesehatan lautan semakin memburuk, dengan lebih dari 25% mamalia laut terancam punah (Osean Health Index, 2020). Laut adalah bagian penting dari kehidupan manusia, menyediakan berbagai sumber daya alam yang sangat diperlukan untuk kelangsungan hidup. Meskipun laut menjadi sumber kehidupan, terdapat beberapa aspek lain yang dapat membahayakan, yaitu risiko yang timbul akibat pencemaran lingkungan salah satunya adalah pencemaran logam berat (Nurholis, 2024).

Salah satu logam berat yang menjadi sumber pencemar dan dapat merusak kualitas lingkungan adalah timbal (Pb). Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang sering disebut dengan nama timah hitam atau plumbum. Timbal di perairan dapat membahayakan organisme laut dan mengancam kesehatan manusia melalui rantai makanan. Sifatnya yang sulit terurai memungkinkan timbal untuk terakumulasi dengan mudah dalam lingkungan perairan, sedimen, dan biota laut (Dian dkk., 2021). Kehadiran logam berat dapat mengubah kehidupan biota laut dan berisiko mengancam kesehatan melalui rantai makanan yang terkontaminasi. Timbal yang larut dalam air akan terakumulasi pada biota dan sedimen, sementara konsentrasi yang tinggi menyebabkan pencemaran dan berdampak negatif pada biota yang hidup di dalamnya (Meirindany & Dalimunthe, 2023).

Menurut data yang dirilis oleh World Health Organization (WHO) pada tahun 2020, sekitar 800 juta anak memiliki kadar timbal dalam darah sebesar atau lebih dari 5 µg/dL (UNICEF, 2020). Pada tahun 2021, WHO melaporkan bahwa setiap tahun terdapat 1 juta kematian akibat keracunan timbal. Sementara itu, pada tahun 2022, WHO juga menyatakan bahwa paparan timbal secara global menyebabkan lebih dari 1,5 juta kematian setiap tahunnya (WHO, 2022). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Köker dkk.(2021), ditemukan adanya bioakumulasi logam berat (Pb, Cd, As, Cr, Hg, Cu, Zn, dan Fe) dalam jaringan otot dari dua spesies ikan yang umum dikonsumsi, yaitu *Trachurus mediterraneus* dan *Merlangius merlangus*, yang ditangkap di perairan Laut Marmara, Turki. Konsentrasi logam berat yang tinggi dalam ikan tersebut menunjukkan bahwa perairan Turki telah tercemar oleh timbal.

Pencemaran logam berat juga menjadi masalah bagi beberapa wilayah perairan di Indonesia, di mana tingkat pencemaran terus meningkat seiring dengan meningkatnya proses industrialisasi. Data indeks kualitas air di Indonesia tahun 2022 telah mengalami fluktuasi dimana beberapa wilayah perairan Indonesia telah mengalami pencemaran logam berat timbal (Pb) yang bervariasi, baik masih dibawah maupun diatas NAB. Berdasarkan data dari World Health Organization (WHO) tahun 2022, diperkirakan lebih dari 8 juta anak di Indonesia memiliki kadar timbal (Pb) dalam darah yang melebihi 5 µg/dL (WHO, 2022). Menurut Disiase Control Prevention (CDC) nilai ambang batas kadar timbal (Pb) dalam darah yaitu sebesar 10 µg/dL. Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Aphrodita dkk. (2022) di perairan pantai Kota Denpasar, yang menunjukkan bahwa kandungan logam berat timbal (Pb) di perairan Sanur dari tiga stasiun pengukuran memiliki nilai rata-rata antara 0,0035 hingga 2,62 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar timbal telah melampaui ambang batas yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, sedangkan nilai ambang batas logam berat timbal pada ikan dan hasil olahannya sesuai

SNI No.7387 yaitu 0,3 mg/kg.

Kadar timbal dalam air di Teluk Kendari cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi logam berat lainnya. Berdasarkan penelitian Muhammad & Sarto. (2020), konsentrasi timbal pada ikan berkisar antara 0,0027 hingga 0,0095 mg/kg, sedangkan pada kerang mencapai 0,1026 hingga 0,1097 mg/kg. Penelitian yang dilakukan oleh Gamser dkk. (2020) di perairan Teluk Kendari juga mengonfirmasi keberadaan logam berat timbal di wilayah tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar timbal (Pb) dalam air berada dalam rentang 0,0004 hingga 0,0206 mg/L. Temuan ini mengindikasikan bahwa konsentrasi timbal di perairan Teluk Kendari telah melebihi ambang batas yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (KepmenLH) Nomor 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut yaitu 0,005 mg/l.

Keberadaan logam berat di perairan menimbulkan bahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme maupun secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini disebabkan oleh sifat logam berat yang sulit terurai, sehingga cenderung terakumulasi di lingkungan perairan dan secara alami sulit mengalami degradasi. Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang bersifat non esensial atau beracun, di mana hingga saat ini belum diketahui manfaatnya bagi tubuh dan justru dapat memberikan efek toksik (Anggraeni & Triajie, 2021). Timbal (Pb) juga menjadi salah satu penyebab utama pencemaran di berbagai wilayah perairan, tidak hanya mencemari air tetapi juga menyebabkan akumulasi logam berat pada biota perairannseperti ikan (Haryanti dkk., 2020).

Logam berat yang banyak ditemukan dalam tubuh ikan adalah timbal. Timbal (Pb) dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui air, tanah, dan makanan. Paparan timbal dari makanan terjadi ketika seseorang mengonsumsi bahan pangan yang telah terkontaminasi logam ini, sementara dari air, timbal dapat masuk melalui konsumsi atau kontak dengan air laut yang telah tercemar limbah industri. Melalui tanah, kontaminasi dapat terjadi akibat akumulasi partikel limbah dari pipa, cat, atau emisi bahan bakar yang mengandung adiktif timbal (Syarifah & Supriyanto, 2022). Logam berat dapat menempel pada permukaan tubuh ikan, seperti kulit, insang, atau membran lainnya, melalui air atau partikel yang mengandung senyawa logam berat dalam proses biokonsentrasi. Selain itu, bioakumulasi dapat terjadi melalui rantai makanan (biomagnifikasi) serta penyerapan logam berat yang sebelumnya hanya menempel pada tubuh organisme. Logam berat dapat masuk ke tubuh ikan melalui tiga jalur utama, yaitu makanan, insang, dan difusi melalui kulit. Proses ini berlangsung akibat kontak langsung antara ikan dan lingkungan air yang telah tercemar zat beracun (Haryanti & Martuti, 2020).

