

## **Analisis Logam Berat (Pb dan Cd) pada Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*)**

<sup>1</sup>Wildan Nawaludin, <sup>2</sup>Diar Herawati, <sup>3</sup>Arlina Prima Putri

<sup>1,2,3</sup>Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung,  
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116

E-mail: <sup>1</sup>wildaaan703@gmail.com, <sup>2</sup>diarmunawar@gmail.com, <sup>3</sup>arlinaprimaputri@gmail.com

**Abstrak.** Logam berat perlu mendapat perhatian khusus, mengingat dalam konsentrasi tertentu dapat memberikan efek toksik yang berbahaya bagi kehidupan manusia dan lingkungan di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam berat pada ikan bandeng yang dijual di pasar tradisional Cihaurgeulis, Bandung. Logam berat yang dianalisis adalah Pb dan Cd dengan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Preparasi sampel dilakukan dengan pengambilan 7,5 gr sampel kering lalu tambahkan asam nitrat dan hidrogen peroksida di tambahkan aqua pro injection secukupnya setelah itu didestruksi untuk diukur dengan menggunakan alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Rata-rata kadar yang diperoleh untuk Pb adalah 0,054 ppm berada dibawah ambang batas sedangkan rata-rata kadar untuk Cd 0,102 ppm berada diatas ambang kadar maksimum cemaran logam dalam ikan dan hasil olahannya yang ditetapkan SNI 7387: 2009 untuk Pb (0,3 mg/kg) dan Cd (0,1 mg/kg).

**Kata Kunci:** Ikan bandeng (*Chanos chanos*), logam berat, Pb dan Cd, Spektrofotometri serapan atom

### **A. Pendahuluan**

Indonesia mempunyai potensi yang sangat besar dalam bidang perikanan baik perikanan air tawar, air payau, maupun air laut. Ikan merupakan salah satu hasil yang banyak dihasilkan di Indonesia. Salah satu produk perikanan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat adalah ikan bandeng. Ikan bandeng merupakan suatu komoditas perikanan yang memiliki rasa cukup enak dan gurih sehingga banyak digemari masyarakat dan bisa dimungkinkan mengandung logam berat.

Berkembangnya IPTEK memacu terjadinya pencemaran lingkungan baik pencemaran air, tanah dan udara. Pencemaran air yang diakibatkan oleh dampak perkembangan industri harus dapat dikendalikan, karena bila tidak dilakukan sejak dini akan menimbulkan permasalahan yang serius bagi kelangsungan hidup manusia maupun alam sekitarnya. Salah satu hal yang perlu dilakukan dalam pengendalian dan pemantauan dampak lingkungan adalah melakukan analisis unsur-unsur dalam ikan, terutama Pb, dan Cd. Rata kandungan jerami padi Pencemaran logam-logam tersebut dapat mempengaruhi dan menyebabkan penyakit pada konsumen, karena di dalam tubuh unsur yang berlebihan akan mengalami detoksifikasi sehingga membahayakan manusia (Palar H, 1994).

Logam berat umumnya bersifat racun terhadap makhluk hidup, walaupun beberapa diantaranya diperlukan dalam jumlah kecil, melalui berbagai perantara, seperti udara, makanan, maupun air yang terkontaminasi oleh logam berat, logam tersebut dapat terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian akan terakumulasi. Jika keadaan ini berlangsung terus menerus, dalam jangka waktu lama dapat mencapai jumlah yang membahayakan kesehatan manusia (Sofyan Yatim, dkk., 1979).

Peristiwa yang menonjol dan dipublikasikan secara luas akibat pencemaran logam berat adalah pencemaran kadmium (Cd) yang menyebabkan Itai-itai disease di sepanjang sungai Jinzo di Pulau Honsyu, Jepang (Darmono, 1995).

Timbal (Pb) mempunyai arti penting dalam dunia kesehatan bukan karena penggunaan terapinya, melainkan lebih disebabkan karena sifat toksisitasnya. Absorpsi timbal di dalam tubuh sangat lambat, sehingga terjadi akumulasi dan menjadi dasar keracunan yang progresif. Keracunan timbal ini menyebabkan kadar timbal yang tinggi dalam aorta, hati, ginjal, pankreas, paru-paru, tulang, limpa, testis, jantung dan otak. Hal ini diperoleh dari kasus yang terjadi di Amerika pada 9 kota besar yang pernah diteliti (Sulistia Gun, 1980).

