

PERBANDINGAN PENURUNAN KADAR CADMIUM (Cd) PADA KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DENGAN PERENDAMAN LARUTAN JERUK NIPIS (*Citrus aurantifolia*) PADA BERBAGAI KONSENTRASI DAN LAMA PERENDAMAN

Delvina Sinaga¹, Irnawati Marsaulina², Taufik Ashar²

1. Program Sarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Sumatera Utara Departemen Kesehatan Lingkungan
2. Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Sumatera Utara, Medan, 20155, Indonesia
Email: devy_ezzy@yahoo.co.id

Abstract

The Comparison of Cadmium (Cd) Content Reduction on Blood Cockle (*Anadara granosa*) by Soaking in Lime Acid (*Citrus aurantifolia*) Solution in Various Concentrate and Time Soaking. Blood cockle (*Anadara granosa*) can accumulate heavy metal which can endanger human organ through food chain. The most frequently heavy metal found in blood cockle is Cadmium (Cd). To reduce Cd content, it can be soaked by lime acid solution (*Citrus aurantifolia*). The aim of this study was to compare the reduction of Cd on blood cockle by soaking in lime acid solution in various concentration and time soaking. This research was experiment research with a Completely Randomized Design. The concentration of lime acid consisted of 3 levels (0%, 25%, and 50%) and soaking time consisted of 2 levels, namely 15 minute and 30 minute. To compare the level of Cd decreased in each treatment performed two-way anova with $\alpha = 0,05$. Based on research results, Cd levels before treatment was 1,20632 ppm, higher than the threshold limit value recommended by SNI No.7387: 2009 (1 ppm). There were reduction of Cd in every treatment. There are significantly difference of Cd reduction between soaking time 15 minute ($0,6751 \pm 0,0894$ ppm) and 30 minute ($0,897 \pm 0,1745$ ppm). The reduction of Cd is also significantly different ($p = 0,001$ ppm) between concentration 0% ($0,5896 \pm 0,0268$ ppm) and 25% ($0,8279 \pm 0,157$ ppm), and so is concentration 0% ($0,5896 \pm 0,0268$ ppm) and 50% ($0,8546 \pm 0,097$ ppm) ($p = 0,001$). It can be concluded that blood cockle which had been taken in Belawan river has been polluted by Cd. The most optimal concentration to reduce Cd is 25% with soaking time 30 minute (80,25%). It is suggested for other researcher to examine the nutrient value of blood cockle which has soaked by lime acid solution.

Key words : blood cockle, lime solution, cadmium

Pendahuluan

Aktivitas kehidupan manusia yang sangat tinggi telah menimbulkan banyak efek buruk bagi kehidupan dan lingkungan hidup manusia. Kegiatan pembangunan, terutama di sektor industri yang pada prinsipnya adalah untuk meningkatkan kualitas hidup manusia, juga dapat menurunkan derajat kesehatan masyarakat.

Perairan Belawan adalah salah satu komponen lingkungan yang telah tercemar di Kota Medan. Banyaknya industri-industri yang berada di sekitar perairan Belawan seperti industri pabrik bahan kimia, industri cat, baterai, pabrik pipa PVC, merupakan salah satu alasan mengapa perairan ini tercemar. Menurut

Putra (2008) air yang ada di muara Sungai Deli (Perairan Belawan) tidak sesuai lagi digunakan sebagai bahan baku untuk air minum karena kandungan logam beratnya (Cd, Pb, Cu) yang sudah melewati ambang batas.

Biota laut yang tercemar, pada gilirannya akan membawa dampak negatif pada manusia melalui suatu proses rantai makanan. Misalnya pada kasus Itai-Itai di Jepang. Selain berakibat langsung dari lingkungan air yang tercemar, penyakit itai-itai juga terjadi sebagai akibat adanya transformasi Kadmium (Cd) yang ada di Sungai Jintsu ke dalam beras yang mendapat irigasi dari sungai tersebut (Soemarwoto, 2009). Di Indonesia, tercemarnya Teluk Buyat oleh Merkuri (Hg) dan Arsen (As) menyebabkan penduduk setempat terkena penyakit seperti benjolan di sekujur tubuh, kram, mual, sakit kepala, panas di dada dan penyakit kulit yang parah, juga disebabkan oleh mengonsumsi biota laut yang tercemar logam berat (Romimohtarto, 2001).

