

## Analisis Risiko Kandungan Timah Hitam (Pb) pada Ikan Belanak di Sungai Tapak Kota Semarang

**Pradipta Dhimasrasta Santya Putra, Sulistiyani, Budiyo**  
Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Diponegoro  
Email:Pradipta.dhio@yahoo.com

### Abstract

Tapak River is a river located in the industrial area Tugurejo suspected of contaminated heavy metals plumbum. Plumbum is a heavy metal that can accumulate in the bodies of animals and is toxic in the human body. The purpose of this study was to analyzed the risk of exposure to plumbum (Pb) contained in Mugil cephalus consumed by the people in tapak river, Semarang. This study is observational method Environmental Health Risk Analysis (EHRA). Population of the research is 43 men were consuming Mugil cephalus from the tapak river Mugil cephalus and domiciled area of Tugurejo. Results obtained the concentration plumbum in the river is 0.03 mg / L and the concentration of plumbum in the Mugil Cephalus was 0.189 mg / kg for meat and 0.663 mg / kg for fish gills. The results showed the average intake of 0.0004 mg / kg / day for real time, 0.0008 mg / kg / day for a life time of 30 years and 0.0013 for a life time of 50 years with an average rate of intake was 400 g / day with an average frequency of 144 days / year and the average duration of exposure of 11 years. The conclusion is the Mugil cephalus in the tapak river safely consumed in real time conditions and a life time of 30 years ( $RQ < 1$ ), whereas mullets unsafe for consumption on the conditions of life time of 50 years ( $RQ \geq 1$ ).

**Keywords:** Plumbum (Pb), Mugil Cephalus, Environmental Health Risk Assessment (EHSA), Tapak river, Semarang city.

### PENDAHULUAN

Timbal (Pb) banyak digunakan dalam bidang industri, seperti industri kimia, industri percetakan, dan industri yang memproduksi logam, dan cat. Pb yang berasal dari limbah buangan pabrik dapat mencemari lingkungan perairan sungai. Selain itu, Pb yang masuk ke dalam tubuh akan terakumulasi sehingga mengakibatkan penumpukan di dalam tubuh dan menimbulkan kerusakan organ tubuh.<sup>1</sup>

Dari hasil analisis kandungan logam-logam berat yang dilakukan

Yulianto et al. di 12 kabupaten/kota pantai utara Jawa Tengah, menunjukkan secara umum bahwa air yang telah tercemar mengandung hampir semua jenis logam berat (seperti Hg, Cd, Cu, Cr, Pb, Ni, Zn, kecuali As). Sedimen telah tercemar oleh logam Hg, Cd, Cu, Cr, dan Zn.<sup>2</sup> Hal ini sejalan dengan penelitian Aditya Gandhi dalam "Kandungan Logam Berat Pb dan Fe pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Sungai Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Kota Semarang. "Kandungan Pb dalam

sedimen tahun 2010 sebesar 54,832 ppm.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, hasil pengujian konsentrasi Pb berdasarkan SNI 6989.7: 2009 pada bulan Februari 2016 di aliran Sungai Tapak adalah kurang dari sama dengan 0,03 mg/L. Mengacu pada Nilai Ambang Batas (NAB), berdasarkan yang ditetapkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, nilai timbal (Pb) tidak boleh melebihi 0,03 mg/L.<sup>3</sup>

Masyarakat wilayah Tapak memancing ikan belanak di aliran sungai untuk dikonsumsi sehari-hari. Kebiasaan masyarakat wilayah Tapak mengonsumsi ikan belanak berdasarkan observasi dan wawancara sudah lebih dari 5 tahun. Aliran sungai yang tercemar karena banyaknya limbah industri dapat menyebabkan ikan belanak terkontaminasi oleh air yang tercemar logam berat.

