

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

Maria Marcellina Manopo, Ricky C. Sondakh, Woodford B. S. Joseph

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

Email Korespondensi : mariamarcellina19@gmail.com

Abstract

*The Bitung Ocean Fishing Port is one of the largest fisheries centers in Eastern Indonesia, with various port activities that have the potential to contribute to environmental pollution, including heavy metal contamination. The Pacific oyster (*Crassostrea gigas*), as a filter-feeding organism, has the ability to accumulate heavy metals and can therefore serve as a bioindicator of aquatic environmental quality. This study aimed to determine the concentrations of arsenic (As), lead (Pb), and cadmium (Cd) in oysters collected from the waters of PPS Bitung and to compare the results with the maximum permissible limits established by the Indonesian National Standard (SNI No. 7387:2009). This research employed descriptive observational design with laboratory analysis. Oyster samples were collected using purposive sampling method from three sampling points within the PPS Bitung area and analyzed using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. The results showed that arsenic (As) concentrations were 0.02 mg/kg at Point 1, 0.65 mg/kg at Point 2, and <0.02 mg/kg at Point 3. Lead (Pb) concentrations were 0.13 mg/kg, 0.14 mg/kg, and 0.15 mg/kg, respectively. Cadmium (Cd) concentrations were 0.02 mg/kg, 0.02 mg/kg, and 0.003 mg/kg, respectively. All measured concentrations were below the maximum allowable limits for heavy metal contamination according to SNI No. 7387:2009. In conclusion, the concentrations of arsenic, lead, and cadmium in oysters from the waters of PPS Bitung were within the acceptable safety limits and complied with national food safety standards.*

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

Abstrak. Pelabuhan Perikanan Samudra (PPS) Bitung merupakan salah satu pusat kegiatan perikanan terbesar di Indonesia Timur dengan aktivitas pelabuhan yang berpotensi menghasilkan pencemaran lingkungan perairan, termasuk cemaran logam berat. Kerang tiram (*Crassostrea gigas*) sebagai organisme filter feeder memiliki kemampuan mengakumulasi logam berat sehingga dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas lingkungan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat arsen (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) pada kerang tiram di perairan PPS Bitung serta membandingkannya dengan baku mutu yang ditetapkan dalam SNI No. 7387 Tahun 2009. Penelitian ini menggunakan desain observasional deskriptif dengan analisis laboratorium. Sampel kerang tiram diambil menggunakan metode purposive sampling pada tiga titik di kawasan PPS Bitung dan dianalisis menggunakan metode Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Hasil penelitian menunjukkan kadar arsen (As) pada titik 1 sebesar 0,02 mg/kg, titik 2 sebesar 0,65 mg/kg, dan titik 3 <0,02 mg/kg. Kadar timbal (Pb) masing-masing sebesar 0,13 mg/kg, 0,14 mg/kg, dan 0,15 mg/kg. Sementara itu, kadar kadmium (Cd) sebesar 0,02 mg/kg, 0,02 mg/kg, dan 0,003 mg/kg. Seluruh hasil pengukuran berada di bawah ambang batas maksimum cemaran logam berat menurut SNI No. 7387 Tahun 2009. Dengan demikian, kandungan arsen, timbal, dan kadmium pada kerang tiram di perairan PPS Bitung masih memenuhi standar keamanan pangan.

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

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki sumber daya perairan dan keanekaragaman hayati laut yang sangat melimpah. Potensi tersebut mendukung pembangunan ekonomi nasional, khususnya pada sektor perikanan dan kelautan. Namun, peningkatan aktivitas pembangunan, industrialisasi, transportasi laut, serta pertumbuhan penduduk di wilayah pesisir berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan perairan. Salah satu bentuk pencemaran yang menjadi perhatian global adalah kontaminasi logam berat, karena bersifat toksik, persisten, dan dapat terakumulasi dalam rantai makanan (Husamah & Rahardjo, 2019).

Logam berat seperti arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) merupakan kontaminan yang banyak ditemukan di lingkungan perairan akibat aktivitas antropogenik. Sumber pencemaran logam berat dapat berasal dari limbah industri, aktivitas pelabuhan, transportasi laut, penggunaan bahan bakar, limbah domestik, serta kegiatan perikanan dan pengolahan hasil laut. Logam-logam tersebut dapat masuk ke dalam ekosistem perairan dan terakumulasi pada organisme akuatik melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi, sehingga berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia yang mengonsumsinya (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan [KLHK], 2022).

Pelabuhan Perikanan Samudra (PPS) Bitung merupakan salah satu pelabuhan perikanan terbesar di Indonesia Timur yang berfungsi sebagai pusat pendaratan, pengolahan, dan distribusi hasil perikanan. Aktivitas yang berlangsung di kawasan pelabuhan, seperti bongkar muat hasil tangkapan, perbaikan kapal, pengisian bahan bakar, dan kegiatan industri pengolahan ikan, berpotensi menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan perairan sekitar. Oleh karena itu, pemantauan kualitas lingkungan perairan di kawasan PPS Bitung perlu dilakukan secara berkala untuk menjamin keamanan hasil perikanan yang dikonsumsi masyarakat dan menjaga keberlanjutan sumber daya perairan.

