

Analisa Kadar Logam Timbal (Pb) pada Daging Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Kawasan Wisata Mangrove Lantebung Kota Makassar

*Analysis of Lead (Pb) Levels in Blood Clam Meat (*Anadara granosa*) in The Mangrove Lantebung*

Revo Huswadi Wijaya^{1*}, Selfina Gala¹, Irham Pratama¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Fajar. Jln. Prof. Abdurrahman Basalamah. No. 101, Makassar.

*e-mail koresponden: revo.wj@gmail.com

Abstrak

Pencemaran logam berat di daerah perairan yang merupakan tempat tinggal biota laut sangat membahayakan karena banyak di konsumsi oleh masyarakat sekitar pesisir. Salah satu jenis biota yang dikonsumsi karena populasinya cukup besar dan terjangkau sebagai sumber bahan makanan yang digemari masyarakat adalah kerang darah. Keberadaan cemaran logam dalam tubuh kerang darah apabila dikonsumsi dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya kandungan logam berat timbal yang terdapat dalam daging kerang darah (*Anadara granosa*) dengan metode Spektrofotometer Serapan Atom. Penelitian ini menggunakan metode destruksi basah yang dilakukan 2 tahap, tahap pertama yaitu preparasi sampel dengan cara sampel didestruksi menggunakan bahan HNO₃ pekat (60%): HClO₄ : lalu asam campuran HNO₃ pekat (60%) + HClO₄ lalu dipanaskan untuk menyempurnakan proses oksidasi. Kemudian disaring menggunakan kertas saring. Tahap kedua yaitu larutan sampel yang telah didestruksi kemudian dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom. Hasil analisa menunjukkan bahwa konsentrasi logam timbal untuk sampel kerang darah (*Anadara granosa*) adalah berturut-turut dengan variasi asam HNO₃ 0,9677 mg/kg ; HClO₄ 1.7819 mg/kg ; HNO₃ + HClO₄ 1,246 mg/kg dengan demikian, kerang darah yang didestruksi menggunakan HClO₄ melebihi ambang batas yang diperbolehkannya kandungan Pb dalam bivalvia yang ditetapkan BSN. SNI 7387: 2009 sebesar 1,5 mg/kg.

Kata Kunci: *Anadara granosa*, Destruksi, Spektrofotometer Serapan Atom, Timbal.

Abstract

Heavy metal pollution in the waters where marine life lives is very dangerous because it is consumed by people around the coast. One type of biota that is consumed because the population is quite large and affordable as a source of food that is popular with the community is blood clams. The presence of metal contamination in the body of blood clams when consumed can cause various health problems. The purpose of this study was to determine the heavy metal content of lead contained in the flesh of blood clams (*Anadara granosa*) using the Atomic Absorption Spectrophotometer method. This research uses the wet digestion method which is carried out in 2 stages, the first stage is sample preparation by which the sample is destroyed using concentrated HNO₃ (60%): HClO₄ : then mixed acid HNO₃ concentrated (60%) + HClO₄ then heated to complete oxidation process. Then filtered using filter paper. The second stage is that the sample solution that has been destroyed is analyzed by atomic absorption spectrophotometer. The results of the analysis showed that the concentration of lead metal for blood clams (*Anadara granosa*) samples were respectively with variations in HNO₃ 0.9677 mg/kg; HClO₄ 1.7819 mg/kg ; HNO₃ + HClO₄ 1,246 mg/kg thus, blood clams are above the allowable threshold for PB content in bivalves set by BSN.2009. SNI 7387: 2009 is 1.5 mg/kg.

Keywords: *Anadara granosa*, Destruction, Atomic Absorbtion Spectrophotometer), Lead.

