

# The Effectiveness of Various Types of Orange (*Citrus Sp.*) to the Reduction of Pb (Lead) and Cd (Cadmium) Heavy Metals Concentration on White Shrimp (*Panaeus Marguiensis*)

Teguh Sastra Setiawan, Fida Rachmadiarti, Raharjo  
Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Surabaya

## ABSTRACT

The results of research Wahyudi (2010) which states that the white shrimp are found in Gesek coastal Sedati-Sidoarjo that polluted heavy metal of Pb at 0.75 mg / kg and Cd of 0.18 mg / kg. Hence, the white shrimp is not safe to be consumed people. The aim of this study was to reduce of concentrations of Pb (Lead) and Cd (Cadmium) heavy metals on the white shrimp with various type of orange. The Completely Randomized Design (RAL) with two variables was used in this study, ie the types of orange (*Citrus sp.*) and the concentrations variable (50% and 100%). The results obtained from this research that the final of concentrations of Pb (Lead) and Cd (Cadmium) heavy metals on white shrimp after immersion lime and lemon with different concentrations (50% and 100%). ICP-OES (inductively coupled plasma optical emission spectrophometer) was used to determine the concentrations of heavy metals on the body of the white shrimp and the experiment was conducted at the laboratory of the Energy and Engineering study ITS. The data obtained were analyzed using analysis of variance two-way (ANOVA). The results of this research showed that there was no difference on the types of both oranges and the concentrations of orange (100% and 50%) to reduction of the concentrations of heavy metals on the body of the white shrimp (*Panaeus marguensis*).

**Key words:** the white shrimp, lime, orange lemon, concentration, heavy metals, Pb (Lead), Cd (Cadmium)

---

## PENDAHULUAN

Perikanan di Indonesia mempunyai kedudukan yang sangat penting ditinjau dari segi sosial dan ekonomi, karena sebagian besar wilayah Indonesia adalah perairan yang kaya akan kekayaan hayati. Salah satu kekayaan hayati tersebut adalah udang. Menurut habitatnya udang terbagi menjadi dua kelompok yaitu udang air laut (udang putih) dan udang air tawar (udang galah).

Habitat udang umumnya di perairan darat misalnya udang galah, udang palem, udang lobster dll, maupun perairan laut misalnya udang putih, udang karang, udang ronggeng dll. Sehingga udang mudah tercemar atau mengandung logam berat yang berasal dari limbah buangan industri. Pada saat ini banyak berdiri industri-industri besar yang menghasilkan limbah yang mengandung logam berat Pb (Timbal) dan Cd (Cadmium).

Kadar logam berat yang terdapat pada tubuh udang terjadi karena udang memiliki pergerakan relatif lambat untuk menghindari dari polusi perairan, selain itu karena udang bergerak dan mencari makan di dasar air, yang merupakan tempat terdapatnya endapan berbagai jenis limbah. Adanya pencemaran logam berat Pb (Timbal) dan Cd (kadmium) yang terjadi pada biota laut dapat mengakibatkan efek negatif bagi

manusia bila mengkonsumsi biota tersebut. Pb (Timbal) dapat menyebabkan anemia dan defisiensi hemoglobin, disfungsi ginjal dan kerusakan otak. Sedangkan Cd dapat menyebabkan Nefrotoksisitas, gangguan Kardiovaskular dan Hipertensi (Darmono, 2001).

Badan Standarisasi Nasional Indonesia mengenai batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan menyatakan bahwa kadar logam berat yang diperbolehkan dalam tubuh udang yang dapat dikonsumsi oleh manusia untuk Pb (Timbal) tidak lebih dari 0,5 mg/kg dan Cd tidak lebih dari 1,0 mg/kg. Untuk itu perlu dilakukan upaya menurunkan kadar Pb (Timbal) dan Cd (Cadmium) pada udang sehingga aman bila dikonsumsi oleh manusia. Salah satu upaya tersebut adalah dengan menggunakan pengikat logam atau yang disebut *chelating agent* antara lain asam sitrat dan asam asetat (Agustini, 2008).

