

ISSN (Print) : 2443-1141

ISSN (Online) : 2541-5301

Higiene

P E N E L I T I A N

Efektifitas *Citrus aurantifolia swingle* dan *Averrhoa bilimbi* dalam Menurunkan Konsentrasi Timbal pada Kerang Kalandue (*Polymesoda sp*) dari Teluk Kendari

Adha F. Ondu^{1*}, Erwin Azizi Jayadipraja², Sunarsih³

Abstrak

Berbagai penelitian mengungkapkan bahwa Teluk Kendari telah tercemar beraneka ragam logam berat, salah satunya adalah Pb. Perairan yang tercemar memberikan impact bagi kondisi lingkungan, terutama salah satu makanan yang diperoleh dari teluk kendari seperti Kerang kalandue (*Polymesoda sp*). Logam berat akan terkonsentrasi kedalam tubuh mahluk hidup dengan proses *bioakumulasi* dan *biomagnifikasi* dan dapat membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsinya. Penelitian untuk mengetahui efektifitas perendaman *Citrus aurantifolia swingle* dan *Averrhoa bilimbi* dalam menurunkan konsentrasi Pb pada *Polymesoda sp*.

Penelitian ini bersifat kualitatif dengan Jenis penelitian Quasi Experimental dengan rancang bangun pre-test dan post-test. Analisis data secara deskriptif dan inferensial dengan uji Anova, Tukey dan T-Test.

Hasil uji *anova* diketahui bahwa sebelum dan sesudah perlakuan terjadi penurunan kadar Pb Pada kerang kalandue berbeda secara signifikan perendaman *Citrus aurantifolia swingle* untuk Pb Fhit 103.589 > Ftab 2.80 konsentrasi 75%. dan waktu perendaman Fhit 83.475 > Ftab 2.80 diperoleh 15 menit. Perendaman *Averrhoa bilimbi* untuk Pb Fhit 69.573 > Ftab 2.80 konsentrasi 75% dan waktu perendaman Fhit 24.407 > Ftab 2.80 diperoleh 25 menit. Hasil uji tukey rata-rata ada perbedaan konsentrasi dan waktu perendaman setelah perlakuan pada *Polymesoda sp*. Hasil Uji T test diketahui bahwa ada Perbedaan penurunan kadar Pb pada Perendaman *Citrus aurantifolia swingle* dan *Averrhoa bilimbi* sebelum dan sesudah perlakuan pada *Polymesoda sp* dimana Thit 6.026 > Ftab 1.659 diperoleh *Citrus aurantifolia swingle* 4076 dan *Averrhoa bilimbi* 5414 rata-rata tidak sama. Diharapkan dengan penelitian ini dapat memberi informasi kepada masyarakat bahwa perasan *Citrus aurantifolia swingle* dan *Averrhoa bilimbi* memiliki fungsi selain untuk menambah cita rasa dan menghilangkan bau amis terbukti dapat menurunkan kadar logam berat Pb pada *Polymesoda sp*.

Kata kunci : *Citrus aurantifolia swingle*, *Averrhoa bilimbi*, Timbal, *Polymesoda sp*

Pendahuluan

Pencemaran logam berat merupakan salah satu masalah yang sering terjadi di perairan pesisir

dan laut termasuk di Teluk Kendari. Logam berat yang mencemari perairan beraneka ragam salah satunya logam Timbal (Pb) (Anwar Mallongi,2017). Sebagian besar (80%) limbah air laut berasal dari sampah dan limbah yang di buang melalui saluran air perkotaan, yang bersumber dari kegiatan pem-

*Korespondensi : adha.ondu@gmail.com

¹ Kantor Kesehatan Pelabuhan II Kendari

^{2,3} STIKES Mandala Waluya, Kendari

bangunan, industri dan komersial. sisanya (20%) berasal dari laut seperti buangan dari kapal berupa sisa jaring, bungkus makanan dan komponen terbesar masuk dari sampah padat perumahan yang masuk melalui aliran sungai yaitu (80 juta ton atau 31,7%). (Boy Rahardjo S,2016).

Jumlah air buangan secara keseluruhan diperkirakan 1,3 juta m³/hari dimana 80% lebih dari dari limbah air domestik serta air buangan perkantoran dan daerah komersial (Anwar Mallongi,2017). Keadaan seperti ini menjadi ancaman yang cukup serius terhadap kelestarian lingkungan terutama biota air yang berada di perairan. Teluk Kendari merupakan satu satunya Teluk yang terletak di kota Kendari propinsi Sulawesi Tenggara dan menjadi aktivitas transportasi laut yang terbesar juga memiliki potensi alam yang unik untuk di kelola di wilayah pesisir. Seiring dengan semakin pesatnya perkembangan Kota Kendari, mempengaruhi pula perkembangan penduduk dengan pemukiman juga berbagai macam aktivitas, sehingga beban pencemaran yang masuk ke Teluk Kendari terus mengalami peningkatan.

Studi mengungkapkan bahwa dampak Pb sangatlah berbahaya pada anak-anak karena berpotensi menurunkan tingkat kecerdasan (IQ), selain itu timbal mempunyai kemampuan merusak fungsi ginjal, saluran pencernaan, sistem saraf pada remaja, menurunkan fertilitas, menurunkan jumlah spermatozoa dan meningkatkan spermatozoa serta absorsi spontan. (Anwar Mallongi,2017). Terkontaminasinya biota laut dengan berbagai jenis logam berat dapat berbahaya dan mempengaruhi kesehatan manusia yang mengkonsumsinya. Seperti kasus Minamata di Jepang yang diakibatkan keracunan Merkuri dan Kadmium pada masyarakat yang tinggal disekitar sungai Jitsu di Jepang serta kasus teluk Buyat di Sulawesi Utara akibat adanya kontaminasi logam berat Arsen (As), Antimon (Sb), Merkuri (Hg) dan Mangan (Mn). Keracunan logam berat dapat menyebabkan keracunan akut dan kronik, karsinogen dan gangguan metabolisme. (Fatimah Nisma dkk,2012).

Menurut penelitian yang dilakukan La Ode Abdul Rajab, (2004) bahwa status pencemaran Teluk

Kendari telah tercemar, salah satu parameter adalah logam Pb sebesar 0,667 ton/bulan, mengkondisikan parameter tersebut telah melampaui daya asimilasi Teluk Kendari. dengan sumbangan Timbal terbesar dari sungai wanggu 0,112 ton/bulan disusul sungai Kambu 0,010 ton/bulan dan yang terkecil dari sungai Mandonga 0,00008 ton/bulan. Penelitian ini dilakukan 14 tahun yang lalu. Patut diduga kondisi sekarang terjadi peningkatan. Kadar logam berat Pb di Teluk Kendari berada dalam kisaran 0,01-0,025 ppm (Armid, 2015).

