

ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT ARSENIK (As), TIMBAL (Pb), DAN KADMIUM (Cd) PADA DAGING IKAN DI PERAIRAN PELABUHAN PERIKANAN SAMUDERA BITUNG

Natasya Nur Rezkita Gonibala¹, Ricky C. Sondakh¹, Diana V.D. Doda²

¹Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat,
Universitas Sam Ratulangi

²Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Sam Ratulangi
Email Korespondensi: natasya.gonibala24@gmail.com

Abstract.

The Bitung Oceanic Fishing Port (PPS Bitung) is one of the largest fisheries centers in Eastern Indonesia, with intensive port activities that may contribute to heavy metal contamination in surrounding waters. This study aimed to analyze the concentrations of arsenic (As), lead (Pb), and cadmium (Cd) in fish meat collected from the waters of PPS Bitung and to evaluate their safety based on the Indonesian National Standard (SNI 7387:2009). A descriptive observational design with laboratory analysis was employed. Samples consisted of squirrelfish (Holocentridae), green jobfish (Aprion virescens), and red snapper (Lutjanus malabaricus), selected using purposive sampling. Heavy metal concentrations were determined using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The results showed that arsenic (As) concentrations in fish meat ranged from 0.83 to 1.43 mg/kg. Two out of three samples exceeded the maximum permissible limit established by SNI (1.0 mg/kg), while one sample remained within the acceptable range. Lead (Pb) concentrations ranged from 0.02 to 0.05 mg/kg, and cadmium (Cd) concentrations ranged from 0.008 to 0.01 mg/kg; all samples were below their respective maximum allowable limits. In conclusion, arsenic contamination detected in some fish samples from PPS Bitung may pose a potential health risk to consumers. Therefore, regular monitoring of water quality and seafood safety is recommended.

Keywords: Arsenic, Lead, Cadmium, Heavy metals, Fish, Bitung Oceanic Fishing Port

Abstrak. Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bitung merupakan salah satu pusat perikanan terbesar di Indonesia Timur dengan aktivitas pelabuhan yang berpotensi menimbulkan pencemaran logam berat di perairan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) pada daging ikan yang ditangkap di perairan PPS Bitung serta menilai keamanannya berdasarkan SNI 7387:2009. Penelitian menggunakan metode observasional deskriptif dengan analisis laboratorium. Sampel terdiri atas ikan tupai (*Holocentridae*), ikan guntur hijau (*Aprion virescens*), dan ikan kakap merah (*Lutjanus malabaricus*) yang dipilih secara purposive sampling. Pemeriksaan kadar logam berat dilakukan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar arsenik (As) pada daging ikan berkisar antara 0,83–1,43 mg/kg. Sebanyak dua dari tiga sampel memiliki kadar As yang melebihi ambang batas maksimum SNI (1,0 mg/kg), sedangkan satu sampel masih memenuhi syarat. Kadar timbal (Pb) berkisar antara 0,02–0,05 mg/kg dan kadar kadmium (Cd) berkisar antara 0,008–0,01 mg/kg; seluruh sampel masih berada di bawah batas maksimum yang diperkenankan. Kesimpulannya, cemaran arsenik

pada sebagian sampel ikan di PPS Bitung berpotensi menimbulkan risiko kesehatan, sehingga diperlukan pemantauan kualitas perairan dan keamanan hasil perikanan secara berkala.

Kata Kunci: Arsenik, Timbal, Kadmium, Logam Berat, Ikan, PPS Bitung.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berkembang yang terus melakukan akselerasi pembangunan untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat. Pembangunan tersebut memanfaatkan berbagai sumber daya alam yang melimpah, baik hayati maupun nonhayati. Namun, di sisi lain, aktivitas pembangunan dan peningkatan kegiatan ekonomi juga menimbulkan berbagai dampak lingkungan, seperti pencemaran air, udara, dan tanah, perubahan tutupan lahan, serta degradasi ekosistem perairan (Husamah & Rahardjo, 2019). Salah satu bentuk pencemaran yang menjadi perhatian adalah kontaminasi logam berat di lingkungan perairan karena sifatnya yang persisten, sulit terdegradasi, serta mampu terakumulasi dalam rantai makanan.

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) secara rutin melakukan pemantauan kualitas lingkungan hidup dan memasukkan parameter logam berat seperti merkuri (Hg), timbal (Pb), kadmium (Cd), dan arsenik (As) sebagai indikator pencemaran lingkungan. Laporan Status Lingkungan Hidup Indonesia menunjukkan bahwa logam berat masih terdeteksi di berbagai badan air dan menjadi salah satu fokus pengendalian pencemaran lingkungan (SLHI, 2022). Keberadaan logam berat di perairan perlu mendapat perhatian karena dapat terakumulasi pada organisme akuatik, terutama ikan yang merupakan sumber protein utama bagi masyarakat.

