

DETEKSI KANDUNGAN LOGAM BERAT PADA KERANG YANG BEREDAR DI PASAR TRADISIONAL KOTA BATAM

Sari Rahmiati*, Yopy Mardiansyah, Nadia Sabrina, Raul Arifin Magna

Institut Teknologi Batam

Komplek Vitka City, Jl. Gajah Mada, Tiban Ayu, Kec. Sekupang, Kota Batam, Kepulauan Riau, Indonesia

*e-mail korespondensi: sari@iteba.ac.id

Abstrak

Kerang adalah salah satu jenis komoditas yang melimpah di wilayah muara dan pesisir pantai. Kerang digunakan untuk berbagai manfaat, termasuk sebagai sumber protein dalam makanan. Kerang merupakan salah satu seafood yang populer di berbagai daerah, termasuk di kota Batam, kota pesisir yang terkenal dengan keberagaman kuliner lautnya serta jalur perdagangan. Masyarakat di kota Batam sering mengonsumsi kerang sebagai bahan makanan sehari-hari. Namun, keprihatinan muncul ketika berkaitan dengan keamanan konsumsi kerang, terutama dalam konteks logam berat. Hal ini diketahui bahwa Kota Batam merupakan salah satu jalur perdagangan dunia dan pelabuhan bebas yang memiliki potensi pencemaran di wilayah pesisir, yang memiliki biota laut disekitarnya. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengetahui kandungan logam berat yaitu Pb, Fe, Hg, dan Cd pada beberapa jenis kerang yang banyak beredar di pasar dan dikonsumsi masyarakat yaitu Kerang Dara, Kerang Hijau dan Siput Gonggong. Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif melalui pencampuran sampel dengan larutan standar. Pengujian kualitatif kandungan logam dilakukan pada cangkang dan daging kerang dengan menggunakan larutan standar kalium iodide (KI), kalium sianida (KSCN), ammonium hidroksida (NH₄OH), natrium hidroksida (NaOH), ammonia (NH₃). Observasi hasil pengujian kualitatif menunjukkan terjadi perubahan warna menjadi merah bata pada semua larutan standar setelah dicampur dengan bagian cangkang dan daging kerang hijau serta siput gonggong sehingga dapat disimpulkan bahwa uji kualitatif menunjukkan positif adanya kandungan logam Fe pada Kerang Dara, Kerang Hijau, dan Siput Gonggong

Kata kunci: logam berat, biota laut, cangkang, analisis kualitatif

Abstract

Shellfish are a type of commodity that is abundant in estuary and coastal areas. Shellfish are used for various benefits, including as a source of protein in food. Mussels are popular seafood in various regions, including the city of Batam, a coastal city that is famous for its diversity of seafood and trade routes. People in the city of Batam often consume shellfish as a daily food ingredient. However, concerns arise when it comes to the safety of shellfish consumption, especially in the context of heavy metals. It is known that Batam City is one of the world's trade routes and a free port which has the potential for pollution in coastal areas, which have marine biota around them. The main objective of this research is to determine the heavy metal content, namely Pb, Fe, Hg, and Cd in several types of shellfish that are widely circulated on the market and consumed by the public, namely dara snails (*Anadara granosa*), green mussels (*Perna viridis*), and gonggong snails (*Gonggong Strombus sp.*). This research was carried out using a descriptive method by mixing the sample with a standard solution. Qualitative testing of metal content was carried out on shells and shellfish meat using standard solutions of potassium iodide (KI), potassium cyanide (KSCN), ammonium hydroxide (NH₄OH), sodium hydroxide (NaOH), ammonia (NH₃). Observation of the qualitative test results showed that the color changed to brick red in all standard solutions after being mixed with the shell and meat of green mussels and gonggong snails, so it can be concluded that the qualitative test showed positive Fe metal content *Anadara granosa*, *Perna viridis*, and *Gonggong Strombus sp.*

Keywords: heavy metals, marine life, shells, qualitative analysis

PENDAHULUAN

Kerang adalah salah satu jenis komoditas yang melimpah di wilayah muara dan pesisir pantai. Kerang digunakan untuk berbagai manfaat, termasuk sebagai sumber protein dalam makanan. Kerang mampu mengakumulasi logam dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan hewan air lainnya karena cara hidupnya yang cenderung tetap di tempat dan memfilter makanannya, juga karena lambatnya respons terhadap cemaran, sehingga sulit bagi kerang untuk menghindarinya (Putri et al., 2021). Oleh karena itu, jenis kerang sangat efektif sebagai indikator untuk mengawasi tingkat pencemaran logam dalam ekosistem perairan.

