



**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL DAN KADMIUM PADA  
PENGOLAHAN IKAN ASIN DI KABUPATEN  
BANGGAI KEPULAUAN**

**ANALYSIS OF HEAVY METAL CONTENT OF LEAD (Pb) AND CADMIUM (Cd)  
IN THE PROCESSING OF SALTED FISH IN THE REGENCY OF  
BANGGAI ISLANDS**

**Yonelian Yuyun<sup>\*</sup>, Andi Riesti Angelin Peuru, Nurlina Ibrahim**

Jurusan Farmasi, Fakultas MIPA, Universitas Tadulako, Palu

Received 6 Juni 2016/Accepted 2 Oktober 2016

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada ikan asin yang berasal dari Kabupaten Banggai Kepulauan. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*, yang diambil dari Kecamatan Tinangkung, Kecamatan Liang dan Kecamatan Totikum Selatan. Logam berat Pb dan Cd dianalisis menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom. Hasil penelitian menunjukkan kadar timbal ikan asin layang di Kecamatan Tinangkung yaitu  $0,0976 \pm 0,0660$  mg/kg dan kadar kadmium yaitu  $0,0064$  mg/kg. Kadar timbal dan kadmium ikan asin lencam di Kecamatan Liang yaitu  $0,2459 \pm 0,0206$  mg/kg dan  $0,0255$  mg/kg, kadar timbal dan kadmium ikan asin cakalang di Kecamatan Totikum Selatan yaitu  $0,2100 \pm 0,0148$  mg/kg dan  $0,0254$  mg/kg. Kadar timbal dan kadmium garam di Kecamatan Liang yaitu  $0,3250 \pm 0,0071$  mg/kg dan  $0,1075 \pm 0,0071$  mg/kg. Kadar timbal dan kadmium di Kecamatan Totikum Selatan yaitu  $0,2250 \pm 0,0071$  mg/kg dan  $0,1025 \pm 0,0035$  mg/kg. Dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa ikan asin dan garam yang diambil dari tiga tempat berbeda pada Kabupaten Banggai Kepulauan masih dalam batas aman untuk dikonsumsi berdasarkan ketetapan dari Badan Standarisasi Nasional Indonesia (BSNI) yaitu  $0,3$  mg/kg untuk timbal dan  $0,1$  mg/kg untuk kadmium.

Katakunci :Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Ikan Asin, Garam.

**ABSTRACT**

This study was aimed to determine lead (Pb) and cadmium (Cd) contained in salted fish from Banggai Islands Regency. The samples were collected by *purposive sampling* from Tinangkung district, Liang district and South Totikum district. Pb and Cd content was measured using the atomic absorption spectrophotometry method. The results showed that layang salted fish from Tinangkung district had Pb content  $0,0976 \pm 0,0660$  mg/kg and Cd content  $0,0064$  mg/kg. Lencam salted fish from Liang district had Pb content  $0,2459 \pm 0,0206$  mg/kg and Cd content  $0,0255$  mg/kg. Cakalang salted fish from South Totikum district had Pb content  $0,2100 \pm 0,0148$  mg/kg and Cd content  $0,0254$  mg/kg. Salt from Liang district had Pb content  $0,3250 \pm 0,0071$  mg/kg and Cd content  $0,1075 \pm 0,0071$  mg/kg. While the value of Pb and Cd in content salt from South Totikum district had  $0,2250 \pm 0,0071$  mg/kg and  $0,1025 \pm 0,0035$  mg/kg. From the result, could be concluded that salted fish and salt from three different places in Banggai Island Regency are still in limit to consume based on standart from Badan Standart Nasional Indonesia (BSNI) that determine  $0,3$  mg/kg for lead and  $0,1$  mg/kg for cadmium.

Keywords : Lead, Cadmium, Salted fish, Salt.

\*Corresponding Author : Yonelian Yuyun [yoneli\\_redrose@yahoo.com](mailto:yoneli_redrose@yahoo.com) (ph: +62-811-2260-512)

## PENDAHULUAN

Kabupaten Banggai Kepulauan secara geografis terletak di sebelah timur Pulau Sulawesi, tepatnya di antara 10,06' – 20,20' LS dan 1220,40' – 1240,13' BT dengan batas wilayah: sebelah utara berbatasan dengan Selat Peling/Laut Maluku; sebelah timur berbatasan dengan Laut Maluku; sebelah selatan berbatasan dengan Teluk Tolo; dan sebelah barat berbatasan dengan Selat Peling.