Logam berat yang masuk ke perairan dapat berasal dari berbagai aktivitas antropogenik, seperti industri, pertambangan, pelabuhan, galangan kapal, transportasi laut, limbah domestik, maupun kegiatan perikanan. Melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi, logam berat dapat terakumulasi pada jaringan ikan dan berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia yang mengonsumsinya secara terus-menerus. Paparan arsenik dapat meningkatkan risiko gangguan kulit dan kanker, timbal dapat menyebabkan gangguan sistem saraf dan perkembangan anak, sedangkan kadmium dapat menyebabkan kerusakan ginjal dan gangguan metabolisme tulang.

Berbagai penelitian di Indonesia menunjukkan adanya kontaminasi logam berat pada ikan di perairan sungai, waduk, dan wilayah pesisir. Penelitian Anwar, Wonggo, dan Mongi (2022) pada ikan demersal di perairan pesisir Sulawesi Utara menemukan

kandungan timbal (Pb) sebesar 0,08 mg/kg dan kadmium (Cd) sebesar 0,01 mg/kg pada beberapa spesies ikan, yang mengindikasikan adanya akumulasi logam berat akibat aktivitas antropogenik di wilayah pesisir. Penelitian lain menunjukkan bahwa kandungan Pb pada ikan di beberapa lokasi penelitian telah melampaui ambang batas SNI 7387:2009 meskipun konsentrasi Pb di air masih relatif rendah, yang mengindikasikan terjadinya proses bioakumulasi dalam tubuh ikan (Luckycia et al., 2025).

Kajian sistematis yang dilakukan Junianto dan Shojikana (2024) menunjukkan bahwa timbal (Pb) merupakan logam berat yang paling banyak terdeteksi pada ikan di perairan sungai dan waduk Indonesia dengan konsentrasi tertinggi mencapai 49,8 mg/kg pada ikan gabus (*Channa striata*). Selain itu, Azizah dan Maslahat (2021) melaporkan bahwa kandungan Pb, Cd, dan Hg pada ikan di Sungai Cikaniki telah melebihi batas aman menurut standar FAO/WHO meskipun konsentrasi logam berat di air masih berada di bawah baku mutu. Penelitian Srikayanti dan Rudiyantri (2025) juga menunjukkan bahwa kadar kadmium pada ikan nila di Waduk Gajah Mungkur telah melampaui batas maksimum yang diperbolehkan untuk konsumsi. Sebaliknya, beberapa penelitian menunjukkan kondisi yang relatif aman, seperti pada ikan tuna yang dipasarkan di Indonesia dengan rata-rata kandungan Pb sebesar 0,07 ppm dan Cd sebesar 0,023 ppm yang masih memenuhi standar keamanan pangan (Utari et al., 2023). Perbedaan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tingkat kontaminasi logam berat sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan aktivitas manusia di sekitar perairan.

Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bitung merupakan salah satu pelabuhan perikanan terbesar di Indonesia yang berlokasi di Kota Bitung, Sulawesi Utara. Sebagai pusat pendaratan, pengolahan, dan distribusi hasil perikanan di kawasan timur Indonesia, PPS Bitung memiliki aktivitas yang sangat tinggi, meliputi bongkar muat hasil tangkapan, perbaikan kapal, pengolahan hasil perikanan, penyimpanan bahan bakar minyak, serta aktivitas transportasi laut. Tingginya intensitas kegiatan tersebut berpotensi meningkatkan masuknya berbagai bahan pencemar ke lingkungan perairan, termasuk logam berat. Oleh karena itu, pemantauan kualitas lingkungan perairan di sekitar pelabuhan menjadi penting untuk menjamin keamanan produk perikanan yang dikonsumsi masyarakat dan mendukung keberlanjutan sektor perikanan (Pelabuhan Perikanan Samudera Bitung, 2025).

Pemerintah Indonesia telah menerbitkan berbagai regulasi untuk melindungi ekosistem laut dari pencemaran, antara lain Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Perusakan Laut serta Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Meskipun demikian, pengawasan terhadap kualitas lingkungan perairan dan keamanan hasil perikanan tetap perlu dilakukan secara berkelanjutan, terutama pada kawasan dengan aktivitas ekonomi tinggi seperti PPS Bitung.