Pulau Batam menjadi salah satu kawasan perdagangan dan Pelabuhan bebas yang ada di Kepulauan Riau. Hal ini berdampak pada meningkatnya potensi pencemaran dan kerusakan lingkungan terutama di wilayah pesisir. Salah satu sektor yang turut memberi sumbangan pada penurunan kualitas lingkungan di wilayah pesisir adalah aktivitas di laut seperti perkapalan, dumping di laut, pertambangan, eksplorasi dan eksploitasi minyak, budidaya laut, dan perikanan. Pencemaran yang berasal dari kegiatan manusia memberikan dampak yang lebih besar dari pencemaran yang disebabkan oleh alam. Pencemaran akan berakibat buruk bagi kehidupan atau lingkungan laut (Darza, 2020).

Kota Batam merupakan kota yang dirancang sebagai pusat industri dan menjadi salah satu jalur perdagangan dunia memiliki banyak industri yang berkembang hingga saat ini salah satunya industri perkapalan. Perkembangan industri yang pesat menyebabkan peningkatan limbah, termasuk limbah padat, cair, dan gas, yang mengandung bahan kimia beracun dan berbahaya (B3) dan mencemari perairan disekitar Kota Batam (Ismarti et al., 2017). Kehadiran logam berat, terutama yang berasal dari industri perkapalan di sekitar perairan yang digunakan sebagai bahan dasar atau pendukung, menimbulkan kekhawatiran yang serius. Berdasarkan penelitian terdahulu mengenai analisis kandungan logam berat pada tumbuhan di Perairan Batam, Kepulauan Riau bahwa perairan pulau Batam telah tercemar logam Cu, Pb dan Cd (Ismarti et al., 2017).

Kerang merupakan salah satu seafood yang populer di berbagai daerah, termasuk di kota Batam, kota pesisir yang terkenal dengan keberagaman kuliner lautnya. Masyarakat di kota Batam sering mengonsumsi kerang sebagai bahan makanan sehari-hari. Namun,

keprihatinan muncul ketika berkaitan dengan keamanan konsumsi kerang, terutama dalam konteks logam berat.

Logam berat adalah logam yang diketahui memiliki kemampuan untuk mengakumulasi di dalam tubuh organisme dan tetap berada di sana dalam waktu yang lama, bertindak sebagai racun yang terkumpul (Briffa et al., 2020). Logam berat yang terdapat di perairan cenderung mengendap ke dasar perairan dan membentuk sedimen. Ini meningkatkan risiko paparan logam berat bagi organisme seperti udang, rajungan, dan kerang yang mencari makan di dasar perairan, karena logam berat telah terikat dalam sedimen (Amansyah & Syarif, 2015).

Logam berat merujuk kepada jenis logam yang memiliki berat jenis 5,0 atau lebih, dengan nomor atom antara 21 hingga 92 dalam Sistem Periodik Unsur. Beberapa contohnya termasuk Zn, Co, Fe, Mg, Ni, Cu, dan Pb. Kelompok logam ini memiliki berat jenis $\geq 5 \text{ gr/cm}^3$, yang membuatnya mudah mengendap dan tertransportasikan. Karena sifat ini, biota seperti kerang memiliki kemampuan untuk mengumpulkan logam berat dengan mudah (Juharna et al., 2022); (Nurhayati & Putri, 2019)

Logam berat merupakan komponen alami yang terdapat di dalam tanah dan tidak dapat terurai atau dihancurkan. Zat ini dapat memasuki tubuh manusia melalui makanan, air minum, dan udara. Dalam jumlah rendah, logam berat diperlukan oleh makhluk hidup untuk mengatur berbagai fungsi kimia dan fisiologi tubuh, yang dikenal sebagai *trace element*, yaitu elemen kimia yang dibutuhkan oleh organisme hidup dalam jumlah sangat kecil (kurang dari 0,1% dari volume). Beberapa logam berat seperti tembaga (Cu), selenium (Se), besi (Fe), dan seng (Zn) merupakan *trace element* penting untuk tubuh manusia. Di sisi lain, kelompok elemen mikro terdiri dari logam berat seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As), dan kadmium (Cd), yang tidak memiliki fungsi penting bagi tubuh manusia (Irianti et al., 2017). Penelitian mengenai analisis kandungan logam berat sudah banyak dilakukan, diantaranya analisis kandungan logam berat Pb pada air, sedimen dan kerang darah (Handayani et al., 2020). Penelitian lain mengenai analisis kualitatif logam Cd pada sungai juga pernah dilakukan (Rahmawati, 2018). Penelitian lain mengenai analisis kandungan logam Pb pada Gastropoda (Askara et al., 2020); (Waters et al., 2022); (Natsir et al., 2021)