Fakta dilapangan nampak dalam pengamatan secara langsung berbagai persoalan dihadapi di kawasan Teluk Kendari antara lain: Pendangkalan akibat sedimentasi sungai, Kualitas air di Teluk Kendari yang semakin buruk dengan adanya sedimentasi dan pencemaran limbah. Tercemarnya air laut di Teluk Kendari oleh bahan pencemar umumnya disebabkan masuknya limbah kedalam perairan di Teluk Kendari antaranya pemukiman, Rumah Sakit, perhotelan, industri rumahan, industri perikanan, industry emas dan perak, perbengkelan, transportasi laut dan perkapalan dan berbagai aktifitas lain di sekitar Teluk. Di tambah ada sekitar 12 sungai dan anak sungai yang bermuara di Teluk Kendari antara lain Sungai Sadohoa, Wanggu, Kambu, dan Sungai Anggoeya dengan kondisi aliran sungai yang sudah berwarna hitam dan berlemak disertai sampah buangan rumah tangga, sampah plastik, ban bekas, accu bekas, tumpukan material, barang bekas kosmetik di sekitar pantai. Banyaknya sampah yang bertumpuk di bibir pantai Teluk Kendari menyebabkan terjadinya pendakalan sehingga mempercepat lajunya sedimentasi dan kontaminasi aktivitas ini telah memberikan masukan bahan pencemar logam berat yang bersifat toksik. Aktifitas ini dapat memberikan masukan bahan pencemar Pb Untuk melihat pengaruh pencemaran yang ada di perairan dapat melihat konsentrasi Timbal dan Kadmium yang terakumulasi pada organ tubuh organisme yang hidup disekitar perairan salah satunya adalah Kerang (*Polymesoda sp*).

Dalam pertumbuhannya kerang dapat mengakumulasi logam lebih besar daripada hewan air

lainnya dalam tubuhnya jika hidup pada perairan yang terkontaminasi logam berat sehingga proses *bioakumulasi* terjadi secara intensif (Suwignyo, 2005). Oleh karena itu jenis kerang merupakan indikator yang sangat baik untuk memonitor suatu pencemaran logam dalam lingkungan perairan termasuk logam Timbal (Pb) (Darmono, 2001).

Bagi masyarakat di Kendari *Polymesoda sp* lebih dikenal dengan sebutan kerang kalandue dan banyak dikonsumsi masyarakat dan mudah ditemukan di kawasan pesisir mangrove di Teluk Kendari. Kerang ini merupakan harapan warga kota Kendari telah banyak di manfaatkan oleh penduduk sekitar mangrove dan menjadi bahan makanan yang digemari dan sumber penghasilan bagi pencari maupun penjual kerang.

Mengonsumsi makanan laut seperti kerang yang mengandung logam berat menimbulkan efek negatif bagi manusia karena terjadi akumulasi logam berat di dalam tubuh. Penurunan kadar logam berat dapat dilakukan dengan menggunakan larutan asam, karena larutan asam dapat mengikat logam (*chelating agent*). Kemampuan Asam sitrat ($C_6H_8O_7$) yang terkandung dalam *Citrus aurantifolia swingle* dan *Averrhoa bilimbi* dapat dimanfaatkan sebagai mengkhelat logam berat pada biota air seperti kerang. Fungsi asam sitrat dapat menyebabkan logam kehilangan sifat ionnya sehingga dapat dapat mengurangi daya toksisitasnya logam (Sinaga dkk,2015). Bagian asam sitrat yang dapat mengikat logam adalah gugus hidroksil (-OH) yang dimana gugus yang dimana gugus ini juga dimiliki asam askorbat. Proses pengikatan logam berawal dari tiga gugus karboksil (COOH) yang dapat melepaskan *proton* di dalam larutan. Jika hal demikian terjadi, ion yang di hasilkan adalah berupa ion sitrat. Ion sitrat dapat bereaksi dengan ion-ion logam sehingga membentuk garam sitrat (Miftahul Rohma Saputri dkk, 2015). Dengan demikian senyawa ini dapat membantu mengurangi kadar logam berat seperti Pb.

Jeruk Nipis yang bernama latin *Citrus aurantifolia swingle* adalah sejenis tanaman perdu yang banyak tumbuh dan dikembangkan di Indonesia.

Terdapat kandungan unsur senyawa kimia yang bermanfaat seperti asam sitrat 5,56 gram dan asam askorbat 2,7 gram setiap 100 gram *Citrus aurantifolia swingle* dimana zat kimia tersebut mempunyai kemampuan mengikat logam (BPPT,2002). Kualitas *Citrus aurantifolia swingle* diketahui dari warna, kejernihan dan tekstur kulit semakin tipis semakin banyak kandungan airnya bukan ukuran buahnya, buah matang berumur lebih dari 3 bulan, terutama sari buahnya mengandung 8% asam sitrat dari berat buah (Firda Khanifah, 2015).

Buah Belimbing Wuluh dengan nama latin *Averrhoa Bilimbi* merupakan buah yang memiliki banyak kandungan bermanfaat namun belum dibudidayakan secara khusus. Terdapat kandungan unsur bermanfaat seperti Asam Sitrat 92,6 gr dalam 100 gr total padatan (seyla budi dkk,2016)

Banyaknya manfaat yang terkandung pada kedua buah lokal ini salah satunya adalah Asam sitrat yang berfungsi sebagai senyawa yang mengikat logam (*Chelating Agent*) dalam daging kerang. Terjadinya reaksi antara zat pengikat logam (larutan Jeruk Nipis dan Belimbing Wuluh) dengan ion logam dapat menyebabkan ion logam kehilangan sifat ionnya dan mengakibatkan logam berat tersebut kehilangan sebagian besar toksisitasnya (Dita Natalia Purba dkk, 2016).

Dalam uji pendahuluan yang dilakukan pada tanggal 1 April 2018 di laboratorium Forensik Biologi MIPA Universitas Halu Oleo Kendari Propinsi Sulawesi Tenggara bahwa kerang kalandue yang di ambil dari Teluk Kendari telah mengandung timbal (Pb) yaitu 0,7936 mg/kg. Jika di dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7387 : 2009 tentang Batas Maksimum Cemar Logam dalam Pangan untuk cemaran Pb tidak lebih dari 1,5 mg/kg. Namun logam berat tersebut akan terakumulasi didalam tubuh manusia dan mengalami *bioakumulasi* (Pelipatgandaan kadar) didalam tubuh manusia sehingga dapat memberi efek toksik terhadap fungsi organ dalam tubuh. (Palar,2008).

Pada penelitian Nikmans Hattu dkk, 2014, diperoleh bahwa konsentrasi logam Pb sebelum perendaman dalam ekstrak asam Belimbing Wuluh

adalah 11,88 mg/kg. setelah perendaman dalam ekstrak asam Belimbing Wuluh selama 30, 60, 90, dan 120 menit berturut-turut adalah 10,62 mg/kg; 9,13 mg/kg; 4,90 mg/kg; dan 4,49 mg/kg atau mengalami penurunan kadar logam Pb masing-masing sebesar 10,86%, 23,21%, 58,70% dan 62,24%. pada kerang buluh.

