

# Pemanfaatan Air Perasan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia swingle*) dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Pb yang Terkandung pada Daging Kerang

Nurmalasari<sup>1</sup>, Zaenab<sup>2</sup>

## Abstrak

Kerang merupakan salah satu biota laut yang sering dikonsumsi oleh manusia. Kandungan logam berat yang terdapat di dalam kerang terjadi karena pergerakannya sangat lambat di dalam air dan mencari makan di dasar laut. Mengonsumsi makanan laut seperti kerang yang mengandung logam berat menimbulkan efek negatif bagi manusia karena terjadi akumulasi logam berat di dalam tubuh. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kandungan logam berat pada daging kerang yaitu dengan perendaman di dalam air perasan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia Swingle*). Digunakan air perasan jeruk nipis karena mengandung senyawa organik yang memiliki kemampuan sebagai chelator (pengikat logam).

Tujuan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan air perasan Jeruk Nipis dalam menurunkan kadar Logam Berat *Pb* pada Daging Kerang. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif yang bersifat eksperimen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Pb pada daging kerang sebelum ada perlakuan yaitu 0,5265 µg/g dan 0,4308 µg/g. Tetapi setelah dilakukan perendaman dengan air perasan jeruk nipis selama 30 menit mengalami penurunan sebesar 45,74% dan pada waktu 60 menit turun sebesar 64,37%. Dengan demikian, perendaman daging kerang dalam air perasan jeruk nipis 15% efektif untuk menurunkan kadar logam Pb pada daging kerang *Marcia hiantina* yang berasal dari perairan Pantai Losari.

Kata kunci : Kerang *Marcia hiantina*, Logam berat Pb, Air perasan jeruk nipis.

## Pendahuluan

Lautan merupakan tempat pembuangan benda-benda asing dan pengendapan barang sisa yang diproduksi oleh manusia. Lautan juga menerima bahan-bahan yang terbawa oleh air dari daerah pertanian dan limbah rumah tangga, sampah dan

bahan buangan dari kapal, tumpahan minyak dari kapal tanker dan pengeboran minyak lepas pantai, dan masih banyak lagi limbah yang terbuang ke lautan sehingga mencemari laut yang kemudian mempengaruhi biota-biota di dalamnya (Darmono, 2010).

Sebagai daerah perkotaan yang padat penduduk, Perairan yang terletak di sebelah barat kota Makassar diperkirakan telah mengandung bahan pencemar yang cukup banyak. Kompleksnya

\* Korespondensi : alejastam@gmail.com

<sup>1,2</sup> Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Makassar

aktifitas di Pantai Losari dan sekitarnya dapat memberikan masukan bahan pencemar Timbal (Pb), yang umumnya banyak dari limbah domestik. Untuk melihat pengaruh dari aktifitas manusia terhadap masuknya bahan pencemar Timbal (Pb) yang ada di perairan dapat diketahui dengan melihat konsentrasi Timbal (Pb) yang terakumulasi pada organ tubuh organisme yang hidup di sekitar perairan tersebut. Kerang (*bivalvia*) yang terdapat di daerah Perairan Pantai Losari ini selain mudah ditemukan juga merupakan hewan yang hidupnya menetap dan berasosiasi di wilayah pantai sehingga biota laut ini mengakumulasi zat-zat yang terkandung dalam badan perairan termasuk Timbal (Pb).

Badan Standarisasi Nasional Indonesia mengenai batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan menyatakan bahwa kadar logam berat yang diperbolehkan dalam tubuh kerang-kerangan yang dapat dikonsumsi oleh manusia untuk Pb (Timbal) tidak lebih dari 1,5 mg/kg. Untuk itu perlu dilakukan upaya menurunkan kadar Pb (Timbal) pada kerang 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).

## Metode Penelitian

### Tempat Penelitian

Tempat pengambilan sampel kerang diambil dari penjual kerang yang ada di sekitar Pantai Losari Kota Makassar dan Pemeriksaan sampel kerang dilakukan di Balai Besar Laboratorium

Kesehatan Makassar.

### Teknik Pengumpulan Data

Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari hasil observasi langsung ke lapangan dan hasil pemeriksaan Laboratorium dan data sekunder diperoleh melalui penelusuran kepustakaan berupa referensi hasil penelitian sebelumnya, buku dan literatur-literatur lain yang berkaitan dengan penelitian.