Kerang tiram (*Crassostrea gigas*) merupakan salah satu biota laut yang banyak ditemukan di perairan pesisir dan memiliki nilai ekonomis serta nilai konsumsi yang tinggi. Kerang termasuk organisme *filter feeder*, yaitu organisme yang memperoleh makanan dengan cara menyaring partikel-partikel yang terdapat dalam air. Karakteristik tersebut menyebabkan kerang memiliki kemampuan untuk mengakumulasi berbagai

bahan pencemar, termasuk logam berat, dalam jaringan tubuhnya. Oleh karena itu, kerang sering digunakan sebagai bioindikator untuk menilai tingkat pencemaran lingkungan perairan (Patang, 2018).

Berbagai penelitian di Indonesia menunjukkan adanya kandungan logam berat pada kerang yang berasal dari perairan pesisir. Penelitian Fauzan et al. (2024) melaporkan bahwa kandungan arsen (As) pada kerang hijau di Pulau Pasaran sebesar 0,045 mg/kg dan masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh SNI No. 7387 Tahun 2009. Penelitian lain oleh Harahap, Khairunisa, dan Novalia (2022) menunjukkan bahwa kandungan kadmium (Cd) pada kerang darah berkisar antara 0,398–0,740 mg/kg dan masih memenuhi standar keamanan pangan nasional. Sementara itu, penelitian Auraningtyas dan Zainuddin (2025) di Teluk Kendari menemukan kandungan timbal (Pb) pada kerang kalandue sebesar 0,0024–0,0479 mg/kg yang juga masih berada di bawah baku mutu yang berlaku.

Meskipun beberapa penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat pada kerang masih berada di bawah batas aman, keberadaan logam berat di lingkungan perairan tetap perlu diwaspadai karena sifatnya yang sulit terdegradasi dan dapat terakumulasi dalam tubuh organisme maupun manusia dalam jangka panjang. Paparan kronis logam berat dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, seperti kerusakan sistem saraf, gangguan fungsi ginjal, kerusakan hati, gangguan reproduksi, hingga meningkatkan risiko kanker (Aeni, 2021).

Berdasarkan hasil observasi awal, penelitian mengenai kandungan logam berat pada kerang di kawasan Pelabuhan Perikanan Samudra Bitung masih terbatas. Padahal, tingginya aktivitas pelabuhan dan perikanan di wilayah tersebut berpotensi memengaruhi kualitas lingkungan perairan dan keamanan biota laut yang dikonsumsi masyarakat. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kandungan logam berat arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) pada kerang tiram (*Crassostrea gigas*) yang berasal dari perairan Pelabuhan Perikanan Samudra Bitung. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi sumber informasi ilmiah mengenai keamanan pangan hasil laut, mendukung upaya pengelolaan lingkungan perairan yang berkelanjutan, serta menjadi dasar pertimbangan dalam pengambilan kebijakan pengendalian pencemaran di kawasan pelabuhan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif observasional yang bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) pada kerang tiram (*Crassostrea gigas*) yang terdapat di perairan Pelabuhan Perikanan Samudra (PPS) Bitung. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan konsentrasi logam berat yang terkandung dalam sampel kerang dan membandingkannya dengan baku mutu yang berlaku. Penelitian dilaksanakan di kawasan perairan Pelabuhan Perikanan Samudra (PPS) Bitung, Kota Bitung, Provinsi Sulawesi Utara. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga titik pengamatan yang mewakili area aktivitas pelabuhan. Analisis laboratorium dilakukan di Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Manado. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 21 sampai 23 Januari Tahun 2026. Periode sampling dilakukan satu kali (satu musim). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kerang tiram (*Crassostrea gigas*) yang terdapat di perairan Pelabuhan Perikanan Samudra Bitung.

Sampel penelitian berupa kerang tiram yang diambil pada tiga titik lokasi pengamatan menggunakan metode purposive sampling, yaitu teknik pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu yang berkaitan dengan tujuan penelitian. Kriteria pengambilan sampel meliputi kerang yang masih hidup, memiliki ukuran yang relatif seragam, dan berasal dari lokasi yang mewakili aktivitas pelabuhan. Variabel yang diamati dalam penelitian adalah kadar logam berat yang terdapat pada jaringan daging kerang tiram, meliputi kandungan arsenik (As) pada jaringan daging kerang tiram (mg/kg), kandungan timbal (Pb) pada jaringan daging kerang tiram (mg/kg) dan kandungan kadmium (Cd) pada jaringan daging kerang tiram (mg/kg).

