



# POTENSI AIR KELAPA KUNING (*Cocos nucifera* L.) UNTUK MEMINIMALISASI KADAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA KERANG HIJAU (*Perna viridis*)

Yauwan Tobing Lukiyono<sup>1\*</sup> · Salfa Salsabilah Zain<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi DIV Analis Kesehatan, Fakultas Kesehatan, Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Jawa Timur, Indonesia  
e-Mail : tobing@unusa.ac.id

## Abstract

Pollution that occurs in Kenjeran Beach resulted the accumulation of heavy metal lead (Pb) into the green shellfish. If the heavy metals in green shellfish exceed the quality standard, it can pose a danger if consumed in the long term. The purpose of this study was to minimize heavy metals in green shellfish using yellow coconut water. This research is a pure experimental research using a retest-posttest control group design. Sampling at Kenjeran Beach used a 24 samples with variations of 1 hour, 2 hours, and 3 hours. The data analysis method used is analytical and descriptive analysis. Based on the results, obtained a value of  $p=0,00$  ( $p<0,05$ ) which means that yellow coconut water has the potential to minimize Pb in green shellfish. Pb levels in green shellfish decreased by 0,399 mg/kg, 0,189 mg/kg, and 0,67 mg/kg after soaking in yellow coconut water for 1 hour, 2 hours, and 3 hours with an average decrease of 37%, 70 %, and 89% in each treatment. Based on this research, it can be concluded that the most effective optimal reduction is that soaking green shellfish meat using 500 ml of yellow coconut water for 3 hours can reduce Pb levels by 89%.

**Keywords :** Green shellfish, Coconut water, Pb

## Abstrak

Pencemaran yang terjadi di perairan Pantai Kenjeran mengakibatkan terakumulasinya logam berat timbal (Pb) ke dalam tubuh kerang hijau. Apabila logam berat yang berada di kerang hijau melebihi baku mutu, dapat menimbulkan bahaya apabila dikonsumsi dalam jangka panjang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalisasi logam berat yang ada di dalam tubuh kerang hijau menggunakan air kelapa kuning. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen murni menggunakan desain penelitian rancangan eksperimen ulang. Pengambilan sampel di Pantai Kenjeran menggunakan besar sampel sebanyak 24 sampel dengan variasi 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Metode analisis data yang digunakan adalah analisis analitik dan deskriptif. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai  $p=0,00$  ( $p<0,05$ ) yang artinya air kelapa kuning berpotensi dalam meminimalisasi logam berat Pb pada daging kerang hijau. Kadar Pb pada daging kerang hijau berkurang 0,399 mg/kg, 0,189 mg/kg, dan 0,67 mg/kg setelah direndam dengan air kelapa kuning selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam dengan rata-rata penurunan sebesar 37%, 70%, dan 89% pada masing-masing perlakuan. Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penurunan optimal yang paling efektif adalah pada

perendaman daging kerang hijau menggunakan 500 ml air kelapa kuning selama 3 jam mampu menurunkan kadar Pb sebesar 89%.

**Kata Kunci :** Kerang hijau, Air kelapa, Pb

## PENDAHULUAN

Laut merupakan tempat bermuaranya berbagai bahan buangan, baik yang bersifat organik maupun yang bersifat anorganik yang terbawa oleh air sungai yang berasal dari pertanian, sampah, limbah rumah tangga, bahan buangan dan aktivitas dari kapal, tumpahan minyak, dan bahan buangan lainnya (Ramadhan, 2018). Bahan-bahan tersebut dapat memberikan pengaruh terhadap terjadinya proses pencemaran di perairan yang berdampak pada perubahan kualitas lingkungan dan mengancam biota laut yang ada di dalamnya. Salah satu pencemaran yang terjadi di Pantai Kenjeran Surabaya yaitu pencemaran logam berat timbal (Pb) (Wulansari & Kuntjoro, 2018). Berdasarkan penelitian Andayani dan Najih (2020), di perairan Pantai Kenjeran didapatkan hasil laboratorium kandungan logam berat timbal (Pb) dalam sedimen yaitu berkisar 1,7034-13,5933 mg/kg.

Pencemaran logam yang ada di laut dapat menimbulkan tercemarnya biota laut yang ada di dalamnya, seperti ikan, kerang, maupun hewan laut lainnya. Berdasarkan penelitian Tyas dan Kuntjoro (2018) di Pantai Kenjeran Surabaya mendapatkan hasil bahwa kadar timbal (Pb) pada *Bivalvia*, air, dan sedimen perairan di Kenjeran memiliki hasil kisaran 0,136-0,356. Sementara itu, dari hasil analisis kadar timbal (Pb) yang telah dilakukan pada tiga sampel, yaitu sampel *Bivalvia* sebesar 0,286, air sebesar 0,175, dan sedimen 1,646. Dari ketiga sampel di atas memiliki nilai rata-rata kadar Pb yang melebihi baku mutu kadar Pb di perairan, sedimen, dan biota laut menurut Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004.

Kerang merupakan salah satu biota laut yang dapat tercemar oleh logam berat, salah satunya Pb. Kerang memiliki berbagai macam jenis, seperti *Perna viridis*, *Anadara granosa*, *Meretrix meretrix*, *Donax faba*, dan *Mactra*

---

*violacea*. Dari setiap jenis kerang tersebut terakumulasi oleh logam berat timbal (Pb), rata-rata kandungan logam berat dari spesies di atas adalah 0,286 ppm. Spesies kerang hijau (*Perna viridis*) sendiri merupakan spesies yang memiliki indeks kelimpahan yang tinggi, yaitu sebesar 46,49% dibandingkan dengan spesies yang lainnya (Tyas & Kuntjoro, 2018).

Kerang hijau tergolong spesies yang hidup di permukaan air laut dengan kedalaman berkisar antara 2-7 meter. Permukaan air laut memiliki kadar logam lebih tinggi dibandingkan dengan di dalam laut. Hal ini terjadi akibat adanya proses pengenceran kadar logam berat di dalam laut (Permanawati *et al.*, 2013). Seiring berjalannya waktu, terjadi akumulasi logam berat yang ada pada kerang hijau karena semakin bertambahnya umur kerang, maka semakin meningkat kandungan logam yang ada di tubuh kerang hijau (Mariani *et al.*, 2020).