Salah satu cara untuk mengurangi logam berat pada kerang dengan perendaman menggunakan larutan asam bertujuan untuk mengurangi konsentrasi logam berat Pb. dalam daging kerang sehingga aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat dan menjaga keamanan pangan dari dampak paparan Pb.

Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini kualitatif dengan Jenis penelitian yang digunakan Quasi Experimental dengan rancang bangun Pre-test dan Post-test. control group design. Analisis data secara deskriptif dan inferensial dengan uji Anova (satu arah) dilanjutkan uji Tukey jika ada pengaruh rata-rata sampel dan Uji T-Test untuk melihat perbedaan dari dua sampel independent. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April –Mei 2018. Alat yang digunakan. Populasi dalam penelitian ini adalah kerang Kalandue (*polymesoda sp*) yang berada di area hutan mangrove di Teluk Kendari. Atomic Absorption Spectrophotometer zemeen 200, neraca analitik, cawan porselin, beaker gelas, blender, labu ukur, gelas ukur, hot plate (pemanas), freezer, pipet tetes, tabung reaksi, wadah polystyrene, termos es, penggaris, kertas millimeter dan kertas label, timbangan analitik, oven, tanur, kertas saring Whattman berpori 0,45, tabung reaksi, corong pemisah, beaker Teflon, labu takar, pipet, botol polyetythylen, lumpang porselin, pisau. Bahan yang digunakan *Citrus aurantifolia Swingle* (Jeruk Nipis) dan *Arrvehoa Bilimbi* (Belimbing Wuluh), asam nitrat (HNO_3) pekat, hidrogen peroksida (H_2O_2) pekat dan aquades. Preparasi sampel dilakukan Laboratorium Forensik Biologi MIPA UHO (Universitas Halu Ole) Kendari Propinsi Sulawesi Tenggara. terdapat tiga tahapan prosedur kerja pertama : *Citrus aurantifolia swingle* yang telah disiapkan dicuci, kemudian diper-

as dan disaring. Perasan hasil saringan digunakan untuk pengujian selanjutnya, sedangkan ampasnya dibuang. Filtrat hasil saringan ini merupakan larutan ekstrak *Citrus aurantifolia swingle*. Sampel Kerang Kalandue dibersihkan dan dikeluarkan dari cangkangnya. Selanjutnya diiris tipis - tipis, dan dibagi menjadi 10 bagian. Bagian pertama dijadikan sebagai kontrol, yakni dengan mengambil sebanyak 50 gr untuk Pb dan ditiriskan selama 15 menit. Bagian kedua, diambil sebanyak 50 gr, kemudian direndam di dalam 50% perasan *Citrus aurantifolia swingle* selama 15 menit, Setelah itu sampel diangkat ditiriskan selama 15 menit. Bagian ke-3 diambil sebanyak 50 gr, kemudian direndam didalam 50% perasan *Citrus aurantifolia swingle* selama 25 menit setelah itu sampel di angkat di tiriskan selama 15 menit selanjutnya ke 4 sama hanya waktu perendaman selama 35 menit. Demikian juga untuk Konsentarsi 75% dan 100% sama dengan perlakuan sebelumnya. tahap kedua : Belimbing wuluh yang telah disiapkan dicuci, kemudian diblender, diperas dan disaring. Perasan hasil saringan digunakan untuk pengujian selanjutnya, sedangkan ampasnya dibuang. Filtrat hasil saringan ini merupakan larutan ekstrak *Averrhoa bilimbi*.

Sampel Kerang Kalandue dibersihkan dan dikeluarkan dari cangkangnya. Selanjutnya diiris tipis - tipis, dan dibagi menjadi 10 bagian. Bagian pertama dijadikan sebagai kontrol, yakni dengan mengambil sebanyak 50 gr untuk Pb sampel dan ditiriskan selama 15 menit. Bagian kedua, diambil sebanyak 50 gr, kemudian direndam di dalam 50% perasan *Averrhoa bilimbi* selama 15 menit, Setelah itu sampel diangkat ditiriskan selama 15 menit. Bagian ke-3 diambil sebanyak 50 gr, kemudian direndam didalam 50% perasan *Averrhoa bilimbi* selama 25 menit setelah itu sampel di angkat di tiriskan selama 15 menit selanjutnya ke 4 sama hanya waktu perendaman selama 35 menit . Demikian juga untuk Konsentarsi 75% dan 100% sama dengan perlakuan sebelumnya. Tahap tiga : Sampel Kerang kalandue yang dijadikan sebagai kontrol dan sampel yang direndam dalam perasan *Citrus aurantifolia swingle Averrhoa bilimbi* dengan variasi lamanya peren-

daman yang telah ditiriskan pada bagian penyiapan sampel kemudian didestruksi. Sampel yang didestruksi ditambahkan 10 mL asam nitrat dan 30 mL asam klorida dengan perbandingan 1:3. Destruksi dilakukan dengan cara memanaskan labu yang berisi sampel dalam oil bath pada suhu $\pm 200^{\circ}\text{C}$. Destruksi dihentikan jika telah didapatkan larutan yang berwarna hijau jernih. Larutan selanjutnya dipindahkan ke dalam labu takar 100 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda batas. Larutan hasil destruksi ini kemudian diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom pada panjang gelombang 283,3 nm. Untuk memperoleh konsentrasi dengan menggunakan rumus %V/V. Dengan menggunakan standar labu ukur 100 ml, konsentrasi 100% murni perasan Jeruk Nipis dan Belimbing Wuluh digunakan perasan Jeruk Nipis dan Belimbing Wuluh masing-masing volume 100 ml tanpa penambahan

aquades. konsentrasi 75% perasan Jeruk Nipis dan Belimbing Wuluh digunakan perasan Jeruk Nipis dan Belimbing Wuluh masing – masing volume 75 ml ditambah aquades 25 ml, konsentrasi 50% perasan Jeruk Nipis dan Belimbing Wuluh 50 ml ditambah aquades 50 ml.

Hasil

Uji Anova dan tukey

Berdasarkan Tabel menunjukkan bahwa kadar logam Pb sebelum perlakuan dengan Jeruk nipis 0,893 ppm mengalami penurunan setelah perlakuan. dengan konsentrasi paling optimal adalah 75 % dapat mereduksi lebih banyak logam Pb 0.656 (73.46%) pada daging kerang kalandue. dengan hasil uji Anova F hitung 103.589 > F tab 2.80 atau nilai Sig 0.000 < taraf signifikan 0.05 Berbeda secara nyata.

Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi perendaman *Citrus aurantifolia swingle* terhadap penurunan Kadar Pb pada Kerang Kalandue (*Polymesoda sp*) dari Teluk Kendari

Konsentrasi	Rata-rata Kadar Pb		Konsentrasi Pb yang direduksi (mg/kg) = ppm	Penurunan konsen trasi %	Uji Anova		
	Pre-Test	Post-Test			f.hit	f.tab	Sig
50 %	0.893	0.566	0.327	36.58	103.589	2.80	0.000
50 %	0.893	0.493	0.400	44.79			
50 %	0.893	0.384	0.509	57.03			
75 %	0.893	0.237	0.656	73.46			
75 %	0.893	0.449	0.444	49.68			
75 %	0.893	0.390	0.503	56.37			
100 %	0.893	0.475	0.656	46.81			
100 %	0.893	0.368	0.444	58.84			
100 %	0.893	0.295	0.503	66.94			

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar logam Pb sebelum perlakuan dengan Belimbing wuluh 0,893 ppm mengalami penurunan setelah perlakuan. dengan konsentrasi paling optimal adalah 75 % dapat mereduksi lebih banyak logam Pb 0.578 (64.75%) pada daging kerang kalandue. dengan hasil uji Anova F hitung 69.573 > F tab 2.80 atau nilai Sig 0.000 < taraf signifikan 0.05 Berbeda

secara nyata.

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar logam Pb sebelum perlakuan dengan Jeruk nipis 0,893 ppm mengalami penurunan setelah perlakuan. dengan Waktu paling optimal adalah 15 menit dapat mereduksi lebih banyak logam Pb 0.656 (73.46%) pada daging kerang kalandue. dengan hasil uji Anova F hitung 83.475 > F tab 2.80

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi perendaman *Averrhoa bilimbi* terhadap penurunan Kadar Pb pada Kerang Kalandue (*Polymesoda sp*) dari Teluk Kendari

Konsentrasi	Rata-rata Kadar Pb		Konsentrasi Pb yang direduksi (mg/kg) = ppm	Penurunan konsentrasi %	Uji Anova		
	Pre-Test	Post-Test			f.hit	f.tab	Sig
50 %	0.893	0.748	0.145	16.24	69.573	2.80	0.000
50 %	0.893	0.697	0.196	21.95			
50 %	0.893	0.613	0.280	31.35			
75 %	0.893	0.584	0.309	34.64			
75 %	0.893	0.315	0.578	64.75			
75 %	0.893	0.562	0.331	37.07			
100 %	0.893	0.487	0.406	45.46			
100 %	0.893	0.443	0.450	50.35			
100 %	0.893	0.417	0.476	53.30			

Tabel 3. Pengaruh Waktu perendaman *Citrus aurantifolia swingle* terhadap penurunan Kadar Pb pada Kerang Kalandue (*Polymesoda sp*) dari Teluk Kendari

Waktu	Rata-rata Kadar Pb		Konsentrasi Pb yang direduksi (mg/kg) = ppm	Penurunan konsentrasi %	Uji Anova		
	Pre-Test	Post-Test			f.hit	f.tab	Sig
15 menit	0.893	0.566	0.327	36.58	83.475	2.80	0.000
25 menit	0.893	0.493	0.400	44.79			
35 menit	0.893	0.384	0.509	57.03			
15 menit	0.893	0.237	0.656	73.46			
25 menit	0.893	0.449	0.444	49.68			
35 menit	0.893	0.390	0.503	56.37			
15 menit	0.893	0.475	0.656	46.81			
25 menit	0.893	0.368	0.444	58.84			
35 menit	0.893	0.295	0.503	66.94			

atau nilai Sig 0.000 < taraf signifikan 0.05 Berbeda secara nyata.

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa kadar logam Pb sebelum perlakuan dengan Jeruk nipis 0,893 ppm mengalami penurunan setelah perlakuan. dengan Waktu paling optimal adalah 25 menit dapat mereduksi lebih banyak logam Pb 0.578 (64.75%) pada daging kerang kalandue. dengan hasil

uji Anova F hitung 24.407 > F tab 2.80 atau nilai Sig 0.000 < taraf signifikan 0.05 Berbeda secara nyata.

Pembahasan

Uji Anova dan Uji Tukey

Pengaruh Konsentrasi perendaman *Citrus aurantifolia swingle* terhadap penurunan Kadar Pb pada Kerang Kalandue (*Polymesoda sp*) dari teluk kendari

Tabel 4. Pengaruh Waktu perendaman *Averrhoa bilimbi* terhadap penurunan Kadar Pb pada Kerang Kalandue (*Polymesoda sp*) dari Teluk Kendari

Waktu	Rata-rata Kadar Pb		Konsentrasi Pb yang direduksi (mg/kg) = ppm	Penurunan konsentrasi %	Uji Anova		
	Pre-Test	Post-Test			f.hit	f.tab	Sig
15 menit	0.893	0.748	0.145	16.24			
25 menit	0.893	0.697	0.196	21.95			
35 menit	0.893	0.613	0.280	31.35			
15 menit	0.893	0.584	0.309	34.64			
25 menit	0.893	0.315	0.578	64.75	24.407	2.80	0.000
35 menit	0.893	0.562	0.331	37.07			
15 menit	0.893	0.487	0.406	45.46			
25 menit	0.893	0.443	0.450	50.35			
35 menit	0.893	0.417	0.476	53.30			

Uji T Test Independent**Tabel 5. Perbedaan pengaruh Perendaman *Citrus aurantifolia swingle* dan *Averrhoa bilimbi* terhadap penurunan Konsentrasi Pb pada Kerang Kalandue (*Polymesoda sp*)**

Konsentrasi	Jenis perasan	Jumlah	Rata-rata	Standar Deviation	Sig
Pb	Jeruk	54	4076	09656	0.000
	Belimbing	54	5411	13147	0.000

Berdasarkan hasil analisis data tersebut di atas dapat diketahui bahwa Hasil Uji Anova *Citrus aurantifolia swingle* di peroleh F hitung 234.900 di bandingkan dengan F tabel untuk 5 % atau 0.05 yaitu 2.80. Ternyata F hitung 234.900 lebih besar daripada F tabel 2.80 ($234.900 > 2.80$) atau Sig = $0.000 < \alpha = 0.05$. Dalam keputusan uji harga F hitung $>$ daripada F tabel atau sig $< \alpha$, Maka dasar pengambilan keputusan adalah Hipotesa yang diajukan dapat diterima yaitu terdapat perbedaan secara signifikan. Artinya bahwa ada pengaruh konsentrasi terhadap penurunan kadar Cd setelah perendaman *Citrus aurantifolia Swingle* pada daging kerang kalandue.

Hasil Uji Tukey diperoleh mean konsentrasi berbeda secara signifikan Namun yang paling optimal adalah 75%. Artinya ada pengaruh rata-rata

konsentrasi terhadap penurunan kadar Cd sebelum dan setelah perendaman *Citrus aurantifolia swingle* pada daging kerang kalandue.

