

# PENGARUH KONSENTRASI PERENDAMAN AIR PERASAN BELIMBING WULUH (*Averrhoa blimbi*) TERHADAP PENURUNAN KADAR KADMIUM PADA IKAN LAUT YANG DIJUAL DI PASAR TRADISIONAL PALEMBANG TAHUN 2015

Nurhayati, Diah Navianti  
Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Palembang

Diterima: 14 Juli 2017

Direvisi: 25 Agst 2017

Disetujui: 22 Okt 2017

## ABSTRAK

Ikan bawal Hitam (*Fermio Niger*) merupakan salah satu komoditi laut yang dihasilkan dari perairan Sungsang Sumatera Selatan. Berdasarkan hasil uji pendahuluan ikan bawal hitam yang merupakan salah satu ikan laut jenis Demersal yang mempunyai kandungan Cadmium yang melebihi batas maksimum SNI. Cadmium yang merupakan salah satu logam berat yang bersifat racun dan merugikan semua organisme, pada manusia mempunyai efek akut yaitu dapat merusak system pencernaan, pernapasan bahkan kematian, serta efek kronis berupa karsinogenik. Upaya menurunkan kandungan Cadmium pada makanan banyak dilakukan dengan penambahan bahan sekuestran (*Chelating agents*). Kandungan asam sitrat sebagai salah satu sekuestran dapat ditemukan pada belimbing wuluh (*Averrhoa blimbi*) yang berfungsi sebagai senyawa yang mengikat logam berat sehingga mengurangi daya toksisitasnya.

Permasalahan yang akan diteliti pengaruh konsentrasi perendaman air perasan Belimbing Wuluh (*Averrhoablumbi*) terhadap kadar Cadmium pada ikan laut yang dijual di Pasar Tradisional kota Palembang. Penelitian ini bersifat eksperimen dengan rancangan percobaan RAL. Konsentrasi perendaman Belimbing Wuluh yaitu 0%, 25%, 50% dan 100% selama 30 menit. Hasil dianalisa dengan menggunakan Uji One Way ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Multiple Comparison jenis Bonferroni. Hasil penelitian perendaman dengan air perasan belimbing wuluh konsentrasi 50% dan 25% dapat menurunkan kadar Cadmium pada ikan secara bermakna. Dapat disimpulkan ada Pengaruh Konsentrasi Perendaman Air Perasan Belimbing Wuluh (*Averrhoablumbi*) Terhadap Penurunan Kadar Kadmium Pada Ikan Laut yang dijual di Pasar Tradisional Palembang. Manfaat dari penelitian, diharapkan bisa memberikan informasi kepada masyarakat tentang pengaruh konsentrasi perendaman air perasan Belimbing Wuluh (*Averrhoablumbi*) terhadap kadar Kadmium pada ikan laut.

Kata kunci : Cadmium, Belimbing Wuluh, Ikan laut

## PENDAHULUAN

Protein dalam ikan sangat diperlukan oleh manusia karena mudah dicerna dan mengandung asam amino yang polanya hampir sama dengan yang ada pada tubuh manusia. Namun disisi lain, konsumsi ikan juga dapat menyebabkan keracunan makanan karena habitatnya mengalami pencemaran. (Kusnandar, 2010)

Limbah yang dihasilkan dari aktivitas Kegiatan pembangunan, terutama disektor industri yang mengandung logam berat akan mencemari lingkungan. Bila senyawa organik dapat mengalami transformasi

kemudian secara berangsur akan berubah menjadi bentuk akhir yang relatif tidak berbahaya, tidak demikian halnya dengan logam berat. Logam berat secara alamiah akan terus berada di alam, karena tidak mengalami transformasi (*persistent*), sehingga menyimpan potensi peracunan yang laten, yang sering disebut *bom waktu kimia*. (Notodarmojo, 2005)

Keracunan logam berat umumnya berawal dari kebiasaan memakan makanan yang berasal dari laut terutama ikan, udang, dan tiram yang sudah terkontaminasi oleh logam berat. Logam

berat yang ada dalam air laut, selanjutnya dengan adanya proses biomagnifikasi yang bekerja di lautan, kadar logam berat yang masuk akan terus meningkat, selanjutnya akan berasosiasi dengan sistem rantai makanan, masuk ke tubuh biota perairan, dan akhirnya ke tubuh manusia yang mengkonsumsinya. (Darmono, 2001). Keberadaan logam berat (Pb, Cd, Hg, As) akan lebih banyak terkandung pada kelompok ikan demersal yaitu ikan yang hidup di daerah dasar laut, dibandingkan dengan kelompok ikan pelagis atau ikan yang hidup berkelompok mendekati daerah permukaan laut. (Zuhartini, 2012)

