

PEMERIKSAAN KANDUNGAN CEMARAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DAN KADMIUM (Cd) PADA BERBAGAI JENIS IKAN DI JAKARTA TIMUR

Examination of Lead (Pb) and Cadmium (Cd) Heavy Metal Contamination in Various Types of Fish in East Jakarta

Devi Wulansari¹, Pilar Syifa Harfani², Aef Permadi², Liliek Soeprijadi¹ dan Romauli Juliana Napitupulu¹

¹*Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang, Jawa Barat, Indonesia*

²*Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Jakarta Indonesia*

ABSTRAK

Pencemaran logam berat merupakan bahaya kimia dalam pangan. Perlunya pengamatan parameter limbah meliputi kadar logam yang bersifat racun atau toksik bagi konsumen seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Produk hasil perikanan yang tercemar menjadi sumber utama terpaparnya manusia oleh cemaran logam berat seperti Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd). Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui kandungan logam berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada berbagai jenis ikan sebelum dikonsumsi agar ikan yang dikonsumsi tidak membahayakan bagi konsumen. Hasil pengujian logam berat dengan instrumen AAS menunjukkan bahwa kandungan logam berat pada kerang dara (*Anadara granosa*) ditemukan mengandung logam timbal tertinggi yaitu sebesar 0,383 mg/kg dan logam kadmium sebesar 0,479 mg/kg. Hasil pengujian tersebut belum melebihi batas maksimal kandungan logam berat yang tercantum dalam SNI 7387:2009 tentang "Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan" sehingga masih dalam batas aman untuk dikonsumsi. Batas toleransi konsumsi kerang dara yang telah terkontaminasi logam berat tersebut yaitu sebanyak 10,2 kg kerang dara/minggu yang mengandung logam timbal dan sebanyak 1,75 kg kerang dara/minggu yang mengandung logam berat kadmium.

Kata kunci: AAS, kadmium, timbal, batas toleransi

ABSTRACT

*Heavy metal contamination poses a chemical hazard in food. Monitoring waste parameters, including toxic metals such as lead (Pb) and cadmium (Cd), is essential. Contaminated seafood is a primary source of human exposure to heavy metals. This study aims to determine the levels of lead (Pb) and cadmium (Cd) in various types of fish before consumption to ensure that the fish consumed are safe for consumers. Heavy metal testing using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) revealed that kerang dara (*Anadara granosa*) contained the highest levels of lead at 0.383 mg/kg and cadmium at 0.479 mg/kg. These levels do not exceed the maximum limits specified in SNI 7387:2009 on "Maximum Limit of Heavy Metal Contamination in Food," indicating that the levels are within the safe consumption limits. The tolerance limit for consuming contaminated kerang dara is 10.2 kg per week for lead and 1.75 kg per week for cadmium.*

Keywords: AAS, cadmium, lead, tolerance limit

PENDAHULUAN

Peningkatan kualitas sumber daya manusia sangat bergantung pada kualitas pangan yang dikonsumsi. Pangan yang baik

harus memenuhi beberapa kriteria, termasuk aman, bergizi, dan terjangkau oleh konsumen. "Aman" berarti pangan tersebut bebas dari kontaminan biologis, kimia, dan fisik yang bisa merusak atau membahayakan kesehatan

manusia (Farida dan Irfani, 2017). Dari segi fisik, keamanan pangan bisa dinilai berdasarkan adanya kontaminasi asing seperti plastik, logam, atau bahan lain yang tidak dapat dicerna dan dapat mengganggu sistem pencernaan manusia. Bahaya mikrobiologi dapat muncul dari kontaminasi bakteri patogen dan racunnya dalam makanan. Dari segi kimia, terdapat bahan kimia berbahaya seperti formaldehida, boraks, dan logam berat yang harus dihindari dalam makanan, serta bahan tambahan seperti asam benzoat, asam askorbat, asam laktat, dan sitrat yang penggunaannya diatur didalam SNI 01-0222 -1995 mengenai Bahan Tambahan Makanan (Rinto, Arafah dan Utama, 2009).