Jeruk ialah buah yang sangat populer, mudah diperoleh, dan relatif murah, serta mengandung banyak zat gizi yang baik bagi kesehatan dan pencegahan penyakit. Selain itu banyak masyarakat yang belum mengetahui bahwa buah jeruk yang rasanya asam mengandung beberapa senyawa organik salah satunya asam sitrat dari berat daging buahnya yang berguna sebagai *chelator* (pengikat logam) (Suwarno, 2001 dalam Armanda, 2009).

Asam sitrat yang terkandung pada jeruk nipis sebesar 7 - 7,6% (Hariana, 2006 dalam Armanda 2009), sedangkan menurut Barus (2009) kandungan asam sitrat pada jeruk lemon dan jeruk limau (jeruk nipis dan jeruk purut) sekitar 8% dari bobot basah. Penurunan kandungan Pb dan Cd disebabkan larutan asam dapat merusak ikatan kompleks logam protein, selain itu Pb dan Cd merupakan jenis logam yang dapat larut dalam lemak. Dalam perendaman dengan larutan asam maka lemak akan membentuk emulsi yang halus dan larut di dalam larutan asam sehingga dengan melarutnya lemak secara tidak langsung juga menurunkan kandungan Pb dan Cd pada daging Udang (Ella Salamah, 1997).

Berdasarkan uraian diatas perlu dilakukan penelitian terhadap penurunan kadar logam berat Pb (timbal) dan Cd (Cadmium) menggunakan berbagai macam jenis jeruk karena mengandung asam sitrat, mempunyai pH asam dan merupakan *chelating agent*. Ciri *chelating agent* adalah mempunyai sifat asam atau pH rendah, hanya bisa berikatan dengan ion logam berat dan ion logam transisi tetapi tidak dengan ion logam alkali dan alkali tanah (Purnavita, 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar logam berat Pb (Timbal) dan Cd (Cadmium) pada udang putih dengan menggunakan jeruk nipis dan jeruk lemon.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor perlakuan yaitu jenis jeruk (jeruk nipis dan jeruk lemon) dan konsentrasi perasan jeruk (50% dan 100%).

Pengambilan sampel udang putih (*Penaeus marguiensis*) dilakukan di pantai Gesek Sedati pada saat air surut yaitu antara pukul 06.00 - 13.00 WIB. Sedangkan analisis kadar Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada udang putih dilakukan di Laboratorium studi energi dan rekayasa ITS. Untuk pemberian perlakuan perendaman udang dengan berbagai perasan jeruk dilakukan di Laboratorium Ekologi Universitas Negeri Surabaya yang dilaksanakan pada bulan Agustus-September 2011.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jaring udang, labu ukur (50 ml), gelas ukur (10 ml), mortal dan alu, oven, kotak pendingin, kantong plastik, corong, timbangan analitik, pipet tetes, cawan porselen, gelas beker, *hot plate*, cawan petri, gunting/pisau, saringan, kertas label, perasan jeruk, panci kecil dan kamera. Sedangkan Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah udang putih (*Penaeus*

*marguiensis*), asam pekat HNO<sub>3</sub> (5 ml), aquades, dan perasan berbagai jeruk.

Terdapat 2 tahap dalam penelitian ini yaitu; pertama Penurunan kadar Pb (Timbal) dan Cd (Cadmium) dengan berbagai perasan jeruk dengan cara Udang putih yang didapat dari pantai Gesek Sedati dibersihkan dan dikupas kulitnya lalu di rendam menggunakan perasan berbagai jeruk selama 30 menit dengan konsentrasi 100% dan 50%. Setelah 30 menit, Udang putih yang telah direndam dengan berbagai perasan jeruk, diuji kadar logam berat Pb (Timbal) dan Cd (Cadmium) tersebut untuk mengetahui pengaruh perasan berbagai jeruk terhadap penurunan kadar logam berat Pb (Timbal) dan Cd (Cadmium) dengan menggunakan ICP-OES (*inductively coupled plasma optical emission spectrophometer*).

Kedua yaitu Analisis kadar Pb (Timbal) dan Cd (Cadmium) pada udang putih (*Penaeus marguiensis*) dengan cara Mengambil sampel udang putih, dipotong kecil-kecil kemudian dikeringkan di dalam oven dengan suhu 150°C, setelah itu dihaluskan dan ditimbang sebanyak 3 gr, dimasukkan ke dalam gelas beker dan diberi 5 ml HNO<sub>3</sub>. Kemudian dipanaskan dengan menggunakan *hot plate* sampai serbuk udang larut. Dimasukkan ke dalam labu ukur dan diberi aquades sampai 50 ml. Setelah itu di analisis dengan menggunakan ICP-OES (*inductively coupled plasma optical emission spectrophometer*) untuk dilihat kadar logam berat Pb (Timbal) dan Cd (Cadmium) (Sriker, P et al. 2007).