Hingga saat ini, informasi mengenai kandungan arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) pada ikan yang berasal dari perairan PPS Bitung masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kandungan logam berat arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) pada daging dan insang ikan yang berasal dari perairan Pelabuhan Perikanan Samudera Bitung. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi sumber informasi ilmiah mengenai keamanan pangan hasil perikanan, mendukung upaya pengendalian pencemaran lingkungan perairan, serta menjadi dasar pertimbangan dalam penyusunan kebijakan pengelolaan PPS Bitung yang berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan deskriptif laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) pada daging dan insang ikan yang diperoleh dari perairan Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bitung. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran konsentrasi logam berat terhadap batas maksimum cemaran logam berat yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 7387:2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. Penelitian dilaksanakan di Pelabuhan Perikanan Samudera Bitung, Kota Bitung, Provinsi Sulawesi Utara. Pengambilan sampel ikan dilakukan pada bulan Januari 2026, sedangkan analisis kandungan logam berat dilakukan di Laboratorium Pengujian (Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri) menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh ikan yang didaratkan dan dipasarkan di kawasan Pelabuhan Perikanan Samudera Bitung.

Sampel penelitian terdiri atas tiga jenis ikan yang umum dikonsumsi masyarakat dan memiliki nilai ekonomis penting, yaitu ikan tupai (*Holocentridae*), ikan guntur hijau

(*Aprion virescens*), dan ikan kakap merah (*Lutjanus malabaricus*). Pemilihan sampel dilakukan menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kriteria ketersediaan ikan saat pengambilan sampel, kondisi fisik yang masih segar, serta mewakili spesies yang banyak diperdagangkan di PPS Bitung. Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi kandungan arsenik (As) pada daging dan insang ikan (mg/kg), kandungan timbal (Pb) pada daging dan insang ikan (mg/kg), kandungan kadmium (Cd) pada daging dan insang ikan (mg/kg).

Sampel ikan dikumpulkan langsung dari lokasi pendaratan ikan di PPS Bitung. Setiap sampel ikan dibersihkan menggunakan air deionisasi untuk menghilangkan kontaminan eksternal. Selanjutnya dilakukan identifikasi spesies dan pengukuran morfometrik dasar. Bagian daging dan insang dipisahkan menggunakan peralatan *stainless steel* yang telah dibersihkan sebelumnya untuk menghindari kontaminasi silang. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam wadah steril, diberi kode identifikasi, disimpan dalam cool box dengan suhu $\pm 4^{\circ}\text{C}$, dan segera dikirim ke laboratorium untuk dilakukan preparasi dan analisis.

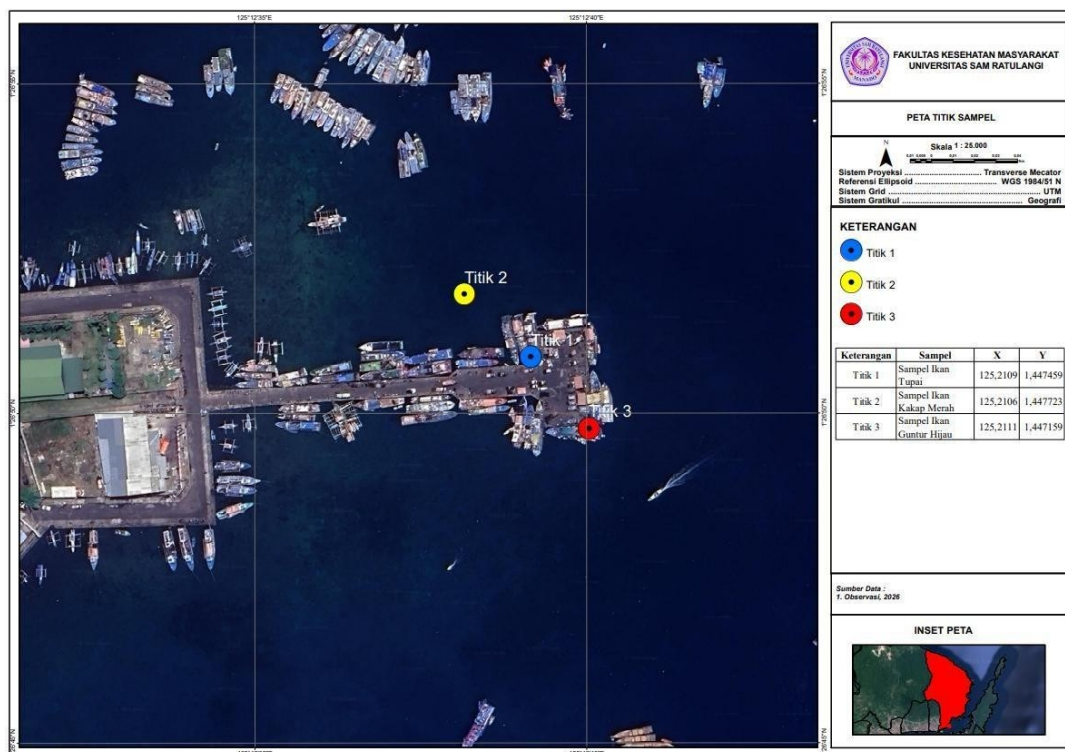
Preparasi sampel dilakukan dengan metode destruksi basah (*wet digestion*). Sebanyak ± 1 gram sampel daging dan insang ikan ditimbang menggunakan timbangan analitik, kemudian ditambahkan campuran asam nitrat (HNO_3) pekat dan asam perklorat (HClO_4). Sampel dipanaskan hingga diperoleh larutan jernih, kemudian didinginkan dan diencerkan menggunakan akuades hingga volume tertentu. Konsentrasi arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) diukur menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan miligram per kilogram (mg/kg). Untuk menjamin mutu hasil analisis dilakukan kalibrasi alat menggunakan larutan standar serta pengukuran duplo pada setiap sampel. Data hasil pengukuran kadar arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel serta narasi. Nilai konsentrasi logam berat yang diperoleh dibandingkan dengan batas maksimum cemaran logam berat berdasarkan SNI 7387:2009. Hasil analisis digunakan untuk menilai tingkat keamanan ikan konsumsi yang berasal dari perairan Pelabuhan Perikanan Samudera Bitung.