Luas wilayah lautan yang cukup besar dibandingkan dengan wilayah daratan Kabupaten Banggai Kepulauan inilah yang menyebabkan tingkat ketergantungan hidup masyarakat terhadap sumberdaya laut cukup tinggi. Ketergantungan ini membuat segala aktivitas untuk memenuhi kebutuhan kesehariannya tidak terlepas dari eksploitasi sumberdaya ikan (Fahriny & Sharifuddin, 2013).

Sumber pencemaran logam timbal dan kadmium di perairan laut Kabupaten Banggai Kepulauan yaitu limbah rumah tangga berupa plastik dan kaleng, aktivitas pertanian yang menggunakan pestisida, dan aktivitas dermaga di perairan laut yang langsung membuang limbahnya ke laut.

Proses penggaraman ikan asin di Kabupaten Banggai Kepulauan umumnya hanya memanfaatkan halaman rumah mereka berada di pinggir jalan raya sebagai lokasi penjemuran. Pemanfaatan lokasi penjemuran di pinggir jalan raya banyak dilalui kendaraan bermotor dapat menyebabkan meningkatnya jumlah zat pencemar berupa gas maupun partikel kontaminasi udara di sekitar tempat penggaraman ikan asin. Penggunaan garam yang diolah sendiri oleh masyarakat adalah garam laut, memungkinkan adanya kandungan logam yang berasal dari pencemaran laut.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan analisis kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada ikan asin untuk mengetahui tingkat cemaran yang terjadi di wilayah Kabupaten Banggai Kepulauan dan mengetahui apakah ikan asin tersebut layak dikonsumsi masyarakat sehingga masyarakat terhindar dari bahaya logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd).

## METODE PENELITIAN

### BAHAN

Bahan-bahan yang digunakan adalah: ikan asin dan garam yang berasal dari Kabupaten Banggai Kepulauan, air deionisasi,

air suling, larutan matrik modifier, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, larutan standar Pb dan Cd.

## METODE

### 1. Preparasi Sampel

#### a. Ikan Asin

Sampel yang telah diambil dibersihkan dan dicuci, kemudian dilumatkan/haluskan sampel dengan *blender* hingga menjadi ukuran kecil. Tempatkan sampel ke dalam cawan porselin yang bersih.

#### b. Garam

Sampel ditempatkan ke dalam cawan porselin yang bersih.

### 2. Pengujian Sampel

#### a. Destruksi basah menggunakan *microwave* pada sampel ikan asin (SNI 2354.5:2011)

Sampel kering ikan asin ditimbang sebanyak 0,5 gram, lalu dimasukkan ke dalam tabung sampel (*vessel*) kemudian beratnya (W) dicatat, lalu ditambahkan secara berurutan 5 ml – 10 ml HNO<sub>3</sub> 65% dan 2 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, kemudian dilakukan destruksi dengan mengatur suhu 180°C selama 30 menit pada alat *microwave*, selanjutnya hasil destruksi dipindahkan ke labu takar 50 ml dan ditambahkan larutan *matrik modifier*, kemudian ditepatkan sampai tanda batas dengan air deionisasi.

#### b. Sampel Garam (SNI 3556:2010)

Sampel garam yang telah diambil, ditimbang dengan teliti 10 gram, lalu dimasukkan ke dalam gelas kimia 400 ml, dilarutkan dengan 100 ml air suling, diasamkan dengan HNO<sub>3</sub> pekat sampai pH < 2, masukkan ke dalam labu ukur 500 ml, dicukupkan dan dikocok.

### 3. Pembuatan Kurva Kalibrasi Timbal dan Kadmium Sampel Ikan Asin dan Garam

Larutan standar Pb 1000 ppm diambil dan diencerkan menjadi 10 ppm dengan cara memindahkan 2 ml larutan standar 1000 ppm kedalam labu ukur 200 ml dan diencerkan dengan larutan HNO<sub>3</sub> 0,1 M sampai tanda batas. Dari larutan tersebut dibuat 6 seri konsentrasi, yaitu 2 ppm, 1,5 ppm, 1 ppm, 0,5 ppm, 0,1 ppm dan 0,005 ppm dengan cara memindahkan 20 ml, 15 ml, 10 ml, 5 ml, 1 ml dan 0,5 ml larutan

standar 10 ppm kedalam labu ukur 100 ml dan diencerkan dengan larutan  $\text{HNO}_3$  0,1 M sampai tanda batas. Untuk sampel garam dibuat 5 seri konsentrasi, yaitu 2 ppm, 1,5 ppm, 1 ppm, 0,5 ppm, dan 0,1 ppm perlakuan yang sama.

