

Analisis Merkuri (Hg) dalam Ikan Air Tawar di Pasar Depok dengan Metode *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)*

Lia Puspitasari^{1*}, Herdini¹, Syifa Fauziah¹

¹Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN), Jl. Moh. Kahfi II Srengseng Sawah, Jakarta Selatan, 12640, Indonesia.

*Email korespondensi: lia.puspitasari@istn.ac.id

ABSTRAK

Merkuri merupakan logam berat yang dapat memberikan efek toksik pada tubuh hingga dapat menyebabkan kematian. Kontaminasi logam merkuri pada pangan diatur dalam SNI 2009 terkait Batas Maksimum Logam Berat. Beberapa pembuangan limbah logam berakhir pada perairan sungai, danau, atau laut sehingga dapat terjadi pencemaran logam terhadap ekosistemnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar cemaran merkuri dalam ikan air tawar antara lain, lele, mas, patin, dan nila merah. Penyiapan sampel dilakukan dengan metode destruksi basah dengan alat *microwave* digesti. Analisis merkuri dilakukan dengan metode *ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectromerty)*. Panjang gelombang yang digunakan yaitu pada 184,950nm. Hasil validasi metode analisis menunjukkan bahwa metode yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi persyaratan linearitas (0,9988), LOD (0,0861 $\mu\text{g/g}$), LOQ (0,1757 $\mu\text{g/g}$), presisi (%KV) 9,29%, dan akurasi (100,88). Uji kualitatif dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya merkuri dalam sampel dan hasil menunjukkan bahwa dari keempat sampel yang diuji tiga sampel tidak mengandung merkuri hanya ikan nila merah yang positif mengandung merkuri. Kandungan merkuri rata-rata dalam sampel ikan air tawar : nila merah 0,03 $\mu\text{g/g}$.

Kata kunci : *Ikan air tawar, ICP-OES, merkuri (Hg)*

Analysis of Mercury (Hg) in Freshwater Fish in Depok Market with the Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) Method

ABSTRACT

Mercury is a heavy metal that can provide toxic effects on the body to cause death. Metal mercury contamination in food is regulated in SNI 2009 concerning the Maximum Limit of Heavy Metals. Some metal waste disposal ends in river, lake or sea waters so that metal pollution can occur to its ecosystem. This study aims to determine the levels of mercury contamination in freshwater fish, among others, catfish, mas, catfish, and red tilapia. Sample preparation was carried out using wet digestion method with digestion microwave. Mercury analysis is carried out using the ICP-OES method (*Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectromerty*). The wavelength used is at 184,950nm. The results of the analysis method validation showed that the method used in this study fulfilled the requirements of linearity (0.9988), LOD (0.0861 $\mu\text{g} / \text{g}$), LOQ (0.1757 $\mu\text{g} / \text{g}$), precision (% KV) 9.29%, and accuracy (100.88). Qualitative tests were conducted to determine whether or not there was mercury in the sample and the results showed that of the four samples tested three samples did not contain mercury, only red tilapia which was positive for mercury. The average mercury content in freshwater fish samples: red tilapia 0.03 $\mu\text{g} / \text{g}$.

Keywords: *Freshwater fish, ICP-OES, Mercury (Hg)*

PENDAHULUAN

Merkuri adalah salah satu logam berat yang tergolong beracun dan berbahaya. Penyebab merkuri di lingkungan, khususnya di lingkungan perairan yang dapat berasal dari limbah pertambangan emas, pengeboran minyak, dan lain-lain. Toksisitas merkuri tergantung pada bentuk spesies kimianya. Merkuri memiliki beberapa macam spesies, yaitu dalam bentuk logam (Hg^0),

anorganik (Hg^+ dan Hg^{2+}), dan organik (metil merkuri dan etil merkuri). Bentuk organomerkuri lebih beracun daripada senyawa merkuri dalam bentuk anorganik.