Proses akumulasi Pb dapat terjadi melalui *filter feeder* yang berada pada kerang hijau pada proses rantai makanan. Oleh karena itu, dagingnya dapat mengandung logam berbahaya seperti timbal, sehingga dapat menyebabkan bahaya apabila dikonsumsi secara terus-menerus (Kartikasari *et al.*, 2020). Rata-rata tingkat konsumsi kerang hijau di Surabaya cukup tinggi, yaitu  $\pm 2.128$  individu/hari. Toksisitas yang ditimbulkan akibat konsumsi makanan yang mengandung Pb, berbahaya bagi tubuh dalam jangka waktu yang lama, karena Pb merupakan senyawa kimia yang bersifat karsinogenik yang dapat menimbulkan kanker, penyakit ginjal, saluran pencernaan, dan lain sebagainya (Rosita & Lidiawidiarti, 2018).

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan pada tanggal 5 Juli 2021, kerang hijau yang diambil di Pantai Kenjeran mengandung logam berat Pb sebesar 0,477 mg/kg. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar logam Pb dalam kerang hijau melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam BPOM No. 5 tahun 2018, yaitu sebesar 0,20 mg/kg. Dari hasil wawancara yang telah dilakukan di Pantai Kenjeran, terdapat 9 pedagang, 6 diantaranya

---

mengemukakan bahwa kerang hijau merupakan salah satu jenis kerang yang disukai oleh konsumen. Sebelum dikonsumsi, hendaknya kandungan Pb dalam kerang harus diminimalisasi terlebih dahulu.

Upaya dalam meminimalisasi logam berat yang telah dilakukan menggunakan metode perendaman, pengasapan, dan perebusan. Metode perendaman tingkat penurunan logam berat yang tinggi yaitu 66,76% perendaman menggunakan asam sitrat (Aziz, dkk, 2015). Metode perendaman dan pengatur keasaman mempunyai kemampuan untuk penurunan logam berat dalam kerang. Semakin lama waktu suatu zat berinteraksi dengan senyawa lain, maka semakin cepat reaksi antara asam dengan logam. Namun dapat merubah rasa pada daging kerang apabila direndam terlalu lama (Sinaga, dkk, 2013).

Metode perendaman menggunakan air kelapa yang mengandung asam amino dapat bereaksi dengan ion Pb. Berdasarkan sifatnya, asam amino dapat membentuk "*chelate*" jika bereaksi dengan logam. Air kelapa merupakan salah satu buah yang mengandung asam amino (Anggraini, 2014). Kandungan asam amino yang terdapat dalam air kelapa muda (2,19 g/100 g) lebih tinggi dibandingkan dengan air kelapa yang sudah tua (1,13 g/100 g) (Sinaga *et al.*, 2015). Dari beberapa varietas kelapa seperti kelapa kuning, kelapa kopyor dan kelapa wulung kandungan asam amino tertinggi pada kelapa kuning (*Cocos nucifera L.*), yaitu 14,5%.

Menurut hasil penelitian Anggraini (2014) menunjukkan hasil pemberian air kelapa kuning (100%) pada penurunan konsentrasi ion Pb yang tereduksi yaitu sebesar 63,74%. Dari hasil penelitian tersebut, dapat menjadi tolak ukur dalam penurunan logam berat yang berada dalam kerang laut dengan menggunakan air kelapa. Air kelapa yang digunakan yaitu air kelapa tua, selain dapat digunakan sebagai *chelating agent*, air kelapa juga tidak mempunyai rasa yang kuat sehingga tidak mengganggu rasa asli dari daging kerang itu sendiridan masih jarang dimanfaatkan oleh masyarakat.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis potensi air kelapa kuning dalam meminimalisasi kadar logam berat Pb pada kerang hijau.

## BAHAN DAN METODE

Pada penelitian ini, dilakukan prosedur preparasi sampel kerang hijau, preparasi air kelapa kuning, penggunaan air kelapa pada kerang hijau untuk menurunkan logam timbal, dan prosedur pemeriksaan kadar timbal. Bahan yang digunakan meliputi air kelapa kuning, kerang hijau, akuades,  $\text{HNO}_3$ , dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Preparasi sampel kerang hijau dilakukan dengan cara pengambilan kerang kerang hijau. Kerang diambil langsung dari nelayan dan selama perjalanan dimasukkan ke dalam *cool box*, kemudian dibersihkan dengan air mengalir dari kotoran yang menempel pada kerang, kemudian ditiriskan. Setelah itu, dilakukan perendaman dengan menggunakan air kelapa sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan. Selanjutnya, memisahkan daging kerang dengan cangkangnya, sampel dimasukkan ke dalam plastik untuk mencegah kontaminasi logam selama pengangkutan ke laboratorium, disimpan dalam suhu  $-5^\circ\text{C}$ - $0^\circ\text{C}$  (Ali, 2017).

Preparasi air kelapa kuning dilakukan dengan cara kelapa kuning didapatkan dari Pasar Manyar (air kelapa dalam varietas kelapa kuning). Kemudian air kelapa diambil sesuai dengan volume yang diinginkan. Digunakan untuk perendaman. Prosedur perendaman kerang hijau menggunakan air kelapa kuning dilakukan dengan cara kerang hijau yang sudah dibuka dan dicuci bersih disiapkan. Kemudian, kerang hijau ditimbang dengan berat  $\pm 100$  gr untuk masing-masing uji. Kemudian, air kelapa kuning dengan volume 500 ml dimasukkan ke dalam masing-masing *beaker glass*. Kerang hijau yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam air kelapa dan akuades (sebagai kontrol) yang terdapat dalam *beaker glass*. Kemudian, kerang hijau direndam dengan air

kelapa kuning dan akuades selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam.

Selanjutnya adalah prosedur pemeriksaan kadar timbal, meliputi kerang hijau dihaluskan menggunakan blender. Kemudian, kerang hijau yang sudah dihaluskan ditimbang  $\pm 1-3$  gr menggunakan timbangan analitik, dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 100 ml. 30 ml  $\text{HNO}_3$  pekat dan 10 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat ditambahkan ke dalam *beaker glass*. Kemudian bahan-bahan yang sudah tercampur dipanaskan dengan *hot plate* dan diuapkan sampai volume berkurang 15-20 ml hingga ada uap putih dari sulfat ( $\text{SO}_3$ ).

Apabila masih keruh, dapat ditambahkan lagi  $\text{HNO}_3$  pekat dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat sampai warna berubah menjadi jernih (proses destruksi). Sampel didinginkan, kemudian dilakukan pengenceran dengan akuades  $\pm 50$  ml. Campuran kembali dipanaskan untuk melarutkan senyawa yang sukar larut. Filtrat dituangkan ke dalam tabung ukur 100 ml. Masing-masing dibilas sebanyak 2 kali dengan 5 ml akuades. Hasil diencerkan sampai tanda dan dicampur dengan baik. Terakhir, hasil dibaca pada *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).