### Pengolahan dan penyajian data

Data yang diperoleh hasil observasi di lapangan dan hasil pemeriksaan laboratorium dalam penelitian ini akan disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisa secara deskriptif yaitu dengan mengkaji dari hasil pemeriksaan dan dihubungkan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi timbal di Perairan Kota Makassar.

## Hasil

Telah dilakukan penelitian terhadap kerang *Marcia hiantina* yang berasal dari Jl. Metro Tanjung Bunga dengan pengambilan sampel sebanyak dua kali yaitu pada tanggal 12 April 2015 dan 16 April 2015. Setelah dilakukan perendaman dengan air perasan jeruk nipis konsentrasi 15% dengan variasi waktu perendaman 30 dan 60 menit dan perendaman menggunakan aquadest dengan variasi waktu yang sama dilakukan bersamaan dengan sampel sebagai kontrol, maka diperoleh hasil seperti tertera dalam tabel berikut :

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat penurunan kadar timbal pada sampel kerang yang direndam dengan aquadest dan air perasan jeruk

**Tabel 1. Hasil pemeriksaan kadar Pb pada daging kerang setelah perendaman dengan air perasan jeruk nipis Tahun 2015**

No	Sampel awal ( $\mu\text{g/g}$ )	Aquadest		Jeruk nipis	
		30 menit ( $\mu\text{g/g}$ )	60 menit ( $\mu\text{g/g}$ )	30 menit ( $\mu\text{g/g}$ )	60 menit ( $\mu\text{g/g}$ )
1.	0,5265	0,4468	0,4315	0,2607	0,1696
2.	0,4308	0,3527	0,3355	0,2542	0,1682

Sumber : Data Primer 2015

nipis. Kadar Pb pada pemeriksaan I sebesar 0,5265 ( $\mu\text{g/g}$ ) dan pada pemeriksaan II 0,4308 ( $\mu\text{g/g}$ ). Setelah dilakukan perendaman maka terjadi penurunan kadar Pb pada daging kerang baik yang direndam dengan menggunakan aquadest selama 30 dan 60 menit maupun dengan air perasan jeruk nipis dengan variasi waktu yang sama yaitu 30 dan 60 menit..

Dari tabel 2 dapat diketahui persentase penurunan kadar logam berat Pb setelah perendaman aquadest dan air perasan jeruk nipis. Dari

dua sampel yang dilakukan perendaman dengan aquadest, kedua sampel mengalami penurunan dengan rata-rata penurunan 16,63% untuk perendaman 30 menit dan 20,08% untuk perendaman 60 menit. Sedangkan untuk sampel yang direndam dengan air perasan jeruk nipis mengalami penurunan lebih banyak dibandingkan perendaman dengan aquadest yaitu rata-rata penurunannya 45,74% untuk perendaman 30 menit dan 64,37% untuk perendaman 60 menit.

**Tabel 2. Persentase Penurunan kadar Pb pada daging kerang setelah perendaman dengan air perasan jeruk nipis**

No	Sampel kerang	Variasi Waktu Perendaman			
		30 menit (%)	60 menit (%)	30 menit (%)	60 menit (%)
1.	Perendaman dengan Aquadest	15,14	18,04	50,49	67,79
2.	Perendaman dengan air perasan jeruk nipis	18,13	22,12	41,00	60,96
	Rata-rata	16,63	20,08	45,74	64,37

Sumber : Data Primer 2015

**Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Fisik Daging Kerang sebelum dan setelah perendaman dengan Air Perasan Jeruk Nipis Tahun 2015**

No	Sampel Kerang	Pengamatan secara Fisik			
		Rasa	Bau	Warna	Tekstur
1	Sebelum perendaman	Tidak asam	Amis	Kuning kecoklatan	Kenyal
2	Perendaman dengan air Perasan Jeruk Nipis selama 30 menit	Sedikit asam	Tidak amis	Kuning kecoklatan	Kenyal
3	Perendaman dengan air Perasan Jeruk Nipis selama 60 menit	Lebih asam	Tidak amis	Kuning pucat	Kenyal

Sumber : Data Primer 2015

Hasil pemeriksaan fisik daging kerang seperti tertuang pada tabel 3 dari segi tekstur daging kerang tidak mengalami perubahan sebelum dan sesudah perendaman. Dari segi rasa, warna dan bau terdapat perbedaan sebelum dan sesudah peren-

daman yaitu semakin lama perendaman daging kerang memiliki rasa yang semakin asam, semakin hilang bau amis dan semakin pucat warna daging kerang. Hasil terbaik dapat terlihat pada perendaman dengan air perasan jeruk nipis selama 30 menit karena tidak menyebabkan perubahan rasa,

warna dan tekstur namun dapat menghilangkan bau amis.