1. Pendahuluan

Pencemaran logam berat di daerah perairan yang merupakan tempat tinggal biota laut sangat membahayakan. Selain ikan dan udang, kerang adalah salah satu jenis biota laut yang memiliki nilai gizi (Protein, Omega-3, Vitamin A, zat besi, kalsium) dan khasiat yang sangat banyak untuk kesehatan juga digemari oleh masyarakat untuk dikonsumsi. Berdasarkan hasil survei ke beberapa pasar di berbagai wilayah di Makassar, diketahui bahwa tingkat penjualan berbagai jenis kerang sangat tinggi dengan harga yang beragam. Tetapi pada umumnya jenis kerang yang terdapat di pasaran Makassar umumnya adalah kerang dengan kelas bivalvia atau pelecypoda. Hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik dari segi lingkungan maupun faktor dari kerang itu sendiri. Salah satu jenis kerang yang sering terdapat di pasaran Makassar adalah kerang darah (*Anadara granosa*) yang merupakan salah satu hasil laut yang memiliki nilai ekonomis tinggi sebagai sumber pemenuhan kebutuhan gizi (Wahyuni., 2010). Tetapi karena banyaknya aktivitas yang dilakukan di daerah pesisir dan sekitarnya dapat memberi bahan pencemar timbal (Pb). Timbal dapat menutupi lapisan mukosa pada organisme akuatik, dan selanjutnya dapat mengakibatkan sufokasi. Di dalam tubuh manusia, timbal dapat menghambat aktifitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin yang dapat menyebabkan penyakit anemia. Gejala yang diakibatkan dari keracunan logam timbal adalah kurangnya nafsu makan, kejang, kolik khusus, muntah dan pusing- pusing (Marganof., 2003)

. Pengaruh pencemaran Pb atau timbal terhadap lingkungan, hewan atau manusia tergantung pada jenis dan tingkat pencemaran yang terjadi secara akut, sub akut atau kronis. Dampak yang ditimbulkan adalah kerusakan pada organ dan sistem pembelahan sel (Mulyanto dan U.Zakiyah 1997).

Makassar diperkirakan telah tercemar oleh bahan pencemar yang cukup tinggi, selain itu perairan di sekitar Wisata Mangrove Lantebung ini merupakan kawasan lalu lintas perairan yang cukup penting bagi para nelayan, kompleksnya aktivitas di daerah perkotaan yang padat penduduk memberikan dampak pula ke wilayah pesisir hingga ke perairan pantai dan sekitarnya dapat memberikan masukan bahan pencemar timbal (Pb), yang umumnya banyak dari limbah domestik

dan juga mengingat berbagai aktivitas yang dilakukan di sekitar lokasi penelitian yaitu ada beberapa kegiatan industri, perikanan, pelabuhan dan rumah tangga yang menghasilkan buangan menuju ke laut dan juga sebagai sarana transportasi bagi para nelayan (Payung dkk., 2013).

Spesies ini sangat mudah ditemukan oleh nelayan di pesisir sehingga sering terdapat diberbagai pasar dengan harga yang ekonomis. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pengujian terhadap kerang darah (*Anadara granosa*) diberbagai wilayah, penulis mengambil studi kasus di kawasan wisata mangrove lantebung dan kerang darah sebagai objek untuk mengukur konsentrasi pencemaran logam timbal(Pb). Data hasil pengukuran tersebut diperlukan untuk berbagai kepentingan, diantaranya untuk mengetahui tingkat pencemar logam timbal Pb di suatu daerah untuk menilai keberhasilan penelitian yang sedang dijalankan. Dari uraian tersebut di atas, maka penelitian mengenai analisa konsentrasi Logam berat (Pb) pada daging kerang darah (*Anadara granosa*) di Kawasan Wisata Mangrove Lantebung Kota Makassar dilaksanakan untuk mengetahui tingkat pencemaran yang ada di wilayah tersebut.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS), Neraca analitik, Labu takar volume 50ml, Erlenmeyer 20 ml, Vortex mixer, Pipet ukur volume 10 ml, hotplate, Gelas piala, Spatula tanduk. *Google Positioning System*(GPS). Bahan berupa sampel kerang darah, Asam nitrat p.a 65%, HClO_4 70%, Kertas saring whatman- 41, larutan Standar Pb, Aquadest.

2.2 Tahap Preparasi

Preparasi pada sampel kerang ini dilakukan dengan cara dicuci dan dibilas pada air yang mengalir, kemudian kerang direndam selama satu malam, lalu memisahkan cangkang dengan daging hingga hanya daging yang masuk dalam tahap destruksi.