Pernyataan etik meliputi *informed consent* dan *confidentiality*. Dalam *informed consent*, lembar persetujuan penelitian yang diberikan kepada sasaran responden bertujuan untuk mengetahui informasi mengenai penelitian yang akan dilakukan dan dampak bagi responden selama penelitian. Peneliti tidak boleh menolak apabila terdapat responden yang tidak ingin diteliti. Peneliti harus menghormati haknya sebagai responden. Sedangkan dalam *confidentiality*, informasi yang diperoleh peneliti dari responden wajib dirahasiakan dan dilarang untuk disebarluaskan. Data hanya boleh dibagikan kepada orang yang berhubungan dengan penelitian ini.

Kadar Pb yang telah diketahui diolah dengan analisis statistik Uji Anova Satu Arah (*One Way Anova*) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata kadar Pb pada daging kerang hijau, yang kemudian dilanjutkan

---

dengan uji lanjutan, yaitu menggunakan Uji LSD (*Least Square Differences*) yang bertujuan untuk mengetahui lama perendaman dengan air kelapa kuning yang paling berbeda untuk menurunkan kadar Pb pada daging kerang hijau.

## HASIL

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada sampel daging kerang hijau) pada variasi waktu perendaman (1 jam, 2 jam dan 3 jam) air kelapa kuning. Maka di dapatkan hasil pemeriksaan hasil perlakuan disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Pemeriksaan Kadar Pb Sebelum dan Sesudah Perlakuan

No	Perlakuan dengan			Waktu 1 Jam			Rata-Rata (mg/kg)	Standar Deviasi	Baku Mutu
	1	2	3	4	5	6			
Sebelum (mg/kg)	0,638	0,629	0,631	0,624	0,633	0,628	0,630	0,0063	0,20
Sesudah (mg/kg)	0,402	0,397	0,392	0,404	0,402	0,398	0,399	0,0040	0,20

Dari data Tabel 1. menunjukkan hasil kadar Pb dengan masing-masing perlakuan variasi waktu perendaman air kelapa kuning untuk menurunkan kadar Pb pada daging kerang hijau. Pada perlakuan sampel kontrol didapatkan kadar Pb rata-rata 0,630 mg/kg. Pada sampel perlakuan selama 1 jam didapatkan kadar Pb rata-rata 0,399 mg/kg. Hasil rata-rata sebelum dan sesudah perlakuan masih menunjukkan kalau melebihi nilai baku mutu yakni 0,20 mg/kg.

**Tabel 2.** Hasil Pemeriksaan Kadar Pb Sebelum dan Sesudah Perlakuan

No	Perlakuan dengan Waktu 2 Jam						Rata-Rata (mg/kg)	Standar Deviasi	Baku Mutu mg/kg
	1	2	3	4	5	6			
Sebelum (mg/kg)	0,628	0,616	0,921	0,625	0,619	0,624	0,672	0,009	0,20
Sesudah (mg/kg)	0,195	0,189	0,191	0,183	0,185	0,192	0,189	0,007	

Dari data Tabel 2. menunjukkan hasil kadar Pb dengan masing- masing perlakuan variasi waktu perendaman air kelapa kuning untuk menurunkan kadar Pb pada daging kerang hijau. Pada perlakuan sampel kontrol didapatkan kadar Pb rata-rata 0,672 mg/kg. Pada sampel perlakuan selama 2 jam didapatkan kadar Pb rata-rata 0,189 mg/kg. Hasil rata-rata sesudah perlakuan menunjukkan bahwa kadar Pb dalam daging kerang hijau tidak melebihi nilai baku mutu, namun masih mendekati standar dari baku mutu itu sendiri, yakni 0,20 mg/kg.

**Tabel 3.** Hasil Pemeriksaan Kadar Pb Sebelum dan Sesudah Perlakuan

No	Perlakuan dengan Waktu 3 Jam						Rata-Rata (mg/kg)	Standar Deviasi	Baku Mutu mg/kg
	1	2	3	4	5	6			
Sebelum (mg/kg)	0,613	0,618	0,621	0,619	0,615	0,624	0,618	0,004	0,20
Sesudah (mg/kg)	0,053	0,059	0,055	0,061	0,057	0,062	0,067	0,004	

Dari data Tabel 3. menunjukkan hasil kadar Pb dengan masing- masing perlakuan variasi waktu perendaman air kelapa kuning untuk menurunkan kadar Pb pada daging kerang hijau. Pada perlakuan sampel



kontrol didapatkan kadar Pb rata-rata 0,618 mg/kg. Pada sampel perlakuan selama 3 jam didapatkan kadar Pb rata-rata 0,067 mg/kg. Hasil rata-rata sesudah perlakuan sudah menunjukkan penurunan yang signifikan sehingga hasilnya jauh dibawah nilai baku mutu.

Kadar Pb yang telah diketahui diolah dengan analisis statistik uji Anova Satu Arah (*One Way Anova*) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata kadar Pb pada daging kerang hijau, yang kemudian dilanjut dengan uji lanjutan yaitu menggunakan uji beda nyata terkecil/LSD (*Least Square Differences*) yang bertujuan untuk mengetahui lama perendaman dengan air kelapa kuning yang paling beda untuk menurunkan kadar Pb pada daging kerang hijau.

Berdasarkan hasil analisis uji statistik Anova Satu Arah (*One Way Anova*), terdapat penurunan kadar Pb pada kerang hijau dengan perlakuan perendaman air kelapa kuning, dapat diketahui bahwa nilai kebenaran atau nilai dari Sig. ( $p$ ) suatu hipotesis adalah 0,000. Nilai ( $p$ -value)  $0.000 < \alpha 0,05$ , yang berarti minimal ada satu pasang konsentrasi yang memiliki rata-rata kadar Pb yang berbeda. Untuk mengetahui pasang konsentrasi mana saja yang memiliki rata-rata kadar Pb yang berbeda, maka dilakukan uji lanjut analisis beda nyata terkecil/LSD (*Least Square Differences*).

Pada uji analisis LSD, menunjukkan hasil perbedaan rata-rata kadar Pb dari penambahan waktu 2 jam dan 3 jam sebesar 0,34 mg/kg dengan nilai Sig. ( $p$ ) = 0,000; 1 jam dan 3 jam sebesar 0,13 mg/kg dengan nilai Sig. ( $p$ ) = 0,000; serta 1 jam dan 2 jam sebesar 0,13 mg/kg dengan nilai Sig. ( $p$ ) = 0,000. Semua nilai Sig. ( $p$ ) suatu hipotesis  $< 0,05$ , yang berarti semua pasangan yang memiliki beda rata-rata paling nyata pada penelitian ini dengan nilai sebesar 0,34 mg/kg.