HASIL

Karakteristik Lokasi Penelitian

Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bitung merupakan salah satu pelabuhan perikanan terbesar di Indonesia Timur yang berlokasi di Kota Bitung, Provinsi Sulawesi Utara. Secara geografis, PPS Bitung terletak di pesisir timur Pulau Sulawesi dan berhadapan langsung dengan Laut Maluku, sehingga memiliki akses strategis ke Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) 715 yang dikenal memiliki potensi sumber daya ikan yang tinggi. PPS Bitung berfungsi sebagai pusat pendaratan, pengolahan, dan distribusi hasil perikanan, terutama ikan pelagis seperti tuna, cakalang, dan tongkol.

Aktivitas utama di kawasan pelabuhan meliputi sandar kapal perikanan, bongkar muat hasil tangkapan, penyimpanan ikan, distribusi hasil perikanan, pengisian bahan bakar kapal, serta perawatan dan perbaikan kapal. Intensitas aktivitas tersebut berpotensi memberikan tekanan terhadap kualitas lingkungan perairan melalui limbah cair, limbah padat, maupun residu bahan bakar yang berasal dari operasional pelabuhan.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel ikan di kawasan PPS Kota Bitung



Gambar 2. Sampel Ikan Tupai



Gambar 3. Sampel Ikan Guntur Hijau



Gambar 4. Sampel Ikan Kakap Merah

Konsentrasi Arsenik (As) pada Ikan

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa konsentrasi arsenik (As) pada sampel ikan berkisar antara 0,83–1,43 mg/kg. Kadar arsenik tertinggi ditemukan pada

ikan kakap merah (*Lutjanus malabaricus*) sebesar 1,43 mg/kg, sedangkan kadar terendah ditemukan pada ikan tupai (*Holocentridae*) sebesar 0,83 mg/kg.

Tabel 1. Konsentrasi Arsenik (As) pada Sampel Ikan

Jenis Ikan	Panjang/Berat	Kadar As (mg/kg)	Batas Maksimum SNI 7387:2009 (mg/kg)	Keterangan
Ikan Tupai (<i>Holocentridae</i>)	13 cm / 28 g	0,83	1,0	Memenuhi syarat
Ikan Guntur Hijau (<i>Aprion virescens</i>)	21 cm / 133 g	1,10	1,0	Tidak memenuhi syarat
Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus malabaricus</i>)	23 cm / 153 g	1,43	1,0	Tidak memenuhi syarat

Berdasarkan SNI 7387:2009, satu sampel masih memenuhi batas maksimum cemaran arsenik, sedangkan dua sampel lainnya telah melampaui ambang batas yang diperkenankan.

Konsentrasi Timbal (Pb) pada Ikan

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa konsentrasi timbal (Pb) pada sampel ikan berkisar antara 0,02–0,05 mg/kg. Kadar timbal tertinggi ditemukan pada ikan tupai sebesar 0,05 mg/kg dan terendah pada ikan kakap merah sebesar 0,02 mg/kg.