Teknik Pengumpulan Data. Data primer diperoleh melalui pengambilan sampel kerang tiram di lokasi penelitian dan pemeriksaan laboratorium untuk mengetahui konsentrasi logam berat arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd). Data sekunder diperoleh dari literatur ilmiah, jurnal penelitian, standar nasional, serta dokumen terkait yang mendukung penelitian.

Prosedur Penelitian

1. Menentukan tiga titik pengambilan sampel di kawasan perairan PPS Bitung.
2. Mengambil sampel kerang tiram (*Crassostrea gigas*) pada setiap titik pengamatan.
3. Membersihkan sampel dari kotoran yang menempel pada cangkang.
4. Memisahkan daging kerang dari cangkangnya dan menyiapkan sampel untuk analisis laboratorium.
5. Mengirim sampel ke laboratorium untuk dilakukan pengujian kandungan logam berat arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd).
6. Mencatat hasil pengujian dan membandingkannya dengan baku mutu cemaran logam berat berdasarkan SNI 7387:2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan.

Analisis kandungan logam berat arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) dilakukan di Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Manado menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) sesuai prosedur standar laboratorium yang berlaku. Hasil pemeriksaan dinyatakan dalam satuan miligram per kilogram (mg/kg).

Data hasil pemeriksaan laboratorium dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel serta narasi. Nilai konsentrasi logam berat arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan dalam SNI 7387:2009, yaitu: arsenik (As): $\leq 1,0$ mg/kg, timbal (Pb): $\leq 1,5$ mg/kg, kadmium (Cd): $\leq 1,0$ mg/kg

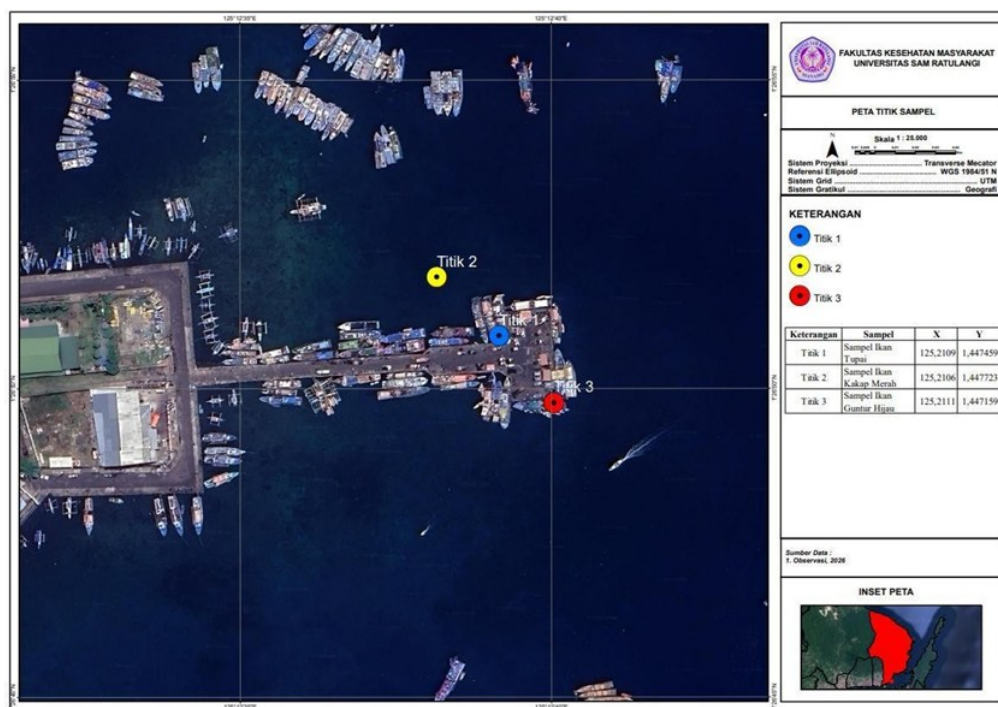
Hasil analisis selanjutnya digunakan untuk menentukan apakah kandungan logam berat pada kerang tiram di perairan PPS Bitung memenuhi atau tidak memenuhi persyaratan keamanan pangan.

HASIL

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Pelabuhan Perikanan Samudra (PPS) Bitung merupakan salah satu pelabuhan perikanan terbesar di Indonesia Timur yang terletak di Kota Bitung, Provinsi Sulawesi Utara. Secara geografis, PPS Bitung berada di pesisir timur Pulau Sulawesi dan berhadapan langsung dengan Laut Maluku. Lokasi yang strategis menjadikan pelabuhan ini sebagai pusat kegiatan perikanan tangkap, pendaratan ikan, pengolahan hasil

perikanan, serta distribusi produk perikanan ke pasar domestik maupun internasional. Aktivitas yang berlangsung di kawasan PPS Bitung meliputi sandar kapal perikanan, bongkar muat hasil tangkapan, pengisian bahan bakar minyak (BBM), perbaikan kapal, pengolahan hasil perikanan, serta kegiatan industri pendukung lainnya. Tingginya aktivitas tersebut berpotensi menghasilkan limbah yang dapat memengaruhi kualitas lingkungan perairan di sekitar pelabuhan, termasuk pencemaran logam berat. Oleh karena itu, pemantauan kandungan logam berat pada biota laut, termasuk kerang tiram (*Crassostrea gigas*), perlu dilakukan sebagai upaya untuk menilai keamanan pangan dan kualitas lingkungan perairan. Sampel kerang tiram pada penelitian ini diambil dari tiga titik pengamatan yang mewakili kawasan perairan PPS Bitung.