Ikan sebagai salah satu biota air dapat dijadikan sebagai salah satu indikator tingkat pencemaran yang terjadi di dalam perairan. Jika di dalam tubuh ikan telah terkandung kadar logam berat yang tinggi dan melebihi batas normal yang telah ditentukan dapat sebagai indikator terjadinya suatu pencemaran dalam lingkungan. Keberadaan logam-logam berat di lingkungan seperti, timbal dan kadmium merupakan masalah lingkungan yang perlu mendapat perhatian serius.

Limbah yang mengandung logam berat perlu mendapat perhatian khusus, mengingat dalam konsentrasi tertentu dapat memberikan efek toksik yang berbahaya bagi kehidupan manusia dan lingkungan di sekitarnya (Lelifatri, 2010).

Mengingat tingginya minat masyarakat untuk mengkonsumsi ikan bandeng dan bahaya logam terhadap kesehatan maka penelitian ini perlu dilakukan. Dengan diketahui kadar logam berat pada ikan bandeng yang dijual di pasar tradisional, dapat ditentukan keamanannya untuk dikonsumsi.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk analisis kadar logam berat Pb dan Cd pada ikan bandeng menggunakan metode spektrometri serapan atom. Pemilihan metode spektrometri serapan atom karena mempunyai sensitifitas tinggi, mudah, murah, sederhana, cepat, dan cuplikan yang dibutuhkan sedikit (Anand, S.J.S., 1978, 44-101).

## B. Landasan Teori

Kingdom	: animalia
Phylum	: chordata
Subphylum	: vertebrata
Class	: <i>osteichthyes</i>
Ordo	: <i>gonorynchiformes</i>
Family	: <i>chanidae</i>
Genus	: <i>Chanos</i>
Spesies	: <i>Chanos chanos</i>
Nama dagang	: <i>Milkfish</i>
Nama lokal	: Bolu, muloh, ikan agam

(Sudrajat, 2008)

Ikan bandeng termasuk jenis ikan eurihalin, sehingga ikan bandeng dapat dijumpai di daerah air tawar, air payau, dan air laut. Selama masa perkembangannya, ikan bandeng menyukai hidup di air payau atau daerah muara sungai. Ketika mencapai usia dewasa, ikan bandeng akan kembali ke laut untuk berkembang biak (Purnomowati, 2007). Pertumbuhan ikan bandeng relatif cepat, yaitu 1,1-1,7% bobot badan/hari (Sudrajat, 2008), dan bisa mencapai berat rata-rata 0,60 kg pada usia 5-6 bulan jika dipelihara dalam tambak (Murtidjo, 2002). Dalam bahasa Bugis dan Makassar dikenal sebagai ikan bolu. Ikan Bandeng merupakan satu-satunya spesies yang masih ada dalam familia *Chanidae*.