### Pembahasan

Penelitian ini dilakukan karena timbal (Pb) sebagai logam berat merupakan salah satu zat kimia yang tidak diinginkan di dalam makanan dan perairan karena dapat membahayakan kesehatan manusia. Pemeriksaan Timbal (Pb) dalam kerang (*Marcia hiantina*) pada penelitian ini menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometric* (AAS) atau Spektrofotometri Serapan Atom.

Berdasarkan hasil pemeriksaan daging kerang *Marcia hiantina* yang berasal dari Pantai Losari Kota Makassar mengandung logam berat timbal (Pb), kadar Pb pada pemeriksaan I yaitu 0,5265 µg/g dan pemeriksaan II 0,4308 µg/g. Kadar Pb pada daging kerang masih dalam batas aman NAB Pencemaran Pb pada makanan, karena batas yang direkomendasikan oleh Badan pengawas Obat dan Makanan RI No. HK.00.061.52.4011 untuk kadar Pb pada jenis kerang-kerangan (*Bivalve*) adalah 1,5 ppm atau µg/g. Namun meskipun demikian apabila kerang dengan kadar Pb tersebut dikonsumsi manusia secara terus-menerus maka akan terjadi akumulasi di dalam tubuh manusia. Pada akhirnya menjadi toksik pada organ-organ tubuh tertentu, seperti dalam sistem saraf pusat, sistem urinaria, sistem reproduksi serta sistem endokrin (Palar, 2008). Sedangkan menurut Widowati (2003) bahaya timbal bagi kesehatan adalah terjadinya gangguan neurologi (persarafan), gangguan fungsi ginjal, gangguan sistem reproduksi, gangguan pada hemopitik.

Melihat dampak kesehatan yang ditimbulkan akibat mengonsumsi biota laut (kerang) yang mengandung logam berat Pb maka dilakukan perendaman daging kerang dengan menggunakan air perasan jeruk nipis untuk menurunkan kadar logam berat Pb pada daging kerang. Jeruk nipis yang mengandung senyawa kimia seperti asam sitrat dapat menjadi chelator agent atau mengikat logam yang terkandung pada daging kerang (Armanda, 2009). Selain direndam dengan air perasan jeruk

nipis, daging kerang juga di rendam dengan menggunakan Aquadest selama 30 menit dan 60 menit sebagai kontrol.

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar logam berat Pb pada daging kerang yang direndam dengan aquadest mengalami penurunan kadar Pb. Penurunan ini terjadi karena logam berat Pb memiliki sifat yang larut dalam air. Walaupun penurunannya tidak sebesar perendaman dengan menggunakan air perasan jeruk nipis.

Kerang yang direndam dengan air perasan jeruk nipis mengalami penurunan kadar Pb yang signifikan. Semakin lama kerang di rendam dengan air perasan jeruk nipis maka kadar Pbnya semakin menurun. Penurunan ini disebabkan karena dengan waktu perendaman yang lama kesempatan kontak antara logam dengan asam juga semakin lama, sehingga asam mempunyai kesempatan yang lama untuk mengikat logam. Menurut Christine Abadiana dkk (2013) semakin lama waktu perendaman semakin banyak kontak antara logam dengan asam sehingga kesempatan asam untuk mengikat logam semakin besar. Pernyataan ini juga dipertegas oleh penelitian yang dilakukan oleh AM Alpatih dkk (2010) yang mengatakan bahwa ada pengaruh interaksi lama perendaman asam jeruk nipis terhadap penurunan kadar logam berat Timbal (Pb) pada daging kerang. Semakin lama waktu perendaman, kadar logam berat Pb pada daging kerang semakin berkurang.