Perlakuan yang sama juga dilakukan pada pembuatan kurva kalibrasi kadmium. Namun untuk sampel garam menggunakan 6 seri konsentrasi, yaitu 2 ppm, 1,5 ppm, 1 ppm, 0,5 ppm, 0,1 ppm dan 0,005 ppm.

#### 4. Analisis kadar Pb dan Cd dengan Spektrofotometer Serapan Atom

Larutan standar dan sampel yang berada di dalam labu ukur diserap oleh selang penghisap cairan pada alat SSA, selanjutnya alat SSA memproses larutan hingga data tampil pada layar monitor dan amati hasil absorbansi dari larutan standar dan sampel yang terlihat pada alat spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 283,3 nm untuk Pb dan 228,8 nm untuk Cd.

### Analisa Data

#### 1. Uji Sampel Ikan Asin

Pengujian kadar Pb dan Cd dengan menggunakan persamaan yang sesuai dengan SNI 2354.5:2011.

Perhitungan :

$$\text{Konsentrasi Pb atau Cd } \mu\text{g/g} = \frac{(D-E) \times V}{W}$$

Keterangan :

- D : konsentrasi sampel ( $\mu\text{g/L}$ ) dari persamaan regresi
- E : konsentrasi blanko contoh ( $\mu\text{g/L}$ ) dari persamaan regresi
- V : volume larutan contoh yang disiapkan (ml)
- W : berat kering sampel (g)

#### 2. Uji Sampel Garam

Pengujian kadar Pb dan Cd dengan menggunakan persamaan yang sesuai dengan SNI 3556:2010.

Perhitungan :

$$\text{Konsentrasi Pb atau Cd } \mu\text{g/g} = \frac{C}{W} \times V$$

Keterangan :

- C : konsentrasi sampel ( $\mu\text{g/ml}$ ) dari persamaan regresi
- V : volume larutan contoh yang disiapkan (ml)
- W : berat sampel (g)

### HASIL

Tabel 1. Kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada sampel ikan asin

No	Sampel	Berat Sampel (g)	Kadar Bobot Kering (mg/kg)
<b>Pb</b>			
1	A1	0,5886	0,0509
	A2	0,5892	0,1442
	Kadar rata-rata ( $\mu\text{g/g}$ )		0,0976
	SD		0,0660
		RSD (%)	67,630
2	B1	0,5890	0,2313
	B2	0,5915	0,2604
	Kadar rata-rata ( $\mu\text{g/g}$ )		0,2459
	SD		0,0206
		RSD (%)	8,3697
3	C1	0,5914	0,2204
	C2	0,5938	0,1995
	Kadar rata-rata ( $\mu\text{g/g}$ )		0,2100
	SD		0,0148
		RSD (%)	7,0391
<b>Cd</b>			
1	A1	0,5886	0,0064
	A2	0,5892	TT
	Kadar rata-rata ( $\mu\text{g/g}$ )		-
	SD		-
		RSD (%)	-
2	B1	0,5890	0,0255
	B2	0,5915	TT
	Kadar rata-rata ( $\mu\text{g/g}$ )		-
	SD		-
		RSD (%)	-
3	C1	0,5914	0,0254
	C2	0,5938	TT
	Kadar rata-rata ( $\mu\text{g/g}$ )		-
	SD		-
		RSD (%)	-

Keterangan:

- A : sampel titik 1 di Kecamatan Tinangkung
- B : sampel titik 2 di Kecamatan Liang
- C : sampel titik 3 di Kecamatan Totikum Selatan
- TT : Tidak Terdeteksi