Mereka hidup di Samudera Hindia dan Samudera Pasifik dan cenderung berkawan di sekitar pesisir dan pulau-pulau dengan terumbu karang. Ikan yang muda dan baru menetas hidup di laut selama 2–3 minggu, lalu berpindah ke rawa bakau berair payau, dan kadang kala danau-danau berair asin. Bandeng baru kembali kelaut kalau sudah dewasa dan bisa berkembang biak (Murtidjo, 2002). Timbal atau yang kita kenal sehari-hari dengan timah hitam dan dalam bahasa ilmiahnya dikenal dengan kata plumbum dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk kedalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat (BA) 207,2 adalah suatu logam berat berwarna kelabu kebiruan dan lunak dengan titik leleh  $327^{\circ}\text{C}$  dan titik didih  $1620^{\circ}\text{C}$ . Pada suhu  $550\text{--}600^{\circ}\text{C}$ , timbal (Pb) menguap dan berikatan dengan oksigen dalam udara membentuk timbal oksida. Bentuk oksidasi yang paling umum adalah timbal (II). Walaupun bersifat lunak dan lentur, timbal (Pb) sangat rapuh dan mengkerut pada pendinginan, sulit larut dalam air dingin, air panas dan air asam. Timbal (Pb) dapat larut dalam asam nitrat, asam asetat dan asam sulfat pekat (Palar, 1994:140). Pada konsentrasi yang tinggi timbal dapat menyebabkan keracunan akut yang ditandai dengan gejala klinis. Hal ini perlu diwaspadai karena Pb mempunyai sifat afinitas yang kuat terhadap gugus sulfhidril dari sistein, gugus amino dari lisin, gugus karboksil dari asam aspartat dan glutamat, dan gugus hidroksil dari tirosin. Timbal (Pb) juga dapat berikatan dan memodifikasi struktur tersier protein dengan demikian menginaktifkan properti enzimatik, terlebih lagi enzim-enzim yang kaya akan gugus -SH. Oleh sebab itu, dapat dikatakan bahwa setiap atom Pb dapat menginduksi kerusakan biokimia tubuh (Sukmerri, 2008:202). Kadmium adalah logam kebiruan yang lunak, termasuk golongan II B tabel berkala dengan konfigurasi elektron  $[\text{Kr}] 4d105s2$ , unsur ini bernomor atom 48, mempunyai bobot atom  $112,41 \text{ g/mol}$  dan densitas  $8,65 \text{ g/cm}^3$ . Titik didih dan titik lelehnya berturut-turut  $765^{\circ}\text{C}$  dan  $320,9^{\circ}\text{C}$ . Kadmium merupakan racun bagi tubuh manusia. Waktu paruhnya 30 tahun dan terakumulasi pada ginjal, sehingga ginjal mengalami disfungsi kadmium yang terdapat dalam tubuh manusia sebagian besar diperoleh melalui makanan dan tembakau, hanya sejumlah kecil berasal dari air minum dan polusi udara. Pemasukan Cd melalui makanan adalah  $10 - 40 \mu\text{g/hari}$ , sedikitnya 50% diserap oleh tubuh. Rekomendasi pemasukan Cd menurut gabungan FAO/WHO dengan batas toleransi tiap minggunya adalah  $420 \mu\text{g}$  untuk orang dewasa dengan berat badan 60 kg.

Prinsip dasar spektrofotometri serapan atom adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah.

Teknik ini adalah teknik yang paling umum dipakai untuk analisis unsur. Teknik-teknik ini didasarkan pada emisi dan absorpsi dari uap atom.

Komponen kunci pada metode spektrofotometri Serapan Atom adalah sistem (alat) yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel (Willard and Hurd, 1988:243).

Cara kerja SSA ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (Hollow Cathode Lamp) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Willard and Hurd, 1988:244).

### C. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang segar sebagai bahan baku, yang diperoleh dari pasar tradisional Cihaurgeulis di Bandung Jawa Barat. Determinasi dilakukan di Museum Zoologi, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB. Pengolahan ikan dimulai dengan dicuci, disisik kulitnya, dipisahkan bagian dalam ikan.

Ikan yang sudah dikuliti dan diambil dagingnya, selanjutnya dilakukan dengan 3 kali replikasi. Perlakuan penelitian yang diterapkan adalah analisi kadar logam berat yang terkandung dalam ikan bandeng.

Sampel yang digunakan adalah daging ikan bandeng yang dihaluskan menjadi partikel kecil dengan alat penggiling (*blender*), lalu dikeringkan dengan cara di oven pada suhu 103°C selama 18 jam, setelah itu sampel di keringkan selama 30 menit lalu di timbang. Selanjutnya dilakukan destruksi dengan menggunakan HNO<sub>3</sub> pekat dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> masing-masing sebanyak 10 ml dan 5 ml sampai sampel daging ikan bandeng kering larut dalam larutan asam yang di tambahkan, proses ini dilakukan di laboratorium riset Universitas Islam Bandung.

Variable terikat dalam penelitian ini adalah kadar logam berat ikan bandeng dengan metode analisis kuantitatif dengan instrument Spektrofotometri serapan atom (AAS) yang dilakukan di Puslitbang TEKMira.

### D. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengumpulan ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang segar sebagai bahan baku, yang diperoleh dari pasar tradisional cihaurgeulis di Bandung Jawa Barat. Ikan yang digunakan ± 1 kg yang berisi 4-5 ekor yang beratnya masing-masing 200-250 gr. Untuk mendukung pengetahuan tentang klasifikasi dan taksonomi diperlukan adanya determinasi dari berbagai parameter morfologi dari bentuk tubuh ikan. Sebelum ikan bandeng digunakan sebagai sampel untuk analisis kadar logam berat terlebih dahulu dilakukan determinasi yang dilakukan di Herbarium Bandungense, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB.