2.3 Tahap Destruksi

Timbang teliti 5 g contoh daging kerang darah dengan potongan kecil, lalu masukkan ke dalam erlenmeyer 20

ml. Daging kerang didestruksi basah dengan cara menambahkan 5 ml HNO_3 dan 1 ml HClO_4 . Naikkan ke *hotplate* dengan suhu yang sudah mencapai 100°C . Setelah uap kuning habis, suhu dinaikkan menjadi 200°C . Destruksi diakhiri apabila sudah keluar uap berwarna putih dan cairan dalam erlenmeyer tersisa 0,5 ml kemudian dipindahkan ke labu dengan cara dibilas

dengan aquadest hingga bersih, volume dihipitkan hingga 50ml, kocok hingga homogen, biarkan semalam. Pengukuran unsur Pb diukur langsung dengan AAS dan hasilnya dibandingkan dengan deret standar. Pada tahap ini sampel yang telah didestruksi disaring menggunakan kertas saring Whatman-41 agar didapat ekstrak jernih.

2.4 Tahap Pengujian

Pengukuran unsur Timbal (Pb) pada sampel dilakukan dengan cara AAS. Metode spektrofotometer merupakan fenomena yang memanfaatkan serapan atom sebagai dasar pengukuran. Hasil pengukuran serapan larutan baku hingga sampel pada panjang gelombang tertentu maka hasil yang dikeluarkan akan di olah datanya kemudian dibandingkan dengan standar mutu yang telah ditentukan. Nilai absorbansi yang didapatkan dari hasil pengukuran diinterpretasikan dalam persamaan kurva standar dengan y adalah nilai absorbansi, b adalah slope, dan a adalah intersep. Nilai X yang didapatkan dimasukkan dalam persamaan berikut (Skoog, 1985):

Adapun titik pengambilan sampel dilakukan pada titik koordinat $5^\circ04'40.8''\text{S}$ $119^\circ27'57.7''\text{E}$ seperti pada gambar 3.1 yang tertera menggunakan Google Positioning System. **Gambar 1** lokasi pengambilan sampel kerang darah



Gambar 1 Lokasi Pengambilan Sampel Kerang Darah

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 Pada Proses Hidrolisis

Berikut Hasil analisis kadar logam berat timbal Pb pada kerang darah (*Anadara granosa*) di Kawasan mangrove lantebung . Hasil penelitian kadar unsur logam berat timbal Pb pada daging kerang (*Anadara granosa*) pada sampel kerang darah dengan variasi asam, HNO_3 0,9677 mg/kg ; HClO_4 1.7819 mg/kg ; $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ 1.259 mg/kg. Kandungan unsur Pb dalam daging kerang darah di kawasan Mangrove Lantebung, pada sampel yang menggunakan larutan asam pendestruksi HClO_4 dapat mendeteksi kadar logam Pb lebih besar dibandingkan dengan penggunaan asam pendestruksi HNO_3 dan asam campuran $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ dan yang ditentukan oleh BSN (7387: 2009) hal ini terjadi karena sifat keasaman asam prklorat yang lebih tinggi ketimbang asam nitrat, hal ini mengindikasikan bahwa terdapat akumulasi logam berat dalam tubuh kerang selama penelitian ini meskipun biota ini bersifat *filter feeder*.

Tabel 1 Hasil Analisa Variasi Larutan Pendestruksi pada Sampel Kerang Darah

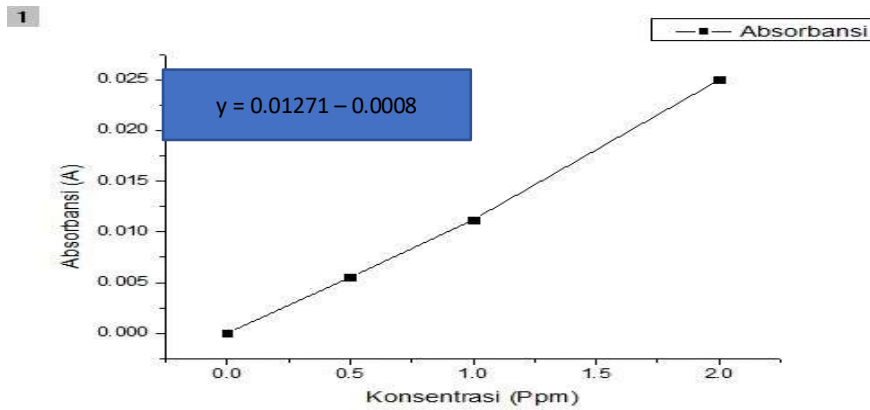
Kode sampel	Variasi larutan asam pendestruksi	Absorban	Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi mg/kg	Standar baku mutu timbal (Pb) (BSN 7378 ; 2009)
KD1	HNO ₃	0,0005	0,1022	0.9677	(1,5 mg/kg)
KD2	HClO ₄	0,0015	0,1809	1.7819	
KD3	HNO ₃ +HClO ₄ (5 : 1)	0.0008	0,1259	1.246	