Parameter penelitian ini yaitu kadar logam berat Pb dan Cd pada udang putih setelah direndam dengan menggunakan berbagai jenis jeruk.

## HASIL

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data kadar logam berat Pb (Timbal) dan Cd (Cadmium) pada udang putih (*Penaeus marguiensis*) akibat pemberian berbagai macam jenis jeruk (*Citrus sp*) dengan konsentrasi yang berbeda. Data yang diperoleh disajikan dalam Tabel 1. Penentuan kadar logam Pb pada tubuh udang putih akibat pemberian jenis jeruk dengan berbagai konsentrasi dilakukan dengan menggunakan ICP-OES, sehingga diperoleh hasil pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 tersebut, kadar rata-rata logam Pb tanpa perendaman dalam larutan jeruk adalah 0.67 mg/kg. Berdasarkan persyaratan SNI 7387:2009, maksimum cemaran logam terhadap makanan yang diperbolehkan untuk logam Pb adalah 0.5 mg/kg. Dengan demikian, kadar

logam Pb dalam udang putih yang berasal dari perairan pantai Sedati Sidoarjo melebihi batas maksimum yang diperbolehkan berdasarkan SNI 7387:2009 dan berbahaya jika dikonsumsi.

**Tabel 1.** Data kadar logam Pb pada udang putih akibat pemberian jenis jeruk pada berbagai konsentrasi

Ulangan	Perlakuan Jenis Jeruk/Konsentrasi				K
	N50%	N100%	L50%	L100%	
1	0	0	0,83	0,56	0,62
2	0,63	0,56	0,78	0	0,62
3	0,83	0,66	0	0,55	0,69
4	0,55	0	0,52	0	0,75
5	0	0,57	0	0,59	0,68
<b>Rerata</b>	<b>0,40</b>	<b>0,35</b>	<b>0,42</b>	<b>0,34</b>	<b>0,67</b>
<b>Baku</b>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Mutu</b>	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa perendaman udang putih dalam perasan jeruk nipis dengan konsentrasi 50% dan 100% memberikan pengaruh terhadap penurunan logam berat Pb dalam udang putih masing-masing berturut-turut sebesar 0,40 mg/kg dan 0,35 mg/kg, sedangkan perlakuan perendaman jeruk lemon dengan konsentrasi 50% diperoleh rerata kadar logam berat Pb sebesar 0,42 mg/kg dan 0,34 mg/kg untuk perendaman dengan konsentrasi 100%.

Dengan demikian, nilai kadar logam berat Pb dalam udang putih setelah perlakuan di bawah nilai maksimum badan standarisasi nasional Indonesia (SNI 7387:2009) tidak melebihi batas maksimum cemaran logam berat pada pangan untuk Pb pada tubuh udang sebesar 0,5 mg/kg, Sehingga aman untuk dikonsumsi. Dari Tabel 1 dapat diketahui nilai penurunan kadar logam berat Pb pada udang putih setelah diberi perlakuan berbagai jenis jeruk (Jeruk Nipis dan Jeruk Lemon) dengan konsentrasi masing-masing 50% dan 100%.

**Tabel 2.** penurunan kadar Pb akibat pemberian berbagai jenis jeruk pada berbagai konsentrasi.

Perlakuan	Penurunan Kadar Pb mg/kg
N50%	0,27
N100%	0,32
L50%	0,25
L100%	0,33

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui nilai penurunan kadar logam berat Pb pada setiap

perlakuan menggunakan berbagai jenis jeruk (Jeruk Nipis dan Jeruk Lemon) dengan konsentrasi 50% dan 100% diperoleh nilai penurunan dari yang paling besar ke yang paling kecil yaitu pada perlakuan L100%; N100%; N50%; dan L50% dengan nilai sebesar 0,33; 0,32; 0,27; dan 0,25. Dari nilai penurunan tersebut dapat terlihat bahwa antara perlakuan jenis jeruk dengan konsentrasi 50% dan 100% hampir tidak ada bedanya atau hanya selisih sedikit. Dari data Tabel 1, dapat dilihat rerata kadar Pb pada udang putih dan standar deviasi.