Peneliti memilih ikan belanak sebagai bioindikator karena kebiasaan masyarakat Tapak memancing ikan belanak dan mengonsumsi ikan belanak sedangkan ikan bandeng dan udang tidak dikonsumsi masyarakat sekitar.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk analisis risiko timbal (Pb) dalam ikan belanak adalah metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). ARKL dapat dilakukan untuk memantau efek non karsinogenik dinamai *Risk Quotients* (RQ). Jika nilai RQ sedikitnya 1, maka risiko

perlu dikendalikan, tetapi jika RQ kurang dari 1, risiko tidak perlu dikendalikan melainkan dipertahankan agar RQ tidak melebihi 1.<sup>4</sup>

Konsumsi ikan belanak yang mengandung timbal (Pb) sangat berbahaya bagi kesehatan karena bersifat akumulatif dan sukar dihilangkan dari dalam tubuh. Tercemarnya Sungai Tapak kelurahan Tugurejo akibat limbah industri dan logam berat dapat dijadikan dasar bagi peneliti untuk menganalisis risiko kandungan timah hitam (Pb) pada ikan belanak di aliran Sungai Tapak kelurahan Tugurejo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko kesehatan logam timbal (Pb) dalam ikan belanak di sekitar Sungai Tapak, Kelurahan Tugurejo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang.

#### **METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian observasional deskriptif dengan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh masyarakat yang memancing dan mengonsumsi ikan belanak di Sungai Tapak Kelurahan Tugurejo. Dari hasil perhitungan besar sampel menggunakan rumus Lemeshow untuk populasi yang tidak diketahui yaitu 34 responden.<sup>5</sup> Peneliti membulatkan sampel sejumlah 43 karena semakin besar sampel semakin *representativeness*. Pengolahan data pada penelitian ini dengan menggunakan analisis univariat dan Analisis deskriptif

menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Analisis univariat digunakan untuk variabel konsentrasi Pb dalam ikan belanak, frekuensi pajanan, durasi pajanan, dan berat badan. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) dilakukan melalui 4 tahap yaitu identifikasi bahaya, analisis pajanan, analisis dosis-respon ( $RfD = 0,004$  mg/kg/hari), karakteristik risiko.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Identifikasi Bahaya

Bahaya yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah Timah hitam (Pb). Keberadaan logam berat Pb dalam perairan di wilayah pertambakan Tapak dimungkinkan karenatambak-tambak di wilayah Tapak merupakan muaradari Sungai Tapak.

Timbal (Pb) dapat masuk tubuh manusia melalui berbagai jalur yaitu melalui konsumsi makan, minuman, pernapasan, kontak lewat kulit, kontak lewat mata, serta lewat parental.<sup>6</sup> Pb yang diserap akan diendapkan dalam tulang bergabung dengan matrik tulang yang mirip dengan kalsium (Ca). Pb yang terdapat di dalam tulang kompak hanya akan bergerak lambat dan secara umum akan meningkat jumlahnya bersamaan dengan waktu terpapar.<sup>7</sup> Penyimpanan Pb dalam tulang menyebabkan kenaikan katabolisme tulang yang memungkinkan dapat meningkatkan konsentrasi Pb dalam sirkulasi darah.

Efek akut Pb dalam tubuh *encephalopahty* seperti sakit kepala,

bingung atau pikiran kacau, sering pingsan, dan koma. Pada beberapa kasus akibat terpapar Pb, oliguria dan gagal ginjal yang akut dapat berkembang dengan cepat.<sup>8</sup>

Efek kronis akibat terpajan Pb dapat muncul setelah terjadinya kontak selama beberapa hari, minggu, bulan, bahkan hingga hitungan tahun. Pada kasus terpapar Pb akibat kerja, intoksikasi Pb secara kronis berjalan lambat. Kelelahan, kelesuan, iritabilitas dan gangguan gastrointestinal merupakan tanda awal dari intoksikasi Pb secara kronis. Terpapar secara terus-menerus pada sistem saraf pusat menunjukkan gejala seperti insomnia, bingung atau pikiran kacau, konsentrasi berkurang, dan gangguan ingatan (memori).<sup>8</sup>

### 2. Analisis Pajanan

#### a. Konsentrasi Pb (C)

Konsentrasi timbal (Pb) diukur sesuai dengan SNI 6989.7:2009 dan menggunakan alat spektrofotometer. Pengukuran konsentrasi Pb pada ikan belanak dilakukan pada tanggal 25 April 2016 sebesar  $\pm 250$  gram daging ikan belanak dan insang. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *grab sample* yaitu sampel yang diambil secara langsung dari badan air yang sedang diteliti tepatnya di dekat kawasan industri.