Gambar 1. Lokasi pengambilan kerang di kawasan PPS Kota Bitung



Gambar 2. Kerang Tiram di Lokasi Penelitian

Pemeriksaan Konsentrasi Arsenik (As) pada Kerang Tiram

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Konsentrasi Arsenik (As) pada Kerang Tiram

Titik Pengambilan Sampel	Kadar As (mg/kg)	Ambang Batas SNI 7387:2009 (mg/kg)	Hasil
Titik 1	0,02	1,0	Memenuhi Syarat
Titik 2	0,65	1,0	Memenuhi Syarat
Titik 3	<0,02	1,0	Memenuhi Syarat

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa kadar arsenik (As) pada kerang tiram yang diperoleh dari perairan PPS Bitung berkisar antara <0,02–0,65 mg/kg. Konsentrasi arsenik tertinggi ditemukan pada sampel dari titik 2 yaitu sebesar 0,65 mg/kg, sedangkan konsentrasi terendah ditemukan pada titik 3 yaitu <0,02 mg/kg. Seluruh sampel masih berada di bawah ambang batas maksimum cemaran arsenik menurut SNI 7387:2009 sebesar 1,0 mg/kg, sehingga seluruh sampel dinyatakan memenuhi syarat keamanan pangan.

Pemeriksaan Konsentrasi Timbal (Pb) pada Kerang Tiram

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Konsentrasi Timbal (Pb) pada Kerang Tiram

Titik Pengambilan Sampel	Kadar Pb (mg/kg)	Ambang Batas SNI 7387:2009 (mg/kg)	Hasil
Titik 1	0,13	1,5	Memenuhi Syarat
Titik 2	0,14	1,5	Memenuhi Syarat
Titik 3	0,15	1,5	Memenuhi Syarat

Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium, kadar timbal (Pb) pada kerang tiram berkisar antara 0,13–0,15 mg/kg. Konsentrasi tertinggi ditemukan pada titik 3 yaitu sebesar 0,15 mg/kg, sedangkan konsentrasi terendah ditemukan pada titik 1 yaitu sebesar 0,13 mg/kg. Seluruh hasil pemeriksaan masih berada di bawah ambang batas maksimum cemaran timbal menurut SNI 7387:2009 sebesar 1,5 mg/kg, sehingga seluruh sampel kerang tiram dinyatakan memenuhi syarat keamanan pangan.

Pemeriksaan Konsentrasi Kadmium (Cd) pada Kerang Tiram

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Konsentrasi Kadmium (Cd) pada Kerang Tiram

Titik Pengambilan Sampel	Kadar Cd (mg/kg)	Ambang Batas SNI 7387:2009 (mg/kg)	Hasil
Titik 1	0,02	1,0	Memenuhi Syarat
Titik 2	0,02	1,0	Memenuhi Syarat
Titik 3	0,003	1,0	Memenuhi Syarat

Hasil pemeriksaan kadar kadmium (Cd) pada kerang tiram menunjukkan nilai berkisar antara 0,003–0,02 mg/kg. Konsentrasi tertinggi ditemukan pada titik 1 dan titik 2 yaitu sebesar 0,02 mg/kg, sedangkan konsentrasi terendah ditemukan pada titik 3 yaitu sebesar 0,003 mg/kg. Seluruh sampel kerang tiram masih berada di bawah ambang batas maksimum cemaran kadmium menurut SNI 7387:2009 sebesar 1,0 mg/kg. Dengan demikian, seluruh sampel dinyatakan memenuhi syarat keamanan pangan.

Rekapitulasi Kandungan Logam Berat pada Kerang Tiram

Tabel 4. Rekapitulasi Kandungan Logam Berat pada Kerang Tiram di Perairan PPS Bitung

Parameter	Rentang (mg/kg)	Hasil Ambang Batas SNI 7387:2009 (mg/kg)	Keterangan
Arsenik (As)	<0,02 – 0,65	1,0	Memenuhi Syarat
Timbal (Pb)	0,13 – 0,15	1,5	Memenuhi Syarat
Kadmium (Cd)	0,003 – 0,02	1,0	Memenuhi Syarat

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) pada kerang tiram (*Crassostrea gigas*) yang diperoleh dari perairan Pelabuhan Perikanan Samudra Bitung masih berada di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan dalam SNI 7387:2009. Hasil ini mengindikasikan bahwa kerang tiram yang diperoleh dari lokasi penelitian masih memenuhi persyaratan keamanan pangan berdasarkan parameter logam berat yang diteliti.