Pencemaran logam berat merupakan bahaya kimia pada pangan yang berhubungan erat dengan lingkungan dan penggunaan zat tersebut oleh manusia. Kontaminasi logam berat bisa terjadi jika industri dan masyarakat tidak memperhatikan keamanan lingkungan, terutama dalam hal pengolahan dan pembuangan limbah. Beberapa jenis logam berat dalam konsentrasi tinggi dapat menjadi sangat berbahaya bagi lingkungan (air, tanah, udara) dan bagi masyarakat yang mengkonsumsi ikan dari lingkungan yang terkontaminasi logam berat (Masyamsir dan Dhahiyat, 2012).

Parameter lingkungan yang penting untuk dipantau adalah kadar logam beracun seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Paparan logam timbal dan kadmium dalam konsentrasi tertentu dapat menyebabkan kecacatan dan kematian pada manusia (Habibi, 2020). Kontaminasi logam berat ini dalam makanan bisa berdampak buruk bagi kesehatan jika melebihi ambang batas yang dapat diterima oleh tubuh. Toksisitas akut logam berat ini biasanya menyebabkan gejala gastrointestinal seperti mual, muntah, dan diare (Farida dan Irfani, 2017).

Sumber utama paparan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada manusia adalah konsumsi produk perikanan yang terkontaminasi kedua logam tersebut. Logam berat ini dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup untuk waktu yang lama sebagai

racun dan dapat menyebar ke seluruh tubuh manusia (Arifin, 2019). Selain itu, kandungan logam berat timbal dan kadmium juga menjadi perhatian utama dalam pemenuhan standar produk untuk dapat diterima oleh importir atau pembeli. Pada produk perikanan, kadar logam berat timbal dan kadmium harus memenuhi standar untuk memastikan keamanan pangan (food safety requirement) (Resnia, Wicaksana, dan Salim, 2015). Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan uji sampling terhadap kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada berbagai jenis ikan yang beredar di masyarakat sebelum dikonsumsi untuk melindungi kesehatan konsumen. Metode Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) efektif dalam mendeteksi logam dalam konsentrasi rendah, sehingga metode ini digunakan dalam penelitian ini untuk pengujian logam berat.

BAHAN DAN METODE

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Uji Standar Karantina Ikan dan Pengendalian Mutu (BUSKIPM) selama bulan Maret hingga Mei 2022. Terdapat sebanyak 9 (sembilan) jenis ikan yang diuji. Sampel-sampel tersebut dikelompokkan berdasarkan kategori pangan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penggolongan sampel berdasarkan SNI 7387:2009

Table 1. Sample classification based on SNI 7387:2009

No.	Kategori Pangan	Nama Sampel
1.	Ikan dan hasil olahannya	Ikan Kakap Putih (<i>Lates calcarifer</i>) Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus sp.</i>) Ikan Kerapu (<i>Epinephelus sp.</i>) Ikan Kuwe (<i>Neolissochilus soroides</i>) Ikan Kakatua (<i>Scarus frenatus</i>) Ikan Nila (<i>Tilapia sp.</i>) Ikan Baronang (<i>Siganus sp.</i>)
2.	Kekerangan (<i>bivalve</i>), moluska dan teripang	Kerang Dara (<i>Anadara granosa</i>)
3.	Udang dan krustasea lainnya	Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>)

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) dengan graphite furnace dan vial, muffle furnace, gelas beaker, spatula, blender/homogenizer dan plastik polypropylene, vessel, microwave, tube sentrifugasi. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah beberapa jenis sampel ikan yang diperoleh dari beberapa pasar tradisional di daerah Jakarta Timur, aquabidestillata, H₂O₂, HNO₃, NH₄H₂PO₄, serta larutan standar Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd).