Tabel 2. Konsentrasi Timbal (Pb) pada Sampel Ikan

Jenis Ikan	Panjang/Berat	Kadar Pb (mg/kg)	Batas Maksimum SNI 7387:2009 (mg/kg)	Keterangan
Ikan Tupai (<i>Holocentridae</i>)	13 cm / 28 g	0,05	0,3	Memenuhi syarat
Ikan Guntur Hijau (<i>Aprion virescens</i>)	21 cm / 133 g	0,03	0,3	Memenuhi syarat
Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus malabaricus</i>)	23 cm / 153 g	0,02	0,3	Memenuhi syarat

Seluruh sampel ikan memiliki kadar timbal di bawah batas maksimum cemaran logam berat yang ditetapkan dalam SNI 7387:2009, sehingga masih dinyatakan aman untuk dikonsumsi.

Konsentrasi Kadmium (Cd) pada Ikan

Konsentrasi kadmium (Cd) yang terdeteksi pada sampel ikan berkisar antara 0,008–0,010 mg/kg. Kadar tertinggi ditemukan pada ikan kakap merah sebesar 0,010 mg/kg, sedangkan kadar terendah ditemukan pada ikan guntur hijau sebesar 0,008 mg/kg.

Tabel 3. Konsentrasi Kadmium (Cd) pada Sampel Ikan

Jenis Ikan	Panjang/Berat	Kadar Cd (mg/kg)	Batas Maksimum SNI 7387:2009 (mg/kg)	Keterangan
Ikan Tupai (<i>Holocentridae</i>)	13 cm / 28 g	0,009	0,1	Memenuhi syarat
Ikan Guntur Hijau (<i>Aprion virescens</i>)	21 cm / 133 g	0,008	0,1	Memenuhi syarat
Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus malabaricus</i>)	23 cm / 153 g	0,010	0,1	Memenuhi syarat

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh sampel ikan memiliki kadar kadmium di bawah batas maksimum cemaran logam berat yang ditetapkan dalam SNI 7387:2009 sehingga masih memenuhi persyaratan keamanan pangan.

DISKUSI

Kandungan Arsenik (As) pada Ikan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi arsenik (As) pada ikan yang diperoleh dari Perairan Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bitung berkisar antara 0,83–1,43 mg/kg. Kadar arsenik tertinggi ditemukan pada ikan kakap merah (*Lutjanus malabaricus*) sebesar 1,43 mg/kg, diikuti ikan guntur hijau (*Aprion virescens*) sebesar 1,10 mg/kg, sedangkan kadar terendah ditemukan pada ikan tupai (*Holocentridae*) sebesar 0,83 mg/kg. Berdasarkan SNI 7387:2009, dua dari tiga sampel ikan telah melampaui batas maksimum cemaran arsenik sebesar 1,0 mg/kg sehingga dinyatakan tidak memenuhi persyaratan keamanan pangan.

Tingginya kandungan arsenik pada beberapa sampel ikan diduga berkaitan dengan aktivitas antropogenik yang berlangsung di kawasan PPS Bitung. Lokasi pengambilan sampel dengan konsentrasi arsenik tertinggi berada pada area yang memiliki intensitas aktivitas pelabuhan yang tinggi, seperti tempat sandar dan parkir kapal, kegiatan bongkar muat hasil tangkapan, pengecatan kapal, pengisian bahan bakar minyak, serta

pembuangan limbah domestik dari kapal. Menurut Irianti et al. (2017), kontaminasi arsenik dapat berasal dari proses geologi alami maupun aktivitas manusia. Berbagai produk industri seperti cat, pewarna, logam, semikonduktor, dan bahan kimia lainnya diketahui mengandung senyawa arsenik yang berpotensi mencemari lingkungan perairan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Thalib et al. (2023) yang menemukan keberadaan arsenik pada berbagai jenis ikan konsumsi di wilayah pesisir Maluku Utara. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kadar arsenik tertinggi ditemukan pada ikan kakap dibandingkan jenis ikan lainnya. Meskipun konsentrasi arsenik yang ditemukan masih berada di bawah batas maksimum yang diperbolehkan, pola distribusi tersebut serupa dengan hasil penelitian ini, yaitu ikan kakap merah memiliki konsentrasi arsenik tertinggi dibandingkan ikan guntur hijau dan ikan tupai.