Kerang darah merupakan salah satu biota laut yang dapat digunakan sebagai bioindikator tingkat pencemaran air laut. Sifat kerang yang menetap di suatu tempat karena pergerakan yang lambat, dan bersifat *filter feeder* (menyaring air untuk mendapatkan makanan), menyebabkan kerang rentan terkena bahan polusi air, terutama logam berat yang bersifat akumulatif dalam tubuh kerang (Darmono, 2001). Dalam pertumbuhannya, kerang darah dapat mengakumulasi logam berat dalam tubuhnya jika hidup pada perairan yang terkontaminasi logam berat. Kerang darah merupakan organisme air yang hidup menetap dan berkembang biak pada tekanan ekologis yang tinggi, sehingga proses biokonsentrasi dan bioakumulasi terjadi secara intensif (Suwignyo, 2005).

Logam berat yang paling sering ditemukan pada kerang darah adalah Kadmium (Cd).

Organ target yang diserang oleh keracunan Cd sangat luas, mulai dari ginjal, paru-paru, tulang, sistem reproduksi, dan sistem peredaran darah.

Kadar Cd pada kerang darah yang diperoleh di daerah Belawan adalah 0,2286 ppm (Alfian, 2005), sedangkan menurut pemeriksaan yang dilakukan oleh Juliana (2010) konsentrasi Cd pada kerang darah di tempat yang sama adalah 0,2461 ppm. Jika dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7387 : 2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan, kandungan logam berat dari semua hasil pemeriksaan di atas masih memenuhi syarat kesehatan (di bawah 1 ppm). Namun, logam tersebut dapat mengalami proses bioakumulasi pada tubuh manusia, sehingga meskipun jumlah yang diserap oleh tubuh hanya sedikit, dapat memberikan efek racun terhadap banyak fungsi organ dalam tubuh (Palar, 2008).

Upaya untuk mengurangi konsentrasi Cd pada kerang dapat dilakukan dengan berbagai cara. Menurut Hudaya (2010), kadar Cd pada kerang darah berkurang 94,7% setelah direndam dengan larutan belimbing wuluh selama 1 jam. Hal ini terjadi karena dalam belimbing wuluh tersebut terdapat asam sitrat yang berfungsi sebagai sekuestran (zat yang dapat mengikat logam pada makanan).

Masyarakat umumnya menggunakan jeruk nipis pada kerang untuk menambah cita rasa dan menghilangkan bau amis pada kerang. Tanpa disadari, hal ini dapat mengurangi konsentrasi Cd pada kerang tersebut karena larutan jeruk nipis juga mengandung asam sitrat yang dapat menyebabkan logam kehilangan sifat ionnya sehingga dapat mengurangi daya toksisitasnya logam tersebut (sekuestran) (Sarwono, 2001).

Agar upaya untuk menurunkan kadar Cd pada kerang darah lebih optimal dan

efisien, waktu perendaman kerang dengan sekuestran diupayakan sesingkat mungkin, namun tetap mengupayakan kadar Cd menurun dalam persentase yang besar.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen murni (*True Experimental*). Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial 3x2, dimana perlakuan konsentrasi larutan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dilambangkan dengan N sebagai faktor pertama, terdiri dari 3 konsentrasi, yaitu N0 (0%) sebagai kontrol, N1 (25%), dan N2 (50%). Perlakuan waktu (T) sebagai faktor kedua, terdiri dari 2 taraf, yaitu T1 (15 menit) dan T2 (30 menit).

Penelitian dilakukan pada bulan Januari – Februari 2013. Preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Farmasi Fisik Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara, sedangkan pengukuran kadar Cd dilakukan di Balat Teknik Kesehatan Lingkungan (BTKL) Medan. Objek pada penelitian ini adalah kerang darah yang dijual di pinggiran Pantai Belawan yang diambil secara *purposive sampling*. Data primer diperoleh dari hasil pemeriksaan kadar Cd sebelum dan setelah diberi perlakuan dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom, metode APHA3030.