Konsentrasi 75 % dalam penelitian ini adalah konsentrasi yang paling optimal untuk perendaman dengan Jeruk nipis dalam menurunkan kadar Pb pada kerang kalandue dari teluk kendari . Hal ini patut diduga pada konsentrasi ini semua gugus karbosilat pada asam sitrat yang terdapat pada belimbing wuluh sudah optimal tidak dapat mengikat ion logam pada Pb maupun Cd sudah sampai pada titik jenuh (Miftahul dkk,2015).

Konsentrasi 75 % menunjukkan signifikansi yang berbeda nyata yang berarti terjadi penurunan secara signifikan. Dalam penelitian Miftahul dkk, 2015 bahwa terdapat penurunan rata-rata kadar Pb sebelum perendaman dengan Konsentrasi 75%

Jeruk siam turun rata-rata 0.23 mg/kg dengan waktu 30 menit pada ikan Nila di kali Surabaya.

Pengaruh konsentrasi perendaman *Averrhoa bilimbi* terhadap penurunan Kadar Pb pada Kerang Kalandue (*Polymesoda sp*) dari Teluk Kendari

Berdasarkan hasil analisis data tersebut diatas dapat diketahui bahwa Pada tabel 5.12 Hasil uji *Anova* satu arah *Averrhoa bilimbi* di peroleh F hitung 69.573 di bandingkan dengan F tabel untuk 5 % atau 0.05 yaitu 2.80. Ternyata F hitung 69.573 lebih besar daripada F tabel 2.80 ($69.573 > 2.80$) atau $\text{Sig} = 0.000 < \alpha = 0.05$. Dalam keputusan uji harga F hitung $>$ daripada F tabel atau $\text{sig} < \alpha$, Maka Hipotesa yang diajukan dapat diterima terdapat perbedaan secara signifikan. Artinya bahwa ada pengaruh konsentrasi terhadap penurunan kadar Pb setelah perendaman *Averrhoa bilimbi* pada daging kerang kalandue.

Hasil Uji Tukey diperoleh mean konsentrasi 75% tidak berbeda dengan 100%. Namun yang paling optimal adalah 75%. Artinya ada pengaruh rata-rata konsentrasi terhadap penurunan kadar Pb setelah perendaman *Averrhoa bilimbi* pada daging kerang kalandue.

Dalam hal ini konsentrasi 75% dan 100% tidak menunjukkan penurunan yang berbeda nyata artinya tetap terjadi penurunan akan tetapi tidak berbeda nyata. Sedangkan pada konsentrasi 75 % menunjukkan signifikansi yang berbeda nyata yang berarti terjadi penurunan secara signifikan. Hal ini sejalan dengan penelitian Sipa dkk, 2016 bahwa terdapat penurunan rata-rata kadar Pb sebelum perendaman dengan konsentrasi 100% Belimbing Wuluh dari 0.8 mg/kg turun menjadi rata-rata 0.789 mg/kg (1.375%) pada ikan teri di teluk palu.

Pengaruh Waktu perendaman *Citrus aurantifolia swingle* terhadap penurunan Kadar Pb pada Kerang Kalandue (*Polymesoda sp*) dari Teluk Kendari

Berdasarkan hasil analisis data tersebut diatas dapat diketahui bahwa Pada tabel 5.15 Hasil Uji *Anova* di peroleh F hitung 83.475 di bandingkan dengan F tabel untuk tingkat signifikan 5 % atau 0.05 yaitu 2.80. Ternyata F hitung 83.475 lebih besar

daripada F tabel 2.80 ($83.475 > 2.80$) atau $\text{Sig} = 0.000 < \alpha = 0.05$. Dalam keputusan uji harga F hitung $>$ daripada F tabel atau $\text{sig} < \alpha$, Maka dasar pengambilan keputusan adalah Hipotesa yang diajukan dapat diterima terdapat perbedaan secara signifikan. Artinya bahwa ada pengaruh waktu perendaman terhadap penurunan kadar Pb setelah perlakuan *Citrus aurantifolia swingle* pada daging kerang kalandue.

Hasil Uji Tukey diperoleh mean waktu perendaman tidak berbeda antara 15 menit dan 35 menit namun yang paling optimal adalah 15 menit. Artinya ada pengaruh rata-rata Waktu perendaman terhadap penurunan kadar Pb setelah perlakuan *Citrus aurantifolia swingle* pada daging kerang kalandue.

Semakin lama waktu perendaman menggunakan jeruk nipis maka semakin rendah kadar Pb pada daging kerang kalandue. Sebaliknya dalam penelitian ini terbukti bahwa asam sitrat yang terkandung didalam Jeruk nipis dalam waktu yang singkat dapat mengikat ion logam Pb lebih banyak sehingga kadar logam Pb lebih banyak tereduksi dalam daging Kerang kalandue. Meskipun ada perbedaan reduksi pada masing-masing penurunan Konsentrasi Pb dipengaruhi oleh lamanya waktu perendaman. Adapun perbedaan yang terjadi dari lamanya perendaman terhadap penurunan konsentrasi Pb tidak terlalu lama selisihnya. Bisa saja di sebabkan dari sifat logam Pb itu sendiri dalam menyerap zat asam sitrat yang terdapat pada jeruk nipis atau karena daya ikat asam sitrat terhadap ion logam Pb membutuhkan waktu yang singkat dalam menurunkan konsentrasi Pb pada dalam daging kerang kalandue. Terbukti bahwa waktu yang singkat dapat mereduksi ion logam Cd lebih banyak disebabkan saat perendaman dengan waktu 15 menit asam sitrat yang mengikat ion logam Cd sampai pada titik jenuh.

Hal ini disebabkan karena adanya zat asam sitrat yang terkandung dalam Jeruk Nipis sehingga terjadi kontak antara zat asam yang ada pada jeruk dengan ion logam Pb dalam kerang kalandue. Menurut Sarwono, 2001 dalam (Dita dkk, 2016) zat sekuestran yang dapat mengikat logam berat salah

satunya adalah asam sitrat. Hal ini sejalan dengan penelitian Alpatih et al. (2010) dalam (Dita dkk, 2016) diperoleh rata-rata kadar logam Pb pada kerang hijau sebelum di beri perlakuan perendaman dalam larutan Jeruk nipis yaitu 102.019 µg/lit turun menjadi 56.47 µg/lit

Pengaruh Waktu perendaman *Averrhoa bilimbi* terhadap penurunan Kadar Pb pada Kerang Kalandue (*Polymesoda sp*) dari Teluk Kendari

Berdasarkan hasil analisis data tersebut di atas dapat diketahui bahwa Pada tabel 5.16 Hasil uji *Anova* satu arah diperoleh hasil *F* hitung 24.407 di bandingkan dengan *F* tabel untuk 5 % atau 0.05 yaitu 2.80. Ternyata *F* hitung 24.407 lebih besar daripada *F* tabel 2.80 ($24.407 > 2.80$) atau $\text{Sig} = 0.000 < \alpha = 0.05$. Dalam keputusan uji harga *F* hitung $>$ daripada *F* tabel atau $\text{sig} < \alpha$, Maka hipotesa yang diajukan dapat diterima, terdapat perbedaan secara signifikan. Artinya bahwa ada pengaruh waktu perendaman terhadap penurunan kadar Pb setelah perlakuan *Averrhoa bilimbi* pada daging kerang kalandue.