**Tabel 3** Rerata kadar logam berat Pb akibat pemberian jenis jeruk pada berbagai konsentrasi dan standar deviasi.

Jenis/Konsentrasi Jeruk	Rerata mg/kg	Standart Deviasi
N50%	0,40	0,38
N100%	0,35	0,32
L50%	0,42	0,40
L100%	0,34	0,31
Kontrol	0,67	0,048
Baku Mutu		0,5

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa pada tiap nilai rerata pada perlakuan berbagai jenis jeruk (Jeruk Nipis dan Jeruk Lemon) dengan konsentrasi 50% dan 100% diperoleh standar deviasi yaitu untuk N50%; N100%; L50%; L100%; dan kontrol (tanpa perendaman dengan perasan jeruk) berturut-turut sebesar 0,38; 0,32; 0,40; 0,31; dan 0,048. Semakin kecil nilai standar deviasi berarti nilai variansi data semakin sama, sedangkan semakin besar nilai standar deviasi berarti data semakin bervariasi. Hal itu dapat terlihat pada tabel 4.1 dengan nilai sebaran pada tiap kolom perlakuan. Berdasarkan Tabel 1 dilakukan uji statistik Analisis Varian Dua Arah dan hasilnya disajikan pada Tabel 4.

Data kadar logam Pb pada udang putih yang telah diberi perlakuan jenis jeruk, perlakuan konsentrasi dan interaksi antara jenis jeruk (Nipis dan Lemon) dengan konsentrasi (100% dan 50%), setelah dianalisis dengan menggunakan uji statistik Anava Dua Arah (Tabel 4.4) dapat diketahui bahwa nilai  $F_{hitung}$  masing-masing berturut-turut sebesar 0,000; 0,164; dan 0,017 dimana nilai signifikansinya masing-masing berturut-turut sebesar 0,985; 0,691; dan 0,898 lebih besar dari 0,05 maka tidak ada perbedaan. Ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara jenis jeruk dan konsentrasi terhadap penurunan kadar logam Pb dalam udang putih. Walaupun demikian analisis secara deskriptif menunjukkan

bahwa perlakuan jenis jeruk dapat menurunkan kadar logam Pb pada udang putih secara signifikan jika dibanding dengan kontrol.

Penentuan kadar logam Cd pada tubuh udang putih akibat pemberian jenis jeruk dengan berbagai konsentrasi dilakukan dengan menggunakan ICP-OES sehingga diperoleh hasil seperti Tabel 5 Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa kadar logam Cd dalam udang putih pada semua perlakuan baik perlakuan jenis jeruk (nipis dan lemon) dengan konsentrasi (100% dan 50%), maupun kontrol yakni nol (0). Hal ini

menunjukkan bahwa tidak terdapat kadar Cd dalam tubuh udang putih yang didapat dari pantai Gesek sedati-Sidoarjo. Karena nilai kadar Cd dalam tubuh udang putih setelah dideteksi dengan menggunakan ICP-OES menunjukkan angka nol (0), maka data yang diperoleh tidak dapat diuji statistik dengan menggunakan Anava Dua Arah untuk mengetahui perbedaan jenis jeruk, konsentrasi perasan jeruk, dan hubungan antara jenis jeruk dengan konsentrasi dalam menurunkan kadar logam berat Cd pada tubuh udang.

**Tabel 4.** Hasil uji Anava Dua Arah mengenai kadar logam berat Pb akibat pemberian jenis jeruk pada berbagai konsentrasi.