Logam berat seperti timbal, merkuri, kadmium dan arsenik dapat menjadi kontaminan yang berbahaya dalam kerang dan makanan laut

lainnya. Paparan jangka panjang terhadap logam berat ini dapat memiliki dampak kesehatan yang serius bagi kesehatan manusia, termasuk keracunan dan gangguan sistem organ. Oleh karena itu, penting untuk memantau dan mendeteksi kandungan logam berat dalam kerang yang beredar di pasar tradisional. Kota Batam, sebagai salah satu pusat ekonomi dan perdagangan di Indonesia yang terletak di sekitar perairan yang kaya akan sumber daya laut, memiliki pasar tradisional yang menjual berbagai jenis kerang. Dengan mempertimbangkan pentingnya keamanan pangan dan kesehatan Masyarakat, penelitian ini bertujuan untuk melakukan deteksi dan analisis kandungan logam berat dalam kerang yang beredar di pasar tradisional kota Batam.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode dekstrif melalui eksperimen pencampuran sampel dengan larutan standar. Larutan standar yang digunakan antara lain larutan standar kalium iodida (KI), kalium sianida (KSCN), natrium hidroksida (NaOH), ammonium hidroksida (NH₄OH) dan ammonia (NH₃) untuk mendeteksi kandungan logam berat. Sampel yang digunakan adalah tiga jenis kerang yaitu gonggong dari famili *Strombidae* (Rasyid & Dody, 2018), kerang hijau dari famili *Mytilidae* (Masyarakat Moluska Indonesia, 2011), dan kerang dara dari famili *Arcidae* (Noorma Kurnyawaty1), Fitriyana1), Fataa Kusumattaqin1), Rizky Sulvika Puspa Rinda2), 2020) yang dianalisis di Laboratorium Kimia Institut Teknologi Batam. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan *kluster random sampling* yang diambil dari tiga pasar tradisional terbesar di Kota Batam.

Bagian dari kerang yang akan digunakan uji kandungan logam berat adalah bagian cangkang dan daging. Sampel akan diberikan 5 perlakuan berbeda dengan mencampurkan larutan standar yang berbeda. Berikut alat dan bahan yang dibutuhkan pada setiap tahapan penelitian :

1. Alat Penggerus : untuk menghaluskan cangkang dan daging kerang
2. Oven : untuk mengeringkan sampel
3. Hot Plate : untuk memanaskan pada proses destruksi basah
4. Gelas kimia dan tabung reaksi : untuk mencampurkan dan mereaksikan sampel
5. Larutan standar dan aqua regia

Untuk mengetahui kandungan logam Pb digunakan larutan KI, HCl, NaOH, NH₄OH sedangkan untuk mendeteksi kandungan logam Cd digunakan larutan NaOH, KI, dan NH₄OH (Arifiyana & Fernanda, 2018). Deteksi kandungan logam Fe digunakan larutan KSCN (Suryani et al., 2022); (Idiawati, 2018), dan kandungan logam Hg digunakan larutan NH₃.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan metode uji kualitatif dengan menambahkan beberapa pereaksi untuk mengidentifikasi logam-logam berat pada tiga jenis kerang yaitu kerang dara, siput gonggong, dan kerang hijau. Sampel kerang diambil secara acak dari 3 lokasi pasar tradisional terbesar di Kota Batam. Sampel yang akan diuji dipisahkan antara daging dan cangkangnya.

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan, dimulai dari tahap preparasi sampel, identifikasi, dan interpretasi.