Uji logam berat Pb dan Cd

Pembuatan larutan standart Pb dan Cd

Pengujian logam berat pada penelitian ini merujuk pada SNI 2354.5:2011 (Badan Standardisasi Nasional, 2011). Larutan standar Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) disiapkan melalui metode pengenceran bertahap. Proses ini dimulai dengan pembuatan larutan standar 1000 ppm yang kemudian diencerkan menjadi 10 ppm yaitu dengan memipet larutan standar 1000 ppm sebanyak 1 ml, memasukkannya ke dalam labu takar 100 ml, lalu menambahkan larutan HNO₃ 0,1 M hingga mencapai tanda batas. Larutan standar primer dapat disimpan hingga 1 bulan dalam botol polipropilena. Selanjutnya, larutan standar sekunder dengan konsentrasi 1 ppm dibuat dengan memipet 5 ml dari larutan sekunder pertama lalu memasukkannya ke dalam labu takar 50 ml dan mengencerkannya dengan larutan HNO₃ 0,1 M. Larutan ini juga dapat disimpan selama 1 bulan dalam botol polipropilena. Selanjutnya, larutan standar tersier dengan konsentrasi 0,1 ppm atau 100 ppb dibuat dengan memipet 5 ml dari larutan standar sekunder, memasukkannya ke dalam labu takar 50 ml, dan mengencerkannya dengan larutan HNO₃ 0,1 M. Larutan standar tersier dapat disimpan selama 1 minggu di dalam botol polipropilena. Deret standar kemudian dibuat dari larutan standar tersier, dengan

konsentrasi disesuaikan dengan rentang kerja alat AAS yang dipakai. Deret standar logam Pb memiliki rentang konsentrasi 1, 5, 10, 15 dan 20 ppb sedangkan deret standar logam Cd menggunakan rentang konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppb yang diambil dari larutan standar 1 ppm.

Pembuatan matriks modifier

Matriks modifier disiapkan dengan menimbang 2,42 g NH₄H₂PO₄ dan melarutkannya dalam aquades menggunakan gelas beaker. Campuran yang sudah terlarut sempurna dipindahkan ke dalam labu takar 50 ml dan diencerkan hingga mencapai tanda batas. Peralatan gelas yang dipakai, direndam terlebih dahulu dalam campuran HNO₃ dan air deionisasi dengan perbandingan 1:9 kemudian dibilas dengan air deionisasi.

Pengujian Logam Berat dengan AAS

Sampel sebanyak 0,3 g ditimbang ke dalam vessel, kemudian ditambahkan 5 ml HNO₃ 65% dan 2 ml H₂O₂ 30%. Selanjutnya, sampel dilanjutkan dengan proses destruksi menggunakan program microwave yang sudah diatur. Larutan standar kerja dibuat dengan konsentrasi 1, 5, 10, 15 dan 20 ppb untuk logam Cd dan larutan standar kerja dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppb untuk logam Pb. Pembacaan nilai absorbansi dari standar dan sampel dilakukan menggunakan instrumen AAS pada panjang gelombang 283,3 nm untuk Pb dan 228,8 nm untuk Cd. Selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