Pengolahan data dilakukan secara univariat, yaitu dengan menghitung rata-rata, standar deviasi, dan nilai maksimum-minimum. Pengolahan data secara bivariat dilakukan dengan menguji perbedaan rerata penurunan kadar Cd dengan menggunakan uji *Anova two-way* yang dilanjutkan dengan uji *Tukey*.

Hasil dan Pembahasan

Konsentrasi Cd pada kerang darah yang berasal dari Laut Belawan setelah diperiksa di BTKL adalah 1,20632 ppm.

Kadar ini sudah melebihi nilai ambang batas yang diperbolehkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7387 tahun 2009 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan (1 ppm). Dibandingkan dengan kadar Cd pada kerang darah yang juga berasal dari Laut Belawan tahun 2010, yaitu 0,249 (Hudaya, 2010), kadar Cd meningkat ± 4 kali lipat.

Tingginya kadar Cd dalam kerang darah tersebut dipengaruhi oleh tingginya kadar Cd pada Perairan Belawan. Kadar Cd pada Laut Belawan berkisar 0,02 – 0,04 mg/L (Putra, 2008), telah melampaui baku mutu air golongan B menurut Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990 Tentang Baku Mutu Air, yaitu sebesar 0,01 ppm.

Kerang merupakan makhluk *filter feeder* (memperoleh makanan dengan cara menyaring air) dan suka menetap di suatu tempat karena pergerakannya yang lambat. Oleh karena sifat kerang yang seperti inilah, Cd pada perairan Belawan dapat masuk dan terakumulasi dalam daging kerang.

Kerang yang kadar Cd nya sudah melampaui nilai ambang batas SNI 7387 : 2009 tersebut, sudah tidak layak dikonsumsi oleh masyarakat. Jika kerang darah ini dikonsumsi dalam waktu yang lama, maka Cd dalam kerang tersebut akan terakumulasi, mengalami biomagnifikasi (pelipatgandaan kadar) dalam tubuh manusia dan berefek toksik pada spektrum yang luas pada organ tubuh, mulai dari ginjal, tulang, hati, bahkan sistem saraf manusia (APHA, 1985) dalam Sari (2005).

Setelah direndam dengan larutan jeruk nipis, kadar Cd sudah melampaui nilai ambang batas, seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Kadar Cd pada Kerang Darah Setelah Perlakuan

Perlakuan	Kadar Cd Setelah Perlakuan pada Pengulangan (ppm)			Rata-rata (ppm)
	1	2	3	
15 menit 0%	0,65413	0,63211	0,62542	0,6372
15 menit 25%	0,53154	0,49728	0,52918	0,5193
15 menit 50%	0,43215	0,47615	0,40543	0,4379
30 menit 0%	0,61729	0,59043	0,58210	0,5966
30 menit 25%	0,23120	0,28531	0,19789	0,2381
30 menit 50%	0,25431	0,26722	0,27605	0,2658

Berdasarkan tabel di atas, rata-rata kadar Cd yang paling tinggi adalah pada kerang darah yang diberi perlakuan perendaman akuades selama 15 menit konsentrasi 0% (0,63722 ppm), sedangkan rata-rata kadar Cd yang paling rendah terdapat pada perlakuan perendaman dengan larutan jeruk nipis 25% selama 30 menit.

Terdapat penurunan kadar Cd pada setiap perlakuan seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 2. Persentase penurunan dihitung berdasarkan kadar awal Cd pada kerang darah.