Menurut Darmono, 1995 *filter feeder* yang merupakan sifat kerang ini dapat mengakumulasi bahan makanan yang berada didasar dengan cara menyaring air di dalam insangnya, selain faktor habitat, laju absorpsi logam dari perairan dapat dipengaruhi oleh kondisi kelaparan hewan, fase siklus hidup, ukuran biota, jenis kelamin dan kemampuannya beradaptasi. Sampel kerang darah diambil dari titik pengambilan kerang yang berada di wilayah mangrove lantebung. Sampel kerang darah yang didapat kemudian dimasukkan ke dalam wadah, diberi label, titik A; Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam *styrofoam* untuk dibawa ke laboratorium analisis.

Kerang darah terlebih dahulu direndam selama satu malam dipisahkan dari cangkangnya, lalu diambil jaringan lunaknya, dicuci dibawah air mengalir hingga bersih. Kerang darah yang sudah bersih ditimbang bobotnya sebanyak 5 gr kemudian sampel didestruksi dengan menggunakan metode destruksi basah menggunakan asam HNO₃ pekat (65%) dan HClO₄ dan menggunakan hot plate. Teknik ini merupakan salah satu pengembangan dari metode destruksi basah untuk meningkatkan kecepatan reaksi kimia. Pada *hotplate*, sampel dilarutkan dalam asam pekat kemudian dipanaskan dengan suhu dan tekanan tinggi. Kondisi ekstrim ini dapat melarutkan hampir semua material. Metode ini biasanya hanya memerlukan waktu beberapa menit saja. Tujuan destruksi adalah memutuskan ikatan antara unsur logam dengan matriks sampel agar diperoleh logam dalam bentuk bebas sehingga dapat dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom. Penggunaan asam nitrat, dan asam perklorat, dan panas adalah kondisi oksidasi yang paling potensial karena dapat melarutkan hampir semua logam dalam semua senyawa organik. Perbandingan antara berat sampel dan volume asam sampel yang sesuai merupakan faktor yang penting, terutama pada analisis matriks yang kompleks. Pembasahan (*wetting*) yang tidak cukup dapat menyebabkan hasil yang tidak kuantitatif. Penggunaan tekanan tinggi dan pemanasan dengan *hotplate* dapat meningkatkan kecepatan dekomposisi sampel dan lepasnya analit secara signifikan.

Pada umumnya, preparasi sampel dengan cara destruksi basah lebih disukai daripada destruksi kering. Hal ini disebabkan karena adanya beberapa unsur logam yang mudah menguap. Hasil destruksi yang diperoleh berupa larutan jernih berwarna kuning. Larutan hasil destruksi ini kemudian ditambahkan dengan aquadest dalam labu ukur 50 ml hingga tanda batas kemudian di saring menggunakan ke dalam wadah botol dan diberi label. Pemeriksaan kadar timbal dalam sampel dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom dengan *hollow cathode lamp* yang sesuai dengan jenis logam yang dianalisis yaitu logam timbal. Sampel diukur serapannya pada panjang gelombang yang spesifik dan kondisi pengukuran yang optimum untuk masing-masing logam, sesuai ketentuan yang telah ditetapkan untuk alat. Setelah pembacaan dilakukan, selanjutnya mengolah data dengan membuat kurva baku, kurva baku adalah kurva yang menunjukkan hubungan antara absorbansi dan konsentrasi larutan baku Pb. Koefisien korelasi diperoleh dari persamaan kurva baku $y = bx + a$, dimana b adalah slope, a adalah intersep, y dan x secara berturut-turut adalah absorbansi dan konsentrasi seri larutan baku. Koefisien korelasi (r) menggambarkan kemampuan suatu metode dalam memperoleh hasil uji yang secara langsung proporsional dengan konsentrasi analit pada kisaran yang diberikan. Serapan hasil

pengukuran dengan spektrofotometer serapan atom dimasukkan ke persamaan kurva baku kalibrasi sehingga diperoleh kadar logam dalam satuan ppm seperti pada **Gambar 2** di bawah berikut.