Salah satu logam berat yang menjadi pencemar di badan perairan adalah Kadmium yang merupakan salah satu logam berat yang bersifat racun dan merugikan bagi semua organisme, pada manusia mempunyai efek akut yaitu dapat merusak sistem pencernaan, pernapasan bahkan kematian, serta efek kronis berupa karsinogenik.

Cemaran logam Cadmium (Cd) pada ikan memiliki batas maksimum yang telah ditetapkan oleh Badan SNI yaitu 0,1 ppm atau mg/kg. (SNI 7387. 2009).

Upaya menurunkan kandungan logam berat pada makanan banyak dilakukan dengan penambahan bahan sekuestran (*Chelating agents*). Sekuestran adalah bahan tambahan pangan yang dapat mengikat ion logam polivalen yang membentuk ikatan kompleks sehingga meningkatkan stabilitas dan kualitas pangan serta dapat mengurangi dampak buruk logam tersebut. Sekuestran dapat berupa senyawa organik seperti asam sitrat, EDTA, maupun senyawa anorganik seperti polifosfat. (Winarno, 2006). Kandungan asam sitrat sebagai salah satu sekuestran dapat ditemukan pada belimbing wuluh

(*Averrhoa blimbi*). Belimbing wuluh (*Averrhoa blimbi*) merupakan belimbing yang rasanya asam sejuk dengan kandungan pH sekitar 4,47, mengandung senyawa kimia berupa saponin, tanin, flavonoid, glukosid, asam format, asam sitrat dan beberapa vitamin dan mineral.

Hasil penelitian tahun 2010 membuktikan bahwa belimbing wuluh dapat menurunkan kadar kadmium (Cd) yang terdapat pada kerang hijau (*Mytilus viridis*). Kadar Kadmium kerang hijau sebelum direndam adalah sebesar 0,247 dan mengalami penurunan paling signifikan setelah dilakukan pemberian perasan belimbing wuluh dengan konsentrasi 25% selama 30 menit yaitu menjadi 0,101 ppm. (Delvina, 2010)

Jeruk nipis yang umumnya digunakan untuk menambah cita rasa dan menghilangkan bau amis ternyata dapat juga digunakan sebagai pereduksi logam berat karena mengandung senyawa asam Organik yaitu asam sitrat yang berfungsi sebagai senyawa yang mengikat logam berat sehingga mengurangi daya toksisitasnya. (Sarwono, 2001)

### **Tujuan Penelitian**

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi perendaman airperasan Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terhadap kadar Kadmium pada ikan laut yang di jual di pasar tradisional kota Palembang.

### **METODE PENELITIAN**

Desain penelitian yang dilakukan adalah eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL), yaitu rancangan dengan beberapa perlakuan yang disusun secara random untuk seluruh unit percobaan Sampel penelitian adalah ikan bawal hitam dari perairan sungang yang dijual

di Pasar tradisional Palembang tahun 2015 yang berjumlah 24 ekor dengan berat ikan masing-masing 250 – 300 gr.

Cara menentukan besar sampel (n) menggunakan rumus Federer  $(t-1)(n-1) \geq 15$

## HASIL DAN PEMAHASAN

Penelitian dengan n merupakan jumlah ulangan, t merupakan jumlah perlakuan. Jika terdapat 4 kelompok perlakuan maka jumlah ulangannya adalah 6 dengan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 1  
Hasil uji homogenitas Berat Ikan

Perlakuan (mg)	Berat rerata	p.value
KeKelompok 1 (0%)	220 ± 9,832	000 0,307
KelKelompok2 (25%)	226 ± 9,832	
KkKelompok 3 (50%)	22 ± 10,954	
KelKelompok4(100%)	228 ± 10,954	

Lavene test,  $p > 0,05$

Dari Tabel 1 di atas didapat hasil uji homogenitas terhadap berat Ikan bawal hitam nilai  $p = 0,307$  ( $p > 0,05$ ), yang artinya berat Ikan bawal hitam tiap kelompok perlakuan.