Tabel 2. Penurunan Kadar Cd pada Kerang Darah Setelah Diberi Perlakuan

Perlakuan	Kadar Cd pada Pre-test (ppm)	Kadar Cd pada Pengulangan (ppm)			Rata-rata (ppm)	Standar deviasi	Penurunan (%)
		1	2	3			
15 menit 0%	1,206	0,55	0,57	0,58	0,56	0,015	47,17%
15 menit 25%	1,206	0,77	0,73	0,80	0,77	0,036	56,94%
15 menit 50%	1,206	0,97	0,92	1,00	0,97	0,044	63,69%
30 menit 0%	1,206	0,67	0,71	0,67	0,68	0,019	50,54%
30 menit 25%	1,206	0,59	0,62	0,62	0,61	0,018	80,25%
30 menit 50%	1,206	0,95	0,94	0,93	0,94	0,011	77,96%

Kadar Cd mengalami penurunan pada setiap perlakuan. Semua kadar Cd pada kerang darah setelah diberi perlakuan sudah sesuai dengan SNI No. 7387 tahun 2009, yaitu di bawah 1 ppm. Hal ini

berarti, kerang tersebut sudah aman untuk dikonsumsi masyarakat.

Penurunan Cd yang paling besar terjadi pada saat direndam dengan larutan jeruk nipis 25% selama 30 menit (80,25%). Sedangkan penurunan Cd yang paling kecil adalah pada saat kerang darah direndam dengan akuades selama 15 menit (47,17%). Penambahan konsentrasi menjadi 50% pada lama perendaman 30 menit tidak meningkatkan persentase penurunan Cd (77,96%). Pada lama perendaman 15 menit dengan konsentrasi larutan 25%, penurunan Cd hanya sebesar 56,94%. Namun, perlakuan perendaman dengan larutan belimbing wuluh 15% selama 60 menit lebih efektif menurunkan kadar Cd pada kerang darah, yaitu 88,76% (Hudaya, 2010).

Selanjutnya, data diuji nilai rata-ratanya dengan menggunakan uji *Anova two-way* untuk menguji perbedaan antar perlakuan.

Tabel 3. Hasil Uji Anova Perbedaan Penurunan Kadar Cd pada Kerang Darah dengan Perendaman Larutan Jeruk Nipis

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat kebebasan	Rata-rata Kuadrat	F _{Hitung}	F _{Tabel}
Lama Perendaman	0,122	1	0,122	170,04	4,75
Konsentrasi	0,255	2	0,127	178,02	3,89
Lama* Konsentrasi	0,043	2	0,022	30,354	3,89
Galat	0,008	12	0,00072		
Total	0,429	17			

Berdasarkan tabel hasil ANOVA diatas ternyata F hitung setiap baris lebih besar daripada F tabel (170,04 > 4,75; 178,02 > 3,89; 30,354 > 3,89), sehingga dapat disimpulkan bahwa : ketiga konsentrasi jeruk nipis dalam perlakuan memiliki kemampuan yang berbeda secara nyata dalam menurunkan kadar Cd pada kerang darah, dan kedua taraf lama perendaman dalam perlakuan berbeda

secara nyata pada dalam menurunkan kadar Cd pada kerang darah.

Untuk melihat nilai perbedaan masing-masing perlakuan harus dilanjutkan dengan uji lanjutan. Dalam hal ini dilanjutkan dengan uji Tukey sering juga disebut sebagai uji HSD (*Honestly Significant Difference*).

Tabel 4. Hasil Uji Tukey Terhadap Penurunan Kadar Cd pada Kerang Darah pada Taraf Konsentrasi Larutan Jeruk Nipis

Konsentrasi Jeruk Nipis	Rata-rata	Beda Rata-rata			Hasil Uji HSD
		0%	25%	50%	
0%	0,616	-	0,238*	0,265*	0,0803
25%	0,378	0,238*	-	0,026	
50%	0,352	0,265*	0,026	-	

* = berbeda nyata

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa perbandingan penurunan kadar Cd pada kerang darah konsentrasi 0% dan 25% berbeda nyata. Perbandingan penurunan kadar Cd pada kerang darah konsentrasi 0% dan 50% juga berbeda secara nyata. Namun perbandingan penurunan kadar Cd pada kerang darah konsentrasi 25% dan 50% tidak berbeda secara nyata. Dari hasil analisa data ini, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi jeruk nipis yang paling efektif untuk menurunkan kadar Cd pada kerang darah adalah 25%. Ini artinya penambahan konsentrasi menjadi 50% tidak meningkatkan persentase penurunan Cd.