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: kadar logam berat Pb (ppm)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.023 <sup>a</sup>	3	.008	.061	.980
Intercept	2.911	1	2.911	22.608	.000
jeruk konsentrasi	4.50E-005	1	4.50E-005	.000	.985
jeruk * konsentrasi	.021	1	.021	.164	.691
Error	.002	1	.002	.017	.898
Total	2.060	16	.129		
Corrected Total	4.994	20			
	2.083	19			

a. R Squared = .011 (Adjusted R Squared = -.174)

**Tabel 5.** Data kadar logam Cd pada udang putih akibat pemberian jenis jeruk pada berbagai konsentrasi

Ulangan	Perlakuan				
	N50%	N100%	L50%	L100%	K
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
Rerata	0	0	0	0	0
Baku Mutu	1,0 mg/kg	1,0 mg/kg	1,0 mg/kg	1,0 mg/kg	1,0 mg/kg

#### PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian di atas diperoleh kadar logam berat pada udang putih tanpa perlakuan untuk Pb sebesar 0,67 mg/kg dan melebihi baku mutu berdasar SNI 7387:2009 sebesar 0,5 mg/kg. Sehingga udang tidak dapat dikonsumsi oleh masyarakat. Adanya logam berat pada tubuh udang dikarenakan udang bergerak dan mencari makan di dasar air, sedangkan lokasi tersebut merupakan tempat endapan dari berbagai jenis limbah (Darmono, 2001).

Berdasarkan hasil analisis data dapat diketahui bahwa tidak ada perbedaan perlakuan

jenis jeruk dengan berbagai konsentrasi terhadap penurunan logam berat Pb pada tubuh udang putih. Ini terlihat pada perlakuan jenis jeruk yang menunjukkan bahwa pada konsentrasi perasan jeruk nipis maupun jeruk lemon 100% tidak memberikan perbedaan dalam menurunkan kadar logam berat Pb pada tubuh udang putih. Hal ini dikarenakan kedua jeruk memiliki pH yang rendah dan sama-sama memiliki rasa masam. Pendapat ini juga di dukung oleh Barus (2009) yang menyatakan bahwa kandungan asam sitrat pada jeruk lemon dan jeruk limau (jeruk nipis dan jeruk purut) sekitar 8% dari bobot basah. Tessler dan Nelson (1986) juga menyatakan

bahwa struktur dan komposisi jeruk nipis hampir sama dengan jeruk lemon.

Dari hasil analisa kadar Pb yang terakumulasi dalam tubuh udang putih pada perlakuan kontrol yakni sebesar 0,67 mg/kg. Setelah perendaman dengan perasan jeruk nipis 50% dan 100% serta jeruk lemon 50% dan 100% ternyata mengalami penurunan kadar Pb dalam tubuh udang putih berturut-turut sebesar 0,40 mg/kg dan 0,35 mg/kg serta 0,42 mg/kg dan 0,34 mg/kg. Penurunan kandungan Pb ini disebabkan larutan asam dapat merusak ikatan kompleks logam protein, selain itu menurut Kristanto (2002) Pb merupakan jenis logam yang dapat larut didalam lemak. Dengan perendaman dalam larutan asam maka lemak akan membentuk emulsi yang halus dan larut di dalam larutan asam sehingga dengan melarutnya lemak secara tidak langsung juga akan melarutkan kadar logam berat.

Logam-logam pada umumnya dapat membentuk ikatan dengan bahan-bahan organik alam maupun bahan-bahan organik buatan. Proses pembentukan ikatan tersebut dapat terjadi melalui pembentukan garam organik dengan gugus karboksilat seperti misalnya asam sitrat, tartrat, dan lain-lain. Di samping itu, logam dapat berikatan dengan atom-atom yang mempunyai elektron bebas dalam senyawa organik sehingga terbentuk kompleks (Palar, 2008).

Sifat toksik logam berat terikat dalam gugus sulfhidril (-SH) dalam enzim seperti karboksil sisteinil, histidil, hidroksil, dan fosfatil dari protein dan purin. Toksisitas dan sifat letal logam berat Timbal pada tubuh biota air (udang) dapat dihilangkan dengan penambahan larutan asam sitrat. Hal ini dikarenakan logam berat berikatan dengan atom yang memiliki ion bebas, sedangkan asam sitrat memiliki empat elektron bebas pada gugus karboksilat sehingga terbentuk ikatan kompleks (pengikat logam). Terjadinya reaksi antara zat pengikat logam dengan ion logam melalui ikatan koordinat menyebabkan ion logam kehilangan sifat ionnya dan mengakibatkan logam berat tersebut kehilangan sebagian besar toksisitasnya.