Pengolahan ikan dimulai dengan dicuci, disisik kulitnya, dipisahkan bagian dalam ikan, kemudian diambil dagingnya untuk dijadikan sampel. Daging ikan bandeng ditimbang lalu dihaluskan dengan mesin penggiling (*blender*), sehingga pada saat proses pengeringan sampel ikan dapat mengering secara merata. Sampel kering ikan yang didapat dari hasil pengeringan menggunakan oven dengan suhu 103°C selama 18 jam ditimbang sebanyak 7,5 gr, lalu didestruksi menggunakan asam, yaitu asam nitrat dan hidrogen peroksida diatas heating mantle sebagai alat pemanas yang berguna untuk menyempurnakan reaksi yang di tandai dengan larutan jernih setelah pemanasan (Raimon, 1993). Destruksi berfungsi untuk mengoksidasi sampel, sehingga meninggalkan berbagai elemen-elemen pada larutan asam dalam bentuk senyawa anorganik yang sesuai untuk dianalisis. Penggunaan HNO<sub>3</sub> sebagai agen Reaksi antara logam dengan asam nitrat membentuk suatu garam nitrat yang larut dalam air. Reaksinya sebagai berikut:



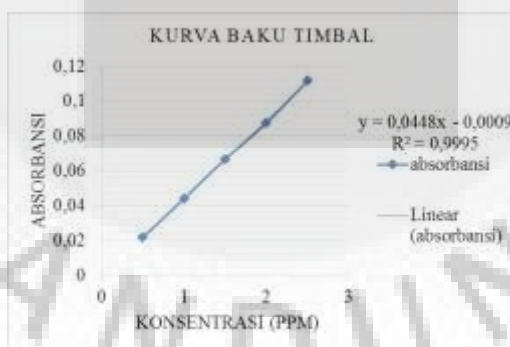
Pada analisis ion logam timbal dan kadmium, sebelumnya dilakukan preparasi terhadap sampel. Sampel kering diambil sebanyak 7,5 gr lalu ditimbang. sampel didestruksi basah dengan penambahan asam nitrat dan hidrogen peroksida secara berkala sebanyak 10 ml dan 5 ml, kemudian larutan didinginkan selama 30 menit lalu di saring menggunakan kertas saring whatman no 21 untuk menyaring partikel atau

kotoran yang tersisa. Larutan sampel digenapkan menjadi 50 ml dengan penambahan Aqua Pro Injection. Kemudian sampel dianalisis dengan menggunakan instrumen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), panjang gelombang untuk masing-masing sampel adalah Pb 217,0 nm dan Cd 228,8 nm. Pada saat pembakaran lampu katoda untuk sampel menyala lalu cahaya masuk melalui lubang kecil yang terdapat di dalam alat SSA. Api yang terkena cahaya lampu katoda yang dapat menentukan kadar logam Pb dan Cd yang terkandung di dalam sampel air. Setelah proses tersebut, cahaya diteruskan sampai ke detektor yang akan membaca data lalu memunculkan gambar grafik pada komputer. Pengukuran kurva kalibrasi untuk Pb dan Cd diperoleh hubungan yang linier. Kurva regresi untuk logam Pb diperoleh yaitu  $Y = 0,0448x - 0,0009$  dan koefisien korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9995, sedangkan untuk logam Cd  $Y = 0,329x + 0,023$  dengan korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9687.

Hasil ini menunjukkan adanya hubungan atau korelasi positif antara konsentrasi dengan absorbansi. Hubungan linier yang ideal dicapai jika nilai  $b = 0$  dan  $r = +1$  atau  $-1$  (Harmita, 2004). Respon yang diberikan oleh alat terhadap konsentrasi analit telah memenuhi syarat, nilai  $R^2$  untuk Pb = 0,9995 dan nilai  $R^2$  untuk Cd = 0,9678 yang diperoleh telah memenuhi syarat yang ditetapkan, dengan ketentuan  $R^2 > 0,99$ .