DISKUSI

Kandungan Logam Berat Arsenik (As) pada Kerang Tiram di Perairan PPS Bitung

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat arsenik (As) pada kerang tiram (*Crassostrea gigas*) yang diperoleh dari perairan Pelabuhan Perikanan Samudra (PPS) Bitung berkisar antara <0,02–0,65 mg/kg. Konsentrasi arsenik tertinggi ditemukan pada titik 2 sebesar 0,65 mg/kg, sedangkan konsentrasi terendah ditemukan pada titik 3 yaitu <0,02 mg/kg. Seluruh sampel masih berada di bawah ambang batas maksimum cemaran arsenik berdasarkan SNI 7387:2009 yaitu 1,0 mg/kg sehingga dinyatakan memenuhi syarat keamanan pangan.

Tingginya kadar arsenik pada titik 2 diduga berkaitan dengan aktivitas pelabuhan yang lebih intensif dibandingkan titik lainnya. Kawasan tersebut merupakan

area dengan aktivitas sandar kapal, bongkar muat hasil perikanan, pengisian bahan bakar minyak, serta kegiatan perawatan kapal yang berpotensi menghasilkan limbah mengandung logam berat. Arsenik dapat masuk ke lingkungan perairan melalui limbah industri, bahan pengawet kayu, cat kapal, bahan bakar, serta limbah domestik yang dibuang ke perairan. Menurut Irianti, Kuswandi, Nuranto, dan Budiyatni (2017), pencemaran arsenik dapat terjadi akibat proses geologi alami maupun aktivitas manusia yang menyebabkan logam tersebut terlepas ke lingkungan dan terakumulasi pada organisme akuatik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun kandungan arsenik masih berada di bawah baku mutu, kerang tiram tetap mampu mengakumulasi logam tersebut. Hal ini disebabkan karena kerang merupakan organisme *filter feeder* yang memperoleh makanan dengan menyaring air secara terus-menerus. Proses penyaringan tersebut menyebabkan berbagai partikel, termasuk logam berat yang terlarut maupun yang terikat pada bahan organik, dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh kerang. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Thalib, Daud, dan Amqam (2023) yang menemukan kandungan arsenik pada beberapa jenis ikan konsumsi di perairan Halmahera dengan konsentrasi berkisar 0,186–0,611 mg/kg dan masih berada di bawah ambang batas keamanan pangan.

Meskipun demikian, keberadaan arsenik dalam biota laut tetap perlu diwaspadai karena logam ini bersifat toksik dan dapat menyebabkan gangguan kesehatan apabila terakumulasi dalam tubuh manusia dalam jangka panjang. Menurut Patang (2018), logam berat dapat masuk ke dalam tubuh organisme perairan melalui rantai makanan, penyerapan langsung dari air, maupun melalui permukaan tubuh dan insang. Akumulasi yang berlangsung secara terus-menerus dapat meningkatkan konsentrasi logam dalam jaringan organisme sehingga berpotensi menimbulkan efek toksik. Oleh karena itu, pemantauan kandungan arsenik di kawasan PPS Bitung perlu dilakukan secara berkala untuk mencegah peningkatan konsentrasi yang dapat membahayakan kesehatan masyarakat.

Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Kerang Tiram di Perairan PPS Bitung

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan timbal (Pb) pada kerang tiram di perairan PPS Bitung berkisar antara 0,13–0,15 mg/kg. Konsentrasi tertinggi ditemukan pada titik 3 sebesar 0,15 mg/kg, sedangkan konsentrasi terendah ditemukan pada titik 1

sebesar 0,13 mg/kg. Seluruh hasil pengukuran masih berada di bawah ambang batas maksimum cemaran timbal berdasarkan SNI 7387:2009 yaitu 1,5 mg/kg.