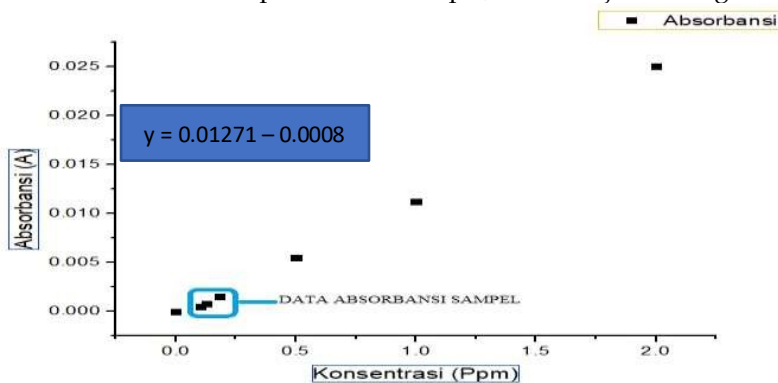
Gambar 2 Kurva Larutan Standar Timbal

Berikut adalah tabel hasil pengukuran kurva standar timbal Pb:

Tabel 2 Hasil Pengukuran Kurva Standar

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	-0.004
0.5	0.0055
1	0.0112
2	0.0250

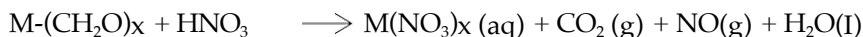
Berdasarkan pada **Gambar 2** menunjukkan semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi pula nilai absorbansi, maka diperoleh persamaan regresi linear $y = 0.01271 - 0.0008x$, dimana y adalah absorbansi, a adalah slope, x adalah konsentrasi dan b adalah intersep. Dari persamaan tersebut, nilai koefisien korelasi(r) adalah 0,9977 dimana nilai tersebut mendekati +1 yang menunjukkan bahwa hubungan tersebut linear, kemudian dilanjutkan dengan memasukkan hasil pembacaan sampel, data disajikan dengan bentuk kurva.



Gambar 3 Kurva Hasil Pengujian Logam Timbal Pada Sampel

Hasil yang diperoleh pada sampel kerang darah dengan variasi asam, HNO_3 0,9677 mg/kg ; HClO_4 1.7819 mg/kg ; $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ 1.259 mg/kg. Hasil yang diperoleh dapat dibandingkan hasilnya dengan kadar batas cemaran yang diizinkan. kadar logam timbal pb terdapat perbedaan yang signifikan pengaruh variasi zat pendestruksi dengan hasil analisis, penggunaan asam HNO_3 di beberapa penelitian digunakan sebagai zat pengoksidasi utama karena sifat dari asam nitrat yaitu oksidator yang dapat melepas atom atau ion hidrogen,

tidak menimbulkan endapan, selain itu asam nitrat pekat bertujuan untuk memecah senyawa yang terkandung dalam sampel kerang darah. Pemanasan menggunakan hotplate bertujuan untuk menyempurnakan proses dekomposisi sampel kerang darah karena adanya kenaikan suhu maka memperbesar energi kinetik molekul molekul pereaksi sehingga dapat mempercepat reaksi dekomposisi (Handayani., 2018). Berikut reaksi yang terjadi antara sampel dan HNO₃ (Wulandari dan Sukei 2013);



Penggunaan asam nitrat untuk mengurai bahan organik akan menghasilkan gas CO₂ ditandai dengan gelembung gas selama proses destruksi, selain itu proses denaturasi juga menghasilkan gas NO₂ yang berwarna kecoklatan, yang merupakan hasil reaksi dari oksigen yang mengindikasikan terjadinya pemutusan ikatan antar logam dengan bahan organik yang terkandung dalam daging kerang darah.

Penggunaan HClO₄ sebagai asam pendestruksi tunggal memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengoksidasi karena sifat keasaman asam perklorat yang lebih tinggi dari asam nitrat, namun asam perklorat menghasilkan endapan klor. Pada beberapa penelitian memang banyak yang menggunakan zat pengoksidasi campuran seperti HNO₃ + HClO₄ (5:1) fungsi dari penggunaan asam HClO₄ dalam reaksi ini bertindak sebagai oksidator kuat, dimana asam perklorat akan memutuskan logam lebih banyak dalam senyawa organik, sehingga semakin banyak asam perklorat yang digunakan maka semakin banyak logam yang dapat tereduksi, perbedaan komposisi zat pengoksidasi mengakibatkan pada perubahan tingkat keasamannya. Adapun reaksi antara HNO₃ + HClO₄ sebagai berikut (Kubota., 2001);