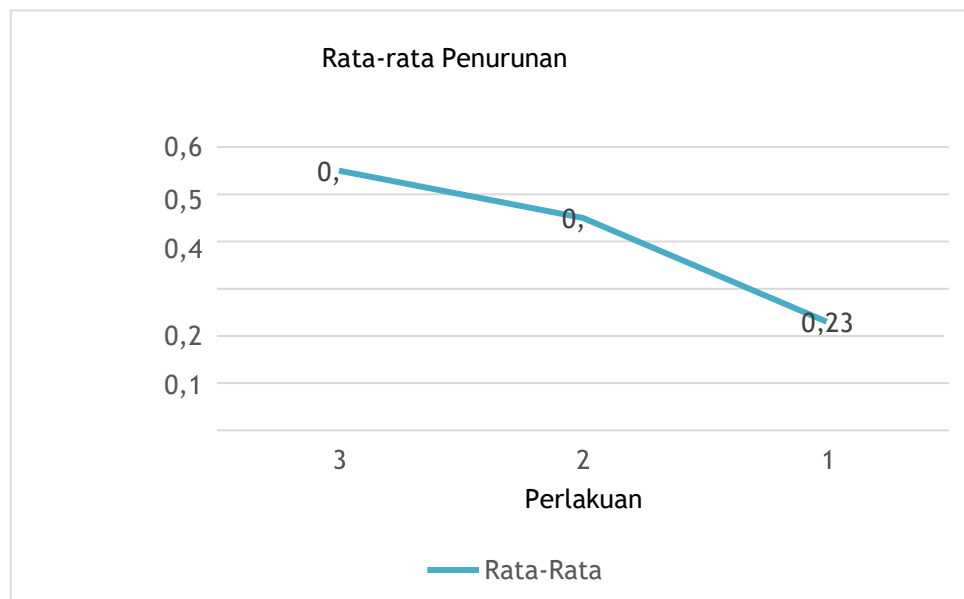
Penurunan kadar Pb pada setiap perlakuan dihitung selisih penurunannya agar mengetahui selisih dari penurunan kadar Pb dalam daging kerang hijau yang sudah di beri perlakuan. Presentase penurunan di hitung berdasarkan kadar awal Pb pada daging kerang hijau. Hasil perhitungan selisih dapat

dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Presentase Penurunan Kadar Pb Rata-Rata pada Kerang Hijau Sesudah Perlakuan

Perlakuan	Rata-Rata Sebelum Penurunan (mg/kg)	Rata-Rata Sesudah Penurunan (mg/kg)	Selisih Penurunan (mg/kg)	Standar Deviasi	Presentase Penurunan (%)
1 jam	0,63	0,40	0,23	0,00577	37%
2 jam	0,64	0,19	0,45	0,00577	70%
3 jam	0,62	0,06	0,55	0,00577	89%

Pada Tabel 4., dapat dilihat selisih penurunan kadar Pb dengan lama waktu perendaman menggunakan air kelapa kuning untuk menurunkan kadar Pb pada daging kerang hijau. Pada sampel perlakuan dengan waktu 1 jam menghasilkan rata-rata selisih penurunan 0,23 mg/kg dan presentase sebesar 37%; pada sampel perlakuan waktu 2 jam menghasilkan rata-rata selisih penurunan 0,45 mg/kg dan presentase sebesar 70%; pada sampel perlakuan waktu 3 jam menghasilkan rata-rata selisih penurunan 0,55 mg/kg dan presentase sebesar 89%.



**Gambar 1.** Grafik Rata-Rata Penurunan Kadar Pb pada Kerang Hijau

Pada grafik diatas, dapat dilihat bahwa kisaran penurunan kadar Pb pada perlakuan perendaman 1 jam dengan 6 kali replikasi menghasilkan rata-rata sebesar 0,23 mg/kg. Pada perlakuan perendaman 2 jam dengan 6 kali replikasi menghasilkan rata-rata sebesar 0,45 mg/kg. Serta pada perlakuan perendaman 3 jam dengan 6 kali replikasi menghasilkan rata-rata sebesar 0,55 mg/kg. Gambar 1. menggambarkan penurunan kadar Pb paling tinggi adalah pada waktu 3 jam.

Hasil akhir dilihat secara fisik dari proses perendaman menggunakan air kelapa kuning didapatkan hasil dari segi tekstur daging kerang hijau menjadi lebih kenyal, kemudian bau amis berkurang, dan juga bentuk dari daging kerangnya sendiri menjadi lebih besar dari sebelum dilakukan perendaman. Hasil perhitungan selisih penurunan kadar Pb diolah dengan analisis statistik Uji Anova Satu Arah untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata penurunan kadar Pb pada daging kerang hijau, yang kemudian dilanjut dengan uji lanjutan yaitu menggunakan Uji LSD yang bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata penurunan kadar Pb pada daging kerang hijau.  $H_0$ , artinya tidak adanya pengaruh air kelapa kuning terhadap

penurunan kadar Pb pada kerang hijau.  $H_1$ , artinya adanya pengaruh air kelapa kuning terhadap penurunan kadar Pb pada kerang hijau.

## DISKUSI

Logam berat timbal yaitu logam yang berwarna kehitaman, biasanya digunakan dalam campuran cat, baterai dan bensin (Pertwi, 2017). Timbal biasanya terdapat di udara namun ada juga timbal yang ditemukan dalam air. Menurut Wulansari & Kuntjoro (2018), logam timbal masuk ke dalam perairan melalui pengkristalan Pb di udara dan jatuh ke dalam perairan melalui bantuan air hujan.

Proses terjadinya pencemaran bermula dari laut sebagai tempat bermuaranya berbagai bahan buangan, baik yang bersifat organik, maupun yang bersifat anorganik yang terbawa oleh air sungai yang berasal dari pertanian, sampah, limbah, rumah tangga, bahan buangan, dan aktifitas dari kapal, tumpahan minyak, dan bahan buangan lainnya (Ramadhan, 2018). Bahan-bahan tersebut dapat memberikan pengaruh terhadap terjadinya proses pencemaran di perairan yang berdampak pada perubahan kualitas lingkungan danmengancam biota laut yang ada di dalamnya. Salah satunya pencemaran yang terjadi di Pantai Kenjeran Surabaya yaitu pencemaran logam berat timbal (Pb) (Wulansari & Kuntjoro, 2018).