Meskipun kandungan timbal yang ditemukan masih memenuhi standar keamanan pangan, keberadaan logam ini tetap perlu menjadi perhatian. Timbal merupakan logam berat yang bersifat toksik dan dapat terakumulasi dalam tubuh organisme maupun manusia. Aktivitas pelabuhan seperti penggunaan bahan bakar kapal, emisi mesin, perbaikan kapal, aktivitas bongkar muat, serta limbah domestik dan industri merupakan sumber utama masuknya timbal ke lingkungan perairan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Caksana, Aritonang, Muliadi, dan Sofiana (2021) yang menemukan bahwa kandungan timbal pada ikan di Pantai Samudra Indah masih berada di bawah ambang batas keamanan pangan. Demikian pula penelitian Anwar, Wonggo, dan Mongi (2022) pada ikan demersal di Teluk Manado menunjukkan kandungan timbal kurang dari 0,08 mg/kg dan masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Keberadaan timbal dalam kerang menunjukkan bahwa proses bioakumulasi telah terjadi meskipun dalam konsentrasi yang relatif rendah. Menurut Patang (2018), logam berat yang masuk ke lingkungan perairan dapat mengalami proses bioakumulasi melalui rantai makanan sehingga konsentrasinya dalam tubuh organisme dapat lebih tinggi dibandingkan konsentrasi di lingkungan sekitarnya. Kerang sebagai organisme penyaring memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan logam berat dari kolom air maupun sedimen sehingga sering digunakan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan. Walaupun kadar timbal yang ditemukan masih aman untuk dikonsumsi, paparan kronis dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti kerusakan sistem saraf, gangguan fungsi ginjal, anemia, dan gangguan perkembangan pada anak-anak. Oleh karena itu, pengawasan kualitas lingkungan perairan di kawasan PPS Bitung perlu terus dilakukan untuk mencegah peningkatan kadar timbal di masa mendatang.

Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) pada Kerang Tiram di Perairan PPS Bitung

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan kadmium (Cd) pada kerang tiram di perairan PPS Bitung berkisar antara 0,003–0,02 mg/kg. Konsentrasi tertinggi ditemukan pada titik 1 dan titik 2 sebesar 0,02 mg/kg, sedangkan konsentrasi terendah ditemukan pada titik 3 sebesar 0,003 mg/kg. Seluruh sampel yang diperiksa masih berada

di bawah ambang batas maksimum cemaran kadmium menurut SNI 7387:2009 yaitu 1,0 mg/kg. Rendahnya kandungan kadmium yang ditemukan mengindikasikan bahwa tingkat pencemaran kadmium di kawasan penelitian masih relatif rendah. Namun demikian, keberadaan kadmium tetap perlu diperhatikan mengingat sifatnya yang sangat toksik dan mudah terakumulasi dalam jaringan organisme. Sumber pencemaran kadmium di lingkungan perairan umumnya berasal dari limbah industri, bahan bakar, cat, pelapisan logam, baterai, serta limbah domestik yang masuk ke badan air.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Utari, Ginting, dan Pradnyaswari (2023) yang menemukan kandungan kadmium pada ikan tuna sebesar 0,023 mg/kg dan masih berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan. Namun demikian, beberapa penelitian lain menunjukkan bahwa kandungan kadmium pada biota perairan di beberapa wilayah Indonesia telah melebihi baku mutu. Suryani, Nur, Rahmasari, dan Wirasti (2024) melaporkan bahwa kadar kadmium pada ikan kakap putih dan ikan kerapu telah melampaui batas maksimum yang ditetapkan BPOM. Kerang tiram memiliki kemampuan mengakumulasi kadmium karena pola makan dan habitatnya yang berada di daerah pesisir. Menurut Rumoeiy, Umar, dan Hadijah (2022), logam berat yang masuk ke perairan akan terakumulasi pada sedimen dan organisme benthik, termasuk kerang. Kadmium yang masuk ke tubuh organisme sulit dieliminasi sehingga dapat bertahan dalam waktu yang lama dan terus mengalami akumulasi. Paparan kadmium dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan fungsi ginjal, kerusakan hati, gangguan metabolisme tulang, serta meningkatkan risiko kanker. Oleh karena itu, walaupun kadar kadmium pada penelitian ini masih berada di bawah ambang batas keamanan, pemantauan secara berkala tetap diperlukan untuk mengantisipasi peningkatan konsentrasi akibat aktivitas pelabuhan yang terus berkembang.

Implikasi Keamanan Pangan dan Kualitas Lingkungan Perairan

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) pada kerang tiram (*Crassostrea gigas*) di perairan Pelabuhan Perikanan Samudra Bitung masih berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan dalam SNI 7387:2009. Temuan ini mengindikasikan bahwa kerang tiram yang berasal dari lokasi penelitian masih layak dan aman untuk dikonsumsi berdasarkan parameter logam berat yang dianalisis. Meskipun demikian, keberadaan logam berat pada seluruh sampel menunjukkan bahwa aktivitas pelabuhan dan aktivitas antropogenik di