Hasil Uji Tukey diperoleh waktu perendaman tidak berbeda antara 15, 25, 35 menit namun yang paling optimal adalah 25 menit. Artinya ada pengaruh rata-rata Waktu perendaman terhadap penurunan kadar Pb setelah perlakuan *Averrhoa bilimbi* pada daging kerang kalandue.

Semakin lama waktu perendaman menggunakan jeruk nipis maka semakin rendah kadar Pb pada daging kerang kalandue. Sebaliknya dalam penelitian ini terbukti bahwa asam sitrat yang terkandung didalam Jeruk nipis dalam waktu 25 menit lebih singkat 10 menit dari waktu terlama dalam penelitian ini yaitu 35 menit, sudah dapat mengikat ion logam Cd lebih banyak sehingga kadar logam Cd lebih banyak tereduksi dalam daging Kerang kalandue.

Hal ini berarti ada perbedaan reduksi pada masing-masing penurunan Konsentrasi Pb dipengaruhi oleh lamanya waktu perendaman. Adapun perbedaan yang terjadi dari lamanya perendaman terhadap penurunan konsentrasi Pb tidak terlalu lama selisihnya. Dalam perendaman belimb-

ing wuluh ini terdapat waktu perendaman yang berbeda akan tetapi selisih konsentrasi Pb yang dapat direduksi sangat berbeda tipis. bisa saja di sebabkan dari sifat logam itu sendiri dalam menyerap zat asam sitrat yang terdapat pada belimbing wuluh atau daya ikat asam sitrat terhadap ion logam Pb membutuhkan waktu yang lebih lama dapat menurunkan konsentrasi Pb pada dalam daging kerang kalandue dengan hasil penurunan yang lebih banyak. Sebaliknya dengan logam Pb cukup dengan waktu yang singkat dapat diikat oleh asam sitrat dalam menurunkan konsentrasi Pb dalam daging Kerang kalandue. Namun dalam perendaman belimbing wuluh waktu yang optimal adalah 25 menit kemungkinan di waktu 25 zat asam sitrat yang terkandung dalam belimbing wuluh dalam mengikat ion logam Pb sudah mencapai titik jenuh sehingga pada waktu inilah konsentrasi Pb lebih banyak tereduksi dan terjadi penurunan kadar Pb pada daging kerang kalandue.

Dalam penelitian Sipa dkk, 2016 bahwa terdapat penurunan rata-rata kadar Pb sebelum perendaman dengan Belimbing wuluh 0.8 mg/kg turun menjadi rata-rata 0.789 mg/kg (1.375%) pada ikan teri di teluk Palu

Uji T Test Independent

Berdasarkan hasil analisis data Perbedaan pengaruh Perendaman *Citrus aurantifolia swingle* dan *Averrhoa bilimbi* terhadap penurunan Konsentrasi Pb pada Kerang Kalandue (*Polymesoda sp*) dapat diketahui bahwa Hasil uji T Test Independent menunjukkan bahwa nilai kelompok Jeruk nipis dengan penurunan konsentrasi Pb setelah perlakuan rata-rata 4076 dengan standart deviasi 09656 sedangkan nilai kelompok belimbing setelah perlakuan rata-rata 5411 dengan standart deviasi 13147. Hasil uji t-test Independen di ketahui dengan tingkat signifikansi 5% atau 0.05 diperoleh *T* hitung = 6.026 dibandingkan dengan *T* tabel = 1.659 ($6.026 > 1.659$) atau nilai sig (2 tailed) = $0.000 < \alpha = 0.05$. Karena keputusan uji *T* hitung $>$ *T* tabel atau $\text{sig} < \alpha$, Maka hipotesa yang diajukan dapat diterima. Artinya ada perbedaan perendaman *Citrus aurantifolia swingle* dengan *Averrhoa bilimbi* terhadap

penurunan konsentrasi Pb pada kerang kalandue dari teluk kendari. Dan yang paling efektif adalah *Citrus aurantifolia swingle* dengan kombinasi 75% selama 15 menit dalam mereduksi logam Pb lebih banyak. Disebabkan pada konsentrasi dan waktu perendaman inilah yang paling efektif dalam zat asam sitrat sebagai pengkhelat logam telah mengalami *deprotonisasi* yang semakin optimal secara keseluruhan mengikat logam Pb atau sudah sampai pada titik jenuh. Patut diduga dalam penelitian ini juga sebabkan karena Adanya faktor lain seperti perbedaan pH antara konsentrasi 50%, 75%, 100% dengan waktu 15, 25, 35 menit dapat mempengaruhi daya reduksi kadar logam namun dalam penelitian ini untuk pengukuran pH tidak peneliti lakukan.

Hal ini sejalan dengan penelitian (Rosyda, 2014), pada konsentrasi fitrat jeruk siam 75% semua gugus karboksilat pada asam sitrat mengalami *deprotonisasi* yang semakin optimal (secara keseluruhan telah bekerja mengikat Pb atau bisa disebut mengalami titik jenuh). Sehingga saat konsentrasi 100 % tidak menghasilkan perbedaan penurunan kadar Pb yang nyata. Selain itu kemungkinan ada faktor lain yang mempengaruhi adalah denaturisasi protein karena pH asam dimana pH asam dapat mengakibatkan protein terdenaturisasi sehingga merubah struktur konfigurasi protein yang awalnya kompleks menjadi sederhana sehingga ikatan antar ion logam dengan protein mudah terlepas, karena semakin tinggi selisih pH maka akan semakin terlihat pengaruhnya (Miftahul, 2015).

Menurut (Palar, 2004) dalam Miftahul dkk, (2015) mengatakan bahwa logam pada umumnya dapat membentuk dengan ikatan dengan bahan organik alam maupun bahan organik buatan, Proses pembentukan ikatan tersebut dapat terjadi melalui pembentukan garam organik dengan gugus karboksilat seperti salah satunya adalah asam sitrat. Disamping itu logam dapat berikatan dengan atom – atom yang mempunyai elektron bebas dalam senyawa organik sehingga terbentuk kompleks (Miftahul dkk, 2015).