Berdasarkan pada **Tabel 1** sampel KD yang di destruksi menggunakan larutan HClO₄ melebihi ambang batas logam timbal (Pb) berdasarkan BSN 7378 Tahun 2009, hal ini disebabkan oleh sifat akumulatif logam non esensial seperti Pb dalam jaringan tubuh kerang karena sifat logam tersebut yang cenderung membentuk ikatan kompleks dengan bahan organik. Tingginya kandungan Pb dalam jaringan tubuh kerang darah tersebut karena jenis organisme ini tidak dapat mengekskresikan dengan baik logam Pb, sehingga akan terakumulasi terus menerus dalam jaringan tubuh kerang darah yang hidup di Kawasan Wisata Mangrove Lantebung Kota Makassar.

Konsentrasi Pb pada daging kerang darah tidak terlepas dari tingginya kandungan pb dalam air dan endapan, keberadaan logam berat di perairan juga dapat melalui udara, terutama unsur Pb yang digunakan dalam campuran bahan bakar, meningkatnya laju pembangunan disegala sektor telah mengakibatkan pencemaran, ada baiknya dilakukan penurunan kadar atau konsentrasi Pb dengan cara penambahan EDTA, ion logam secara alamiah terdapat didalam tubuh kerang darah dan hampir semuanya berkaitan dengan protein. Interaksi kompleks antara ion logam dengan protein secara metaloenzim dan metal protein. Kondisi larutan dengan pH rendah (asam) dapat menyebabkan ikatan logam dengan protein yang tidak stabil melemah, akibat terjadi denaturasi sehingga mudah putus sedangkan logam pb yang masih tertinggal dalam jaringan tubuh kerang setelah perlakuan reduksi diduga karena adanya interaksi antara logam Pb yang terikat secara kuat dengan gugus sulfidril dari asam amino yang tidak dapat diputus ikatannya karena bersifat stabil. EDTA adalah agen chelating. Ia tidak bereaksi langsung dengan logam timbal, tetapi bereaksi dengan ion timbal dengan mengkoordinasikan dua molekul disekitar ion melalui pasangan elektron yang terkait dengan atom nitrogen pada molekul. Hasilnya disebut kompleks organologam. EDTA sering digunakan untuk mengobati keracunan logam berat karena zat pengkelat akan membungkus logam berbahaya, mencegahnya bereaksi dengan protein kunci dalam sel tubuh (Armstrong, 2017).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian analisis kandungan logam berat Pb pada daging kerang darah yang diambil di kawasan wisata mangrove lantebung dengan metode spektrofotometer serapan atom diperoleh hasil sebagai berikut: kandungan logam berat Timbal (Pb) pada Daging Kerang darah (*Anadara granosa*) dengan variasi asam, HNO₃ 0,9677 mg/kg; HClO₄ 1.7819 mg/kg; HNO₃ + HClO₄ 1,246 mg/kg. Berdasarkan peraturan yang ditetapkan Badan Standarisasi Nasional 2009 Kandungan logam timbal pada sampel dengan variasi asam HClO₄ 1.7819 mg/kg yang telah diuji melewati batas aman untuk dikonsumsi seperti yang telah ditentukan oleh BSN 7378 (2009).

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada petugas Kawasan Wisata Mangrove Lantebung dan Laboratorium Teknik Kimia Universitas Fajar yang telah memfasilitasi tempat pelaksanaan penelitian.