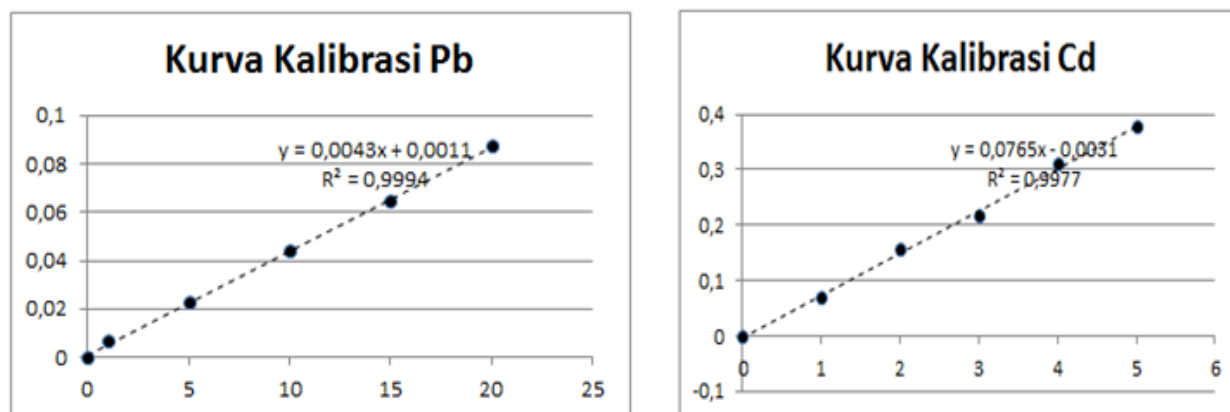
$$\text{Konsentrasi } \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{g}}\right) = \frac{(D - E) \times F_p \times V}{W}$$

Keterangan:

- D* = konsentrasi sampel (μg/l)
- E* = konsentrasi blanko sampel (μg/l)
- F_p* = faktor pengenceran
- V* = volume akhir larutansampel (L),
- W* = berat sampel (g)

Maximum Tolerable Intake (MTI)

Maximum Tolerable Intake (MTI)



Gambar 1. Kurva kalibrasi standar logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)
 Figure 1. Standard calibration curve of Lead (Pb) and Cadmium (Cd) metals

dapat dihitung setelah memperoleh nilai Maximum Weekly Intake (MWI) dan mengetahui konsentrasi logam berat pada setiap biota yang dikonsumsi. Oleh karena itu, berat maksimal ikan yang dapat dikonsumsi setiap minggu dapat dihitung (Marwah, Supriharyono, dan Haeruddin, 2015). Perhitungan untuk mengetahui batasan berat melalui nilai maximum tolerable intake (MTI) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$MTI = \frac{MWI}{Ct}$$

Keterangan:

MWI : Maximum Weekly Intake (μg untuk orang dengan BB 60 kg/minggu)

Ct : Konsentrasi logam berat pada jaringan ikan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan logam berat timbal (Pb) pada beberapa jenis sampel ikan

Hasil pengujian logam berat Timbal (Pb) dengan menggunakan instrumen Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) dapat dilihat pada Tabel 2. Metode spektrofotometri membutuhkan kurva kalibrasi standar untuk membantu menghitung konsentrasi sampel yang diuji. Kurva kalibrasi standar logam Pb dan Cd dapat dilihat pada Gambar 1.

Kandungan logam berat Pb tertinggi terdeteksi pada daging kerang dara yakni sebesar 0,383 mg/kg. Hal ini sejalan dengan penelitian Yaqin, Fachruddin dan Rahim (2015), bahwa kerang mengakumulasi logam

Tabel 2. Kandungan logam berat timbal (Pb) pada beberapa jenis sampel ikan
 Table 2. Content of heavy metal lead (Pb) in several types of fish samples

No.	Jenis Ikan	Kandungan Logam Pb (mg/kg)	Baku Mutu (SNI 7387:2009) (mg/kg)
1.	Kakap Putih	<0,011	< 0,3
2.	Kerang Dara	0,383	< 1,5
3.	Udang Vaname	<0,011	< 0,5
4.	Kakap Merah	<0,011	< 0,3
5.	Ikan Kerapu	<0,011	< 0,3
6.	Ikan Kuwe	<0,011	< 0,3
7.	Ikan Kakatua	<0,011	< 0,3
8.	Ikan Nila	<0,011	< 0,3
9.	Ikan Baronang	<0,011	< 0,3