sekitar kawasan PPS Bitung telah memberikan kontribusi terhadap masuknya logam berat ke lingkungan perairan. Karena logam berat memiliki sifat persisten, tidak dapat terdegradasi secara alami, dan mampu mengalami bioakumulasi serta biomagnifikasi, maka diperlukan pemantauan kualitas lingkungan secara berkala. Upaya pengendalian pencemaran, pengelolaan limbah pelabuhan yang lebih baik, serta pengawasan kualitas hasil perikanan perlu terus dilakukan guna menjaga keamanan pangan dan keberlanjutan ekosistem perairan di kawasan Pelabuhan Perikanan Samudra Bitung.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) pada kerang tiram (*Crassostrea gigas*) yang terdapat di perairan Pelabuhan Perikanan Samudra (PPS) Bitung. Hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan bahwa kadar arsenik (As) pada sampel kerang tiram berkisar antara $<0,02-0,65$ mg/kg, kadar timbal (Pb) berkisar antara $0,13-0,15$ mg/kg, dan kadar kadmium (Cd) berkisar antara $0,003-0,02$ mg/kg. Seluruh nilai yang diperoleh masih berada di bawah ambang batas maksimum cemaran logam berat yang ditetapkan dalam SNI 7387:2009. Temuan ini menunjukkan bahwa kerang tiram yang berasal dari perairan PPS Bitung masih memenuhi persyaratan keamanan pangan berdasarkan parameter logam berat yang diteliti dan relatif aman untuk dikonsumsi. Meskipun demikian, keberadaan logam berat pada seluruh sampel mengindikasikan adanya paparan pencemar dari aktivitas antropogenik di kawasan pelabuhan. Oleh karena itu, pengawasan dan pemantauan kualitas lingkungan perairan tetap perlu dilakukan secara berkelanjutan untuk mencegah peningkatan akumulasi logam berat yang dapat berdampak terhadap kesehatan manusia maupun kelestarian ekosistem perairan.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar pengelola Pelabuhan Perikanan Samudra Bitung bersama instansi terkait terus meningkatkan pengawasan terhadap sumber-sumber pencemaran yang berasal dari aktivitas pelabuhan, seperti kegiatan bongkar muat, perawatan kapal, pengisian bahan bakar, dan pembuangan limbah. Pemantauan kualitas lingkungan perairan secara berkala perlu dilakukan tidak hanya pada biota laut, tetapi juga pada media lingkungan lainnya seperti air dan sedimen guna

memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh mengenai kondisi pencemaran di kawasan pelabuhan. Selain itu, masyarakat dan pelaku usaha perikanan perlu didorong untuk menerapkan praktik pengelolaan lingkungan yang baik guna mengurangi potensi pencemaran perairan. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan penelitian dengan jumlah sampel yang lebih besar, cakupan lokasi yang lebih luas, serta menambahkan analisis bioakumulasi dan kajian risiko kesehatan sehingga dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai dampak logam berat terhadap keamanan pangan dan kesehatan masyarakat. Dengan adanya pemantauan dan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan, kualitas perairan serta keamanan hasil perikanan di kawasan PPS Bitung dapat tetap terjaga.

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

- Aeni, S. R. N. (2021). *Toksikologi klinik untuk DIII analis kesehatan* (pp. 203–204, 208–209, 212–213). <https://id.scribd.com/document/511858034/Buku-Toksikologi-Rev-21-Mei-2021>
- Andriani, T., Agustin, F., Chadijah, S., Adawiah, S. R., & Nur, A. (2022). Analisa logam berat kadmium (Cd) dan timbal (Pb) pada kerang hijau (*Perna viridis*) yang beredar di Pelelangan Ikan Paotere Kota Makassar. *Chimica et Natura Acta*, 10(3), 112–116. <https://doi.org/10.24198/cna.v10.n3.42296>
- Auraningtyas, V., Majid, R., & Zainuddin, A. (2025). Analisis kandungan logam berat timbal (Pb) pada kerang kalandue (*Polymesoda erosa*) sebagai bioindikator pencemaran lingkungan di Teluk Kendari. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Universitas Halu Oleo*, 6(2), 76–83.
- Awaluddin, A. P. (2024). *The ecology and management of marine debris* (p. 57). Media Penerbit Indonesia.
- Ermgassen, P. S. E., Bos, O., Debney, A., Gamble, C., Glover, A., Pogoda, B., & Smyth, D. (2021). *European native oyster habitat restoration monitoring handbook* (p. 4). Native Oyster Restoration Alliance Europe.