Perbedaan kadar arsenik antarspesies ikan dapat dipengaruhi oleh ukuran tubuh, umur, habitat, serta posisi trofik dalam rantai makanan. Ikan kakap merah yang memiliki ukuran tubuh lebih besar cenderung mengalami proses bioakumulasi dalam waktu yang lebih lama dibandingkan ikan berukuran kecil. Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh organisme akuatik melalui insang, permukaan tubuh, maupun rantai makanan. Selanjutnya logam berat akan terakumulasi melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi sehingga konsentrasinya meningkat pada organisme yang berada pada tingkat trofik lebih tinggi (Patang, 2018). Rumoeiy et al. (2022) juga menjelaskan bahwa logam berat yang masuk ke lingkungan perairan dapat mengalami proses gravitasi, biokonsentrasi, dan bioakumulasi pada biota perairan sehingga meningkatkan risiko toksisitas terhadap organisme.

Secara umum, keberadaan arsenik pada ikan di PPS Bitung menunjukkan adanya potensi pencemaran lingkungan yang perlu mendapat perhatian. Paparan arsenik dalam jangka panjang dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, antara lain kerusakan sistem saraf, gangguan kulit, gangguan kardiovaskular, hingga peningkatan risiko kanker. Oleh karena itu, diperlukan pemantauan berkala terhadap kualitas perairan dan kandungan arsenik pada hasil perikanan yang dipasarkan kepada masyarakat.

Kandungan Timbal (Pb) pada Ikan

Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi timbal (Pb) pada sampel ikan berkisar antara 0,02–0,05 mg/kg. Kadar tertinggi ditemukan pada ikan tupai sebesar 0,05 mg/kg, sedangkan kadar terendah ditemukan pada ikan kakap merah sebesar 0,02 mg/kg.

Seluruh sampel masih berada di bawah batas maksimum cemaran timbal menurut SNI 7387:2009, yaitu sebesar 0,3 mg/kg. Temuan ini sejalan dengan penelitian Caksana et al. (2021) yang melaporkan bahwa kandungan timbal pada ikan di Pantai Samudra Indah berada di bawah batas deteksi alat dan masih memenuhi baku mutu keamanan pangan. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Anwar et al. (2022) pada ikan demersal di Teluk Manado yang menunjukkan kadar timbal kurang dari 0,08 mg/kg dan masih aman untuk dikonsumsi. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa tingkat pencemaran timbal pada beberapa wilayah perairan pesisir di Sulawesi Utara masih relatif rendah.

Meskipun demikian, keberadaan timbal pada ikan tetap perlu diwaspadai. Timbal merupakan logam berat yang bersifat toksik dan mampu terakumulasi dalam tubuh organisme melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi. Patang (2018) menjelaskan bahwa bahan pencemar yang masuk ke lingkungan perairan dapat mengalami proses fisik, kimia, dan biologis yang menyebabkan logam berat terserap oleh organisme akuatik dan terlibat dalam jaringan makanan. Penelitian Ma'rifa et al. (2024) juga menunjukkan bahwa akumulasi logam berat pada ikan dapat terjadi melalui penyerapan oleh plankton sebagai sumber pakan, yang kemudian berpindah ke tingkat trofik yang lebih tinggi.

Berbeda dengan hasil penelitian ini, Ledoh et al. (2024) melaporkan bahwa kadar timbal pada ikan di Perairan Pelabuhan Tenau mencapai 1,629 mg/kg atau jauh melebihi batas maksimum yang ditetapkan SNI. Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat pencemaran timbal sangat dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan, intensitas aktivitas manusia, serta sumber pencemar di masing-masing wilayah perairan. Walaupun kadar timbal pada ikan di PPS Bitung masih berada di bawah baku mutu, konsumsi ikan yang mengandung timbal secara terus-menerus tetap berpotensi menimbulkan risiko kesehatan. Timbal yang masuk ke lingkungan perairan dapat mengendap dalam sedimen dan selanjutnya terakumulasi pada organisme dasar perairan seperti ikan, kerang, dan udang. Paparan kronis timbal dapat menyebabkan gangguan sistem saraf, gangguan fungsi ginjal, anemia, serta gangguan perkembangan pada anak-anak (Rumoeiy et al., 2022). Oleh karena itu, pemantauan kandungan timbal pada lingkungan perairan dan biota perairan perlu dilakukan secara berkelanjutan.