1. Tahap Preparasi Sampel

Sampel dibersihkan dari pengotor, kemudian dipisahkan cangkang dan dagingnya. Cangkang kemudian dikeringkan dan digerus hingga halus. Daging dikeringkan dengan dipanaskan menggunakan oven pada suhu 100 °C selama kurang lebih 5 jam. Proses pengeringan dilakukan untuk menghilangkan kadar air. Selanjutnya proses pemberian label pada masing-masing sampel.

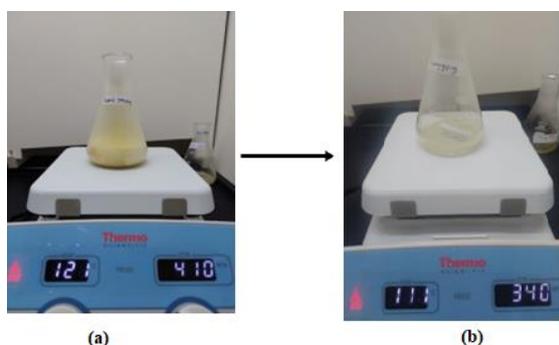


Gambar 1. (a) Cangkang Kerang Dara (CKD); (b) Cangkang Siput Gonggong (CSG); (c) Cangkang Kerang Hijau (CKH); (d) Daging Kerang Dara (DKD); (e) Daging Siput Gonggong (DSG); (f) Daging Kerang Hijau (DKH);

2. Tahap Identifikasi

Setelah sampel cangkang halus, kemudian dilakukan destruksi kering untuk memisahkan senyawa logam yang terdapat dalam cangkang.

Daging cangkang dipotong dengan ukuran kurang lebih 10-40 mm kemudian dikeringkan serta ditumbuk hingga halus. Destruksi kering dilakukan dengan menambahkan air raja (aqua regia) ke dalam sampel seberat 2 gram. Aqua regia dibuat dari HNO₃ dan HCl dengan perbandingan 1:3 masing-masing 5 mL HNO₃ dan 15 mL HCl. Sampel yang telah dicampur dengan aqua regia kemudian dipanaskan dengan menggunakan *hot plate* sampai warna asap coklat hilang, kemudian didinginkan dan disaring dengan kertas saring. Hasil saringan yang berupa filtrat kemudian ditambahkan pereaksi untuk mengidentifikasi kandungan logam berat.



Gambar 2 (a) setelah ditambahkan aquaregia terbentuk asap kecoklatan (b) setelah dipanaskan larutan berubah menjadi kuning jernih

Sampel dibagi ke dalam beberapa tabung reaksi yaitu daging siput gonggong (DSG), cangkang siput gonggong (CSG), daging kerang dara (DKD), cangkang kerang dara (CKD), daging kerang hijau (DKH), cangkang kerang hijau (CKH). Berikut rekapitulasi hasil uji kualitatif kandungan logam berat pada tiga jenis kerang.

3. Tahap Interpretasi

Uji kandungan logam dengan hasil positif (+) artinya sampel positif mengandung logam berat dan hasil negatif artinya sampel tidak mengandung logam berat. Hasil positif ditandai dengan adanya perubahan warna pada larutan atau terbentuknya endapan seperti yang telah dilakukan pada penelitian (Arifiyana & Fernanda, 2018). Data pada tabel 1 merupakan hasil uji kualitatif reaksi larutan standar dengan sampel daging kerang.

Tabel 1. Hasil Uji Kualitatif terhadap Sampel Daging Kerang

Sampel	DSG			DKD			DKH		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
KI	-	-	-	-	-	-	-	-	-

KSCN	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NaOH	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH4OH	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Pada tabel 1 diketahui pengujian daging kerang dengan beberapa larutan standar. Dari hasil pengamatan diketahui hanya larutan KSCN yang menunjukkan perubahan warna sehingga dapat diartikan bahwa daging kerang mengandung logam Fe. Data hasil pengujian cangkang kerang dengan larutan standar disajikan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Kualitatif terhadap Sampel Cangkang Kerang

Sampel	CSG			CKD			CKH		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
KI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KSCN	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NaOH	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH4OH	-	-	-	-	-	-	-	-	-