Pb 23,5% dari fitoplankton dan 29% dari Pb yang larut di dalam perairan di mana kerang itu hidup, sehingga Pb yang terikat pada fitoplankton akan menjadi bagian dari daging kerang dan mengakibatkan kandungan Pb pada kerang cukup besar. Kerang dara telah diketahui sebagai bioakumulator beberapa logam berat antara lain Pb, Cd, Cu, Hg, dan Zn (Satriawan, Widowati, dan Suprijanto, 2021). Meskipun kandungan logam Pb pada kerang cukup besar, namun kadar tersebut masih dibawah batas maksimal kandungan logam Pb yang tercantum dalam SNI 7387:2009 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan yaitu sebesar 1,5 mg/kg sehingga daging kerang tersebut masih dapat dikonsumsi dan tidak mengganggu kesehatan manusia. Hasil kandungan logam Pb pada jenis ikan yang lain yang diteliti, juga masih dalam batas aman untuk dikonsumsi. Hasil ini sejalan dengan penelitian kandungan kadar logam berat timbal (Pb) ikan tongkol (*Euthynnus* sp) di Pantai Utara Jawa yang berkisar antara 0.1 mg/kg - 0,61 mg/kg (Hananingtyas, 2017). Kadar logam berat timbal (Pb) masih dalam kategori aman yaitu sebesar 0,3 mg/kg.

Kandungan logam berat kadmium (Cd) pada beberapa jenis sampel ikan

Hasil pengujian logam berat Kadmium (Cd) dengan AAS dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil pengujian kandungan logam berat

Kadmium (Cd) pada sembilan jenis ikan yang dilakukan di Balai Uji Standar Karantina Ikan dan Pengendalian Mutu (BUSKIPM) menggunakan metode Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) pada panjang gelombang 228,8 nm menunjukkan bahwa kandungan logam berat Cd tertinggi ditemukan pada kerang dara, diikuti oleh ikan kakap merah, ikan kakap putih, ikan nila, ikan baronang, udang vaname, ikan kuwe, ikan kakatua, dan ikan kerapu.

Kandungan Cd tertinggi terdapat pada daging kerang dara, yaitu 0,479 mg/Kg. Hal ini disebabkan karena kerang dara merupakan biota yang hidup di daerah lumpur di dasar perairan, sehingga mampu mengakumulasi logam berat lebih banyak dibandingkan jenis ikan lainnya. Hal yang sama juga ditemukan pada sampel kerang hijau yang berasal dari Kenjeran dimana kadar Cd yang ditemukan sebesar 0.369 mg/kg (Noryani, Koerniasari, dan Nerawati, 2013). Penelitian oleh Amelia Amelia, Ismarti, Ramses, dan Rozirwan (2019), menunjukkan bahwa logam berat di badan perairan secara alami akan turun mengendap dan membentuk sedimen di dasar perairan. Hal ini menyebabkan konsentrasi logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dengan dalam badan air. Kondisi ini menyebabkan biota yang hidup atau mencari makanan di dasar perairan memiliki risiko lebih tinggi mengalami akumulasi kontaminan

Tabel 3. Kandungan logam berat Kadmium (Cd) pada beberapa jenis sampel ikan
Table 3. Cadmium (Cd) heavy metal content in several types of fish samples

No.	Jenis Ikan	Kandungan Logam Pb (mg/kg)	Baku Mutu (SNI 7387:2009) (mg/kg)
1.	Kakap Putih	<0,011	< 0,3
2.	Kerang Dara	0,383	< 1,5
3.	Udang Vaname	<0,011	< 0,5
4.	Kakap Merah	<0,011	< 0,3
5.	Ikan Kerapu	<0,011	< 0,3
6.	Ikan Kuwe	<0,011	< 0,3
7.	Ikan Kakatua	<0,011	< 0,3
8.	Ikan Nila	<0,011	< 0,3
9.	Ikan Baronang	<0,011	< 0,3

logam berat dibanding biota yang hidup pada permukaan perairan seperti ikan demersal.