Logam berat yang banyak ditemukan dalam tubuh ikan adalah timbal. Timbal (Pb) merupakan logam berat non esensial yang sulit terdegradasi secara alami dan bersifat akumulatif, yang apa bila terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup dapat bersifat toksik, karena logam berat non esensial di dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya sehingga dianggap bersifat beracun (Pradona & Partaya, 2022). Kehadiran logam berat timbal (Pb) di perairan dapat langsung membahayakan organisme laut dan secara tidak langsung mengancam kesehatan manusia melalui kontaminasi rantai makanan. Sifat logam berat yang sulit terurai dapat dengan mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan, sedimen, serta pada biota laut (Dian dkk., 2021).

Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2023) angka konsumsi ikan (AKI) nasional pada tahun 2023 mencapai 57,61 kg/kapita/tahun. Angka ini meningkat di banding tahun sebelumnya sebesar 57,27 kg/kapita/tahun. Kemudian pada provinsi Sulawesi Tenggara menduduki peringkat tertinggi kelima AKI dengan nilai 73,08

kg/kapita/tahun. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Kendari (2021) angka konsumsi ikan (AKI) di Kota Kendari sekitar 3,32 kg/kapita/bulan atau 39,84 kg/kapita/tahun.

Tempat Pelelangan Ikan (TPI) berfungsi sebagai penghubung antara nelayan dengan berbagai pengguna hasil tangkapan, baik yang langsung maupun tidak langsung, seperti pedagang, pabrik pengolahan, restoran, dan lainnya (Sugoro dkk., 2024). Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari adalah pelabuhan perikanan tipe A yang menyediakan berbagai fasilitas untuk mendukung pelaksanaan fungsi pelabuhan sebagai basis kegiatan bisnis perikanan. Berbagai kegiatan dilakukan dalam lingkup pelabuhan, termasuk antara lain bongkar muat hasil tangkapan, pengolahan dan pendistribusian komoditas perikanan, dan penyuluhan untuk peningkatan kapasitas nelayan atau pengguna pelabuhan lainnya (Husna dkk., 2024).

Ikan merupakan organisme perairan yang dapat digunakan sebagai bioindikator tingkat pencemaran perairan. Konsentrasi rata-rata logam timbal (Pb) dalam perairan air tawar alami 0,3 mg/L (Indrawati dkk., 2022). Berdasarkan SNI 7387:2009 ambang baku yang ditetapkan untuk kandungan logam berat jenis timbal (Pb) pada ikan dan hasil olahannya yaitu sebesar 0,3 mg/kg, jika di dalam tubuh ikan telah terkandung kadar logam berat yang tinggi dan melebihi batas yang telah ditentukan maka dapat dijadikan indikator terjadinya suatu pencemaran lingkungan perairan (Aribowo dkk., 2023).

Ikan layang (*Decapterus sp*) merupakan jenis ikan pelagis kecil yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan berlimpah di perairan Indonesia. Ikan ini juga memberikan kontribusi besar terhadap produksi perikanan tangkap dan telah dieksploitasi secara berkelanjutan sejak lama, baik oleh perikanan rakyat maupun perikanan semi industri (Kusumanigrum dkk., 2021). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Kendari (2023) produksi ikan layang mencapai 7696,80 ton/tahun. Ikan layang (*Decapterus sp*) merupakan salah satu sumber daya perairan yang memiliki nilai ekonomis penting. Komoditas ikan layang diprediksi sangat banyak ditangkap untuk dijadikan konsumsi masyarakat Indonesia karena harganya yang terjangkau serta murah, daging ikan layang bertekstur padat, memiliki cita rasa yang sangat digemari oleh masyarakat dan menjadi salah satu sumber pemenuhan kebutuhan protein hewani yang bergizi (Ainul dkk., 2022).

Ikan layang merupakan salah satu jenis ikan dengan penyerapan timbal (Pb) yang cukup tinggi. Berdasarkan data dari Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) dan Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) Ikan layang merupakan salah satu ikan yang banyak terkontaminasi timbal dengan kadar cemaran mencapai 0,44-1,34 ppm (KKP, 2020). Penelitian yang dilakukan Saputra & Indrawan. (2024) pada sampel Ikan layang yang ditangkap di lokasi I dan lokasi II Pantai Losari Kota Makassar juga diperoleh kandungan logam timbal (Pb) yang terpapar pada ikan layang memiliki nilai besar karena melampaui nilai baku mutu yaitu 0,385 mg/kg.

Timbal (Pb) dapat menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan manusia. Paparan timbal dapat menyebabkan efek akut dan kronis. Keracunan akut terjadi akibat paparan singkat (dapat terjadi dalam waktu 2-3 jam) dengan kadar yang tinggi. Gejala keracunan akut ditandai dengan sensasi terbakar di mulut, iritasi pada saluran pencernaan, dan diare. Adapun keracunan kronis timbal terjadi akibat penyerapan dalam jumlah kecil tetapi berlangsung lama, sehingga timbal terakumulasi di dalam tubuh hingga pada konsentrasi tertentu dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. Keracunan kronis dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti mual, nyeri perut, rangsangan gastrointestinal, depresi, dan dapat mengakibatkan anemia (Putri., 2023).

Paparan timbal (Pb) dapat mengakibatkan anemia dapat dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hastuti & Alfifah. (2024) mengenai paparan timbal pada makanan yang menunjukkan bahwa konsentrasi timbal pada jaringan ikan melampaui standar yang telah ditetapkan. Timbal (Pb) pada ikan melebihi standar yang telah ditetapkan akan menimbulkan gangguan kesehatan seperti salah satunya adalah anemia. Hasil data kesehatan menunjukkan bahwa masyarakat sekitar Teluk Kendari yang mengonsumsi ikan dan kerang tercemar Pb mengalami sakit kepala, nyeri sendi, anemia, sulit tidur, dan kelelahan. Hal ini sejalan dengan data kunjungan poli umum di Kendari tahun 2022 pada Puskesmas Benu-Benua mencatat anemia sebagai kasus tertinggi dengan 325 kasus.

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Ikan Layang (*Decapterus sp*) di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari tahun 2025”.

METODE

Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian menggunakan pendekatan deskriptif observasional dan uji laboratorium. Rancangan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan layang di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari tahun 2025.

Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi

Penelitian ini dilakukan di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari. Pemeriksaan sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Halu Oleo.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret - April tahun 2025

Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kapal yang mendarat di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari sebanyak 231 kapal beroperasi pada 11 titik Daerah Penangkapan Ikan (DPI).

2. Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah ikan layang yang didaratkan di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari sebanyak 11 sampel yang mewakili 11 titik Daerah Penangkapan Ikan (DPI). Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah purposive sampel yaitu penentuan sampel berdasarkan pertimbangan peneliti yang dapat mewakili populasi. Dalam hal ini peneliti mengambil sebanyak 11 sampel yang dapat mewakili populasi penelitian.

Adapun kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Ikan layang yang dapat mewakili daerah penangkapan ikan.
- b. Ikan layang yang di edarkan di wilayah Kota Kendari.
- c. Kapal yang sudah beroperasi selama dua tahun di Tempat pelelangan ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari.

Adapun kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

- a. Ikan yang diedarkan di luar wilayah Kota Kendari

Variabel Penelitian

Variabel dari penelitian ini adalah sebagai berikut

- a. Variabel bebas (independen) yakni kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan layang di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari.
- b. Variabel terikat (dependen) yakni ikan layang di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran umum lokasi penelitian

Keadaan geografis

Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari (PPSK) terletak di wilayah administrasi Kelurahan Puday, Kecamatan Abeli, Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara, pada koordinat 03°58'48" LS dan 122°34'17" BT. Pelabuhan ini memiliki luas wilayah sebesar 40,53 hektar dan berjarak 11,6 km dari pusat Kota Kendari serta 30,4 km dari Bandar Udara Haluoleo. Batas wilayah Kota Kendari adalah sebagai berikut (Anggoro dkk., 2020)

- a. Sebelah utara berbatasan dengan Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tengah.
- b. Sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Buton dan Kabupaten Muna.
- c. Sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Kolaka.
- d. Sebelah timur berbatasan dengan Provinsi Maluku.

Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari (PPSK) adalah Unit Pelaksana Teknis di daerah yang bertanggung jawab kepada Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Pelabuhan ini berfungsi sebagai pusat industri perikanan terpadu di kawasan timur Indonesia, khususnya di Sulawesi Tenggara yang dibangun sejak tahun 1984 dan mulai difungsikan pada tahun 1990. Pelabuhan ini ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. KEP. 64/MEN/2010 tentang Wilayah Kerja dan Pengoperasian Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari. Wilayah kerja dan pengoperasian pelabuhan meliputi (a) Wilayah kerja Daratan seluas 40,53 Ha; dan wilayah kerja perairan seluas 33,20 Ha; (b) Wilayah pengoperasian, yang terdiri dari wilayah pengoperasian daratan seluas 59,34 Ha dan wilayah pengoperasian perairan seluas 8,72 Ha (Kementrian & Kelautan Perikanan, 2020).

Hasil penelitian

1. Hasil penelitian ikan layang

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam menganalisis kandungan timbal (Pb) pada ikan layang (*Decapterus sp*) dapat dilihat pada hasil pengujian Laboratorium Biomokuler dan Lingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Kandungan Timbal (Pb) Pada Ikan Layang (*Decapterus sp*) Di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari

No	Kode Sampel	Hasil Uji Kandungan Pb	Keterangan
1	Sampel – 1	0,1121	Memenuhi syarat
2	Sampel – 2	0,0421	Memenuhi syarat
3	Sampel – 3	0,0421	Memenuhi syarat
4	Sampel – 4	0,0537	Memenuhi syarat
5	Sampel – 5	0,1004	Memenuhi syarat
6	Sampel – 6	0,0421	Memenuhi syarat
7	Sampel – 7	0,0304	Memenuhi syarat
8	Sampel – 8	0,0421	Memenuhi syarat
9	Sampel – 9	0,0654	Memenuhi syarat
10	Sampel – 10	0,0771	Memenuhi syarat
11	Sampel – 11	0,0304	Memenuhi syarat

Sumber : data primer 2025

Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar kandungan timbal (Pb) yang terdapat pada ikan layang (*Decapterus sp*) di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) di Tpelabuhan Perikanan Samudera Kendari dengan hasil tertinggi terdapat pada sampel - 1 dengan kadar kandungan sebesar 0,1121 mg/kg, sedangkan kandungan timbal terendah terdapat sampel sampel - 7 dan sapel - 11 dengan kadar kandungan sebesar 0,0304 mg/kg. Berdasarkan hasil tersebut dari 11 sampel ikan diatas menunjukkan bahwa kadar kandungan timbal (Pb) pada ikan layang (*Decapterus sp*) di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari memenuhi syarat yang telah ditetapkan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia No.7387/2009 tentang nilai ambang batas logam berat timbal pada ikan dan hasil olahannya yaitu 0,3 mg/kg.

Pembahasan penelitian

1. Kadar Kandungan Timbal (Pb) Pada Ikan Layang (*Decapterus sp*)

Salah satu logam berat yang menjadi sumber pencemar dan dapat merusak kualitas lingkungan adalah timbal (Pb). Timbal di perairan dapat membahayakan organisme laut dan mengancam kesehatan manusia melalui rantai makanan. Sifatnya yang sulit terurai memungkinkan timbal untuk terakumulasi dengan mudah dalam lingkungan perairan, sedimen, dan biota laut (Dian dkk., 2021).

Keberadaan logam berat di perairan menimbulkan bahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme maupun secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini disebabkan oleh sifat logam berat yang sulit terurai sehingga cenderung terakumulasi di lingkungan perairan dan secara alami sulit mengalami degradasi. Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang bersifat non esensial atau beracun, di mana hingga saat ini belum diketahui manfaatnya bagi tubuh dan justru dapat memberikan efek toksik (Anggraeni & Triajie, 2021). Kehadiran logam berat timbal (Pb) di perairan dapat langsung membahayakan organisme laut dan secara tidak langsung mengancam kesehatan manusia melalui kontaminasi rantai makanan. Sifat logam berat yang sulit terurai dapat dengan mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan, sedimen, serta pada biota laut (Dian dkk., 2021).

Kadar kandungan timbal (Pb) pada 11 sampel ikan layang (*Decapterus sp*) yang berbeda di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari menunjukkan nilai yang sangat bervariasi pada setiap sampel ikan dan masih memenuhi syarat atau belum melampaui nilai ambang batas yang ditetapkan. Berdasarkan hasil uji

kadar kandungan timbal (Pb) pada 11 sampel ikan layang (*Decapterus sp*) yang berbeda di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari menunjukkan bahwa ikan layang masih aman untuk dikonsumsi ikan dan masih memenuhi syarat atau belum melampaui nilai ambang batas yang ditetapkan, hal sejalan dengan penelitian Sinaga dan Zulika. (2019) bahwa konsentrasi logam berat timbal (Pb) pada ikan layang belum melebihi nilai baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan SNI No.7387/2009 tentang nilai ambang batas logam berat timbal (Pb) pada ikan dan hasil olahannya masih aman dan layak untuk dikonsumsi masyarakat.