### 1. Kadar Cadmium pada Ikan Direndam Perasan Belimbing Wuluh Konsentrasi 100%, 50%, 25% Selama 30 menit

Dari analisis data yang dilakukan terhadap kadar Cadmium pada ikan direndam perasan belimbing wuluh konsentrasi 100%, 50%, 25% selama 30 menit, Didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 2  
Distribusi Kadar Cadmium pada Ikan Direndam Perasan Belimbing Wuluh Konsentrasi 100%, 50%, 25%, 0 % Selama 30 Menit

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Min	Max	95% Confidence Interval
Kadar Cadmium pada Ikan (100%)	0,02450	0,0078	0,0164	0,0364	0,0163-0,0327
Kadar Cadmium pada Ikan (50%)	0,01742	0,0049	0,0109	0,0238	0,0106-0,0217
Kadar Cadmium pada Ikan (25%)	0,0093	0,0060	0,0011	0,0421	0,0006-0,0291
Kadar Cadmium pada Ikan (0 %)	0,0318	0,0063	0,0233	0,0391	0,0250-0,0382

Berdasarkan Tabel 2 di atas, dapat dilihat bahwa rata-rata kadar Cadmium pada ikan sesudah dilakukan perendaman dengan berbagai konsentrasi perasan belimbing wuluh didapat hasil rata rata kadar Cd yang paling tinggi adalah pada ikan yang diberikan perlakuan 0% (Tidak direndam) yaitu 0,0318 ppm, standar deviasi 0,0063 ppm, kadar minimumnya 0,0233 ppm dan

kadar maksimumnya adalah 0,0391 ppm, sedangkan rata-rata yang paling rendah adalah pada ikan yang diberikan perlakuan 25% yaitu 0,0093 ppm standar deviasi 0,0060 ppm, kadar minimumnya 0,0011 ppm dan kadar maksimumnya adalah 0,0421 ppm. Terdapat penurunan kadar Cd pada setiap perlakuan seperti yang ditunjukkan oleh tabel 4.2

## 2. Pengaruh Perendaman Perasan Belimbing Wuluh Terhadap Kadar Cadmium pada ikan.

Dari analisis data yang dilakukan

untuk menentukan adanya pengaruh perendaman perasan belimbing wuluh terhadap kadar Cadmium pada ikan, diperoleh data sebagai berikut

**Tabel 3**  
**Distribusi Rata-rata Kadar Cadmium pada Ikan Direndam Perasan Belimbing Wuluh**

Variabel	Mean	SD	95% CI	p value
<b>Kadar Cadmium pada Ikan :</b>				
<b>Direndam kons 0% (tidak direndam)</b>	0,031	0,0063	0,0250-0,0382	<b>0,0001</b>
<b>Direndam konsentrasi 25%</b>	0,009	0,0060	0,0006-0,0291	
<b>Cd1 – Cd2</b>	<b>0,022</b>	<b>0,0003</b>		

Berdasarkan Tabel 3 di atas, dapat dilihat bahwa rata-rata kadar Cadmium pada ikan sesudah dilakukan perendaman dengan berbagai konsentrasi perasan belimbing wuluh didapat hasil rata rata kadar Cd yang paling tinggi adalah pada ikan yang diberikan perlakuan 0% (tidak direndam) yaitu 0,0318 ppm, standar deviasi 0,0063 ppm, sedangkan rata-rata yang paling rendah adalah pada ikan yang diberikan perlakuan 25% yaitu 0,0093 ppm standar deviasi 0,0060 ppm Terdapat nilai rata rata

perbedaan antara kadar Cd 0% dengan 25% yaitu 0,0225 ppm dengan standar deviasi 0,0003. Hasil uji statistik didapatkan nilai *p value* = 0,0001, maka dapat disimpulkan ada pengaruh perendaman perasan belimbing wuluh terhadap penurunan kadar Cadmium pada ikan laut.

Untuk melihat signifikansi antar kelompok perlakuan, maka pengujian dapat dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Bonferroni*.