Kandungan cemaran logam Pb dan Cd yang relatif lebih aman pada sampel ikan demersal sejalan dengan penelitian Anwar, Wonggo, dan Mongi (2022) yaitu sebesar <0,08 mg/kg kandungan Pb dan <0,01 mg/kg kandungan Cd pada beberapa jenis ikan demersal di Teluk Manado. Resiko akumulasi logam berat Cd pada kelompok kekerangan juga dipengaruhi oleh kelarutan Cd yang lebih rendah dibandingkan dengan logam berat lainnya sehingga cenderung terkonsentrasi pada sedimen (Trisnawati, 2008). Namun demikian, meskipun kandungan Cd dalam kerang lebih tinggi daripada kelompok biota lain, kerang tersebut masih aman untuk dikonsumsi karena belum melebihi batas maksimal yang ditetapkan dalam SNI 7387:2009 yakni 1,0 mg/kg. Kandungan logam Cd pada jenis ikan lainnya juga tidak melebihi batas maksimal, sehingga aman untuk dikonsumsi.

Pencemaran logam berat yang menyebabkan akumulasi pada biota di daerah perairan dangkal juga dapat dipengaruhi oleh musim dan kondisi lingkungan. Rendahnya kadar logam berat yang terdeteksi pada kurun waktu bulan Maret hingga Mei dapat disebabkan oleh pelarutan logam berat akibat intensitas hujan pada musim penghujan (Darmono, 2001). Hal ini sejalan dengan penelitian (Satriawan, Widowati, dan Suprijanto, 2021) yang menunjukkan konsentrasi terendah cemaran logam berat Cd pada kerang dara yang didaratkan di Tambak Lorok, Kota Semarang sebesar 0,28 mg/kg, lebih rendah dibanding bulan Juni sampai dengan Agustus yang mengalami musim kemarau.

Maximum Tolerable Intake

WHO telah menetapkan batas konsumsi daging ikan yang mengandung logam berat untuk memastikan keamanan konsumsi. Menurut Badan JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) dan WHO (World Health Organization), batas

toleransi mingguan untuk logam berat timbal (Pb) adalah 1.500 µg/minggu, dan untuk logam berat kadmium (Cd) adalah 400 µg/minggu untuk individu dengan berat badan 60 kg (Marwah, Supriharyono, dan Haeruddin, 2015). Berdasarkan perhitungan Maximum Tolerable Intake (MTI) dari sampel kerang dara, batas konsumsi maksimum mingguan adalah 10,2 kg kerang dara per minggu dengan kandungan logam timbal 0,383 mg/kg, dan 1,75 kg kerang dara per minggu dengan kandungan logam kadmium 0,479 mg/kg. Jika konsumsi kerang dara melebihi batas ini pada individu dengan berat badan 60 kg, dapat menyebabkan toksisitas pada kondisi akut dengan gejala antara lain fatigue atau kelelahan, kejang/spasme, gangguan gastro-intestinal, demam, hingga pergelangan tangan lemah sedangkan pada kondisi kronis, dapat menyebabkan hipertensi akut yang beresiko terhadap kematian (Juharna, Widowati, dan Endrawati, 2022).

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengujian logam berat timbal dan kadmium menunjukkan bahwa kerang dara memiliki nilai tertinggi untuk kedua logam berat tersebut. Namun, semua sembilan jenis sampel yang diuji aman untuk dikonsumsi karena kandungan timbal dan kadmium mereka tidak melebihi batas yang ditetapkan dalam SNI 7387:2009 tentang "Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan."

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Balai Uji Standar Karantina Ikan dan Pengendalian Mutu (BUSKIPM) yang telah memberikan izin dan fasilitas untuk membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Amelia, F., Ismarti, Ramses, R., & Rozirwan, R. (2019). Biokonsentrasi faktor logam berat pada kerang dari perairan Batam, Kepulauan Riau, Indonesia. *EduChemia (Jurnal Kimia*