Frekuensi konsumsi makanan laut yang terkontaminasi timbal dapat berpengaruh bagi kesehatan masyarakat. Hal ini sejalan dengan penelitian Kusumatuti dkk. (2020) mengatakan bahwa konsumsi makanan laut yang terkontaminasi timbal (Pb) dan dikonsumsi jangka panjang menerus akan mengakibatkan dampak yang berbahaya bagi kesehatan masyarakat. Logam berat timbal (Pb) yang masuk ke dalam tubuh ikan layang (*Decapterus sp*) apabila dikonsumsi oleh manusia akan berdampak pada kesehatan manusia. Ikan yang sudah terakumulasi oleh timbal (Pb) kemudian dikonsumsi oleh manusia maka logam yang semula terakumulasi pada ikan akan ikut terakumulasi ke dalam tubuh manusia dan apabila dibiarkan dalam jangka waktu yang lama atau jangka panjang akan mengakibatkan penyakit akut maupun kronis.

Akumulasi logam berat timbal (Pb) ke dalam tubuh ikan dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, yaitu biokonsentrasi, bioakumulasi, dan biomagnifikasi. Biokonsentrasi merupakan proses penyerapan logam berat oleh biota laut melalui kontak langsung dengan air yang tercemar, misalnya melalui insang dan kulit. Sementara itu, bioakumulasi adalah proses penumpukan logam berat secara bertahap di dalam organ tubuh biota dari lingkungannya. Pola bioakumulasi logam berat pada biota akuatik seperti ikan dipengaruhi oleh berbagai faktor termasuk usia, jenis kelamin, perilaku makan, posisi dalam rantai trofik, ukuran tubuh, dan status reproduksi. Proses bioakumulasi terdiri dari tiga tahap, yaitu pengambilan (*Intake*) masuknya logam berat ke dalam tubuh, penyimpanan (*Storage*) Penyimpanan logam berat di organ-organ tertentu, seperti hati dan ginjal yang mengakibatkan akumulasi dan kumulasi kondisi di mana kadar logam berat dalam tubuh ikan menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan kadarnya di lingkungan perairan. Terakhir proses biomagnifikasi dan akumulasi timbal pada ikan terjadi melalui beberapa tahap, yaitu masuknya timbal ke lingkungan perairan melalui limbah industri, pertanian, atau polusi udara, kemudian diserap oleh fitoplankton dan zooplankton, lalu ikan kecil memakan plankton yang terkontaminasi, dan seterusnya melalui rantai makanan, sehingga konsentrasi timbal meningkat pada tingkat trofik yang lebih tinggi dan berpotensi membahayakan kesehatan manusia yang mengonsumsi ikan tersebut (Septya & Pauzi, 2024).

Ikan merupakan komponen utama dalam pola konsumsi manusia. Oleh karena itu, keberadaan logam berat di perairan meningkatkan peluang biota laut untuk terpapar dan terkontaminasi oleh zat tersebut. Konsumsi biota laut yang tercemar logam berat dapat mengganggu sistem biokimia tubuh manusia dan menimbulkan risiko serius bagi kesehatan (Haryanti & Martuti, 2020). Timbal merupakan salah satu bahan pencemar berbahaya bagi kesehatan manusia dan berlangsung seumur hidup karena dapat terakumulasi dalam tubuh manusia. Timbal yang terhirup ke dalam sistem pernapasan akan ikut beredar ke seluruh jaringan dan terakumulasi dalam tubuh. Paparan timbal yang berlangsung lama dapat mengakibatkan gangguan terhadap berbagai sistem organ seperti darah, sistem saraf, ginjal, sistem reproduksi dan saluran cerna. Efek peningkatan kadar timbal dalam darah yaitu peningkatan risiko hipertensi, penyakit ginjal, gangguan kognitif dan atau kemunduran fungsi kognitif secara cepat serta risiko gangguan reproduktif (Mila & Kumala, 2024).

2. Perbandingan kandungan timbal (Pb) pada ikan layang (*Decapterus sp*) dengan nilai baku mutu SNI 7387:2009

Ikan layang (*Decapterus spp*) merupakan jenis ikan pelagis kecil yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan berlimpah di perairan Indonesia. Ikan ini juga memberikan kontribusi besar terhadap produksi perikanan tangkap dan telah dieksploitasi secara berkelanjutan sejak lama, baik oleh perikanan rakyat maupun perikanan semi-industri (Kusumanigrum dkk., 2021).. Ikan Layang (*Decapterus sp*) merupakan salah satu sumberdaya perairan yang memiliki nilai ekonomis penting. Komoditas ikan layang diprediksi sangat banyak ditangkap sebagai konsumsi masyarakat Indonesia karena harganya yang terjangkau serta murah, daging ikan layang bertekstur padat, memiliki cita rasa yang sangat digemari oleh masyarakat dan menjadi salah satu sumber pemenuhan kebutuhan protein hewani yang bergizi (Ainul dkk., 2022).

Tempat Pelelangan Ikan (TPI) berfungsi sebagai penghubung antara nelayan dengan berbagai pengguna hasil tangkapan, baik yang langsung maupun tidak langsung, seperti pedagang, pabrik pengolahan, restoran, dan lainnya (Sugoro dkk., 2024) . Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari adalah pelabuhan perikanan tipe A yang menyediakan berbagai fasilitas untuk mendukung pelaksanaan fungsi pelabuhan sebagai basis kegiatan bisnis perikanan. Berbagai kegiatan dilakukan dalam lingkup pelabuhan, termasuk antara lain bongkar muat hasil tangkapan, pengolahan dan pendistribusian komoditas perikanan, dan penyuluhan untuk peningkatan kapasitas nelayan atau pengguna pelabuhan lainnya (Husna dkk., 2024).

Menurut keputusan SNI No.7387/2009 tentang nilai ambang batas logam berat timbal pada ikan dan hasil olahannya yaitu 0,3 mg/kg. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada sampel ikan layang (*Decapterus sp*) di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari masih memenuhi syarat karena belum melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan. Meskipun kadar timbal pada ikan layang (*Decapterus sp*) di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari masih berada dibawah batas baku mutu yang telah di tetapkan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar timbal (Pb) pada ikan layang belum melampaui batas maksimum kandungan timbal (Pb) pada ikan dan olahannya yang ditetapkan oleh SNI No. 7387/2009. Namun, akumulasi timbal pada ikan berpotensi meningkat seiring dengan bertambahnya pencemaran di perairan, ikan yang semula dikatakan aman untuk dikonsumsi, jika dikonsumsi jangka panjang dapat menimbulkan risiko kesehatan bagi masyarakat.