Pada penelitian ini, terdapat 2 hasil konsentrasi Pb yang didapatkan dari hasil pengukuran, yaitu ikan belanak dengan konsentrasi sebesar 0,189 mg/kg untuk daging dan 0,663 mg/kg untuk insang ikan. Konsentrasi yang

digunakan adalah konsentrasi daging ikan belanak karena bagian inilah yang sering dikonsumsi oleh manusia. Konsentrasi ini berada di bawah baku mutu yang ditetapkan oleh Direktur Jendral Pengawasan Obat dan Makanan serta SNI nomor 7387:2009.

Sesuai dengan keputusan Direktur Jendral Pengawasan Obat dan Makanan No.03725/B/SK/VII/1989 tentang batas maksimum cemaran logam dalam makanan, batas maksimum cemaran logam timbal (Pb) yang diperbolehkan dalam beberapa produk pangan yaitu: 0,1 - 10 mg/kg.<sup>9</sup> Sedangkan menurut SNI nomor 7387:2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan ikan dan hasil olahannya untuk logam berat timbal (Pb) yaitu sebesar 0,3 mg/kg.<sup>10</sup>

#### b. laju asupan (R)

Tabel 1. Laju Asupan

Laju asupan (gr/hari)	Frekuensi	%
600	11	25,6
Mean	Min	Max
476,74	100	1200
gr/hari	gr/hari	gr/hari
SD	273,284	

Laju ingesti seorang individu berhubungan dengan laju metabolismenya. Nilai *default* laju asupan yang ditetapkan oleh US EPA adalah 0,004 mg/kg/hari. Laju asupan adalah jumlah berat makanan yang masuk setiap harinya. Pada penelitian ini, laju asupan tiap responden di hitung berdasarkan jumlah konsumsi ikan setiap harinya dikali dengan massa ikan yang di makan dalam satuan gram. Laju asupan terendah yaitu

100 gr/hari dan maksimal 1200 gr/hari dengan rata rata asupan 400 gr/hari.

Besarnya nilai laju asupan mempengaruhi terhadap jumlah asupan pb dalam tubuh yang dapat meningkatkan nilai tingkat risiko. Hal ini sejalan dengan penelitian Sianipar (2009) bahwa laju asupan mempengaruhi nilai tingkat risiko.<sup>11</sup> Penelitian yang dilakukan oleh Fatimah juga diperoleh bahwa semakin sering mengonsumsi biota laut yang telah terkontaminasi logam Pb maka kontribusi Pb dalam darah semakin meningkat.<sup>12</sup>

#### c. Frekuensi Pajanan ( $f_E$ )

Tabel 2. Frekuensi Pajanan

Frekuensi Pajanan (hari/tahun)	Frekuensi	%
96	8	18,6
Mean	Min	Max
159	24	324
hari/tahun	hari/tahun	hari/tahun
SD	92,751	

Frekuensi pajanan merupakan lamanya atau jumlah hari dalam setahun responden mengonsumsi ikan belanak di Sungai Tapak. Hasil penelitian frekuensi pajanan tertinggi 324 hari/tahun sedangkan terendah 24 hari/tahun dengan rata-rata 159 hari/tahun. Tinggi rendahnya frekuensi pajanan diketahui karena masyarakat sekitar Tapak memancing sesuai dengan pekerjaannya.

Sesuai dengan rumus persamaan asupan, frekuensi pajanan berbanding lurus dengan asupan. Dapat diartikan bahwa

semakin besar frekuensi pajanan, semakin besar pula asupan zat toksik dalam tubuh. Menurut penelitian Darmono, logam berat Pb diketahui dapat terakumulasi di dalam tubuh dan tetap tinggal dalam jangka waktu lama sebagai racun karena absorpsi timbal di dalam tubuh sangat lambat.<sup>13</sup> Penelitian Widowati juga menunjukkan bahwa Pb yang masuk ke dalam tubuh akan terakumulasi sehingga mengakibatkan penumpukan di dalam tubuh dan menimbulkan kerusakan organ tubuh.<sup>1</sup>

#### d. Durasi Pajanan (Dt)

Tabel 3. Durasi Pajanan

Durasi Pajanan			
Durasi Pajanan (tahun)	Frekuensi	%	
10	6	14,0	
Mean	Min	Max	SD
15 tahun	1 tahun	45 tahun	11,593

Durasi pajanan merupakan lamanya atau jumlah tahun responden telah mengonsumsi ikan belanak di Sungai Tapak. Nilai durasi pajanan didapatkan melalui wawancara langsung terhadap responden mengenai lamanya dalam tahun responden mengonsumsi ikan belanak yang berasal dari Sungai Tapak. Dari hasil penelitian, durasi pajanan terendah yaitu 1 tahun dan maksimal 45 tahun.