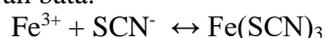


Gambar 3. Reaksi Sampel terhadap Penambahan Larutan Standar

Berdasarkan hasil pengamatan dengan uji kualitatif yang telah dilakukan pada kerang yaitu siput gonggong, kerang dara dan kerang hijau positif mengandung logam Fe yang ditandai dengan warna merah bata. Untuk mengetahui logam di dalam sampel ditandai dengan perubahan warna yang signifikan. Hal tersebut menandakan terjadinya reaksi pengompleks antara logam (logam berat yang terkandung dalam sampel) dengan reagen yang sesuai. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menganalisis kandungan logam Tubuh memerlukan jumlah tertentu dari logam berat Fe untuk fungsi normalnya. Namun, kelebihan Fe dapat menyebabkan dampak

negatif pada kesehatan, mengonsumsi Fe dalam jumlah berlebihan untuk jangka panjang dapat mengakibatkan berbagai penyakit, termasuk gangguan sistem saraf, kerusakan otak, kelumpuhan, hambatan pertumbuhan, kerusakan ginjal, kelemahan tulang, dan bahkan kanker (Agustina & Teknik, 2014).

Berdasarkan tabel analisa kualitatif semua sampel mengandung logam Fe. Sampel yang berwarna kuning jernih ditambahkan dengan pengompleks KSCN menghasilkan warna merah bata.



Hal ini didukung oleh penelitian yang telah dilakukan oleh Suryani bahwa metode pengompleks KSCN memiliki akurasi yang baik untuk menganalisis kadar besi (Fe) pada air limbah tambang batu bara dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Suryani et al., 2022). Pada proses ini suatu warna tertentu akan terbentuk. Senyawa kalium tiosianat (KSCN) merupakan pengompleks yang digunakan untuk menilai kadar besi (Fe). Ketika ion besi (III) bereaksi dengan senyawa pengompleks tiosianat (CNS^-), akan membentuk suatu kompleks warna yang stabil dalam jangka waktu yang lama. Pada akhirnya didapatkan hasil positif untuk uji kualitatif deteksi kandungan logam Fe menggunakan pengompleks KSCN dengan warna merah bata pada kerang yang beredar di pasar tradisional Batam.

Saran untuk penelitian lebih lanjut adalah perlu dilakukan uji kuantitatif terhadap kadar logam besi (Fe) dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada kerang yang beredar di pasar tradisional Kota Batam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Institut Teknologi Batam (ITEBA) yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini dalam hal pendanaan dan penggunaan fasilitas berupa laboratorium kimia dasar. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) ITEBA yang telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini melalui skema penelitian dosen dengan surat tugas No.115/ST/LPPM-ITEBA/XI/2021.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap analisis kandungan logam berat pada 3 jenis kerang yang biasa dikonsumsi masyarakat

di Kota Batam (siput gonggong, kerang dara, kerang hijau) dapat disimpulkan bahwa :

1. Ketiga jenis kerang yaitu Kerang Dara, Kerang Hijau, dan Siput Gonggong positif mengandung logam Fe.
2. Bagian kerang yang diuji dan positif mengandung logam Fe adalah cangkang dan daging.

DAFTAR RUJUKAN

- Agustina, T., & Teknik, F. (2014). Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan Dan Dampaknya Pada Kesehatan. *Teknobuga*, 1(1), 53–65.
- Amansyah, M., & Syarif, A. N. (2015). Journal Analisis Kandungan Logam Berat pada Kerang Ana Dara dari Daerah Hilir Sungai Jeneberang. *Al-Sihah : Public Health Science Journal*, 7(1), 85–98.
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjsg-b89enpAhV28HMBHa2VAMIQFjAFegQIBBAB&url=http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/Al-Sihah/article/download/1980/1905&usg=AOvVaw0Hjun7nuPCVwxqBVJEWNO6>
- Arifiyana, D., & Fernanda, M. A. H. F. (2018). Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Cemar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Produk Kosmetik Pensil Alis Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). *Journal of Research and Technology*, 4(1), 55–62.
- Askara, A. B., Idris, F., Putra, R. D., & Nugraha, A. H. (2020). Kandungan Logam (Pb) pada *Strombus canarium* Linnaeus, 1758 (Mollusca :Gastropoda) di Perairan Malang Rapat dan Tanjung Siambang Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(3), 299–304.
<https://doi.org/10.14710/jkt.v23i3.7229>
- Briffa, J., Sinagra, E., & Blundell, R. (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*, 6(9), e04691.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691>
- Darza, E. (2020). Dampak Pencemaran Bahan Kimia Dari Perusahaan Kapal Indonesia Terhadap Ekosistem Laut. *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi)*, 4(3), 1831–1852.