Rivai (1995) dalam Aprilliasari (2010) mengatakan bahwa asam sitrat mempunyai 4 pasang elektron bebas pada molekulnya yaitu pada gugus karboksilat yang dapat diberikan pada ion logam sehingga menyebabkan terbentuknya ion kompleks yang dengan mudah larut dalam air. Dalam tubuh crustacea (golongan hewan bercangkang), Pb terikat dalam protein membentuk senyawa metallothionein (protein pengikat logam), dengan adanya asam sitrat maka

Pb akan terlepas dari tubuh udang dan berikatan dengan ion  $\text{OH}^-$  dan  $\text{COOH}^-$  yang ada pada asam sitrat membentuk senyawa Pb sitrat (Gaman dan Sherrington, 1994 dalam Aprilliasari, 2010).

Sedangkan pada logam berat Cd tidak diketahui nilai penurunan kadar logam beratnya, ini dikarenakan kadar Cd pada tubuh udang baik sebelum maupun sesudah direndam diperoleh nilai kadar Cd nol (0) atau tidak dapat terdeteksi. Tidak terdeteksinya kadar Cd yang ditemukan pada tubuh udang disebabkan beberapa faktor fisik, kimia perairan yaitu berupa suhu, pH, dan kadar garam serta faktor biologi yaitu kadar Cd dalam udang dikeluarkan melalui sistem ekskresi. Selain itu Cd tidak ditemukan di perairan dalam bentuk elemen tunggal melainkan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain. menurut palar (2008) kadmium ditemukan dengan kadar 0,2-0,4% dalam logam Zn.

Hasil dari Pengaruh konsentrasi perasan jeruk nipis antara konsentrasi 100% dengan 50% dalam menurunkan logam berat Pb pada tubuh udang selisihnya sangat kecil. Tidak adanya perbedaan yang signifikan ini antara konsentrasi 100% dan 50% pada kedua jenis jeruk disebabkan karena kedua konsentrasi tersebut memiliki tingkat keasaman yang hampir sama, hal ini didukung pengukuran tingkat keasaman (pH) pada kedua konsentrasi yakni sebesar  $\pm 2,4 - 2,7$ .

Walaupun tidak berbeda secara nyata terdapat kecenderungan bahwa penurunan terbesar kadar logam Pb dalam udang putih terdapat pada pemberian perasan jeruk 100% dibanding dengan pemberian konsentrasi 50%. Hal ini di karenakan pada konsentrasi 100% tanpa adanya penambahan aquades sehingga nilai pH rendah yaitu  $\pm 2,4$  dan kandungan asam sitrat nya lebih banyak yaitu sebesar  $\pm 8\%$  sehingga dalam menurunkan kadar logam berat pada udang sangat efektif.

Pengaruh konsentrasi 100% dan 50% untuk kedua jenis jeruk yaitu jeruk nipis dan jeruk lemon dalam penurunan kadar logam berat Cd pada udang diperoleh nilai nol (0 mg/kg). Nilai nol (0 mg/kg) ini juga diperoleh pada udang yang digunakan sebagai kontrol atau tanpa direndam dengan perasan jeruk. Hal ini dikarenakan tidak adanya kadar Cd yang terdeteksi oleh ICP-OES pada tubuh udang putih yang di dapat dari pantai Gesek Sedati Sidoarjo.

## SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan jenis jeruk (Nipis dan Lemon), konsentrasi perasan jenis jeruk (50% dan 100%),