Jumlah kandungan asam sitrat dan kan-

dungan air yang terdapat di dalam jeruk Nipis salah satu yang mempengaruhi penurunan konsentrasi Pb maupun Cd yang terdapat dalam kerang kalandue. Menurut (Ambarwati 2017) penyebabnya asam sitrat yang terkandung dalam jeruk nipis dengan jumlah 8% perberat buah matang dengan kandungan air sebesar 91 %. Jumlah asam sitratnya sebagai pengikat logam sedangkan kandungan airnya sebagai penghantar larutnya logam Pb dan Cd kemudian memecah ion-ion logam dalam daging kerang dan terikat oleh asam sitrat lebih banyak.

Pernyataan ini didukung oleh Teguh Sastra Setiawan dkk, (2012) dalam Nurmalasari, (2012) bahwa larutan asam dapat merusak ikatan kompleks logam protein, selain itu Pb merupakan jenis logam yang dapat larut dalam lemak sehingga dengan melarutkan lemak secara tidak langsung menurunkan kandungan Pb pada daging kerang kalandue.

Kemampuan air perasan jeruk nipis menurunkan konsentrasi Pb dan Cd pada kerang kalandue karena adanya zat asam sitrat yang terkandung dalam Jeruk Nipis. Asam Sitrat memiliki rumus kimia $\text{CH}_3\text{COOH}-\text{COHCOOH}-\text{CH}_3\text{COOH}$ ($\text{C}_2\text{H}_8\text{O}_7$), gugus fungsional –OH dan COOH pada asam sitrat menyebabkan ion sitrat dapat bereaksi dengan ion logam membentuk garam sitrat, ion sitrat akan mengikat logam sehingga dapat menghilangkan ion logam yang terakumulasi pada kerang sebagai kompleks sitrat (Delvina, dkk, 2015).

Konsentrasi logam Pb yang terdapat dalam kerang kalandue ini sangat berbahaya karena Timbal adalah logam yang dapat merusak sistem syaraf jika terakumulasi dalam jaringan halus dan tulang untuk waktu yang lama. Logam ini sangat resistan (tahan) terhadap korosi, oleh karena itu seringkali dicampur dengan cairan yang bersifat korosif (seperti asam sulfat). Cemaran Pb ke laut berasal dari buangan di wilayah pesisir dari daratan dan dari udara (sisa pembakaran kendaraan bermotor). Limbah yang mengandung unsur timbal umumnya berasal dari limbah industri cat, baterai, dan bahan bakar mobil. Baku mutu logam berat timbal (Pb) berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut, Lam-

piran III, Tanggal 8 April tahun 2004, baku mutu Timbal (Pb) untuk biota perairan yaitu 0,008 mg/L. (KLH,2004).

Dengan air perasan jeruk nipis mengandung unsur kimia seperti asam sitrat inilah yang bisa melarutkan baik senyawa polar seperti garam anorganik dan gula maupun senyawa non polar seperti minyak dan unsure-unsure termasuk Pb (Nurmala sari, 2015).

Dengan air perasan jeruk nipis mampu mengikat logam yang ada di dalam daging kerang kalandue sehingga kadar logam Pb menurun setelah perendaman. Hasil uji rata-rata kadar Pb pada *Citrus aurantifolia Swingle* (Jeruk Nipis) dan *Averrhoa bilimbi* (Belimbing Wuluh) adalah Perbedaan efektifitas antara rata-rata perasan Jeruk nipis dengan perasan belimbing wuluh. Rata rata terlihat bahwa perendaman dengan belimbing wuluh lebih banyak membutuhkan konsentrasi perendaman dan juga waktu perendaman yang lama dalam menurunkan konsentrasi Pb bila di banding perendaman dengan jeruk Nipis (4076 < 5414) tetapi selisihnya tipis. Namun Jeruk Nipis dengan konsentrasi sama dengan belimbing wuluh yaitu 75 % dan waktu yang di butuhkan lebih singkat dapat mereduksi logam Pb yang lebih besar pada kerang kalandue.

Kesimpulan

Terdapat pengaruh konsentrasi perendaman *Citrus aurantifolia swingle* dan *Averrhoa bilimbi* terhadap penurunan Kadar Pb pada Kerang Kalandue (*Polymesoda sp*) dari teluk kendari diperoleh konsentrasi setelah perlakuan yang paling efektif pada masing masing konsentrasi adalah 75%. Disebabkan pada konsentrasi ini semua gugus karbositat pada asam sitrat sudah optimal tidak dapat mengikat ion logam pada Pb sudah sampai pada titik jenuh. Terdapat pengaruh Waktu perendaman *Citrus aurantifolia swingle* dan *Averrhoa bilimbi* terhadap penurunan Kadar Pb pada Kerang Kalandue (*Polymesoda sp*) dari teluk kendari diperoleh setelah perlakuan yang paling efektif pada masing masing adalah 15 menit untuk jeruk nipis dan sela-

ma 25 menit untuk Belimbing wuluh. Disebabkan pada waktu perendaman ini semua gugus karbositat pada asam sitrat sudah optimal tidak dapat . Perlu di dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kadar logam berat lain terutama Hg yang terdapat pada kerang kalandue di Teluk Kendari

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas asam sitrat terkait interaksinya dalam penurunan logam berat pada lemak dan protein suatu organisme, perbedaan nilai gizi protein pada kerang darah yang tidak direndam dan yang telah direndam dengan *Citrus aurantifolia Swingle* dengan *Averrhoa bilimbi*, perubahan fisik (organoleptik) termasuk Ph kerang kalandue setelah perendaman *Citrus aurantifolia Swingle* dengan *Averrhoa bilimbi*, jenis buah lain terutama buah local yang mengandung asam

Perlu melakukan sosialisasi kepada masyarakat untuk memberi informasi kepada masyarakat bahwa *Citrus aurantifolia Swingle* dengan *Averrhoa bilimbi* memiliki fungsi dalam menurunkan kadar logam berat Pb dan Cd pada Biota laut khususnya Kerang kalandue sehingga lebih aman dalam di konsumsi bebas dari zat cemaran Pb dan Cd. mengikat ion logam pada Pb sudah sampai pada titik jenuh

Daftar Pustaka

- Armid, (2015), Distribusi Spasial Logam Berat Pb Pada Perairan Teluk Kendari Sulawesi Tenggara, FMIPA Universitas Halu Oleo, Biowallacea Vol. 2(2), Hal: 220-228, Oktober 2015
- Andi Hildayani, (2016), Biokumulasi Logam Berat pada kerang Kalandue (*Polymesoda erosa*, Lightfoot,1786) Di Ekosistem Taman Rawa Aopa Watumohai, *Skripsi*, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam .
- Amriani ,Boedi Hendarto, Agus Hadiyanto, (2011), Biokumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Dan Seng (Zn) Pada Kerang (*Anadara granosa L.*) dan Kerang Bakau (*Polymesoda bengalensis L.*) Di Perairan Teluk Kendari, *Tesis*, Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana UNDIP Jurnal Ilmu Lingkungan Volume 9, Issue 2: 45-50 ISSN 1829-8907