Logam berat timbal (Pb) yang terakumulasi dalam tubuh ikan apabila dikonsumsi oleh manusia akan berdampak pada kesehatan manusia. Ikan yang sudah terakumulasi oleh logam berat timbal (Pb) kemudian dikonsumsi oleh manusia maka logam yang semula terakumulasi pada ikan akan ikut terakumulasi juga kedalam tubuh manusia dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan keracunan akut maupun kronis. Keracunan akut terjadi akibat paparan singkat (dapat terjadi dalam waktu 2-3 jam) dengan kadar yang tinggi. Gejala keracunan akut ditandai dengan sensasi terbakar di mulut, iritasi pada saluran pencernaan, dan diare. Adapun keracunan kronis timbal terjadi akibat penyerapan dalam jumlah kecil tetapi berlangsung lama, sehingga timbal terakumulasi di dalam tubuh hingga pada konsentrasi tertentu dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. Keracunan kronis dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti mual, nyeri perut, ragsangan gastrointestinal, depresi, dan dapat mengakibatkan anemia (Putri,. 2023).

Menurut Environmental Protection Agency (2020) timbal (Pb) yang terakumulasi dalam jaringan tubuh ikan dan dikonsumsi oleh manusia maka logam yang semula terakumulasi pada ikan akan ikut terakumulasi ke dalam tubuh manusia. Meskipun konsentrasi awal timbal (Pb) yang terakumulasi pada tubuh ikan relatif rendah, konsumsi secara terus menerus akan mengakibatkan peningkatan akumulasi timbal (Pb) pada tubuh manusia, hal ini disebabkan keterbatasan tubuh manusia untuk menghilangkan timbal dalam tubuh manusia sehingga frekuensi akumulasi timbal (Pb) dapat meningkat seiring konsumsi ikan yang terkontaminasi. Konsumsi ikan yang tercemar timbal (Pb) dalam jangka panjang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan seperti merusak system syaraf, saluran pencernaan, menurunkan fertilitas, dan dapat merusak fungsi ginjal (EPA., 2020).

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hastuti & Alfifah. (2024) mengenai paparan timbal pada makanan menunjukkan bahwa konsentrasi timbal pada jaringan ikan melampaui standar yang telah ditetapkan. Timbal (Pb) pada ikan melebihi standar yang telah ditetapkan akan menimbulkan gangguan kesehatan. Hasil data kesehatan menunjukkan bahwa masyarakat sekitar Teluk Kendari yang mengonsumsi ikan dan kerang tercemar Pb mengalami sakit kepala, nyeri sendi, anemia, sulit tidur, dan kelelahan.

Hasil penelitian yang dilakukan Saputra & Indrawan. (2024) pada sampel ikan layang yang ditangkap di lokasi I dan lokasi II Pantai Losari Kota Makassar juga diperoleh kandungan logam timbal (Pb) yang terpapar pada ikan layang memiliki nilai besar karena melampaui nilai baku mutu yaitu 0.385 mg/kg, dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian konsentrasi timbal pada ikan layang (*Decapterus spp*) telah melebihi batas maximum cemaran logam berat timbal (Pb) sesuai dengan SNI No.7387/2009 tentang nilai ambang batas kandungan timbal (Pb) pada ikan dan hasil olahannya.

Timbal (Pb) merupakan 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. Dampak lebih jauh dari keracunan timbal (Pb) adalah dapat menyebabkan hipertensi dan salah satu faktor penyebab penyakit hati. Ketika unsur ini mengikat kuat sejumlah molekul asam amino, haemoglobin, enzim, RNA, dan DNA maka akan mengganggu saluran metabolik dalam tubuh. Keracunan timbal (Pb) dapat juga mengakibatkan gangguan sintesis darah, hipertensi, hiperaktivitas, dan kerusakan otak. Dalam ekosistem laut, timbal dapat terakumulasi melalui air atau sedimen, yang kemudian mempengaruhi organisme laut. Karena sifat toksisitasnya yang tinggi, Pb menjadi perhatian utama dalam kesehatan masyarakat, karena dampaknya pada sejumlah besar orang akibat keracunan makanan atau udara yang terkontaminasi Pb (Dewa dkk., 2020).

Gejala keracunan timbal umumnya mencakup kram perut yang intens, sakit kepala, kehilangan nafsu makan, dan anemia. Kadar timbal dalam darah sering digunakan sebagai indikator paparan karena memberikan gambaran langsung tentang jumlah timbal yang masuk ke tubuh. Logam ini memiliki laju ekskresi yang sangat lambat, dengan waktu hingga 40 tahun, sehingga dapat menimbulkan akumulasi jangka panjang. Pada keracunan kronis, gejala sering kali tidak terlihat pada awalnya, tetapi seiring waktu dapat berkembang menjadi depresi, sakit kepala, kesulitan konsentrasi, gangguan memori, dan insomnia. Keracunan akut timbal biasanya ditandai dengan mual, muntah, sakit perut hebat, kerusakan fungsi otak terutama pada anak-anak, anemia parah, gangguan ginjal, dan bahkan risiko kematian. Di dalam tubuh, timbal menghambat aktivitas enzim yang berperan dalam pembentukan hemoglobin (Hb) sehingga memengaruhi transportasi oksigen dalam darah. Sebagian kecil timbal dikeluarkan melalui urin atau feses, tetapi mayoritas tetap berada di tubuh, terutama pada tulang menyebabkan dampak jangka panjang (Rinawati dkk., 2020).

Penelitian terbaru mengungkapkan bahwa paparan timbal dalam jangka panjang, meskipun pada konsentrasi rendah, dapat berdampak negatif pada anak-anak dengan mengurangi kapasitas kecerdasan mereka. Sementara itu, paparan akut timbal diketahui dapat menyebabkan kerusakan pada tubulus proksimal ginjal, bagian penting dari sistem filtrasi ginjal. Paparan logam berat ini dalam jangka panjang juga berkontribusi pada peningkatan kerusakan fungsi ginjal secara keseluruhan (Irianti dkk., 2017).