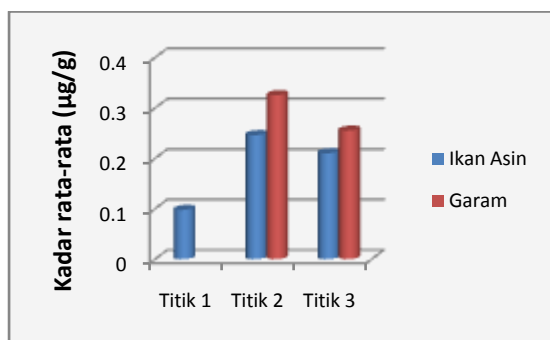
Tabel 2. Kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada sampel garam

No	Sampel	Berat Sampel (g)	Kadar Bobot Kering (mg/kg)
<b>Pb</b>			
1	A1	2,5	0,3300
	B1	2,5	0,3200
	Kadar rata-rata (ug/g)		0,3250
	SD		0,0071
	RSD (%)		2,1757
2	A2	2,5	0,2600
	B2	2,5	0,2500
	Kadar rata-rata (ug/g)		0,2550
	SD		0,0071
	RSD (%)		2,7730
<b>Cd</b>			
1	A1	2,5	0,1100
	B1	2,5	0,1050
	Kadar rata-rata (ug/g)		0,1075
	SD		0,0035
	RSD (%)		3,2889
2	A2	2,5	0,1000
	B2	2,5	0,1050
	Kadar rata-rata (ug/g)		0,1025
	SD		0,0035
	RSD (%)		3,4493

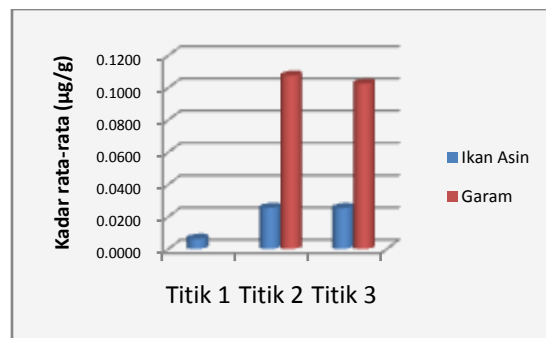
Keterangan:

A1, B1 : titik 2 di Kecamatan Liang

A2, B2 : titik 3 di Kecamatan Totikum Selatan



Gambar 1. Grafik kadar Pb rata-rata pada ikan asin dan garam berdasarkan lokasi pengambilan sampel



Gambar 2. Grafik kadar Cd rata-rata pada ikan asin dan garam berdasarkan lokasi pengambilan sampel

## PEMBAHASAN

Sampel ikan asin diperoleh dari hasil olahan masyarakat di Kabupaten Banggai Kepulauan pada bulan Oktober 2015 di tiga Kecamatan, yaitu Kecamatan Liang, Kecamatan Totikum Selatan dan Kecamatan Tinangkung. Lokasi tersebut dipilih karena merupakan wilayah yang banyak memproduksi ikan asin dan hampir setiap hari warga mengolah ikan asin pada tiga lokasi tersebut. Sedangkan garam hanya diambil dari masyarakat yang tinggal di Kecamatan Liang dan Kecamatan Totikum Selatan, karena garam yang berasal dari daerah tersebut diolah sendiri oleh masyarakat sedangkan garam yang berasal dari Kecamatan Tinangkung berasal dari garam yang sudah memiliki izin dari BPOM.

Dari hasil wawancara yang dilakukan dengan masyarakat, bahwa pembuatan ikan asin oleh masyarakat dilakukan berdasarkan pengalaman mereka sendiri tanpa ada standar khusus pembuatan ikan asin. Demikian juga dengan garam yang digunakan untuk pembuatan ikan asin. Garam yang digunakan merupakan garam yang berasal dari penggaraman Talise di Kota Palu.

Setelah dilakukan pengambilan sampel, selanjutnya sampel didestruksi basah. Destruksi sampel menggunakan alat *microwave digestion*. Teknik ini mencampurkan sampel dengan asam kuat dalam wadah *vessel* tertutup serta meningkatkan tekanan dan suhu melalui radiasi gelombang mikro. Kenaikan suhu dan tekanan dalam suasana pH yang rendah meningkatkan kecepatan dekomposisi sampel dan kelarutan berupa materi organik dan mengubah sampel dari bentuk serbuk menjadi larutan. Dalam penelitian ini digunakan destruksi basah karena pada umumnya destruksi basah dapat dipakai untuk

menentukan unsur-unsur dengan konsentrasi rendah (berkaitan dengan jumlah partikel). Penggunaan  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  sebagai bahan pengoksidasi utama, sehingga meninggalkan senyawa anorganik yang ada dalam sampel pada larutan asam. Penambahan larutan *matrik modifier* agar membantu larutan  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  melepaskan kandungan logam yang terkandung dalam daging sampel. Kemudian air deionisasi yang digunakan adalah sebagai bahan tambahan. Keuntungan menggunakan *microwave* dalam proses destruksi yaitu proses berlangsung cepat dan mendapatkan larutan yang jernih.