- Ambarwati F Nova, Sinamo Yana, (2017), Pengaruh Pemanfaatan Buah jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia swingle*) Sebagai Chelator Logam Timbal (Pb) Dalam Kerang Bulu (*Anadara antiquata*), Universitas Sari Mutiara Indonesia. *Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan* Volume I, Nomor 1, Tahun 2017, Hal 43-48 e-ISSN 2615-3378ISSN
- Alfian Dwi Prasetyo, 2009 Penentuan kandungan Logam (Hg,Pb,Cd) dengan penambahan Bahan pengawet Dan waktu perendaman yang Berbeda pada kerang Hijau (*Perna veridis L*) Di Perairan Muara Kamal teluk Jakarta, Program studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta
- Agustina Titin, (2014), Kontaminasi Logam berat Pada Makanan Dan Dampaknya Pada Kesehatan, TJP, Fakultas Teknik, UNNES, *TEKNOBUGA* Volume 1 No.1 – Juni 2014
- Badan Standar Nasional Indonesia, (2009), Batas Maksimum Cemaran Logam Berat pada Pangan, SNI 7387
- Boy Rahardjo Sidharta, (2016), Bioteknologi Kelautan, penerbit Cahaya Atma Pustaka, Yogyakarta, ISBN: 978-602-7821-50-7, Hal 405
- Darmono, (2001). Lingkungan Hidup Dan Pencemaran, Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. Jakarta: UI-Press
- Delvina Sinaga, Irnawati Marsaulina, Taufik, (2015), Perbandingan Kadar Cadmium (Cd) Pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) Dengan Perendaman Larutan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Pada Berbagai Konsentrasi Dan Lama Perendaman, Program Sarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara Departemen Kesehatan Lingkungan Universitas Sumatera Utara, Medan
- Dita Natalia Purba, Mirna Liza, Edison, (2016) The Lime Fluid (*Citrus aurantifolia*) Ability of Reduction Against Heavy metals in Mussel (*Merentrix*) Kepah, Student of The Faculty of Fisheries and marine science, university of Riau, Lecturer of the Faculty of fisheries and marine science, univercity of Riau, Jom Februari 2016, Email : nataliadita22@gmail.com
- Fatimah Nisma, Almawati Situmorang, Halifah Wulan.A, 2012, Efektifitas Air Perasan Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia swingle*) terhadap Penurunan Kadar Logam Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) pada Kerang Hijau (*Perna viridis L*), jurusan Farmasi UHAMKA, Jakarta Farmasains Vol.1 No.5 April 2012.
- Firda Khanifah, (2015), Efek Pemberian Air Perasan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia swingle*) Terhadap Pembentukan, Pertumbuhan, Dan Penghancuran *Biofilm Staphylococcus aureus* Secara *In Vitro*, *Skripsi*, Fakultas Kedokteran Dan ilmu Kesehatan Program Studi Farmasi Jakarta
- Feela Zaki Safitri, 2015, Tingkat Efek Kesehatan Lingkungan Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) Yang Dikonsumsi Masyarakat Kali adem Muara Angke Jakarta Utara Tahun 2015, Peminatan kesehatan lingkungan , *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Fakultas kedokteran Dan Ilmu kesehatan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah 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
- Herman, 2017, *Kerang Kalandue Makanan Khas Yang Terlupakan Oleh Zaman, Tegasco, disitasi* , 4 Nopember 2018
- Juwitriani Alwi, Yasnani, Ainurafiq, 2016 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Timbal (Pb) Pada Masyarakat Yang Mengonsumsi Kerang Kalandue (Polymesoda erosa) Dari Tambak Sekitar Sungai Wanggu Dan Muara Teluk Kendari, *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Halu Oleo* 123
- Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), (2004). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Jakarta: Kemen-LH RI.
- Miftahul Rohmah Saputri, Fida Rachmadiarti, Raharjo, 2015 Penurunan Logam berat Timbal (Pb) Ikan Nila (*Oreochromis nilotica*) Kali Surabaya Menggunakan Filtrat Siam (*Citrus nobilis*), *Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya Lantera Bio* Vol.4 No. 2, Mei 2015 : 136-142, ISSN : 2252-3979 e-mail : miu-gitu@yahoo.com

- Nurmalasari, Zaenab, (2015) Pemanfaatan Air Perasan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia swingle*) dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Pb yang Terkandung pada Daging Kerang, Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Makassar, VOLUME 1, NO. 3, SEPT EMBER—DESEMBER 2015, ISSN : 2443—1141,
- Nurvita Silvia, Nurjazuli, Yunita Nikie Astorina D, (2015), Pengaruh Variasi Konsentrasi Air Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Dalam Menurunkan kadar Kadmium (Cd) Pada Daging Kerang Darah (*Anadara granosa*), Peminatan Kesehatan Lingkungan, FKM UNDIP Semarang, *Jurnal Kesehatan Masyarakat* (e-Journal) Volume 3, Nomor 3, April 2015 (ISSN: 2356-3346)
- Palar Heryanto, (2004). Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Rineka Cipta.
- Reza Nandika, 2013, Sari Pati Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai Penjaga Mutu, Rangkasbitung, 22 April 2013
- Ramadhan Satria, 2017 Analisis Kadar Unsur Dan Senyawa Pada Cangkang Kerang Totok (*Geloina sp.*), FKIP UMP 2017
- Rolas Sinaga, 2013 Cara Menyatakan Konsentrasi larutan, Laboratorium Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, Disitasi 12 april 2018
- Rosyida, Purwonogroho, 2014, Adsorpsi Timbal (II) menggunakan Biomassa *Azollamicrophylla* Diestirifikasi dengan Asam Sitrat Jurnal (2)2.
- Sinaga Delvina, Marsaulina Irnawati, Taufik, (2015), Perbandingan Kadar Cadmium (Cd) Pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) Dengan Perendaman Larutan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Pada Berbagai Konsentrasi Dan Lama Perendaman, Program Sarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara Departemen Kesehatan Lingkungan Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara, Medan
- Sipa Yulita Nelin, Jamaliddin, Ihwan, (2016), Pengaruh Jenis Asam Alami terhadap Penurunan kadar Logam Berat Timbal Dalam Daging Ikan Teri (*Stelophorus indicus Sp*) Asal teluk Palu, *Skripsi*, Jurusan Farmasi Fakultas MIPA, Universitas, KOVALEN, 2(3):80-85, Desember 2016 ISSN: 2477-5398
- Tedy Mulyadi, 2015, Perbedaan *Bioakumulasi* dan *Biomagnifikasi*, Budisma Sains teknologi, Disitasi 16 Agustus 2018
- Zainal Berlian, Awalul Fatiqin, Eka Agustina, (2016) Penggunaan Perasan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Dalam Menghambat Bakteri *Escherichia coli* Pada Bahan Pagang, Jurnal Bioilmi Vol. 2 No. 1 Januari 2016