World Health Organization (WHO) telah mengidentifikasi timbal sebagai salah satu dari 10 bahan kimia yang perlu mendapatkan perhatian karena dampaknya terhadap kesehatan masyarakat, terutama terkait dampaknya terhadap kesehatan pekerja, anak-anak dan wanita usia reproduksi. Anak-anak sangat rentan terhadap keracunan timbal, karena mereka menyerap 4-5 kali lebih banyak timbal yang tertelan dibanding orang dewasa. Paparan tanah dan debu yang terkontaminasi timbal akibat daur ulang baterai dan penambangan telah menyebabkan keracunan timbal massal dan banyak kematian pada anak-anak di Nigeria, Senegal, dan negaranegara lain. Timbal yang masuk ke dalam tubuh akan didistribusikan ke organ-organ seperti otak, ginjal, hati dan tulang. Tubuh menyimpan timbal di gigi dan tulang, dan akan terakumulasi dari waktu ke waktu. Timbal yang disimpan dalam tulang dapat dilepaskan ke dalam darah selama kehamilan, sehingga meningkatkan kadar timbal darah dan berdampak negatif terhadap janin. (Suhartono, 2022).

Timbal bersifat neurotoksik dan dapat mempengaruhi perkembangan otak anak-anak, sehingga mengakibatkan penurunan kecerdasan (*Intelligence Quotient, IQ*), perubahan perilaku, seperti berkurangnya konsentrasi dan peningkatan perilaku antisosial, atau yang sering disebut sebagai *attention deficit hyperactivity disorder* (ADHD), dan penurunan prestasi belajar. Paparan timbal juga menyebabkan anemia, hipertensi, gangguan ginjal, imunotoksitas dan toksisitas pada organ reproduksi (Suhartono, 2022).

Keterbatasan penelitian

Keterbatasan penelitian dalam penelitian ini yaitu :

1. Pada proses pengambilan sampel terkendala cuaca, sehingga tidak banyak kapal yang melakukan aktivitas bongkar ikan sehingga pengambilan sampel ikan tertunda, tetapi pengambilan sampel tetap terlaksana dan dapat mewakili populasi pada sampel penelitian.
2. Referensi mengenai ikan layang masih sangat kurang sehingga membutuhkan penelitian lebih lanjut terkait analisis, uji kandungan, atau cemaran kandungan timbal (Pb) pada Ikan layang (*Decapterus sp*).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan layang (*Decapterus sp*) di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari tahun 2025 adalah sebagai berikut :

1. Kandungan timbal (Pb) yang terdapat pada ikan layang (*Decapterus sp*) pada di tempat pelelangan ikan (TPI) dengan hasil tertinggi terdapat pada sampel - 1 dengan kadar kandungan sebesar 0,1121 mg/kg, sedangkan kandungan timbal terendah terdapat sampel ikan layang yaitu sampel - 7 dan sampel - 11 engan kadar kandungan sebesar 0,0304 mg/kg.
2. Dari 11 sampel ikan menunjukkan bahwa ikan layang di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari memenuhi syarat yang telah ditetapkan karena masih di bawah ambang batas SNI No.7387/2009 yaitu 0,3 mg/kg sehingga masih aman untuk dikonsumsi tetapi perlu diperhatikan frekuensi dalam konsumsi ikan tersebut.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat disampaikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dengan ditemukannya logam berat timbal (Pb) pada ikan layang (*Decapterus sp*) di daerah penangkapan ikan (DPI) Tempat pelelangan ikan (TPI) Pelabuhan perikanan samudera kendari, maka diharapkan kepada masyarakat agar berhati-hati dalam mengonsumsi ikan
2. Diharapkan pihak Tempat pelelangan ikan (TPI) untuk melakukan sosialisasi mengenai bahaya logam berat timbal (Pb) pada manusia.
3. Diharapkan pihak Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari melakukan pemeriksaan rutin terkait kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan layang (*Decapterus sp*) untuk memantau kadar kandungan timbal (Pb) pada ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdollah, A., Sima, I., & Sohilauw, S. (2022). Paparan Timbal (Pb) Pada (*Scylla sp*) Pasca Tambang Gunung Botak. *Journal Biology Science & Education*, 11(2), 171–177.
- Alawiyah, T., & Rahmadani, R. (2021). Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) Pada Air Dan Ikan Papuyu Di Daerah Sungai Alalak Dengan Metode Spectrofotometri Serapan Atom (SSA). *Journal Pharmaceutical Care and Sciences*, 2(1), 42–48. <https://doi.org/10.33859/jpcs.v2i1.139>
- Amaliah, N., Rostina, R., & Rivai, A. (2022). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Wilayah Perairan Pelelangan Ikan Paotere Kota Makassar. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 22(2), 295. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v22i2.2896>
- Angela, A., & Marzuki, I. (2021). Kapasitas Bioadsorpsi Bakteri Simbiosis Spons Laut Terhadap Kontaminan Logam Berat. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*, 7(1), 12–22. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2021.v7.i1.15439>
- Anggoro, D. S., Ismail, I., & Pramonowibowo, P. (2020). Strategi pengembangan Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Kendari, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 4(Firdaus 2013), 1–10.
- Anggraeni, A., & Triajie, H. (2021). Uji Kemampuan Bakteri (*Pseudomonas Aeruginosa*) Dalam Proses Biodegradasi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb), Di Perairan Timur Kamal Kabupaten Bangkalan. *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 2(3), 176–185. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i3.11754>
- Dahlan, M. A. (2012). Keragaman Populasi dan Biologi Reproduksi Ikan Layang *Decapterus macrosoma* bleeker 1841 di Selat Makasar, Laut Flores dan Teluk Bone. *Univeristas Hasanudin*.
- Dewa, R. P., Hadinoto, S., Febry, D., Torry, R., Riset, B., Standardisasi, D., Ambon, I., Kebun, J., & Ambon, C. (2020). Analisa Kandungan Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Air Minum Dalam Kemasan Di Kota Ambon. *Majalah Biam*, 11(2), 76–82.
- Dewi, L., & Hadisoebroto, G. (2021). Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Pada Sumber Air Di Kawasan Gunung Salak Kabupaten Sukabumi Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (Ssa). *Jurnal Sabdariffarma*, 9(2), 15–24. <https://doi.org/10.53675/jsfar.v3i2.393>
- Dian, P., Syarifuddin, Y., & Ilham, W. (2021). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Laut Dan Sedimen Di Perairan Tanggul Soreang Kota Parepare. *Jurnal Ilmiah Manusia Dan Kesehatan*, 4(1), 135–145. <https://doi.org/10.31850/makes.v4i1.517>
- Engelbert, J., Silooy, F., & Hehanussa, K. G. (2024). Merancang Jaring Insang Permukaan Untuk Menangkap Ikan Di Teluk Ambon Dalam. *Amanisal: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Perikanan Tangkap*, 13(2), 1–12. <https://doi.org/10.30598/amanisal.v13i2.14136>
- Gamser, Yasnani, Nurmaladewi. (2020). Univ . Halu Oleo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 1(1), 26–35.
- Hadinoto, S., & Setyadewi, N. M. (2020). Kandungan Logam Berat Pb Dan Cd Pada Ikan Di Teluk Ambon Dalam Dan Perhitungan Batas Toleransi Maksimum. *Majalah Biam*, 16(1), 6–12.