Timbal bersifat toksik, yang dalam jangka panjang dapat merusak apabila terus diserap dalam tubuh makhluk hidup. Logam berat timbal pada perairan dapat mencemari biota laut di dalamnya, salah satunya yaitu kerang. Menurut Mariani *et al.*, (2020), kerang memiliki sifat menetap, dan lambat untuk menghindar dari pengaruh polusi terutama logam berat. Sehingga sangat memungkinkan kerang terakumulasi logam berat tersebut.

Berdasarkan keputusan Direktur Jenderal Badan Pengawasan Obat dan

---

Makanan No. 05 tahun 2018, batas maksimum cemaran logam Pb pada kerang-kerangan sebesar 0,20 mg/kg. Sedangkan kerang yang ada di perairan Pantai Kenjeran telah melebihi batas cemaran logam Pb yakni sebesar 0,577 mg/kg. Menurut Zuhro (2015), kerang mengalami bioakumulasi terhadap kandungan logam berat dalam tubuhnya, ini disebabkan oleh pergerakan kerang yang mengambil makanan dengan cara *filter feeder*. Penggunaan kerang hijau pada penelitian ini digunakan jenis kerang dengan ukuran sedang hingga besar, dengan masing-masing berat daging kerang sebesar 2-3 gram. Hal ini dikarenakan semakin besar daging kerang, semakin lama pula hidup kerang itu berlangsung sehingga kerang hijau secara tidak langsung dapat mengakumulasi logam berat (Pb) dari perairan lebih besar (Mariani et al, 2020).

Berdasarkan data Tabel 1, dapat diketahui bahwa sampel daging kerang pada perendaman menggunakan air aquades tidak mengalami perubahan. Hal ini dikarenakan dalam air aquades tidak ada senyawa atau kandungan yang dapat mereduksi logam Pb secara signifikan. Kadar logam Pb yang berada pada daging kerang sebelum dilakukan penelitian (kontrol) rata-rata sebesar 0,63 mg/kg. Sedangkan sampel daging kerang hijau yang telah diberi perlakuan mengalami penurunan pada masing-masing perlakuan, yakni pada sampel perlakuan selama 1 jam didapatkan kadar Pb rata-rata 0,399 mg/kg; pada sampel perlakuan selama 2 jam didapatkan kadar Pb rata-rata 0,189 mg/kg; pada sampel perlakuan selama 3 jam didapatkan kadar Pb rata-rata 0,067 mg/kg. Dari tabel tersebut, dari semua perlakuan ada beberapa yang tidak memenuhi standar baku mutu BPOM No. 05 Tahun 2018, namun untuk hasil penurunan terbesar yaitu perlakuan perendaman air kelapa kuning selama 3 jam dengan penurunan sebesar 89%. Air kelapa dapat digunakan sebagai *chelating agent* yang dapat bereaksi dengan ion Pb, karena mengandung senyawa asam organik yaitu asam amino. Reaksi air kelapa ini terjadipada saat perendaman berlangsung (Anggraini, 2014).

Kemampuan air kelapa kuning mereduksi logam berat yang ada dalam

daging kerang hijau dilihat dari lama perendaman yang dilakukan. Semakin lama perendaman, menunjukkan hasil penurunan yang semakin signifikan. Hal ini dikarenakan waktu kontak yang cukup diperlukan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi. Jika fasa cair yang berisi adsorben diam, maka difusi adsorbat melalui permukaan adsorben akan lambat (Tangio, 2017).

Konsentrasi volume yang digunakan juga berupa 100% air kelapa kuning murni yang dapat menjadi chelat apabila bereaksi dengan ion Pb. Dalam penelitian sebelumnya, Anggraini (2014) pada penggunaan air kelapa kuning sebagai *chelating agent* untuk mereduksi logam berat Pb, dilakukan dengan perlakuan perbedaan konsentrasi sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100% dari keempat perlakuan tersebut hasil optimum penurunan konsentrasi ion Pb yaitu dengan menggunakan konsentrasi air kelapa sebanyak 100% dengan penurunan sebesar 63,74% dengan lama waktu 1 jam. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar reduksi ion Pb akibat pemberian air kelapa kuning. Hal ini membuktikan semakin tinggi konsentrasi volume air kelapa yang digunakan dapat mereduksi ion Pb semakin meningkat, begitu juga dengan lama perendaman, yang semakin lama waktu suatu zat berinteraksi dengan senyawa lain maka semakin cepat menurunkan kadar Pb dalam daging kerang (S.Tangio, 2013).

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran pH air kelapa sebesar 5,5. Pengukurannya sendiri dilakukan di awal sebelum diberikan perlakuan, sehingga menjadi sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi penurunan Pb pada daging kerang itu sendiri. pH dalam proses perendaman dapat berpengaruh. Pada saat pH rendah (suasana asam) asam amino dapat bermuatan positif sedangkan pada saat pH tinggi (suasana basa) maka akan bermuatan negatif. Pada saat pH berada pada 3, 4, dan 5 konsentrasi  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi dengan baik dan cenderung meningkat. Hal ini terjadi karena pH akan mempengaruhi asam amino, sehingga asam amino mengalami deprotonasi dan memiliki muatan negatif yaitu ion  $OH^-$  yang sangat reaktif

---

terhadap logam, sehingga logam yang teradsorpsi makin besar. Pada pH 6, 7 dan 8 konsentrasi  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi berkurang dan cenderung menurun. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi pada saat keadaan ini terjadi kesetimbangan situs aktif biomassa dengan ion logam dan pada kondisi ini pH mulai mengendap. pH makin asam maka proses pengionan makin besar pula sedangkan makin bersifat basa maka pengendapannya makin besar. Melihat kecenderungan ini maka seharusnya terjadi adsorpsi yang baik yaitu pada kisaran pH asam. Akan tetapi, tidak demikian karena pada umumnya adsorpsi bertambah pada kisaran pH dimana suatu senyawa organik bermuatan netral dan pada kisaran ini senyawa terdisosiasi. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan penyeimbangan pH supaya hasil dari proses penurunan logam berat Pb dapat lebih mempersingkat waktu dalam proses perendamannya (Tangio, 2017).