Hasil uji tukey untuk melihat perbedaan penurunan kadar Cd pada kerang darah pada taraf lama perendaman dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Tukey terhadap Penurunan Kadar Cd pada Kerang Darah pada Dua Taraf Lama Perendaman

Konsentrasi Jeruk Nipis	Rata-rata	Beda Rata-rata		Hasil Uji HSD
		15 menit	30 menit	
15 menit	0,531	-	0,165*	0,0803
30 menit	0,366	0,165*	-	

*= berbeda nyata

Ada perbedaan yang nyata antara 15 menit dan 30 menit jika dilihat dari segi lama perendaman. Hal ini berarti, perpanjangan waktu perendaman menjadi 30 menit memberikan beda yang signifikan terhadap penurunan kadar Cd pada kerang darah, sehingga, lama perendaman yang paling efektif untuk menurunkan kadar Cd adalah 30 menit. Demikian juga halnya dengan penelitian Armanda (2009) yang menyatakan bahwa adanya perbedaan waktu memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan kadar Cd.

Kemampuan larutan jeruk nipis untuk menurunkan kadar Cd pada kerang darah disebabkan oleh adanya zat asam sitrat yang terkandung dalam jeruk nipis. Asam sitrat adalah salah satu zat sekuestran (zat pengikat logam). Asam sitrat memiliki rumus kimia $\text{CH}_2\text{COOH}-\text{COHCOOH}-\text{CH}_2\text{COOH}$ ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$). Gugus fungsional $-\text{OH}$ dan COOH pada asam sitrat menyebabkan ion sitrat dapat bereaksi dengan ion logam membentuk garam sitrat. Menurut Rusli (2010), ion sitrat akan mengikat logam sehingga dapat menghilangkan ion logam yang terakumulasi pada kerang sebagai kompleks sitrat.

Semakin tinggi konsentrasi suatu larutan, semakin cepat larutan tersebut untuk bereaksi dengan senyawa lain. Begitu juga dengan lama perendaman. Semakin lama waktu suatu zat berinteraksi dengan senyawa lain, maka semakin cepat reaksi antara asam sitrat dengan logam. Hal ini sejalan dengan penelitian Buwono (2005) yang menyatakan bahwa waktu perendaman dengan larutan asam berpengaruh nyata terhadap penurunan logam pada kerang.

Perendaman kerang darah dengan menggunakan akuades juga dapat menurunkan kadar Cd, yaitu sebesar 47,17% (selama 15 menit), dan 56,94%

(selama 30 menit). Dari hal ini, terlihat bahwa, semakin lama kerang darah direndam, semakin tinggi penurunan kadar Cd tersebut, walaupun hanya direndam dengan akuades. Hal ini sesuai dengan penelitian Afsyah (2011), bahwa kadar Cd pada kerang bulu berkurang 18,37 % setelah direndam dengan akuades.

Terjadinya penurunan kadar Cd pada kerang setelah perendaman dengan akuades disebabkan karena adanya proses perebusan kerang terlebih dahulu sebelum direndam dengan akuades. Proses perebusan kerang tersebut dapat menyebabkan terdegradasinya protein yang terdapat dalam kerang. Degradasi merupakan suatu pemecahan protein dari ikatan – ikatan yang terdapat di dalamnya. Salah satunya adalah metallothionine, yang mempunyai kemampuan mengikat logam-logam yang bersifat toksik seperti kadmium (Nurjanah; dkk, 2005). Penurunan kadar Cd setelah perendaman dengan akuades juga disebabkan karena air dapat merusak ikatan kompleks logam protein, walaupun tidak seefektif asam sitrat (Afsyah, 2011).

Dalam penelitian ini, hasil pengamatan lain yang diperoleh adalah daging kerang darah yang telah direbus dengan air dan direndam dengan larutan jeruk nipis memiliki rasa yang sedikit asam, namun dalam batas yang masih wajar untuk dikonsumsi. Selain itu, bau amis pada daging kerang tersebut juga berkurang. Hal yang belum teramati adalah perubahan nilai gizi kerang tersebut, terutama perubahan kandungan protein yang banyak terkandung pada kerang, namun mudah sekali terdenaturasi oleh asam (Sari, 2005).