- Fauzan, M. R., Rangga, A., Astuti, S., & Suroso, E. (2024). Identifikasi cemaran logam berat (Hg, Cu, Pb, Zn, As, dan Ag) pada kerang hijau (*Perna viridis*) di Pulau Pasaran Provinsi Lampung. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 3(1), 75–84.
- Harahap, A. A. F., Khairunnisa, & Novalia, V. (2022). Analisis unsur logam berat kadmium (Cd) pada kerang darah di pasar tradisional Kota Lhokseumawe. *Glosains: Jurnal Sains Global Indonesia*, 3(2), 84–90.
- Harahap, H. S., Harahap, N. A. A., & Harahap, A. (2022). *Berpikir kritis terhadap pencemaran lingkungan dengan metode inkuiri*. CV. El Publisher.
- Husamah, & Rahardjanto, A. (2019). *Bioindikator: Teori dan aplikasi dalam biomonitoring* (p. 86). UMM Press.
- Irianti, T. T., Kuswandi, S., Nuranto, S., & Budiyaniti, A. (2017). *Logam berat dan kesehatan* (pp. 1–4, 75). Grafika Indah.
- Jamika, F. I. (2023). Dampak pencemaran mikroplastik di wilayah pesisir dan kelautan. *Jurnal Pasir Laut*, 7(1), 1–10.
- 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), 145–152. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i2.41617>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2026). *Detail Pelabuhan Perikanan Samudera Bitung*. Pusat Informasi Pelabuhan Perikanan.
- Khalil, M. (2016). *Bioekologi kerang genus Anadara (Bivalvia: Archidae)*. Sefa Bumi Persada.
- Luthfiyana, N., Diamahesa, W. A., Mutamimah, D., Ratrinia, P. W., Affandi, R. I., Andayani, T. R., Dinariwisan, D., Nusaibah, & Rahmadani, T. B. C. (2024). *Diversifikasi dan pengembangan produk hasil perikanan*. CV. Tohar Media.
- Nuri, M., Santoso, A., & Widowati, I. (2023). Analisis kandungan logam berat Pb pada kerang bulu (*Anadara antiquata*) di Perairan Bandengan Kabupaten Kendal. *Jurnal Saintek Perikanan*, 18(2), 410–417.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Perusakan Laut. (1999). Pemerintah Republik Indonesia.
- Putri, E. T., Manohas, J., Simau, S., Manengkey, J. I., Saranga, R., Darondo, F. A., Katili, L., & Karyanto, K. (2024). Identification of waste from fishing vessel based at the Bitung Ocean Fishing Port. *Jurnal Segara*, 19(3), 210–219.
- Reichelt-Brushett, A., & Batley, G. (2023). Metals and metalloids. In A. Reichelt-Brushett (Ed.), *Marine pollution—Monitoring, management and mitigation* (pp. 116–117). Springer.
- Rosali, J. N. (2024). *Analisis kadar logam berat timbal, kadmium (Cd) dan arsen pada kerang darah (Anadara granosa) dan kerang kepah (Polymesoda erosa) di Kabupaten Pangkep* (Skripsi, Poltekkes Kemenkes Makassar).
- Rumoey, D. S., Umar, N. A., & Hadijah. (2022). *Pencemaran logam berat pada ekosistem perairan* (pp. 5–6). Pusaka Almaida.
- Rusnam, & Efrizal. (2020). *Logam berat, penyebab dan penanggulangannya* (pp. 63, 66–67, 69, 76). Uwais Inspirasi Indonesia.
- Samira, S., Warsidah, & Prayitno, D. I. (2022). Penentuan kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada kerang bulu (*Anadara antiquata*) di Perairan Sedanau Kabupaten Natuna. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, 5(3), 136–145.

- Sondak, M. R., Minantyo, H., Patiwi, I. Y., Ap-Fatsah, R. P., & Lau, J. (2023). *Karakteristik kerang bulu (Anadara antiquata) dan potensinya sebagai abon*. Universitas Ciputra.
- Standar Nasional Indonesia. (2009). *SNI 7387:2009 batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Suryono, C. A., & Indardjo, A. (2022). Logam berat mercury (Hg) dan arsen (As) pada hasil tangkapan nelayan pesisir Semarang dan Tegal, Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(3), 456–462.
- Susilawaty, A., Sitorus, E., Gala, S., Chaerul, M., Tangio, J. S., Tanri, C. S., Ghazali, M., Mastutie, F., Simarmata, M. M. T., & Mohamad, E. (2021). *Ilmu lingkungan* (p. 64). Yayasan Kita Menulis.
- Triyono, T. C. L., Maddusa, S. S., & Pinontoan, O. R. (2025). Analisis risiko ekologis arsen (As) pada sedimen dan kerang di Teluk Manado. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 6(3), 13001–13009.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. (2007). Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. (2009). Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140.
- Untu, I. M., Rarumangkay, J., & Kowel, Y. H. S. (2022). *Bioakumulasi senyawa xenobiotik* (pp. 23–24, 61–63). CV Patra Media Grafindo.
- Vithanage, M., Samarasekara, S. M., James, B. D., & Reddy, C. M. (Eds.). (2024). *Coastal and marine pollution: Source to sink, mitigation and management* (pp. 2, 45). Wiley.
- Wahyuni, S., Yanti, N., & Idroes, G. M. (2023). Analysis of the heavy metal content of lead and mercury in freshwater sea shells in the River Krueng Sabee, Aceh Jaya. *COMORBID: Pharmacology, Medical Reports, Orthopedic, and Illness Details*, 2(3), 155–162.
- Widiyanti, A., Tunas Rancak, G., Akraeoe Littaqua, L. A., & Hindarman, R. (2023). Analisis indeks pencemaran air permukaan dan air tanah di desa sekitar TPA Regional Kebon Kongok. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 15(1), 1–10.