**Tabel 1.** Konsentrasi dan Absorbansi Pb dan Cd

Sampel	Pb		Cd	
	Konsentrasi	absorbansi	Konsentrasi	absorbansi
Standar 1	0,5	0,0216	0,1	0,0449
Standar 2	1	0,0439	0,2	0,0889
Standar 3	1,5	0,0666	0,3	0,1315
Standar 4	2	0,0874	0,4	0,1675
Standar 5	2,5	0,1118	0,6	0,2088



**Gambar 1.** Hasil pembuatan kurva baku Pb



**Gambar 2.** Hasil pembuatan kurva baku Cd

Akurasi merupakan kedekatan antara nilai terukur (nilai rata-rata hasil analisis) dengan nilai yang diterima sebagai nilai sebenarnya, baik nilai konvensi, nilai sebenarnya, ataupun nilai rujukan. Nilai akurasi juga dapat dijadikan sebagai petunjuk ketelitian sistemik. (Rohman, 2007: 466).

**Tabel 2.** Perhitungan akurasi Pb dan Cd

Nilai	Pb	Cd
Absorbansi	0,0343	0,1982
Konsentrasi	0,7889	0,5634
Kadar (ppm)	0,054875	0,1082
Recovery (%)	112%	93%

Pada metode penambahan standar ini, digunakan sampel ikan bandeng dengan destruksi basah. Pada metode penambahan standar dihasilkan persen perolehan kembali sebesar 112% untuk Pb dan 93% untuk Cd. Dari % nilai perolehan kembali tersebut menunjukkan nilai yang baik karena memenuhi persyaratan yaitu 80 - 120% (Gandjar dan Rohman, 2009:18).

Uji presisi dilakukan dengan metode replotabilitas, yaitu pengulangan dilakukan dalam kondisi yang sama dalam interval waktu yang singkat. Kondisi sama ini dapat diartikan dengan penggunaan laboratorium yang sama, metode analisis yang sama, dan pereaksi serta peralatan yang sama. Metode replotabilitas dianggap lebih efisien karena waktu yang digunakan lebih singkat serta dengan proses lebih mudah. Presisi yang menggambarkan kesalahan acak dari suatu pengukuran dinyatakan dalam bentuk persentase Relative Standard Deviation.

Larutan sampel diukur berulang kali secara bergantian dengan kondisi yang sama. Keterulangan ditunjukkan dengan persen rata-rata standar deviasi (%RSD). (Rohman, 2007: 466). Penetapan nilai presisi ditentukan dengan larutan standar dengan konsentrasi 2,5 ppm untuk Pb dan 0,6 ppm untuk Cd sebanyak 5 kali. Dari parameter pengujian ketelitian metode dilihat dari % RSD dengan batasan % RSD  $\leq$  2%. Berdasarkan penelitian diperoleh % RSD sebesar 1,4 % untuk logam Pb dan 1,2% untuk logam Cd. Hasil ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan mempunyai ketelitian dan keterulangan yang baik karena kurang dari 2%.

**Tabel 3.** Presisi instrumen SSA untuk Pb

Sampel	Kadar (ppm)
Standar 2,5	2,5444
Standar 2,5	2,4516
Standar 2,5	2,5148
Standar 2,5	2,4703
Standar 2,5	2,5104
Rata-rata	2,4983
Standar Deviasi	0,035 ppm
RSD	1,40%

**Tabel 4.** Presisi instrumen SSA untuk Cd

Sampel	Kadar (ppm)
Standar 0,6	0,5907
Standar 0,6	0,5801
Standar 0,6	0,5819
Standar 0,6	0,5826
Standar 0,6	0,5834
Rata-rata	0,5837
Standar Deviasi	0,007 ppm
RSD	1,20%

Batas deteksi didefinisikan sebagai konsentrasi analit terendah dalam sampel yang masih dapat dideteksi, meskipun tidak selalu kuantifikasi. LOD merupakan batas yang secara spesifik menyatakan apakah analit di atas atau di bawah nilai tertentu. Definisi batas deteksi yang paling umum digunakan dalam kimia analisis adalah bahwa batas deteksi merupakan kadar analit yang memberikan respon sebesar respon blanko ditambah dengan 3 simpangan baku blanko. (Rohman, 2007:466).

Batas kuantifikasi didefinisikan sebagai konsentrasi analit terendah dalam sampel yang dapat ditentukan dengan presisi dan akurasi yang dapat diterima pada kondisi operasional metode yang digunakan. (Rohman, 2007: 466).