Sehubungan dengan beraneka ragamnya penggunaan logam kadmium maka pelepasan kadmium dari limbah industri ditambah kadmium yang berasal dari alam akan menimbulkan pencemaran lingkungan yang meluas mengingat kadmium merupakan substansi yang

persisten di dalam lingkungan. Kadmium dapat berada di atmosfer, tanah dan perairan (Widowati, 2008).

Keberadaan logam kadmium di badan air berasal dari industri yang melakukan pembuangan limbah B3 yang belum diolah dengan baik sehingga mengakibatkan air dari badan sungai yang mengandung logam berat mengalir ke laut. Keberadaan logam kadmium dalam perairan juga dapat berasal dari sumber-sumber alamiah, misalnya berupa pengikisan batu-batu mineral yang banyak di sekitar perairan. Selain itu kadmium di perairan dapat juga berasal dari endapan atmosfer dan debu (Darmono, 2001).

Pemaparan logam berat kadmium pada kerang disebabkan adanya buangan limbah industri yang dibuang ke sungai dan laut. Kadmium yang terbuang ke sungai, pantai atau badan air di sekitar industri-industri tersebut kemudian dapat mengkontaminasi tanaman air dan terendap ke sedimen. Kadmium akan terakumulasi dalam tubuh kerang baik melalui saluran pernapasan, saluran pencernaan (rantai makanan) dan permukaan kulitnya (Suwignyo, 2005).

Kadmium ini akan terakumulasi pada kerang lebih besar dari pada hewan air lainnya karena sifatnya yang menetap, menyaring makanannya (*filter feeder non selective*), lambat untuk dapat menghindarkan diri dari pengaruh polusi dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap konsentrasi logam tertentu. Oleh karena itu, jenis kerang merupakan indikator yang sangat baik untuk memonitor suatu pencemaran logam dalam lingkungan perairan (Darmono, 2001).

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa :

Kadar kadmium pada kerang darah yang dijual di sekitar Perairan Belawan adalah 1,20632 ppm. Kerang darah yang dijual di Perairan Belawan sudah melebihi Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7387 tahun 2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan (1 ppm).

Setelah direndam dengan larutan jeruk nipis 0% selama 15 menit terjadi penurunan 0,47176 %, sedangkan selama 30 menit penurunannya 50,54 %. Kadar kadmium pada kerang darah berkurang 56,94% dan 80,25% setelah direndam dengan larutan jeruk nipis 25% selama 15 menit dan 30 menit. Sedangkan perendaman dengan larutan jeruk nipis 50% selama 15 menit dan 30 menit menghasilkan penurunan kadar kadmium 63,69% dan 77,96 %.

Penurunan kadar kadmium pada kerang darah pada konsentrasi 0% ($0,5896 \pm 0,0268$ ppm) dan 25% ($0,8279 \pm 0,1570$ ppm) berbeda secara nyata pada $p = 0,001$. Begitu pula pada jeruk nipis konsentrasi 0% ($0,5896 \pm 0,0268$ ppm) dan 50% ($0,8546 \pm 0,097$ ppm). Namun, konsentrasi larutan jeruk nipis 25% ($0,8279 \pm 0,1570$ ppm) dan 50% ($0,8546 \pm 0,097$ ppm) tidak berbeda secara signifikan dalam menurunkan kadar Cd ($p = 0,236$). Terdapat perbedaan secara signifikan ($p = 0,001$) rerata penurunan kadmium antara lama perendaman 30 menit ($0,8397 \pm 0,1745$ ppm) dan 15 menit ($0,6751 \pm 0,0894$ ppm).

Konsentrasi dan lama perendaman larutan jeruk nipis yang paling optimal dalam menurunkan Cd pada kerang darah adalah 25% selama 30 menit.

Perlu dilakukan sosialisasi kepada masyarakat mengenai penggunaan larutan

jeruk nipis sebagai alternatif bahan tambahan makanan dalam menurunkan kandungan logam kadmium (Cd) pada proses pengolahan kerang secara mudah dan sederhana.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui perbedaan nilai gizi protein pada kerang darah yang tidak direndam dan yang telah direndam dengan larutan jeruk nipis.