- Haryanti, E., Kariada, T., & Martuti, N. (2020). Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dalam Daging Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) Di TPI Kluwut Brebes. *Life Science*, 9(2), 149–160. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/LifeSci>
- Hastuti, E., & Alfifah, Y. (2024). Ikan Bandeng Yang Dibudidayakan Di Tambak. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol. 12, 42–53.
- Husna, Alimina Naslina, Asnani, Sara La, T. F. D., & Muskita, Wellem H, Arami Hasnia, Mustafa Ahmad, S. B. (2024). Penanaman Ruang Terbuka Hijau untuk Mendukung Pewujudan Pelabuhan Perikanan Berwawasan Lingkungan di Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 7, 0–3. <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jpmpi/article/view/7540/5184>
- Indrawati, E., Musada, Z., Tantu, A. G., & Renal, R. (2022). Status Pencemaran Logam Berat Timbal dan Kadmium di Sungai Tallo Menggunakan Bioindikator Ikan Nila *Oreochromis Niloticus*. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 22(2), 348–361. <https://doi.org/10.35965/eco.v22i2.1562>
- Irianti, T. T., Kuswadi, Nuranto, S., & Budiyan, A. (2017). Logam Berat dan Kesehatan. *Grafika Indah* ISBN: 979820492-1, January 2017, 1–131.
- Katiandagho, B., Marasabessy, F., & Wanma, C. W. (2022). Teknik Pengoperasian Pukat Cincin (Purse Seine) Terhadap Ikan Pelagis di Desa Leahari Kecamatan Leitimur Selatan Kota Ambon. *Jurnal Perikanan Kamasan*, 3(1), 42–62. <https://doi.org/10.58950/jpk.v4i1.63> Availableonlineat:<https://jurnalperikanankamasan.com/index.php/jpk/index>
- Kementerian Kelautan & Perikanan. (2020). Data Kadar Logam Berat Pada Ikan di Perairan Indonesia. Kementerian Kelautan Dan Perikanan (KKP).
- Köker, L., Fatih, A., Özcan, G., Reyhan, A., Derya, Ç., Hüseyin, İ., Ayoğlu, Ferruh, N., Altın, A., Topbaş, M., Meriç, & Albay. (2021). Heavy Metal Concentrations in *Trachurus Mediterraneanus* and *Merlangius Merlangus* Captured from Marmara Sea, Turkey and Associated Health Risks. *Environ Manage*, 522–531. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32892259/>
- Kristianto, D., Warsidah, & Nurdiansyah, I. (2021). Kandungan Logam Berat Merkuri (H) dan Timbal (Pb) Pada Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) dan Sedimen Di Wilayah Mangrove Kuala Singkawang Kalimantan Barat. *Teknosains Kopedena*, 1(2), 64–74.
- Kusumanigrum, R. C., Alfiatunnisa, N., Murwantoko, M., & Setyobudi, E. (2021). Karakter Morfometrik dan Meristik Ikan Layang (*Decapterus macrosoma* Bleeker, 1851) di Pantai Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 23(1), 1. <https://doi.org/10.22146/jfs.52348>
- Lalandos, M. V., Akili, R., Woodford, J. *, Kesehatan, F., Universitas, M., Ratulangi, S., & Abstrak, M. (2022). Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada Ikan yang Dijual di Pinggir Jalan Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon Tahun 2021. *Jurnal KESMAS*, 11(4), 50–59.
- Levanta, D. S., & Hananingtyas, I. (2023). Paparan timbal dalam urin remaja pada kejadian gangguan sistem saraf dan keseimbangan di kecamatan Curug. *Public Health Risk Assesment Journal*, 1(1), 38–55. <https://doi.org/10.61511/phraj.v1i1.2023.221>
- Mardiah Ainul, Karina Indira, F. E. A. (2022). Uji Organoleptik Kesegaran Ikan Layang (*Decapterus, Sp*) Selama Penanganan Suhu Dingin. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya*, 1(12), 2439–2450.
- Mauriza, R., Ashari, T. M., & Yahya, H. (2020). Jurnal Phi Uji Efektivitas Cangkang Keong Mas (*Pomacea*). *Jurnal Phi*, 1(3), 24–34.
- Meirindany, T., & Dalimunthe, K. T. (2023). Analysis of environmental health risk of lead (Pb) pollution in marine products circulating at Sambu market Medan. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(4), 1919–1926. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i4.279>
- Mila, N. N., & Kumala, I. R. (2024). Gambaran Kadar Timbal (Pb) dalam Urin Pak Ogah di Sepanjang Jalan Pantura Kabupaten Pematang. *Jurnal Medika Husada*, 4(1), 61–67. <https://doi.org/10.59744/jumeha.v4i1.67>
- Muhammad, S., & Sarto, S. (2020). Analisis risiko kesehatan akibat paparan timbal (Pb) dalam biota laut pada masyarakat sekitar Teluk Kendari Analysis of health risk due to lead (pb) exposure