Air perasan jeruk nipis mengandung unsur-unsur senyawa kimia seperti asam sitrat, asam amino (triptofan, lisin), asam karbonat, minyak atsiri damar, glikosida, lemak, kalsium, fosfor, besi, beberapa vitamin B1 dan C. Asam sitrat yang terkandung pada jeruk nipis sebesar 7 – 7,6% (Hariana, 2006 dalam Armanda 2009). Asam sitrat inilah yang bisa melarutkan baik senyawa polar seperti garam anorganik dan gula maupun senyawa non-polar seperti minyak dan unsur-unsur (termasuk Timbal (Pb) di dalamnya). Pernyataan ini didukung oleh Teguh Satra Setiawan, dkk (2012) bahwa larutan asam dapat merusak ikatan kompleks logam protein, selain itu Pb merupakan jenis logam yang

dapat larut dalam lemak sehingga dengan melarutnya lemak secara tidak langsung juga menurunkan kandungan Pb pada daging kerang. Air perasan jeruk nipis ini mampu mengikat logam yang ada di dalam daging kerang *Marcia hiantina* sehingga kadar Logam Berat Pb menurun setelah perendaman.

Kadar Pb pada daging kerang yang direndam dengan menggunakan Aquadest dan air perasan jeruk nipis selama 30 menit dan 60 menit mengalami penurunan dari kadar Pb pada sampel awal yang tidak dilakukan perendaman.

Kadar timbal setelah perendaman air perasan jeruk nipis 15% semakin menurun seiring dengan lamanya waktu perendaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Kristanto (2002) yang menyatakan larutan asam dapat merusak ikatan kompleks logam-protein, selain itu logam Pb juga memiliki sifat larut lemak sehingga dengan perendaman dalam larutan asam maka lemak akan membentuk emulsi yang halus dan larut di dalam larutan asam sehingga dengan melarutnya lemak pada kerang 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 (kerang) 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.

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 seperti kerang), Pb terikat dalam protein membentuk senyawa metallothionein (protein pengikat logam), dengan adanya asam sitrat maka Pb akan terlepas dari tubuh kerang dan berikatan dengan ion OH<sup>-</sup> dan COOH<sup>-</sup> yang ada pada asam sitrat membentuk senyawa Pb sitrat.

Hasil dari pengaruh konsentrasi perendaman dengan Aquadest dalam menurunkan kadar logam berat Pb tidak seperti kemampuan air perasan jeruk nipis dalam menurunkan kadar logam berat Pb. perendaman dengan aquadest selama 30 menit mampu menurunkan kadar Pb sebesar 16,63% sedangkan perendaman selama 60 menit menurunkan kadar Pb sebesar 20,08%. Aquadest tidak memiliki kemampuan untuk mengikat logam seperti halnya pada air perasan jeruk nipis. Aquadest hanya mampu melarutkan dan mengendapkan kadar logam berat Pb yang ada di permukaan daging kerang atau yang berkontak langsung dengan aquadest.

Daging kerang yang direndam dengan menggunakan air perasan jeruk nipis 15% selama 60 menit mengandung kadar Pb yang lebih rendah dibanding dengan perendaman air perasan jeruk nipis selama 30 menit. Walaupun demikian, perendaman 30 menit lebih baik digunakan untuk menurunkan kadar Pb pada daging kerang karena tidak merubah kondisi fisik dari kerang itu sendiri.

Setelah dilakukan Pengamatan secara fisik pada kerang yang direndam dengan menggunakan air perasan jeruk nipis 15% diperoleh perubahan rasa, warna dan bau pada kerang yang direndam dengan menggunakan air perasan jeruk nipis selama 60 menit. Kerang yang direndam selama 60 menit berubah menjadi lebih asam serta warna yang agak pucat. Hal ini dipengaruhi oleh lamanya kerang

direndam dengan air perasan jeruk nipis sehingga asam sitrat, asam amino serta asam sitrun yang terkandung pada air perasan jeruk nipis menyerap masuk kedalam daging kerang sehingga menimbulkan rasa asam dan mengubah warna daging kerang dari aslinya.

Kerang yang direndam dengan air perasan jeruk nipis baik 30 menit maupun 60 menit mengalami perubahan bau menjadi tidak amis. Sifat kerang itu sendiri memiliki bau amis yang khas, bukan beraroma busuk. Dengan dilakukan perendaman maka bau amis pada kerang akan hilang. Hal ini dikarenakan kandungan zat kimia yang ada pada jeruk nipis mampu menetralkan bau amis yang ada pada daging kerang. Air perasan jeruk nipis menjadi alternatif utama dalam menghilangkan bau amis. Air perasan ini berfungsi meminimalisir bau amis pada daging kerang. Perubahan fisik yang terjadi pada daging kerang yang direndam selama 60 menit menjadikan daging kerang terlihat tidak menarik untuk dikonsumsi.