Untuk sampel garam tidak dilakukan perlakuan destruksi basah seperti sampel ikan asin karena pada saat sampel garam didestruksi basah, hasil yang diperoleh berupa gumpalan kristal. Maka dari itu sampel garam dilarutkan menggunakan air suling dan  $\text{HNO}_3$  pekat sampai  $\text{pH} < 2$  agar memperoleh larutan yang jernih.

Larutan sampel ikan asin dan garam yang di peroleh selanjutnya di uji kuantitatif kadar timbal dan kadmium dalam sampel menggunakan spektrofotometer serapan atom dengan lampu katoda yang sesuai jenis logam yang dianalisis yaitu timbal dan kadmium. Hasil destruksi sampel ikan asin diukur serapannya pada panjang gelombang 283,3 nm untuk timbal dan 228,8 nm untuk kadmium. Pemilihan metode spektrofotometri serapan atom karena mempunyai sensitifitas tinggi, cepat, cuplikan yang dibutuhkan sedikit, spesifik untuk unsur yang ditentukan, dan dapat digunakan untuk penentuan kadar unsur yang konsentrasinya sangat kecil tanpa harus dipisahkan terlebih dahulu.

Dari uji kuantitatif diatas maka diperoleh kadar timbal ikan asin layang di titik 1 Kecamatan Tinangkung yaitu  $0,0976 \pm 0,0660$  mg/kg dan kadar kadmium yaitu  $0,0064$  mg/kg bobot kering. Kadar timbal ikan asin lencam di titik 2 Kecamatan Liang yaitu  $0,2459 \pm 0,0206$  mg/kg bobot kering dan kadar kadmium yaitu  $0,0255$  mg/kg bobot kering. Kadar timbal ikan asin cakalang di titik 3 Kecamatan Totikum Selatan yaitu  $0,2100 \pm 0,0148$  mg/kg bobot kering dan kadar kadmium yaitu  $0,0254$  mg/kg bobot kering.

Karena ikan asin yang telah diuji mengandung logam timbal dan kadmium. Maka dari itu, peneliti melakukan uji selanjutnya terhadap sampel garam yang digunakan masyarakat dalam pengolahan ikan

asin yang menjadi salah satu sumber logam timbal dan kadmium.

Hasil uji kuantitatif yang diperoleh untuk kadar timbal garam di titik 2 Kecamatan Liang yaitu  $0,3250 \pm 0,0071$  mg/kg bobot kering dan kadar kadmium yaitu  $0,1075 \pm 0,0035$  mg/kg bobot kering. Kadar timbal garam di titik 3 Kecamatan Totikum Selatan yaitu  $0,2550 \pm 0,0071$  mg/kg bobot kering dan kadar kadmium  $0,1025 \pm 0,0035$  mg/kg bobot kering. Garam yang digunakan pada pengolahan ikan asin di Kecamatan Totikum Selatan menurut wawancara berasal dari kota Palu. Penelitian Syukri (2012) menunjukkan bahwa pengolahan garam yang berada di Kelurahan Talise, Kota Palu memiliki kadar timbal  $1,3775$  ppm. Hal ini membuktikan bahwa garam dari Kota Palu tercemar logam timbal yang berasal dari aktivitas transportasi, pemukiman masyarakat, dan perbengkelan yang berpotensi sebagai sumber masuknya berbagai jenis pencemar yang dapat memberikan pengaruh terhadap hasil pengolahan garam di wilayah tersebut.

Dari hasil pengujian kadar timbal dan kadar kadmium pada sampel ikan asin dan garam tidak terdapat data yang menyimpang atau homogen, hal ini dibuktikan dari perhitungan statistik dengan syarat  $t_{hitung} < t_{tabel}$ , jika  $t_{hitung} < t_{tabel}$  dapat dikatakan hasil pengujian dengan metode tersebut homogen, tetapi jika hasil  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka pengujian dengan metode tersebut tidak bisa dikatakan homogen atau seragam.