dan interaksi antara jenis jeruk (Jeruk Nipis dan Jeruk Lemon) dengan konsentrasi (50% dan 100%) terhadap penurunan kadar logam berat pada tubuh udang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. *Udang Kaya Protein dan Rendah Kalori*. Diakses melalui: <http://www.smallcrab.com/kesehatan/420-udang-yang-kaya-protein-dan-rendah-> pada tanggal 05 Mei 2011.
- Anonim. 2009. *Pencemaran Pb (Timbal) – Dampak Pb Terhadap Kesehatan*. Diakses melalui: <http://www.bplhdjabar.go.id/index.php/bidang-pengendalian/subid-pemantauan-pencemaran/168-pencemaran-pb-timbal?start=3>. Pada tanggal 20 Mei 2011.
- Agustini, M. 2008. *Efektivitas Asam Acetat, Asam Sitrat, dan Jeruk Nipis dalam Menghilangkan Hg, Pb, dan Cd pada Kupang Beras (Corbula faba)*. Diakses melalui: <http://lppm.unitomo.ac.id/?p=27> pada tanggal 05 Mei 2011.
- Armanda, F. 2009. Studi Pemanfaatan Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* swingel) Sebagai Chelator Logam Pb dan Cd dalam udang Windu (*Panaeus monodon*). *Skripsi* Tidak Dipublikasikan. Sumatera: Universitas Sumatera Utara.
- Ariono, D. 1996. Bioremediasi Logam Berat di Lingkungan Perairan dengan Bantuan Mikrobial. *Biota*. Vol I(2): 23-27
- Barus, P. 2009. *Pemanfaatan Bahan Pengawet dan Antioksidan Alami pada Industri Bahan Makanan*. Diakses melalui: <http://www.usu.ac.id/id/files/pidato/pina.pdf> pada tanggal 13 September 2011
- Connel dan Miller. 2006. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta : UI Press.
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta : UI Press.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta : UI Press.
- Dian, A. dan Rubiyanto, W. 2006. *Pembudidayaan dan Prospek Pasar Udang Putih yang Tahan Penyakit*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Effendy, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta : Kanisius.
- Frank C.Lu. 2006. *Toksikologi Dasar*. Jakarta : UI Press
- Klirk dan Othmer. 1993. *Encyclopedia Of Chemical Technology*. Edisi ke-4.
- Kristanto. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta : Penerbit ANDI
- Margiati. 2006. *Anatomi Akar, Batang, dan Daun Kangkung Air (Ipomoea Aquatica) di Kali Surabaya*. *Skripsi* tidak dipublikasikan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Murtiani, L. 2003. *Analisis Kadar Timbal (Pb) Pada Ekstrak Kerang Darah (Anadara granosa L) Di Muara Tambak Oso Sedati-Sidoarjo*. *Skripsi* tidak dipublikasikan. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Nilasari, N.I. 2006. *Analisis Kadar Timbal (Pb) Pada Udang Putih (Panaeus marginatus)* Di Pantai Utara Kawasan Kalianak Surabaya. *Skripsi* tidak dipublikasikan. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Purnavita, S. dan Rahayu, L. H. 2007. Optimasi Pembuatan Kitosan dari Kitin Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) Untuk Adsorben Ion Logam Merkuri. *Reaktor*. 11(1): 45-49.
- Primasti, A. 2010. *Evaluasi Penurunan Kandungan Logam Berat Pb dan Sifat Kimia pada Pembuatan Tepung Kupang Merah (Musculita sinhausia)*. *Skripsi* Tidak dipublikasikan. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Rahman, A. 2006. *Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Beberapa Jenis Krustasea Di Pantai Batakan dan Takisung Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan*. *Bioscientiae*. 3(2): 93-101
- Sarwono, B. 2001. *Khasiat dan Manfaat Jeruk Nipis*. Jakarta. Agromedia Pustaka.
- Soedarya, A. 2010. *Agribisnis Jeruk*. Bandung: CV Pustaka Grafika.
- Salamah, E dkk. 1997. *Upaya Menurunkan Kandungan Timbal (Pb) Ikan Manyung (Arius thalassinus) dan Evaluasi mutu Jambal Roti yang Dihasilkan*. Diakses melalui: <http://202.124.205.107/files/BTP970402esa.pdf> pada tanggal 01 Juni 2011
- SNI 7387. 2009. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan*. Jakarta: BSN
- Sriket, P et al. 2007. *Comparative Studies On Chemical Composition and Thermal Properties of Black Tiger Shrimp (Panaeus monodon) and White Shrimp (Panaeus vannamei) meats*. *Food Chemistry*, 103 (2007) 1199-1207.
- Sugandi, E., Sugiarto. 1994. *Rancangan Percobaan*. Yogyakarta: Andi offset.
- Tessler, D. K and Nelson. P. E., 1949. *Fruit and Vegetables juice Processing Technology*. The AVI Publishing Company. Westport. Connecticut. USA.
- Wahyudi, R. 2010. *Analisis Kadar Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Udang Putih (Panaeus marginatus) Di Pantai Gesek Sedati Sidoarjo*. *Skripsi* tidak dipublikasikan. Surabaya. Universitas Negeri Surabaya.
- Wardhana, W.A. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Widowati, W, dkk. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: Andi