Daftar Pustaka

- A., Noor. 1989. "Spektroskopi Analitik. Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia. FMIPA. UNHAS . Ujung Pandang . 1989."
- Alpatih A.M., Mifbakhuddin dan U. Nurulita. 2012. "Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Jeruk nipis dan Lama Perendaman Terhadap Penurunan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dalam Daging Kerang Hijau(perna viridis)." Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Armstrong, Jeff, Karter M. Harmon, dan Nancy Phan. 2017. "The power of data to improve water use efficiency and conservation." Journal - American Water Works Association.
- Bando, A.R., Marsoedi, Susilo A., Tamsil A. 2017. "The strategy of mangrove forest management due to mitigation in north coastal area of Makassar." Resources and Environment.
- Darmono. 1995. Logam Dalam System Biologi Makhluk Hidup. UI Press.
- Febrianti Lolo Payung., Ruslan., Agus Bintara Birawida. 2013. "Studi Kandungan dan Distribusi Spasial Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen dan Kerang (Anadara sp.) di Wilayah Pesisir Kota Makassar." jurnal kesehatan lingkungan: 2–3.
- Giles, Nirosini M. dkk. 2003. "Metal and redox modulation of cysteine protein function." Chemistry and Biology.
- Hermanto, Dhony dkk. 2021. "Pelatihan Dan Pendampingan Demo Instrumentasi Bagi Mahasiswa Sebagai Bagian Good Laboratory Practice." SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan.
- Khaldun, Ibnu. 2018. Kimia Analisa Instrumen Kimia Analisa Instrumen.
- Kkp. 2016. "Laporan Kinerja Kementerian Kelautan Dan Perikanan 2016." Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis.
- Lasut, Markus T. 2002. "' Metallothionein ': Suatu Parameter Kunci Yang Penting Dalam Penetapan Baku Mutu Air Laut (Bmal) Indonesia." Comparative and General Pharmacology 2(1): 61–68.
- Lukitasari, Arti. 2009. "Pembentukan senyawa oksigen reaktif." Jurnal Kedokteran Syiah Kuala. Makassar, Badan Perencana Pembangunan Daerah (BPPD) Kota. 2015. "Peraturan daerah Kota Makassar Nomor 4 tahun 2015 tentang rencana tata ruang wilayah Kota Makassar tahun 2015- 2034." BPPD Kota Makassar.
- Mäntele, Werner, dan Erhan Deniz. 2017. "UV–VIS absorption spectroscopy: Lambert-Beer reloaded." Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy.
- Marganof. 2003. "Potensi Limbah Udang Sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium dan Tembaga) di Perairan." Journal Ilmiah Institute Pertanian Bogor.
- Mohamad, Erni, Intan J. Oputu, dan Julhim S. Tangio. 2020. "Pemanfaatan Gulma Siam (Chromolaena odorata L.) Sebagai Adsorben Logam Timbal." Jambura Journal of Chemistry.
- Mulyanto dan U.Zakiyah. 1997. "Studi Tentang Konsentrasi raksa (Hg) dan Hubungannya dengan Kondisi Insang Kerang Bulu di Perairan Pantai Kanjeran Surabaya." Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

- Nugraha, Himavan.Prathista., agus Indarjo., Helmi Muhammad. 2013. "Studi kesesuaian dana daya dukung kawasan untuk rekreasi pantai di Pantai Panjang Kota Bengkulu." *Journal of Marine Research* 2: 130–39.
- Nurdin, Jabang dkk. 2010. "Kepadatan Populasi Dan Pertumbuhan Kerang Darah *Anadara antiquata* L. (Bivalvia: Arcidae) Di Teluk Sungai Pisang, Kota Padang, Sumatera Barat." *MAKARA of Science Series*.
- Nurjanah, Zulhamsyah, dan Kustiyariyah. 2005. "Kandungan mineral dan proksimat kerang darah (." *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*.
- OFCF. 1987. "pengolahan hasil hasil perikanan." Overseas Fishery Cooperation Foundation.Tokyo.
- Palar, Heryando. 1994. *Journal of Chemical Information and Modeling Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*.
- Patnaik, Pradyot. 2004. "Dean's Analytical Chemistry Book." Second Edition, McGraw-Hill Handbooks.
- Sahara. 2011. "Karakteristik Kerang Darah *A.granosa*. Departemen Teknologi Hasil Perairan,." Institut Pertanian Bogor.
- Shoog, D. A., dan D. M. West. 1976. "Fundamentals of analytical chemistry."
- Sudarmaji., C. Prasasti, dan J. Mukono. 2006. "Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya terhadap Kesehatan." *Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair*.
- Wahyuni, Endah Sri. 2010. . ". Pengelolaan Komoditas Ekonomis Kerang darah *Anadara granosa* (L.)Di Kota Semarang." Universitas Diponegoro.
- Widowati, Wahyu, Astiana Sastiono, dan Raymond Jusuf. 2008. "Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran." Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Wulandari, E, E. Herawati, dan D Arfiati. 2012. "Kandungan Logam Berat Pb pada Air Laut dan Tiram *Saccostrea Glomerata* sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Prigi, Trenggalek, Jawa Timur." *Journal of Fisheries and Marine Research* 1(1): 10–14.