**Tabel 4**  
**Hasil Uji Post Hoc Bonferroni Kadar Cadmium pada setiap kelompok - kelompok perlakuan**

	Kelompok 1(0%)	Kelompok.2 (100%)	Kelompok.3 (50%)	Kelompok4 (25%)
<b>Kelompok 1</b>		0,357	0,005	0,0001
Kelompok 2	0,357		0,408	0,003
Kelompok 3	0,005	0,408		0,229
Kelompok 4	0,0001	0,003	0,229	

*Post Hoc Bonferroni*

Dari Tabel 4 di atas didapatkan hasil ada perbedaan yang bermakna kadar Cadmium antara kelompok 1 dan 3, kelompok 1 dan 4, kelompok 2 dan 4, ( $p < 0,05$ ). Dari hasil analisa data ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi belimbing wuluh yang paling efektif untuk menurunkan kadar Cd adalah konsentrasi 25 %

## **PEMBAHASAN**

### **1. Kadar Cadmium pada Ikan Direndam Perasan Belimbing Wuluh dengan berbagai Konsentrasi Selama 30 Menit**

Berdasarkan hasil analisis data rata-rata kadar Cadmium pada ikan direndam perasan belimbing wuluh dengan berbagai konsentrasi Hasil penel dapat dilihat bahwa rata-rata kadar Cadmium pada ikan sesudah dilakukan perendaman dengan berbagai konsentrasi perasan belimbing wuluh didapat hasil rata-rata kadar Cd yang paling tinggi adalah pada ikan yang diberikan perlakuan 0% (Tidak direndam) yaitu 0,0318 ppm, standar deviasi 0,0063 ppm, kadar minimumnya 0,0233 ppm dan kadar maksimumnya adalah 0,0391 ppm, Nasional Indonesia (SNI) 7387 tahun 2009 yaitu sebesar 0,1 ppm.

Pemeriksaan kadar Logam berat Cadmium pada kerang darah dengan berbagai konsentrasi pernah dilakukan oleh Delvina sinaga tahun 2013 hasil penelitian didapatkan bahwa kadar Cadmium pada kerang darah diperairan Belawan telah melebihi batas maksimum 1 ppm, dengan kadar Cadmium 1,206 ppm. Dengan perlakuan pemberian jeruk nipis ternyata dapat menurunkan kadar Cadmium.

Masuknya logam Cadmium ke dalam tubuh ikan dapat melalui

beberapa jalan diantaranya melalui saluran pernapasan, pencernaan dan penetrasi melalui kulit. Proses akumulasi timbal dalam jaringan terjadi setelah absorpsi timbal dari air atau melalui makanan yang terkontaminasi logam Cadmium. Cadmium akan mengendap di dalam jaringan dan kadarnya akan semakin bertambah sesuai dengan umur, kebiasaan ikan dan pengaruh lingkungan sekitar. Salah satu faktor tingginya kandungan logam Cadmium pada sampel di atas dikarenakan ikan lebih cenderung mencari makanan di dasar perairan dimana lokasi tersebut merupakan endapan dari berbagai jenis sedangkan rata-rata yang paling rendah limbah termasuk logam berat. (3,5) Kadar adalah pada ikan yang diberikan perlakuan 25% yaitu 0,0093 ppm standar deviasi 0,0060 ppm, kadar minimumnya 0,0011 ppm dan kadar maksimumnya adalah 0,0421 ppm. Penelitian ini menunjukkan bahwa kadar Cadmium yang diperiksa dari berbagai konsentrasi perendaman berbeda Dari semua sampel ikan tersebut memiliki kandungan logam Cadmium dengan kadar masih dibawah batas maksimum cemaran logam Cadmium dalam pangan jenis ikan dan hasil olahannya yang ditetapkan oleh Standar Cadmium pada ikan yang melebihi batas maksimum tidak aman dikonsumsi oleh masyarakat karena dapat mempengaruhi sintesa hemoglobin, kerusakan saluran ginjal, sistem syaraf dan kecerdasan. Pada wanita dapat memperbesar resiko keguguran, kematian bayi dalam kandungan, dan kelahiran prematur. Sedangkan pada laki-laki, dapat menurunkan jumlah sperma dan meningkatnya jumlah

sperma abnormal. Efek Cadmium juga dapat menimbulkan gejala gastrointestinal seperti sakit perut, konstipasi, kram, mual, muntah, anoreksia, dan kehilangan berat badan.<sup>(4,5)</sup>