Semakin lama pajanan yang diterima oleh masyarakat yang mengonsumsi ikan belanak maka semakin besar intake yang diterima oleh masyarakat dan semakin besar pula risiko akibat mengonsumsi ikan belanak. Hal ini sejalan dengan

penelitian yang dilakukan oleh Fatimah juga memperoleh hasil bahwa masa kerja sebagai nelayan penangkap dan pengonsumsi biota laut menentukan tingkat pajanan logam Pb dalam tubuh sehingga dapat menurunkan kesehatan masyarakat yang mengonsumsi biota laut yang telah tercemar Pb.<sup>12</sup>

#### e. Berat Badan (Bw)

Tabel 4. Berat Badan

Berat badan	Frekuensi	%	
≥ 50 kg	37	86,0	
Mean	Min	Max	SD
60 kg	40 kg	79 kg	9,593

Berat badan dalam analisis ini adalah berat badan responden yang diukur dengan menggunakan timbangan badan analog pada saat dilakukan wawancara (dalam satuan kilogram). Berdasarkan hasil penelitian, sebanyak 43 responden memiliki berat badan ≥ 50 kg dan sebanyak 8 responden memiliki berat badan < 50 kg. Hasil penelitian diperoleh bahwa berat badan rata-rata masyarakat yang mengonsumsi ikan belanak di Sungai Tapak yaitu 60 kg dengan berat badan terendah yaitu 40 kg dan maksimal 79 kg. Nilai *default* untuk dewasa asia yaitu 55 kg.<sup>14</sup>

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Purnomo dan Purwana (2008) mengenai dampak kadmium dalam ikan terhadap kesehatan masyarakat, dalam penelitian tersebut dinyatakan bahwa responden dengan berat badan dibawah 50 kg lebih berisiko untuk terjadi gangguan kesehatan akibat pajanan Cd pada hasil laut dibandingkan dengan responden

yang memiliki berat badan lebih dari 50 kg.<sup>15</sup>

#### f. Periode Waktu Rata-rata ( $t_{avg}$ )

Periode waktu rata-rata pada penelitian ini yaitu periode waktu rata-rata untuk efek non karsinogenik. Periode waktu rata-rata yang digunakan yaitu 10.950 hari yang diperoleh dari 30 tahun x 365 hari/tahun. Periode waktu rata-rata untuk efek non karsinogenik bagi orang dewasa ini sesuai dengan nilai *default* dari EPA.

#### g. Asupan (Intake)

Perhitungan nilai asupan dilakukan pada proyeksi *real time* dan proyeksi *life time*.

Tabel 5. Distribusi Nilai Asupan Pb Proyeksi *Real Time* dan *Life Time*

Proyeksi pajanan	Nilai Asupan (mg/kg x hari)			
	Min	Max	Median	Mean
<i>Real time</i>	0,000	0,0012	0,0004	0,0002
<i>Life time</i> (30)	0,000	0,00183	0,0008	0,0005
<i>Life time</i> (50)	0,000	0,00305	0,0013	0,0008

Rata-rata nilai asupan non karsinogenik Pb yaitu 0,0004 mg/kg x hari (*real time*), 0,0008 mg/kg x hari (*life time* 30 tahun) dan 0,0013 mg/kg x hari (*life time* 50 tahun).

#### 3. Analisis Dosis-Respon

Analisis dosis-respon dimaksudkan untuk menetapkan nilai-nilai kuantitatif toksisitas *risk agent* yang dinyatakan dalam RfD untuk efek non karsinogenik jalur pemajanan ingesti. RfD merupakan toksisitas non karsinogenik yang menyatakan perkiraan dosis pajanan harian yang diperkirakan tidak

menimbulkan Efek kesehatan yang merugikan meskipun pajanan berlanjut hingga sepanjang hayat. Jika dosis yang diterima oleh populasi beresiko melebihi nilai RfD maka probabilitas untuk mendapatkan risiko menjadi semakin besar.