Kandungan Kadmium (Cd) pada Ikan

Konsentrasi kadmium (Cd) yang ditemukan pada sampel ikan berkisar antara 0,008–0,010 mg/kg dan seluruhnya berada di bawah batas maksimum cemaran logam

berat menurut SNI 7387:2009 sebesar 0,1 mg/kg. Hasil ini menunjukkan bahwa ikan yang diperoleh dari kawasan PPS Bitung masih memenuhi persyaratan keamanan pangan berdasarkan parameter kadmium. Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Utari et al. (2023) yang melaporkan bahwa kadar kadmium pada ikan tuna memiliki rata-rata 0,023 ppm dan masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan. Namun demikian, beberapa penelitian lain menunjukkan hasil yang berbeda. Nia et al. (2025) menemukan kandungan kadmium pada beberapa jenis ikan pelagis mencapai 1,2517 mg/kg, sedangkan Suryani et al. (2024) melaporkan kadar kadmium pada ikan kakap putih dan ikan kerapu masing-masing sebesar 0,17 mg/kg dan 0,22 mg/kg, yang telah melebihi batas maksimum yang diperbolehkan. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa tingkat kontaminasi kadmium sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan sumber pencemar pada masing-masing lokasi penelitian.

Meskipun kadar kadmium yang ditemukan pada penelitian ini relatif rendah, keberadaannya tetap perlu mendapat perhatian karena sifat kadmium yang sangat toksik, persisten, dan mudah terakumulasi dalam tubuh organisme. Logam berat ini dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui air, sedimen, maupun rantai makanan. Setelah terakumulasi dalam tubuh organisme, kadmium dapat bertahan dalam waktu yang lama dan sulit dieliminasi dari jaringan biologis.

Menurut Patang (2018), kadmium dapat teradsorpsi melalui sistem pernapasan dan pencernaan kemudian berikatan dengan protein sehingga mudah didistribusikan ke berbagai organ, terutama hati dan ginjal. Akumulasi kadmium dalam jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan ginjal, gangguan metabolisme tulang, gangguan reproduksi, serta efek mutagenik dan karsinogenik. Selain itu, Natasha et al. (2024) melaporkan bahwa berbagai logam berat dapat terakumulasi pada ikan di berbagai wilayah perairan, sedangkan Pinontoan et al. (2025) menjelaskan bahwa sebagian besar logam berat memiliki waktu paruh biologis yang sangat panjang sehingga paparan kronis dalam konsentrasi rendah sekalipun dapat menimbulkan efek toksik kumulatif.

Oleh karena itu, meskipun kadar kadmium pada ikan di PPS Bitung masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan, pemantauan kualitas lingkungan perairan dan keamanan hasil perikanan perlu dilakukan secara berkelanjutan untuk mencegah terjadinya peningkatan akumulasi logam berat yang dapat membahayakan kesehatan masyarakat dan keberlanjutan sumber daya perikanan.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi kandungan logam berat arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) pada daging ikan yang berasal dari perairan Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bitung. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar arsenik (As) pada sampel ikan berkisar antara 0,83–1,43 mg/kg. Dari tiga sampel yang dianalisis, dua sampel yaitu ikan guntur hijau (*Aprion virescens*) dan ikan kakap merah (*Lutjanus malabaricus*) memiliki kadar arsenik yang melebihi batas maksimum cemaran menurut SNI 7387:2009 sebesar 1,0 mg/kg, sedangkan ikan tupai (*Holocentridae*) masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan. Kadar timbal (Pb) yang terdeteksi berkisar antara 0,02–0,05 mg/kg dan kadar kadmium (Cd) berkisar antara 0,008–0,010 mg/kg. Seluruh sampel ikan menunjukkan konsentrasi timbal dan kadmium yang masih berada di bawah batas maksimum cemaran logam berat yang ditetapkan dalam SNI 7387:2009.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pencemaran arsenik pada sebagian ikan di perairan PPS Bitung perlu mendapat perhatian karena berpotensi menimbulkan risiko kesehatan apabila dikonsumsi secara terus-menerus, sedangkan kandungan timbal dan kadmium masih tergolong aman. Oleh karena itu, diperlukan pemantauan kualitas perairan dan keamanan hasil perikanan secara berkala untuk mendukung perlindungan kesehatan masyarakat serta keberlanjutan sumber daya perikanan di kawasan PPS Bitung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada para dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penelitian dan penyusunan naskah. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak Pelabuhan Perikanan Samudera Bitung atas izin dan dukungan selama pelaksanaan penelitian, serta kepada Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Manado yang telah membantu proses analisis laboratorium.