Kandungan logam Pb dan Cd pada ikan asin bersumber dari makanan dan lingkungan yang sudah terkontaminasi oleh logam berat. Kontaminasi makanan dan lingkungan tidak lepas dari aktivitas manusia di darat maupun pada perairan. Logam Pb dan Cd masuk ke dalam tubuh ikan asin melalui penyerapan pada permukaan tubuh secara difusi pada saat proses penggaraman.

Menurut WHO (2010), PTWI (*Provisional Tolerable Weekly Intake*) timbal adalah  $0,025$  mg/kg berat badan, sedangkan kadmium  $0,007$  mg/kg berat badan. Apabila berat badan  $60$  kg, maka kadar timbal yang dapat ditoleransi oleh manusia sebanyak  $0,2142$  mg/hari dan kadar kadmium dapat ditoleransi sebanyak  $0,06$  mg/hari. Bila dikonversi dari hasil penelitian, kadar timbal dalam ikan asin pada tiga lokasi tersebut, maka manusia boleh memakan ikan asin kurang lebih sebanyak  $0,122$  kg/hari.

Sedangkan kadar kadmium dalam ikan asin yang boleh dikonsumsi manusia adalah sebanyak 1,1764 kg/mg. Dari hasil perhitungan yang diperoleh akan lebih baik apabila jumlah konsumsi ikan asin dalam sehari tidak melebihi perhitungan diatas.

Dampak Dampak negatif dari logam berat timbal yang sangat membahayakan bagi kesehatan manusia, utamanya bagi anak-anak. Di antaranya adalah mempengaruhi fungsi kognitif, kemampuan belajar, menghambat pertumbuhan, penurunan fungsi organ tubuh (ginjal, system saraf dan reproduksi), meningkatkan tekanan darah dan mempengaruhi perkembangan otak. Pada orang dewasa, timbal dapat menyebabkan peningkatan tekanan darah, gangguan pencernaan, kerusakan ginjal, kerusakan syaraf dan gangguan reproduksi (SNI 7387:2009). Patologi yang ditemukan pada kasus keracunan kadmium dalam pencernaan adalah peradangan pada saluran pencernaan, kerusakan hati dan ginjal (Dreisbach, 1994). Walaupun jumlah Pb dan Cd yang diserap oleh tubuh hanya sedikit tetapi logam Pb dan Cd ini sangat berbahaya. Hal itu disebabkan senyawa-senyawa timbal dan kadmium dapat memberikan efek racun terhadap berbagai macam organ tubuh.

Batas maksimum cemaran timbal (Pb) yang ditetapkan pada ikan dan hasil olahannya sebesar 0,3 mg/kg, dan pada kadmium (Cd) sebesar 0,1 mg/kg oleh Badan Standarisasi Nasional. Berdasarkan standar tersebut maka kadar timbal dan kadar kadmium tidak melebihi batas aman untuk dikonsumsi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Masyarakat Kabupaten Banggai Kepulauan, Staf Laboratorium Pangan BPOM dan Staf Laboratorium Kesehatan yang telah banyak

membantu dan memberikan informasi pada peneliti.

#### DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 2011, *Cara Uji Kimia – Bagian 5 :Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan*, SNI 2354.5:2011, Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 2009, *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan*, SNI 7387:2009, Jakarta.

Dreisbach, R. H. dan Robertson, W. O., 1994, *Handbook of Poisoning: Prevention, Diagnosis and Treatment*, United State of America: Prentice-Hall International, Inc.

Fahriny, U. dan Sharifuddin B. A. O, 2010, *Analisis Fekunditas dan Diameter Telur Ikan Malalugis Biru (Decapterus macarellus Cuvier, 1833) di Perairan Kabupaten Banggai Kepulauan, Provinsi Sulawesi Tengah*, Jurnal, Universitas Muhammadiyah dan Universitas Hasanudin, Luwuk Banggai, Makassar.

Syukri, 2012, *Analisis Pb dalam Garam Hasil Pengolahan di Kelurahan Talise Kecamatan Palu Timur*, Skripsi, Universitas Tadulako, Palu

[WHO] World Health Organization, 2010, *Explosure to Cadmium: A Major Public Health Concern*