Pada proses perendaman suhu yang digunakan sebesar  $27^{\circ}C$  yang dilakukan pengukuran pada saat awal sebelum dilakukan perlakuan. Penggunaan suhu ini supaya tidak merusak asam amino yang terdapat dalam air kelapa kuning. Karena apabila asam amino berada pada suhu tinggi, asam amino akan mengalami transisi dari keadaan asli ke denaturasi. Mekanisme suhu dapat menginduksi denaturasi asam amino cukup kompleks dan menyebabkan destabilisasi non kovalen dalam asam amino. Terdapat ikatan hidrogen, gaya *van der waals* bersifat eksotermis, sehingga mengalami destabilisasi pada suhu tinggi dan juga dapat mengalami stabilisasi pada suhu rendah. Denaturasi dapat terjadi apabila dipanaskan pada suhu  $50^{\circ}C$  sampai  $80^{\circ}C$ . Oleh karena itu, suhu yang digunakan pada suhu normal yaitu  $27^{\circ}C$ , sehingga asam amino akan stabil dan tidak mengalami denaturasi.

Asam amino dapat berada pada keadaan stabil pada saat suhu berkisar  $20^{\circ}C$ - $40^{\circ}C$ . Pada temperatur  $20^{\circ}C$ - $40^{\circ}C$ , asam amino tidak akan mengalami denaturasi ataupun perubahan dari struktur asam amino itu sendiri, sehingga proses pengabsorpsian logam berat yang terkandung dalam kerang hijau dapat

berjalan dengan maksimal (Hendrikus *et al.*, 2018).

Berdasarkan Tabel 2 mengenai penurunan kadar Pb setelah dilakukannya perendaman air kelapa kuning di ketahui bahwa kadar Pb pada masing-masing perlakuan dengan perendaman waktu yang berbeda menunjukkan presentasi penurunan kadar Pb. Hal ini juga dipertegas dengan uji Anova satu arah yang didapatkan nilai peluang kebenaran yaitu nilai suatu hipotesis  $<0,05$  yang dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan pada masing-masing perlakuan dengan perbedaan waktu yang berbeda.

Hasil pengukuran yang telah dilakukan, persentase perbedaan penurunan tiap perlakuan pada perendaman 1 jam, 2 jam, dan 3 jam, menunjukkan presentase tertinggi pada saat perendaman selama 3 jam sebesar 89%, dengan kadar Pb dalam kerang hijau sebesar 0,06 mg/kg. Terjadinya proses penurunan yang cukup besar ini akibat adanya proses perendaman yang dilakukan menggunakan air kelapa kuning, yang mana air kelapa kuning mengandung asam amino yang dapat membentuk *chelate* apabila bereaksi dengan logam berat Pb (Anggraini, 2014).

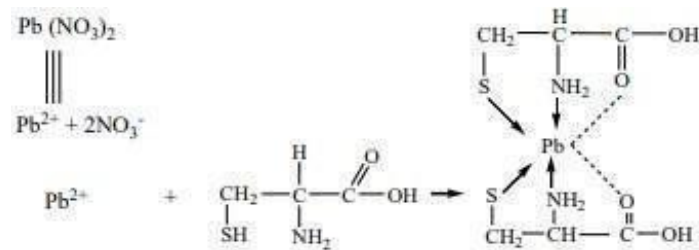
Terjadinya penurunan Pb yang signifikan juga tidak luput dari pengaruh penggunaan air kelapa kuning dengan kadar 100% sejumlah 500 ml yang digunakan untuk merendam daging kerang hijau. Sejalan dengan penelitian terdahulu, Anggraini (2014) menunjukkan hasil penurunan logam berat Pb tertinggi pada konsentrasi sebesar 100% dengan jumlah penurunan sebanyak 63,74%. Selain itu, waktu dalam proses perendaman juga berpengaruh karena dalam reaksi kimia antara asam amino dan juga ion Pb membutuhkan waktu yang cukup untuk mencapai kesetimbangan absorbs. Hal ini dikarenakan waktu kontak yang cukup diperlukan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi. Jika fasa cair yang berisi adsorben diam, maka difusi adsorbat melalui permukaan adsorben akan lambat (Tangio, 2017).

Perbedaan tersebut ditunjukkan sebelum dan sesudah perlakuan pada

---



penelitian ini, dimana kadar Pb sebelum dilakukan perlakuan lebih tinggi di bandingkan kadar Pb sesudah diberi perlakuan dengan air kelapa kuning. Pada perlakuan perendaman daging kerang hijau dengan air kelapa kuning mengakibatkan penurunan kadar Pb pada daging kerang. Mekanisme reaksi kimia penurunan logam berat Pb dengan air kelapa kuning pada saat perendaman sebagai berikut:



Gambar 2. Ikatan Kompleks Pb dengan Sistein

Kemampuan asam amino dalam reaksi asam-basa internal yang dapat menghasilkan ion dipolar yang disebut *zwitter ion* yang berarti hibrida. Terjadinya muatan ion, suatu asam amino banyak mempunyai sifat garam. Sifat garam yang ada, sehingga asam amino yang bereaksi dengan suatu logam akan menghasilkan suatu “*chelate*”. Air kelapa yang banyak mengandung asam amino akan bertautan dalam protein dan peptida melalui ikatan amida diantar gugus karboksil dari suatu asam amino dan gugus amino dari asam amino lainnya. Ikatan peptida ditulis dengan asam amino memiliki gugus  $\text{NH}_3^+$  bebas di sebelah kiri dan asam amino dengan gugus  $\text{CO}_2$  bebas di sebelah kanan.

Pada awalnya ion  $\text{Pb}^{2+}$  akan bereaksi dengan asam amino sistein. Karena logam Pb mempunyai afinitas tinggi terhadap gugus  $-\text{SH}$  (gugus sulfhidril). Alasan kenapa logam Pb memiliki afinitas tinggi terhadap gugus  $-\text{SH}$  adalah karena dalam sistem periodik unsur, sulfur berada pada periode dibawah oksigen, yang berarti bahwa sulfur mempunyai jari-jari atom yang lebih besar dimana sulfur akan lebih mudah melepas elektron terluarnya daripada oksigen. Selain itu sulfur juga kurang elektronegatif dibandingkan dengan oksigen, karena senyawa  $-\text{SH}$  membentuk ikatan hidrogen yang lebih lemah

dibandingkan ikatan -OH.

Setelah sistein habis digunakan untuk bereaksi dengan ion  $Pb^{2+}$ , maka tidak menutup kemungkinan ion  $Pb^{2+}$  juga bereaksi dengan asam amino yang lain. Sementara ion  $Pb$  (II) bersifat bivalen mampu menerima pasangan elektron dari ligan untuk membentuk kompleks atau khelat. Selain itu sifat asam amino begitu mudah membentuk kompleks dalam keadaan terionisasi. Reaksi ini membentuk endapan yang larut (Anggraini, 2014).