- in marine biota on the community around Kendari Bay. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 34(10), 385–393.
- Nasir, M. (2019). *Spektrometri Serapan Atom* (I. Khaldun (ed.); 1st ed.). Syiah Kuala University Press.
[https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=vhjWDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=metode+spektrofotometri+serapan+atom&ots=HGD6gLGveG&sig=ZDn7MIRKUUpu2CjdwWzGD6NRZnaM&redir_esc=y#v=onepage&q=metode spektrofotometri serapan atom&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=vhjWDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=metode+spektrofotometri+serapan+atom&ots=HGD6gLGveG&sig=ZDn7MIRKUUpu2CjdwWzGD6NRZnaM&redir_esc=y#v=onepage&q=metode%20spektrofotometri%20serapan%20atom&f=false)
- Nurholis, K. (2024). Laut Sebagai Sarana Mata Pencaharian dan Ancaman Akibat Pencemaran Lingkungan bagi Masyarakat Pesisir Konawe Utara. *Almufi Jurnal Sosial Dan Humaniora (ASH)*, 1(3).
- Ocean Health Index. (2020). 2020 Global Osean Health Index Scores. Ocean Health Index.
- Polanunu, A., Umasugi, S., & Umanailo, M. C. B. (2020). Growth and Distribution of Frequency Long Fish (*Decapterus* sp) Catching Products In Iner And Outside Waters Of Bara Buru District - Maluku. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 13(2), 310–317.
<https://doi.org/10.29239/j.agrikan.13.2.310-317>
- Prabandari, A. S., Sari, A. N., Pramonodjati, F., & Wulandari, T. (2024). Kadar Timbal (Pb) dalam Darah Sukarelawan Pengatur Lalu Lintas (Supeltas) di Kota Surakarta Ditinjau dari Usia, Lama Kerja dan Kebiasaan Merokok. *Indonesian Journal on Medical Science*, 11(2).
<https://doi.org/10.70050/ijms.v11i2.488>
- Pradona, S., & Partaya. (2022). Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Daging Ikan di Tanjung Mas Semarang. *Life Science*, 11(2), 143–150.
- Purwanto, A. I., Prihatmo, G., & Pakpahan, S. (2020). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Ikan Bawal (*Colossoma macropomum*) di Sungai Winongo, Yogyakarta. *Sciscitatio*, 1(2), 70–78.
<https://doi.org/10.21460/sciscitatio.2020.12.31>
- Putra, A., Fitri, W. E., & Febria, F. A. (2023). Toxicity of Lead metal to health and environment: A literature review. *Jurnal Kesehatan Medika Sainatika*, 14(1), 158–174.
<https://doi.org/10.30633/jkms.v14i1.1890>
- Putri N, Yundari A, puspawati, Ni luh putu dewi asdiwinata I, P. D. (2023). Penyuluhan Bahaya Logam Berat Timbal (Pb) Serta Pengenalan Pengelolaan Spesimen Urine Dalam Pemeriksaan Timbal Kepada Siswa-Siswi SMK Kesehatan Bali Medika Denpasar. *Jurnal Pengabdian Mandiri*, 13(1), 104–116.
- Rinawati, D., Barlian, B., & Tsamara, G. (2020). Identifikasi Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah Pada Petugas Operator Spbu 34-42115 Kota Serang. *Jurnal Medikes (Media Informasi Kesehatan)*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.36743/medikes.v7i1.195>
- Sarwono, E., Adnan, F., & Elvaryani, R. (2022). Kemampuan Tanaman Sirih Gading (*Epipremnum Aureum*) Dalam Meyerap Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Dari Emisi Gas Kendaraan Bermotor. *Jurnal Teknologi Lingkungan Unmul*, 5(2), 35.
<https://doi.org/10.30872/jtlunmul.v5i2.7087>
- Satyawan, N. M., Larasati, R. F., & Bhagaskara, I. N. S. (2023). Desain Konstruksi Dan Teknik Pengoperasian Mini Purse Seine Dengan Satu Kapal (One Boat System) Di Kendari , Sulawesi Tenggara Construction Design and Operation Techniques of Mini Purse Seine with One Boat System in Kendari , Southeast Sulawesi. 13(May 2021), 278–288.
- Septya, L., & Pauzi, R. Y. (2024). Potensi dan Ancaman Kesehatan Masyarakat Kalimantan dari Bioakumulasi Logam Berat pada Ikan Sungai. *Review. Journal of Biotropical Research and Nature Technology*, 2(2), 93–102.
- Setya, D., & Susiloningtyas, D. (2022). Kondisi Biologi Ikan Layang (*Decapterus spp*) yang Didaratkan di Pemangkat, Kalimantan Barat. *Jurnal Airaha*, 11(02), 395–401.
- Shinta, D. Y., & Mayaserli, D. P. (2020). Hubungan Kadar Timbal dan Kadar Hemoglobin Dalam Darah Perokok Aktif. *Prosiding Seminar Kesehatan Perintis*, 3(1), 134–138.
- Sibirian, S. (2020). *Pencemarran Udara Dan Emisi Gas Rumah Kaca* (T. K. C. Pustaka (ed.); Cetakan 1). Kreasi Candekia Pustaka (KCP).

- [https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=FRsMEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=emisi++gas+buangan++timbal+\(Pb\)+di+udara&ots=ZVM0D8DU4T&sig=aT_Zdo1_tmHnRHOeE_BE0sXCE1A&redir_esc=y#v=onepage&q=emisi gas buangan timbal \(Pb\) di udara&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=FRsMEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=emisi++gas+buangan++timbal+(Pb)+di+udara&ots=ZVM0D8DU4T&sig=aT_Zdo1_tmHnRHOeE_BE0sXCE1A&redir_esc=y#v=onepage&q=emisi gas buangan timbal (Pb) di udara&f=false)
- Soegianto, A. (2023). Dampak Logam Berat terhadap Biologi Ikan (M. Nasrudin (ed.); 1st ed.). PT Nasya Expanding Management. https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=tr2nEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=dampak+logam+berat+terhadap+biologi+ikan&ots=ES0o-ODmjw&sig=v5XjoVFzkCmCMDjxS0UtC4j7uYY&redir_esc=y#v=onepage&q=dampak logam berat terhadap biologi ikan&f=false
- Sunardi, S., & Ningrum, P. E. (2022). Pengaruh Penambahan Ekstrak Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap Penurunan Cemaran Logam Timbal dalam Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 5(2), 68–77. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol5.iss2.art1>
- Syarifah, A., & Supriyanto. (2022). Efek Timbal (Pb) Pada Enzim Scavenger (E. D. Widyawaty (ed.); 1st ed.). Rena Cipta Mandiri. https://books.google.co.id/books?id=HF19EAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Umar, R. R., Umboh, J. M. L., & Akili, R. H. (2021). Analisis kandungan timbal (Pb) pada makanan jajanan gorengan di pinggir jalan raya Kec. Girian Kota Bitung Tahun 2021. *Jurnal Kesmas*, 10(5), 84–93. <https://ejournal.unsrat.ac.id>
- UNICEF. (2020). penelitian terbaru : sepertiga anak-anak di dunia mengalami keracunan timbal. Unicef Indonesia.
- World Health Organization. (2022). Almost 1 million people die every year due to lead poisoning, with more children suffering long-term health effects. Departemental Update.
- World Health Organization. (2022). The Toxic Truth Children's Exposure to Lead Pollution Undermines a Generation of Future Potential. 232.