- <http://journal.stiemb.ac.id/index.php/mea/article/view/753>
- Handayani, P., Kurniawan, K., & Adibrata, S. (2020). Kandungan Logam Berat Pb pada Air Laut, Sedimen dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Pantai Sampur Kabupaten Bangka Tengah. *Pelagicus*, 1(2), 97.
<https://doi.org/10.15578/plgc.v1i2.8910>
- Idiawati, T. H. L. D. N. (2018). Perbandingan Pengompleks Kalium Tiosianat Dan 1,10 Fenantrolin Pada Penentuan Kadar Besi Dengan Spektrofotometer Uv-Vis. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(2), 47–53.
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/download/25168/75676576390>
- Irianti, T. T., Kuswadi, Nuranto, S., & Budiyantri, A. (2017). Logam Berat dan Kesehatan. *Grafika Indah ISBN: 979820492-1, January 2017*, 1–131.
- Ismarti, I., Ramses, R., Amelia, F., & Suheryanto, S. (2017). Studi Kandungan Logam Berat Pada Tumbuhan Dari Perairan Batam, Kepulauan Riau Study of Heavy Metals Content in Plants From Coast Batam, Riau Islands. *Jurnal Dimensi*, 6(1), 1–11.
<https://doi.org/10.33373/dms.v6i1.543>
- 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.
<https://doi.org/10.14710/buloma.v11i2.41617>
- Masyarakat Moluska Indonesia. (2011). Jurnal Moluska Indonesia. *J Moluska Indonesia*, 2(1).
- Natsir, N. A., Hanike, Y., & Allifah Af, A. N. (2021). Akumulasi Logam Berat Pb dan Cd dalam Sedimen dan Hubungannya dengan Biota Laut di Perairan Tulehu Ambon. *Biotropic : The Journal of Tropical Biology*, 5(1), 41–49.
<https://doi.org/10.29080/biotropic.2021.5.1.41-49>
- Noorma Kurnyawaty¹), Fitriyana¹), Fataa Kusumattaqiin¹), Rizky Sulvika Puspa Rinda²), A. A. (2020). *Identifikasi Potensi Cangkang Kerang Darah Lokal Desa Kutai Lama Dan Pemanfataannya Untuk Penurunan Kadar Logam Besi (Fe²⁺)*. 17–22.
- Nurhayati, D., & Putri, D. A. (2019). Bioakumulasi Logam Berat pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Cirebon Berdasarkan Musim yang Berbeda. *Akuatika Indonesia*, 4(1), 6.
<https://doi.org/10.24198/jaki.v4i1.23484>
- Putri¹, N. A., Ikhtiar², M., & Gafur³, A. (2021). BIOAKUMULASI LOGAM BERAT ARSEN PADA KERANG DARAH (ANADARA GRANOSA) DAN SEDIMEN DI MUARA SUNGAI TALLO KOTA MAKASSAR Peminatan Kesehatan Lingkungan , Fakultas Kesehatan Masyara. *Window of Public Health Journal*, 2(2), 256–263.
- Rahmawati, S. (2018). Analisis Kualitatif Logam Cd Pada Sungai JL. Kaligawe Raya. *Walisongo Journal of Chemistry*, 1(2), 91.
<https://doi.org/10.21580/wjc.v2i2.3108>
- Rasyid, A., & Dody, S. (2018). Evaluation of the nutritional value and heavy metal content of the dried marine gastropod *laevistrombus turturella*. *AAAL Bioflux*, 11(6), 1799–1806.
- Suryani, M. Y., Paramita, A., Susilo, H., & Maharsih, I. K. (2022). Analisis Penentuan Kadar Besi (Fe) dalam Air Limbah Tambang Batu Bara Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *Indonesian Journal of Laboratory*, 5(1), 7.
<https://doi.org/10.22146/ijl.v0i0.72451>
- Waters, S., Regency, N., Linda, R., Hartanti, L., Ashari, A. M., Kurniadi, B., Tanjungpura, U., Pertanian, F., & Tanjungpura, U. (2022). *KADAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA KERANG DARAH (Anadara granosa) DAN SEDIMEN ASAL PERAIRAN SEDANAU KABUPATEN NATUNA*. 05(02), 110–116.