## 2. Pengaruh Perendaman Perasan Belimbing Wuluh Terhadap Kadar Cadmium pada Ikan

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa rata-rata kadar Cadmium pada ikan sesudah dilakukan perendaman dengan berbagai konsentrasi perasan belimbing wuluh didapat hasil rata-rata kadar Cd yang paling tinggi adalah pada ikan yang diberikan perlakuan 0% (tidak direndam) yaitu 0,0318 ppm, standar deviasi 0,0063 ppm, sedangkan rata-rata yang paling rendah adalah pada ikan yang diberikan perlakuan 25% yaitu 0,0093 ppm standar deviasi 0,0060 ppm. Terdapat nilai rata-rata perbedaan antara kadar Cd 0% dengan 25% yaitu 0,0225 ppm dengan standar deviasi 0,0003. Hasil uji statistik didapatkan nilai *p value* = 0,0001, maka dapat disimpulkan ada pengaruh perendaman perasan belimbing wuluh terhadap penurunan kadar Cadmium pada ikan laut

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hudaya tahun 2010 tentang pengaruh perendaman belimbing wuluh terhadap kadar Cd pada kerang didapatkan bahwa dengan konsentrasi belimbing wuluh sebesar 25% lama perendaman selama 30 menit didapatkan kadar Cd pada kerang hijau mengalami penurunan sebesar 59,11%, kerang darah 51%, dan kerang bulu 54,47%. Penelitian yang dilakukan oleh Kurniawati tahun 2011 penggunaan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) juga dapat menurunkan kandungan timbal pada ikan. Pada

penelitian ini dengan konsentrasi 12,5% yang direndam selama 90 menit kadar timbal pada ikan kembung (*Rastrelligerkanagurta*) mengalami penurunan sebesar 86,77%.<sup>(36)</sup> Penurunan ini dipengaruhi oleh kandungan asam dan zat pengikat logam atau sekuestran yang terdapat dalam belimbing wuluh yaitu salah satunya asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ). Cadmium di dalam tubuh ikan berikatan dengan gugus  $-SH$  dalam molekul protein. Kandungan asam belimbing wuluh dapat merusak ikatan kompleks logam protein, Ion Pb yang terlepas dari molekul protein akibat rusaknya ikatan kompleks logam protein akan membentuk ikatan kompleks dengan gugus fungsional  $-OH$  dan  $-COOH$  yang terdapat dalam asam sitrat. Gugus fungsional  $-OH$  dan  $COOH$  pada asam sitrat menyebabkan ion sitrat dapat bereaksi dengan ion logam membentuk garam sitrat. Ikatan metal yang dihasilkan sangat stabil karena mampu membentuk cincin 5-6 sudut dengan sebuah logam. Oleh sebab itu, ion logam yang telah terikat oleh gugus fungsional dari asam sitrat sangat kuat sehingga kadar Cadmium di dalam jaringan akan berkurang.

Dalam hal ini pH juga mempengaruhi pembentukan ikatan. Gugus asam karboksilat yang tak terionisasi bukanlah donor elektron yang baik, sebaliknya ion karboksilat merupakan donor yang baik. Kenaikan pH menyebabkan terdisosiasinya gugus karboksilat sehingga meningkatkan efisiensi pengikatan logam. Selain itu merupakan jenis logam yang dapat larut didalam lemak. Dengan perendaman dalam larutan asam maka lemak akan membentuk emulsi yang halus dan larut didalam larutan asam sehingga dengan

melarutnya lemak secara tidak langsung juga menurunkan kandungan timbal yang terdapat pada daging ikan.