Dalam penelitian ini, analisis dosis respon tidak dilakukan percobaan sendiri. Analisis dosis respon yang digunakan yaitu berasal dari literatur yang tersedia. Dosis respon atau yang disebut dengan RfD bahan pencemar (*risk agent*) Pb menggunakan konsentrasi referensi untuk ingesti yang ditetapkan oleh *Integrated Risk Information System* (IRIS) dari US-EPA yaitu sebesar  $4 \times 10^{-3}$  mg/kg/hari.

Diketahui bahwa Pb tidak memiliki implikasi terhadap kasus kanker sehingga efek yang akan digunakan dalam analisis adalah efek sistemik atau efek non karsinogenik.<sup>16</sup>

#### 4. Karakteristik Risiko

Tabel 6. Distribusi Nilai RQ Pb Proyeksi *Real Time* dan *Life Time*

Proyeksi pajanan	RQ ( <i>Risk Quotient</i> )	Jumlah		Total (orang)
		f	%	
<i>Real time</i>	RQ > 1	0	0	43
	RQ ≤ 1	4	10	
		3	0	
<i>Life time</i> (30)	RQ > 1	0	0	43
	RQ ≤ 1	4	10	
		3	0	
<i>Life time</i> (50)	RQ > 1	3	6,9	43
	RQ ≤ 1	4	93	
		1	0,1	

Hasil perhitungan nilai RQ menunjukkan bahwa bahwa

masyarakat yang mengonsumsi ikan belanak untuk proyeksi *real time*, dikatakan aman pada seluruh masyarakat yang mengonsumsi ikan belanak dengan tingkat risiko  $RQ < 1$ . Untuk proyeksi *life time* dengan estimasi 30 tahun, dikatakan aman pada seluruh masyarakat yang mengonsumsi ikan belanak dengan  $RQ < 1$ . Untuk proyeksi *life time* dengan estimasi 50 tahun, dikatakan tidak aman pada masyarakat yang mengonsumsi ikan belanak sebanyak 3 orang (6,9%) dengan  $RQ > 1$ .

Tingginya tingkat risiko (RQ) logam berat Pb pada masyarakat yang mengonsumsi ikan belanak di Sungai Tapak disebabkan karena laju asupan ikan belanak yang banyak setiap harinya, frekuensi makan ikan belanak setiap tahun, dan durasi paparan yang lama dapat meningkatkan *intake* Pb dalam tubuh sehingga besar risiko untuk terpajan Pb juga tinggi.

Konsentrasi Pb juga mempengaruhi tingkat risiko (RQ) dalam tubuh masyarakat Tapak karena semakin besar konsentrasi maka semakin banyak akumulasi Pb dalam tubuh. Pada umumnya ekskresi Pb berjalan sangat lambat. Timah hitam waktu paruh didalam darah kurang lebih 25 hari, pada jaringan lunak 40 hari sedangkan pada tulang 25 tahun. Ekskresi yang lambat ini menyebabkan Pb mudah terakumulasi dalam tubuh, baik pada paparan okupasional maupun non okupasional.<sup>17</sup>

## KESIMPULAN

1. Konsentrasi Pb dalam air berdasarkan SNI 6989.7: 2009 pada bulan Februari 2016 di aliran Sungai Tapak adalah kurang dari sama dengan 0,03 mg/L. Mengacu pada Nilai Ambang Batas (NAB), berdasarkan yang ditetapkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 kadar ini masih berada di bawah baku mutu yaitu tidak boleh melebihi 0,03 mg/L.
2. Konsentrasi Pb dalam ikan belanak yaitu ikan belanak dengan konsentrasi sebesar 0,189 mg/kg untuk daging dan 0,663 mg/kg untuk insang ikan. Konsentrasi ini berada di bawah baku mutu yang ditetapkan oleh Direktur Jendral Pengawasan Obat dan Makanan serta SNI Nomor 7387:2009.
3. Bahaya kandungan Pb dalam ikan belanak menimbulkan bahaya pada paparan *life time*. Keracunan akut Pb jalur ingesti dapat menimbulkan gejala sakit perut, muntah, diare, oliguria, pingsan, dan koma. Keracunan kronis Pb disertai gejala awal seperti kehilangan nafsu makan, berat badan menurun, konstipasi, lesu, muntah, mudah lelah, sakit kepala, lemah, dan anemia.
4. Masyarakat yang memancing dan mengonsumsi ikan belanak di Sungai Tapak berjenis kelamin laki-laki dengan usia rata-rata kurang dari 45 tahun dan sebagian besar

- berpendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP)
5. Masyarakat yang memancing dan mengonsumsi ikan belanak di Sungai Tapak memiliki laju asupan rata rata sebesar 400 gr/hari, frekuensi pajanan sebagian besar > 159 hari/tahun, durasi pajanan antara 1-45 tahun, dan berat badan responden sebagian besar 60 kg.
  6. Rata-rata asupan Pb oleh masyarakat yang memancing dan mengonsumsi ikan belanak di Sungai Tapak pada pajanan *real time* adalah 0,0004 mg/kg/hari dan pada pajanan *life time* 30tahun adalah 0,0007 mg/kg/hari dan *life time* 50 tahun adalah 0,0013 mg/kg/hari.
  7. Estimasi karakterisasi risiko menunjukkan tingkat risiko yang diterima masyarakat yang memancing dan mengonsumsi ikan belanak aman pada *real time* dan *life time* 30 tahun tetapi tidak aman pada *life time* 50 tahun.
- DAFTAR PUSTAKA**
1. Purnomo D. *Logam Berat Sebagai Penyumbang Pencemaran Air Laut*. 2009.
  2. Yulianto, B. et al. *Penelitian Tingkat Pencemaran Logam Berat di Pantai Utara Jawa Tengah*. Badan Penelit dan Pengembangan Provinsi Jawa Teng. 2006;
  3. Pemerintah Republik Indonesia. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta. 2001;
  4. Syahrul Basri dkk. *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Model Pengukuran Risiko Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan)*. J Kesehatan, VII(2), pp427-42. 2014;
  5. Lemeshow S. *Besar Sampel dalam Penelitian Kesehatan*. Gajah Mada Univ Press Yogyakarta. 1997;
  6. Widowati, W. SA dan JRR. *Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Penerbit Andi Yogyakarta. 2008;
  7. Departemen Kesehatan RI. *Kerangka Acuan Uji Petik Kadar Timbal (Pb) pada Spesimen Darah terhadap Kelompok Masyarakat Beresiko Tinggi Pencemaran Timbal*. Ditjen PPM PL Depkes RI, Jakarta. 2001;
  8. Riyadina W. *Pengaruh Pencemaran Pb (Plumbum) Terhadap Kesehatan*. Media Litbangkes Badan Penelit dan Pengemb Kesehat Depkes RI. 1997;Vol. VII N.
  9. Surat Keputusan Ditjen POM No.03725/B/SK/VII/1989 Tentang Batas Maksimum Cemaran Logam dalam makanan. :hal. 352.
  10. Badan Standarisasi Nasional. SNI 7387:2009. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan*. Jakarta BSN. 2009;
  11. Sianipar RH. *Analisis Risiko Paparan Hidrogen Sulfida pada Masyarakat Sekitar TPA Sampah Terjun Kecamatan Medan Tahun 2009*. Univ Sumatra Utara. 2009;
  12. Fatimah S. *Analisis Logam Berat dalam Darah dan*



- Dampaknya terhadap Kesehatan Masyarakat Nelayan di Kelurahan Kampung Buyang Kecamatan Mariso Kota Makassar [Tesis]. Makassar Univ Hasanuddin. 2005;*
13. Supriyanto C., Samin dan ZK. *Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu, dan Cd pada Ikan Air Tawar dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA)*. Semin Nas III, SDM Teknol Nukl 147-151. 2007;
  14. Kesehatan K. *Pedoman Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*. 2012;
  15. Purnomo, A. dan RP. *Dampak Cadmium dalam Ikan terhadap Kesehatan Masyarakat*. J Kesehat Masy Nasional, 3, 89-96. 2008;
  16. Rahman A. *Public Health Assessment: Model Kajian Prediktif Dampak Lingkungan dan Aplikasinya untuk Manajemen Risiko Kesehatan*. Depok Pus Kaji Kesehat Lingkung dan Ind FKM-UI. 2007;
  17. G N. *Metal: Chemical Properties and Toxicity*. In: *Stellman Jm (ed); Encyclopedia of Occupational Health and Safety*. 4 ed Geneva ; ILO. 1994;