REFERENSI

- Anwar, A., Wonggo, D., & Mongi, E. (2022). Kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada ikan demersal di perairan pesisir Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10(2), 45–53.
- Azizah, N., & Maslahat, M. (2021). Kandungan logam berat merkuri (Hg), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) pada ikan di Sungai Cikaniki. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 11(3), 412–420.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *SNI 7387:2009 batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Caksana, A., Aritonang, D., Muliadi, M., & Sofiana, S. (2021). Analisis kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan di Pantai Samudra Indah. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 20(1), 65–71.
- Hardinoto, L., & Setyadewi, L. (2020). Analisis faktor biokonsentrasi logam berat timbal dan kadmium pada ikan di Perairan Galala Teluk Ambon. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2), 377–386.
- Husamah, H., & Rahardjo, T. J. (2019). *Pengantar pencemaran lingkungan*. UMM Press.
- Irianti, S., Kuswandi, K., Nuranto, A., & Budiyatni, A. (2017). Arsenik dalam lingkungan dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 16(2), 72–80.
- Junianto, J., & Shojikana, M. (2024). Kandungan logam berat pada ikan di waduk dan sungai di Indonesia: Sebuah tinjauan literatur. *Jurnal Sumberdaya Perairan Indonesia*, 8(1), 15–27.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2020). *Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 66/PERMEN-KP/2020 tentang organisasi dan tata kerja unit pelaksana teknis perikanan tangkap*. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2022). *Status lingkungan hidup Indonesia tahun 2022*. KLHK.
- Ledoh, M., Nitti, Y., & Ina, M. (2024). Analisis kandungan timbal (Pb) pada ikan di Perairan Pelabuhan Tenau Kupang. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan*, 7(1), 33–41.
- Luckycia, L., Sulistyorini, L., Nisa, K., Arumdapta, A., & Kresnaya, K. (2025). Bioakumulasi timbal (Pb) pada ikan di berbagai sungai Indonesia: Tinjauan sistematis. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 24(1), 1–12.
- Ma'rifa, N., Dewi, R., & Adriyanto, A. (2024). Analisis kandungan timbal dan arsenik pada ikan bandeng serta faktor risiko kesehatan masyarakat. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 19(2), 115–123.
- Natasha, R., Pratama, D., & Pardi, P. (2024). Akumulasi logam berat pada ikan konsumsi di perairan Indonesia: Kajian risiko kesehatan. *Jurnal Lingkungan dan Kesehatan*, 18(3), 221–231.
- Nia, R., Sasongko, A., & Rouif, M. (2025). Kandungan kadmium pada ikan pelagis di wilayah pesisir Indonesia. *Jurnal Akuatik Indonesia*, 11(1), 14–22.
- Patang, P. (2018). *Pencemaran logam berat dan bioakumulasi pada biota perairan*. Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Pelabuhan Perikanan Samudera Bitung. (2025). *Profil Pelabuhan Perikanan Samudera Bitung*. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.

- Pemerintah Republik Indonesia. (1999). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran dan/atau kerusakan laut*. Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2001). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air*. Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2007). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007 tentang pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil*. Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup*. Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Pinontoan, M., Mawo, J., Dwiseli, F., & Lapien, S. (2025). Paparan kronis logam berat dan dampaknya terhadap kesehatan manusia. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Tropis*, 6(1), 45–54.
- Rahim, R., Aliyah, A., Bunga, N., & Kusdiah, K. (2025). Analisis kandungan timbal dan kadmium pada ikan gabus dan ikan tawes di Danau Tempe. *Jurnal Perikanan Indonesia*, 31(1), 66–74.
- Rumoeiy, F., Umar, M., & Hadijah, H. (2022). Bioakumulasi logam berat pada biota perairan dan implikasinya terhadap kesehatan masyarakat. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(3), 201–210.
- Srikayanti, D., & Rudiyan, S. (2025). Kandungan kadmium pada ikan nila di Waduk Gajah Mungkur dan risiko kesehatan lingkungan. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Perairan*, 9(1), 29–38.
- Suryani, S., Nur, A., Rahmasari, D., & Wirasti, W. (2024). Analisis kadar kadmium pada ikan konsumsi di pasar tradisional. *Jurnal Farmasi dan Kesehatan Indonesia*, 5(2), 89–96.
- Thalib, M., Daud, A., & Amqam, H. (2023). Kandungan logam berat arsenik pada ikan konsumsi di wilayah pesisir Maluku Utara. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(2), 101–109.
- Utari, N., Astiana, W., Ginting, S., & Pradnyaswari, D. (2023). Analisis kandungan logam berat merkuri, timbal, dan kadmium pada ikan tuna berdasarkan standar mutu keamanan pangan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(3), 455–464.