## KESIMPULAN

Kadar Cd yang paling tinggi adalah pada ikan yang diberikan perlakuan 0% (tidak direndam) yaitu 0,0318 ppm, standar deviasi 0,0063 ppm, sedangkan rata-rata yang paling rendah adalah pada ikan yang diberikan perlakuan 25% yaitu 0,0093 ppm standar deviasi 0,0060 ppm, Terdapat nilai rata-rata perbedaan antara kadar Cd 0% dengan 25% yaitu 0,0225 ppm dengan standar deviasi 0,0003. Paling efektif untuk menurunkan kadar Cd adalah konsentrasi 25%. Penggunaan perasan belimbing wuluh yang dapat menurunkan kadar Cadmium pada ikan untuk menghindari kontaminasi logam Cadmium sebelum dikonsumsi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Boedi Darmojo R, Pranarka K. Geriatri dan Gerontologi di Indonesia. Dalam: Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. Ed 3. Jilid II. Suyono HS, Waspadji S, Lesmana L, Alwi I, Setiati S, Sundaru Hetal, Jakarta: Balai Penerbit FK-UI. 2001.
- Carangel, A.R., L.G. Gonzales & I.L. Daguman. 1961. *The Acid constituents of some Philippines fruits*. Dalam Thesis Hertanto. 2012. Penggunaan Belimbing Wuluh untuk Menghambat Oksidasi dan Mempertahankan Mutu Organoleptik pada Dendeng Sapi Selama Penyimpanan. IPB: Bogor.
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Universitas Press: Jakarta.
- Departement Of Metallurgy and Materials Engineering. 1999. Flame Atomic Absorption Spectroscopy. © Katholieke Universiteit Leuven. (<http://sirius.mtm.kuleuven.be/Research/Equipment/Chemical/FAS.html>) Diakses pada tanggal 10 Januari 2015.
- Flanagan, R.J. Andrew Taylor, dkk. 2007. Fundamentals of Analytical Toxicology. © John Wiley & Sons Ltd: England.
- Habibi, Yusuf. 2009. Spektrofotometer Serapan Atom. ([http://lab.uir.ac.id/index.php?option=com\\_content&task=view&id=42&Itemid=80](http://lab.uir.ac.id/index.php?option=com_content&task=view&id=42&Itemid=80)) Diakses pada tanggal 10 Januari 2015.
- Irawan, Agus HSR. 1995. Pengawetan Ikan dan Hasil Perikanan. Aneka: Solo Kusnandar, Feri. 2010. Kimia Pangan. Dian Rakyat: Jakarta.
- Levinson, R. 2014. Atomic Absorption Spectroscopy. ([http://www.kau.edu.sa/Files/130002/Files/6785\\_AAs.pdf](http://www.kau.edu.sa/Files/130002/Files/6785_AAs.pdf)) Diakses pada tanggal 24 Desember 2015.
- Hudaya, Rina. 2010. Pengaruh Pemberian Belimbing Wuluh (*Averrhoa blimbi*) Terhadap Kadar Kadmium (Cd) pada Kerang (*Bivalvia*) yang Berasal dari Laut Belawan Tahun 2010. Jurnal. USU: Sumatera Utara. (<http://repository.usu.ac.id/handle/12346789/21396>) Diakses pada tanggal 14 Desember 2015.
- Irawan, Agus HSR. 1995. Pengawetan Ikan dan Hasil Perikanan. Aneka: Solo Notodarmojo. 2005. Pencemaran Tanah dan Air Tanah.

- ITB:Bandung.
- Palar, H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Penerbit Rineka Cipta:Jakarta.
- Purwaningsih, E. 2007. Multiguna Belimbing Wuluh. Ganeca Exact: Bekasi.
- Pusat Informasi Pelabuhan Perikanan. 2012. Sumber daya Perikanan dan Kelautan Indonesia. ([http://pipp.kkp.go.id/sdi\\_index.html](http://pipp.kkp.go.id/sdi_index.html)) Diakses pada tanggal 2 Desember 2015.
- Sartono. 2002. *Racun dan Keracunan*. Widya Medika:Jakarta.
- SNI 7387. 2009. Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan. BSN:Jakarta.
- Watson, David G. 2009. Analisis Farmasi: Buku Ajar untuk Mahasiswa Farmasi dan Praktisi Kimia Farmasi, Edisi 2. EGC:Jakarta.
- Winarno, F.G. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia: Jakarta.
- Widowati, W, Sastiono, A, dan Corie, I.P. 2006. Efek Toksik Logam, Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran. Penerbit Andi: Yogyakarta.
- Zuhartini, Noor, dkk. 2012. Determination of Heavy Metal in Pelagic Fish, Demersal Fish and Shellfish. 2<sup>nd</sup> International Conference on Ecological, Environmental and Biological Sciences: Bali. (<http://psrcentre.org/images/extraimages/1012573.pdf>)