**Tabel 5.** Penetapan Batas Deteksi dan Batas Kuantifikasi (Pb)

Larutan	Absorbansi
Blanko	0,0084
Blanko	0,0087
Blanko	0,0095
Blanko	0,0106
Blanko	0,0092
Standar Deviasi	0,0004
Slope	0,0448
Batas Deteksi	0,026 ppm
Batas Quantifikasi	0,089 ppm

**Tabel 6.** Penetapan Batas Deteksi dan Batas Kuantifikasi (Cd)

Larutan	Absorbansi
Blanko	0,0043
Blanko	0,0051
Blanko	0,0049
Blanko	0,004
Blanko	0,0041
Standar Deviasi	0,0005
Slope	0,0023
Batas Deteksi	0,004 ppm
Batas Quantifikasi	0,014 ppm

Pada Tabel 5 dan Tabel 6, hasil pengujian nilai batas deteksi sebesar 0,026 ppm dan 0,004 untuk masing-masing logam, yang artinya konsentrasi terkecil dari ion Pb dan Cd dalam larutan yang dapat terdeteksi adalah sebesar 0,026 ppm dan 0,004 ppm. artinya konsentrasi Pb dan Cd dalam larutan yang dapat dideteksi minimal 0,026 ppm dan 0,004 ppm.

Penelitian ini memperlihatkan bahwa ikan bandeng (*Chanos chanos*) dari dipasar tradisional Cihaurgeulis mengandung logam Pb dibawah ambang batas sedangkan rata-rata logam Cd diatas ambang batas kadar maksimum cemaran logam dalam ikan dan hasil olahannya yang ditetapkan SNI 7387: 2009 untuk Pb (0,3 mg/kg) dan Cd (0,1 mg/kg).

Tabel 7. Kadar logam Pb dan Cd

Sampel	Pb	Cd
	Kadar (ppm)	Kadar (ppm)
Sampel 1	0,0216	0,0449
Sampel 1'	0,0439	0,0889
Sampel 2	0,0666	0,1315
Sample 3	0,0874	0,1675
Rata-rata	0,054875	0,1082

## E. Kesimpulan

Ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang diperoleh dari pasar tradisional Cihaurgeulis Bandung mengandung Pb dan Cd dengan rata – rata 0,00547 ppm dan 0,1028 ppm. Hasil kadar yang diperoleh dari data tersebut menunjukkan bahwa kadar logam Pb masih dibawah ambang batas cemaran logam yang masih diperbolehkan menurut SNI 7387:2009 yaitu 0,3 ppm sedangkan untuk logam Cd dari ikan tersebut menunjukkan bahwa kadar Cd yang didapat di atas batas maksimum kadar Cd menurut SNI 7387:2009 yaitu 0,1 ppm. Hal ini terjadi kemungkinan terjadi nya cemaran.

## Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional, *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Makanan*, SNI 7387:2009. Hal 4, 13, 20.
- Badan Standardisasi Nasional. *Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan*. SNI 2354.5:2011.
- Baki A., Dkhil & Al-Quraishy., 2001, *Bioaccumulation of Some Heavy Metals in Tilapia Fish Relevant to their Concentration in Water and Sediment of Wadi Hanifah Saudi Arabia*, *African Journal of Biotechnology* Vol. 10 (13),pp. 2541-2547.
- Darmono (1995) *Logam dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup*, Edisi pertama, UI Press, Jakarta.
- Farombi, E. O., Adelowo, O. A., Ajimoko, Y.R., 2007, *Biomarkers of Oxidative Stress and Heavy Metal Levels as Indicators of Environmental Pollution in African Cat fish (Clarias gariepinus) from Nigeria ogun river*, *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 4 (2), 158-165.
- Harmita, 2004, *Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya*, *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol. 1, No. 3, 117-135.
- Hartoyo. Mahdiana, A., 2007, *Analisis Resiko Kontaminasi Cadmium Pada Ikan Terhadap Masyarakat Pesisir Sungai Donan Kabupaten Cilacap*, *Sains Akuatik :Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan*, 10 (2), 96-104.
- Gandjar, I. G. & Rohman, A., 2007, *Kimia Farmasi Analisis*, 465 - 489, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Nwabueze, A., 2011, *Heavy metal concentrations in tissues of Egeria radiata (bivalvia: tellinacea) from creeks in Burutu area of Delta state, Nigeria*, *International Research Journal of Agricultural Science* 1 (2), 35-39.
- Olaifa, F. G., Olaifa A. K., Onwude, T. E., 2004, *Lethal and Sublethal Effects of Copper to the African Cat fish*