Pb dalam kerang hijau pada dasarnya tidak terlalu tinggi, tetapi perlu di waspadai sebab Pb merupakan unsur yang tidak dapat larut dalam darah. Pb akan mengendap dalam darah, anak dapat menyerap hingga 50% kadar timbal yang masuk ke dalam tubuh, sedangkan orang dewasa hanya menyerap 10-15% kadar timbal dalam tubuh. Jika sudah tertelan dan mengakibatkan beberapa gejala seperti insomnia, wajah bengkak, anoreksia, berat badan turun, malnutrisi, sembelit, sakit perut, kolik, anemia, gangguan ginjal, tremor, nyeri pergelangan kaki, iritasi mata dan hipertensi. Dan juga akan merusak organ yang mejadi target, seperti mata, saluran pencernaan, darah, dan ginjal (Amarlita, 2018).

Keracunan Pb pada anak menyebabkan penurunan kecerdasan dengan peningkatan hingga 10  $\mu\text{g}/\text{dl}$  dan perubahan perilaku pada anak seperti penurunan konsentrasi dan disertai hiperaktifitas/ADHD, kenakalan, dan perilaku kriminal. Pada kandungan 10-30  $\mu\text{g}/\text{dl}$  dalam darah, setiap kenaikan kandungan Pb 10  $\mu\text{g}/\text{dl}$  diperkirakan akan menurunkan skor IQ 2-3 poin dan setiap kenaikan 1  $\mu\text{g}/\text{dl}$  akan menurunkan 0,5 skor kemampuan aritmatika dan membaca (Romli, dkk., 2017).

Kadar Pb dalam daging kerang hijau yang sudah di perlakukan dan paling baik untuk di konsumsi yaitu pada waktu perendaman selama 3 jam. Berdasarkan perhitungan tingkat resiko pajanan Pb pada kerang hijau berdasarkan pola konsumsi masyarakat aman dengan  $RQ < 1$  untuk semua kelompok. Aman dimakan bagi masyarakat dewasa dengan berat badan 55 Kg dengan konsumsi 54 gr/hari, pajanan 350 hari/tahun selama 30 tahun serta

---

aman bagi anak - anak sebanyak 54 gr/hari, pajanan 350 hari/tahun selama 6 tahun (Direktorat Jenderal PP dan PL Kementerian Kesehatan, 2012).

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada Tabel 2, didapatkan hasil bahwa perendaman daging kerang hijau menggunakan air kelapa kuning memiliki nilai signifikansi =  $0,000 < 0,05$ , sehingga  $H_0$  ditolak yang berarti ada perbedaan pengaruh lama perendaman daging kerang hijau dengan air kelapa kuning terhadap penurunan logam berat Pb pada daging kerang hijau. Semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk proses perendaman maka semakin besar penurunan logamberat Pb yang ada pada daging kerang.

Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya penggunaan air kelapa kuning sebagai chelating agent untuk mereduksi logam berat Pb, dilakukan dengan perlakuan perbedaan konsentrasi sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100% dari keempat perlakuan tersebut hasil optimum penurunan konsentrasi ion Pb yaitu dengan menggunakan konsentrasi air kelapa sebanyak 100% dengan penurunan sebesar 63,74% dengan lama waktu 60 menit (Anggraini, 2014).

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian “Potensi Air Kelapa Kuning (*Cocos Nucifera L.*) untuk Meminimalisasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*)” dengan variasi lama perendaman sebesar 1 jam, 2 jam, dan 3 jam perendaman, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kadar Pb pada perlakuan sebelum dan sesudah perendaman dengan air kelapa kuning. Kadar Pb pada daging kerang hijau berkurang 0,399 mg/kg, 0,189 mg/kg dan 0,67 mg/kg setelah direndam dengan air kelapa kuning selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam.

Terdapat perbedaan penurunan kadar Pb pada perlakuan sebelum dan sesudah perendaman dengan air kelapa kuning. Penurunan rata-rata kadar Pb pada daging kerang hijau pada penambahan waktu 2 jam dan 3 jam sebesar 0,34 mg/kg; 1 jam dan 3 jam sebesar 0,13 mg/kg; serta 1 jam dan 3 jam

sebesar 0,13 mg/kg. Dengan rata-rata penurunan sebesar 37%, 70% dan 89% pada masing-masing perlakuan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan segala rahmat, berkah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun penelitian yang berjudul “Potensi Air Kelapa Kuning (*Cocos nucifera* L.) untuk Meminimalisasi Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*)”. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya naskah penelitian ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak.

Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Jazidie, M. Eng., selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya. Bapak Prof. S. P. Edijanto, dr. Sp.PK (K), selaku Dekan Fakultas Kesehatan Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya. Bapak Andreas Putro Ragil Santoso, S.S.T., M.Si., selaku Ketua Program Studi DIV Analis Kesehatan Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya. Serta segenap Bapak/Ibu Dosen DIV Analis Kesehatan Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya.

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas segala kebaikan yang telah diberikan oleh seluruh pihak yang terkait, baik secara langsung, maupun tidak langsung dalam penyusunan penelitian ini. Akhir kata kepada seluruh pihak yang ikut serta memberikan saran dan juga dukungan dalam penyusunan penelitian ini, kami ucapkan terima kasih.

## KONFLIK KEPENTINGAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, tidak terdapat konflik kepentingan apapun selama proses penelitian berlangsung.

---

## REFRENSI

- Ali, N. A. (2017). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Kerang di Perairan Biringkassi Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan. *Skripsi. Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*.
- Amarlita, D. M. (2018). Penurunan Kadar Timbal (Pb) pada Cumi-Cumi (*Loligo peali*) Menggunakan Rendaman Jeruk Nipis. *Bimafika*, 9, 27-30.
- Anggraini, D. I. (2014). Pemberian Air Kelapa Hijau Sebagai *Chelating Agent* Logam Pb(II). *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 6(1), 62-66.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2018). *Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia*.
- Budiastuti, P., Raharjo, M., & Dewanti, N. A. dan Y. (2016). Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal) Volume 4, Nomor 5, Oktober 2016 (ISSN: 2356-3346) <http://Ejournal.S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jkm> ANALISIS*, 4.
- Cahyani, C., Setiani, O., & Darundiati, Y. (2016). Perbedaan Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah Sebelum dan Sesudah Pemberian Air Kelapa Hijau (*Cocos Nucifera L*) pada Pekerja Pengecatan Di Industri Karoseri Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro*, 4(3), 732-739.
- Dolo, D., Labuan, D. A. N., & Spektrofotometri, M. (2019). *Pendidikan Kimia/FKIP Universitas Tadulako, Palu-Indonesia 94118*. 8(February), 34-37.
- Haidah, Nur, & Irmawartini. (2018). Metodologi Penelitian. *Hakli Jawa Timur*.
- Hananingtyas, I. (2017). Studi Pencemaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Ikan Tongkol (*Euthynnus sp.*) di Pantai Utara Jawa. *BIOTROPIC The Journal of Tropical Biology*, 1(2), 41-50.
- Iyou, I., & Wahyuningsih, N. E. (2018). Analysis Of Differences In Lead Levels

(Pb) in Blood and Bone Density Before and After Consumption of Green Coconut Water and Milk in Workers At The "X" Painting. *International Journal of Research -GRANTHAALAYAH*, 6(12), 90-96.