### Kesimpulan

Air perasan jeruk nipis efektif menurunkan kadar logam Pb pada daging kerang *Marcia hiantina*. Penurunan kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Daging Kerang setelah Perendaman air perasan jeruk nipis 15% dalam waktu perendaman 30 menit sebesar 45,74%. Penurunan kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Daging Kerang setelah Perendaman air perasan jeruk nipis 15% dalam waktu perendaman 60 menit sebesar 64,37%. Diharapkan masyarakat melakukan perendaman daging kerang dengan air perasan jeruk nipis selama 30 menit untuk menurunkan kadar logam berat Pb pada kerang sebelum dicuci atau dimasak. Untuk penelitian lanjutan disarankan dilakukan uji/penetapan kadar Hg pada daging kerang yang berasal dari Pantai Losari dan dilakukan penelitian efektifitas air perasan jeruk nipis dalam menurunkan kadar Hg (*Mercury*).

### Daftar Pustaka

- 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. (online), (<http://repository.usu.ac.id>, diakses 13 Desember 2014)
- Amriani, 2011. *Bioakumulasi logam berat timbal (pb) dan seng (zn) pada kerang darah (anadara granosol.) Dan kerang bakau (polymesoda bengalensis.) Di perairan teluk kendari*. Skripsi Sarjana S-2, Fakultas Ilmu Lingkungan Universitas Diponegara Semarang. (online), (<http://eprints.undip.ac.id>, diakses 14 Desember 2014)
- Alpatih, AM, dkk. 2010. *Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Jeruk Nipis Dan Lama Perendaman Terhadap Penurunan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Daging Kerang Hijau (Perna Viridis)*. Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang. (online), (<http://digilib.unimus.ac.id> , diakses 3 Mei 2015)
- 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/> pada tanggal 12 Januari 2015
- Christine, dkk. 2013. *Penurunan Kadar Timbal (Pb) pada Kerang Darah Dengan Menggunakan Asam*. Diakses melalui : media asamgdlhub-Christinae. Pdf pada tanggal 3 Mei 2015
- Darmono. 2010. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta : Universitas Indonesia Press
- Jhauharotul M, dkk. *Penurunan Kandungan Timbal (Pb) Kupang (Corbula faba) dengan Perendaman Asam Jawa (Tamarindus indica) dan Belimbing Wuluh (Averrhoabilimbi) Serta Aplikasinya Pada Pembuatan Kecap Kupang*, Universitas Brawijaya : Malang (online), (<http://www.foodchemistry.com>, diakses 16 Desember 2014)
- Kristanto. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta : ANDI

- Miranti. 2010. *Studi Konsentrasi Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Kerang Di Sekitar Jalan Metro Tanjung Bunga Kota Makassar Tahun 2010*. Makassar : Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Makassar. (tidak diterbitkan)
- Nurdiani, dian. 2012. *Ekstrak Jeruk Nipis (Citrus Aurantifolia) Dapat Menurunkan Kadar Logam (Pb dan Cd) Pada Ikan*. (online), (<http://vedca.siap.web.id>, diakses 21 Desember 2014)
- Palar, Heryando. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam berat*. Jakarta : Rineka cipta.
- Pranoto. 2011. *Pengaruh Pencemaran Air Oleh Logam Berat Terhadap Manusia* (online), (<http://masdony.wordpress.com> diakses 16 oktober 2014)
- Setiawan, Sastra, Teguh, dkk. 2010. *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 Marguensis)* skripsi fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya. (online), (<http://www.scribd.com/doc/>, diakses 13 Desember 2014)
- Sinaga, delvina. *Perbandingan Penurunan Kadar Cadmium (Cd) Pada Kerang Darah (Anadara Granosa) Dengan Perendaman Larutan Jeruk Nipis (Citrus Aurantifolia) Pada Berbagai Konsentrasi Dan Lama Perendaman*. Skripsi Sarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara (online), (<http://download.portalgaruda.org>, diakses 21 Desember 2014)
- Sahani, Wahyuni. 2014. *Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah*. Makassar: JKL Poltekkes Kemenkes Makassar
- Widowati, dkk. 2008. *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta : Andi
- Windi. 2010. *Study Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Kerang Marcia hiantina Pantai Losari Kota Makassar*. Makassar : Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Makassar. (KTI tidak diterbitkan)