Perlu dilakukan berbagai upaya pencegahan kerusakan lingkungan oleh industri, terutama lingkungan perairan sehingga biota yang terdapat di dalamnya aman untuk dikonsumsi.

Daftar Pustaka

- Afsyah, S 2011, *Upaya Penurunan Kadar Cd (Cadmium) pada Kerang Bulu (Anadara antiquata) dengan Pemanfaatan Larutan Chitosan*, Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat USU, Medan.
- Alfian, Z 2005, *Analisis Kadar Logam Kadmium (Cd^{2+}) dari Kerang yang Diperoleh dari Daerah Belawan Secara Spektrofotometri Serapan Atom*, Jurnal Sains Kimia Vol 9 No 2, FMIPA Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Armanda, F 2009, *Studi Pemanfaatan Buah Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia Swingle) Sebagai Chelator Logam Pb dan Cd dalam Udang Windu (Penaeus monodon)*, Skripsi Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Badan Standarisasi Nasional 2009, *Standar Nasional Indonesia Nomor 7387 : 2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan*, BSN, Jakarta.

- Badan Standarisasi Nasional 1998, *Standar Nasional Indonesia Nomor 01-4866-1998 tentang Preparasi Sampel*, BSN, Jakarta.
- Buwono, ID 2005, *Upaya Penurunan Kandungan Logam Hg (Merkuri) dan Pb (Timbal) pada kerang hijau (Mytilus viridis) dengan Konsentrasi dan Waktu Perendaman Na₂CaEDTA yang Berbeda*, Jurnal Bionatura Vol 7 No 3.
- Darmono 2001, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*, Rhinneka Cipta, Jakarta.
- Hanafiah 2011, *Rancangan Percobaan, Teori dan Aplikasi*, Rajawali Press, Jakarta.
- Hudaya, R 2010, *Pengaruh Pemberian Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) terhadap Kadar Kadmium (Cd) pada Kerang (Bivalvia) yang Berasal dari Laut Belawan*, Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat USU, Medan
- Juliana 2010, *Penetapan Kadar Logam Pb, Cd, dan Cu pada Kerang Darah (Anadara granosa) dari Perairan Tanjung Balai dan Perairan Belawan secara Spektrofotometri Serapan Atom*, Skripsi Fakultas Farmasi USU, Medan.
- Mifbakhuddin 2010, *Pengaruh Perendaman Larutan Asam Cuka terhadap Kadar Logam Berat Cadmium pada Kerang Hijau*, Jurnal Kesehatan Vol. 3, No.1.
- Nurjanah, dkk 2005. *Kandungan Mineral dan Proksimat Kerang Darah (Anadara granosa) yang Diambil dari Kabupaten Boalemo, Gorontalo*. Buletin Teknologi Hasil Perikanan, Vol VIII, No.2.
- Palar, H 2008, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rhinneka Cipta, Jakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 722/Menkes/Per/IX/88 tentang *Bahan Tambahan Makanan*.
- Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990 tentang *Pengendalian Pencemaran Air*.
- Putra, EA 2008, *Analisis Limbah Industri Logam Terhadap Kualitas Air Sungai Deli (Ditinjau Dari Aspek Fisika Dan Kimia)*, <http://www.usulibrary-perpustakaan-universitas-sumatera-utara.ac.id> tanggal akses 26 September 2012.
- Romimohtarto, K 2001, *Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Djambatan, Jakarta.
- Sari, FI 2005, *Efektivitas Larutan Asam Cuka untuk Menurunkan Kandungan Logam Berat Cd dalam Daging Kerang Bulu*, Jurnal Kesehatan Lingkungan Vol.1 No.2, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga.
- Soemarwoto, O 2009, *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Slamet, JS dkk 2003, *Toksikologi Lingkungan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Suwignyo, S dkk 2005, *Avertebrata Air*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Widowati, W 2008, *Efek Toksik Logam*, Penerbit Andi, Yogyakarta.