Kartikasari, A. Z., Rahayu, U., & Rokhmalia, F. (2020). Efektivitas Larutan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia Swingle*) dalam Menurunkan Logam Berat Timbal (Pb) pada Kerang Kampak (*Atrina pectinata*). 1-4.

Mardiatmoko, G. (2018). (*Cocos nucifera L.*) Gun Mardiatmoko. In *Ambon: Badan Penerbit Fakultas Pertanian Universitas Pattimura (Issue March)*.

Mariani, R. U., Ode, L., & Yasir, M. (2020). Kandungan Logam Berat Pb pada Sedimen dan Kerang Selatan, Kabupaten Konawe Selatan Pb Heavy Metal Content In Sediment and Clams (*Polymesoda erosa*) in Koeono Waters of Palangga Selatan District, South Konawe Regency Penelitian ini dilaksanakan pada bul. *Sapa Laut*, 5(4), 317-325.

Minaryanti, A. (2018). Efektifitas Waktu Perendaman Larutan Asam Jawa dan Belimbing Wuluh dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*). *Fakultas Sains Dan Teknologi Sains Dan Teknologi*.

Permanawati, Y., Zuraida, R., Andrian Ibrahim Puslitbang Geologi Kelautan, D., & Djundjunan, J. D. (2013). Heavy Metal Content (Cu, Pb, Zn, Cd, and Cr) in Sea Water and Sediment in Jakarta. *Jurnal Geologi Kelautan*, 11(1), 9-16.

Prastiwi, S. S., & Ferdiansyah, F. (2013). Review Artikel: Kandungan dan Aktivitas Farmakologi Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia s.*). *Farmaka*, 15, 1-8.

Rachmawati, Y., Mustika, I., Tyastirin, E., Wati, R. I., Arifa, A. F., Azzahra, H., Maghfiroh, A., & Idrus, M. R. (2020). Effectiveness of Green Coconut (*Cocos nucifera L.*) Water against Heavy Metal Levels in the Blood of *Rattus norvegicus*. 113-118. <https://doi.org/10.5220/0008907201130118>

Raharjo, P., Raharjo, M., & Setiani, O. (2018). Analisis Risiko Kesehatan dan

---

---

Kadar Timbal dalam Darah: (Studi Pada Masyarakat yang Mengonsumsi Tiram Bakau (*Crassostrea gigas*) di Sungai Tapak Kecamatan Tugu Kota Semarang). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 17(1), 9.

<https://doi.org/10.14710/jkli.17.1.9-15>

Ramadhan, W. (2018). Dampak Pencemaran Air Laut Akibat Sampah Kelestaraan Laut di Indonesia. *Jurnal Universitas Muhammadiyah*, 1-13.

Romli, M., Suhartono, & Onny Setiani. (2017). Hubungan Kadar Pb dalam Darah dengan Prestasi Belajar pada Anak Sekolah di SDN Grinting 01 Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 15(2), 35. <https://doi.org/10.14710/jkli.15.2.35-41>

Rosita, B., & Lidiawidiarti. (2018). Hubungan Toksisitas Timbal (Pb) dalam Darah dengan Hemoglobin Pekerja Pengecatan Motor Pekanbaru. *Prosiding Seminar Kesehatan Perintis*, 1(1), 2622-2256.

S.Tangio, J. (2012). Laporan Penelitian Dosen Pemula Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Biomassa Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Laporan Penelitian*, 1-25.

Santcawarti, B., Setiani, O., & Darundiati, Y. (2016). Gangguan Keseimbangan Sebelum dan Setelah Pemberian Air Kelapa Hijau (*Cocos nucifera L.*) pada Pekerja Pengecatan yang Terpapar Timbal (Pb) Di Industri Karoseri Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro*, 4(3), 702-710.

Sinaga, S. M., Margata, L., & Silalahi, J. (2015). Analysis of Total Protein and Non Protein Nitrogen in Coconut Water and Meat (*Cocos Nucifera L.*) by using Kjeldahl Method. *International Journal of PharmTech Research*, 8(4), 551-557.

Suliyarningsih, Arifin, M. Z., & Ismunanti, I. (2020). Identifikasi Bakteri *Vibrio cholerae* pada Kerang Hijau (*Perna Viridis*) yang Dijual Di Pasar Legi Jombang. *STIKes Insan Cendekia Medika Jombang*, 5-12.

Tangio, J. S. (2017). Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan

---

Biomassa Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Entropi*, VIII, 500-506.

Tyas, A. W., & Kuntjoro, S. (2018). Keanekaragaman Bivalvia dan Peranannya Sebagai Bioindikator Logam Berat Timbal (Pb) di Pantai Kenjeran Surabaya *The Diversity of Bivalvia and The Role as Bioindicator of Heavy Metals Pb in Kenjeran Beach Surabaya*.

Udin, Y. (2015). Biosorpsi Kadmium (Cd) pada Serat Sabut Kelapa Hijau (*Cocos nucifera L.*) Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH). *Jurusan Kimia Pada Fakultas Sains Dan Teknologi, Cd*.

Wahyuni, S. (2018). Pemanfaatan Limbah Air Kelapa (*Cocos Nucifera L.*) untuk Pembuatan Kecap dan Uji Organoleptik Sebagai Referensi Mata Kuliah Bioteknologi. *Biomass Chem Eng*, 3(2).

Wandya, T. U. (2018). Efektifitas Larutan Jeruk Nipis terhadap Penurunan Kadar Timbal (Pb) pada Kerang Darah (*Anadara Granosa*). *Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara Medan*.

Wulansari, D. F., & Kuntjoro, S. (2018). Keanekaragaman Gastropoda dan Peranannya Sebagai Bioindikator Logam Berat Timbal (Pb) di Pantai Kenjeran, Kecamatan Bulak, Kota Surabaya. *LentaraBio*, 7(3), 241-247.

---