- dan Pendidikan), 4(2), 152-163.
- 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), 198-202.
- Arifin, R. T. (2019). Analisis kandungan logam Hg, Cd, As, dan Se pada ikan konsumsi dari Pasar Ikan Tanjungpandan, Belitung beserta penilaian tingkat keamanan pangan. Tesis. Malang: Universitas Brawijaya.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan. SNI 2354.5: 2011. Diakses 29 Juli 2025, dari <http://www.bsn.go.id>.
- Darmono. (2001). Lingkungan hidup dan pencemaran hubungannya dengan toksikologi senyawa logam. Jakarta: UI-Press.
- Farida, Y., & Irfani, M. (2017). Analisis cemaran logam timbal dan kadmium dari buah kurma (*Phoenix dactylifera*.) Pada Wadah Terbuka Dan Tertutup Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Rakernas & Pertemuan Ilmiah Tahunan Ikatan Apoteker Indonesia*, 260-265.
- Habibi, Y. (2020). Alidasi metoda destruksi basah dan destruksi kering pada penentuan logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam tanaman rumput. *Integrated Lab Journal*, 01(01), 25-31.
- Hananingtyas, I. (2017). Studi pencemaran kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada ikan tongkol (*Euthynnus sp.*) di Pantai Utara Jawa. *BIOTROPIC The Journal of Tropical Biology*, 1(2), 41-50.
- Juharna, F. M., Widowati, I., & Endrawati, H. (2022). Kandungan logam berat timbal (Pb) dan kromium (Cr) pada kerang hijau (*Perna viridis*) di perairan Morosari, Sayung, Kabupaten Demak. *Buletin Oseanografi Marina*, 11 (2), 139-148.
- Marwah, R. A., Supriharyono, & Haeruddin. (2015). analisis konsentrasi kadmium (Cd) dan timbal (Pb) pada air dan ikan dari perairan Sungai Wakak Kendal. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 4(3), 37-41. doi:<https://doi.org/10.14710/marj.v4i3.9207>
- Noryani, I., Koerniasari, & Nerawati, A. D. (2013). Studi kandungan logam berat cadmium (Cd) pada kerang hijau (*Mytilus viridis*) yang dijual di pasar tradisional Pabean Kota Surabaya. *Gema Kesehatan Lingkungan*, 11(2), 101-106.
- Masyamsir, R. A. H., & Dhahiyat, Y. (2012). Distribusi kandungan logam berat Pb dan Cd pada kolom air dan sedimen Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(3), 175-182.
- Panjaitan, P. S., Mukhaimin, I., Ambarwati, D. D., Saputra, R. S. H., & Soeprijadi, L. (2025). Application of GMP and SSOP to the Production of Natural CO Frozen Red Kakap (*Lutjanus sp.*) Fillets at PT. Alam Jaya Surabaya. *Grouper*, 16(1), 1-20.
- Resnia, R., Wicaksana, B., & Salim, Z. (2015). Kesesuaian SNI dengan standar internasional dan standar mitra dagang pada produk ekspor perikanan tuna dan cakalang. *Jurnal Standardisasi*, 17(2), 87-98.
- Rinto, R., Arafah, E., & Utama, S. B. (2009). Kajian keamanan pangan (formalin, garam dan mikrobial) pada ikan sepat asin produksi Indralaya. *Publikasi Penelitian Terapan dan Kebijakan*, 3(2).
- Satriawan, E. F., Widowati, I., & Suprijanto, J. (2021). Pencemaran logam berat kadmium (Cd) dalam kerang darah (*Anadara granosa*) yang didaratkan di Tambak Lorok Semarang. *Journal of Marine Research*, 10 (3), 437-445.
- Trisnawati, A. (2008). Studi kandungan logam berat cadmium (Cd) pada kerang hijau (*Mytilus viridis*) di perairan kawasan Pantai Kenjeran Surabaya. Skripsi. Surabaya: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Yaqin, K., Fachruddin, L., & Rahim, N. F. (2015). Studi kandungan logam timbal (Pb) kerang hijau, *Perna viridis* terha-

dap indeks kondisinya. Jurnal Lingkungan Indonesia (Vol. III No. 6), 309, 317.