Merkuri yang ditemukan di atmosfer berada dalam bentuk uap Hg^0 , sedangkan yang banyak ditemukan pada tanah, perairan, biota maupun yang sering digunakan dalam berbagai bidang merupakan garam merkuri serta kompleks merkuri organik yang berasal dari spesies Hg^+

dan Hg^{2+} . Merkuri di lingkungan perairan yang sering ditemukan adalah merkuri anorganik, yaitu Hg^{2+} karena kelarutan ion Hg^{2+} dalam air sangat tinggi (Lemos, 2014).

Di antara berbagai macam logam berat, merkuri digolongkan sebagai pencemar paling berbahaya. Sedang unsur-unsur logam berat lainnya juga memiliki potensi yang membahayakan lingkungan perairan. Disamping itu, ternyata produksinya cukup besar dan penggunaannya di berbagai bidang cukup luas. Pencemaran yang disebabkan oleh logam-logam berat yang juga merupakan unsur-unsur langka (seng, timah, kadmium, merkuri, arsen, nikel, vanadium dan berilium) merupakan masalah yang serius dewasa ini. Pengaruh merkuri sebagai polutan terhadap kehidupan biota dapat bersifat langsung maupun tidak langsung, misalnya dengan melalui penurunan kualitas air. Adanya kemampuan mengakumulasi merkuri di dalam tubuh biota dapat membahayakan kehidupan biota yang bersangkutan maupun biota lainnya misalnya melalui rantai makanan atau *food chain* (Alfian, 2006).

Depok merupakan salah satu kota yang letaknya strategis di Indonesia. Dengan memiliki banyak kawasan sungai-sungai dan situ yang sebagiannya sudah tercemar oleh limbah pabrik yaitu pabrik-pabrik yang memproduksi spons (bahan jok kendaraan), kosmetik dan lampu maupun limbah domestik yang bisa membahayakan tubuh manusia, karena sering kali hasil tangkapan dari sungai atau situ tersebut sering banyak dikonsumsi dan dijual belikan di pasar Depok. Tidak jarang juga ikan air tawar yang dibudidayakan ditambak terpapar atau terkena zat berbahaya dikarenakan jenis pakan yang dikonsumsi ikan atau air yang menjadi tempat berkembangnya ikan air tawar tersebut.

Beberapa artikel menjelaskan Situ Rawa Kalong Depok tercemar limbah, seperti yang dijelaskan dalam Pos Kota *News* pada desember 2017 bahwa dari beberapa jenis ikan air tawar yang diambil dan diteliti tercemar logam timbal, merkuri dan tidak layak dikonsumsi dikarenakan limbah pabrik dan buruknya kualitas air yang diduga akibat pencemaran air dari buangan limbah sejumlah pabrik yang dilakukan bertahun-tahun.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan. Seperangkat alat *Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)* dengan metode *Cold Vapor* (Thermo Fisher IC 7200, *Microwave Digesti* dengan *Vessel* (MARS-CEM), Gelas Kimia, Labu Ukur, Pipet Mikro, Corong, Kaca Arloji, *Blender*, Standar Merkuri (Hg), Daging Ikan Mas, Daging Ikan Lele, Daging Ikan Patin, Daging Ikan Nila Merah, $SnCl_2$ 7,5%, HCl, HNO_3 , H_2O , $KMnO_4$, Hidroksilamin Klorida.

Metode

Pembuatan Larutan Standar dan Pereaksi. Pembuatan larutan HCl : aquadem (1:1) sebanyak 1000 mL dilakukan dengan mencampurkan 500 mL HCl p dan 500 mL aquadem dalam labu ukur 1000 mL. Setelah itu larutan dikocok sampai homogen. Pembuatan larutan standar merkuri 1 mg/L dilakukan dengan mengambil sebanyak 50 μ L larutan standar merkuri 1000 μ g/L ke dalam labu ukur 50mL, ditambahkan sebanyak 5 mL (10%) campuran HCl : aquadem (1:1), dicukupkan volumenya dengan aquadem sampai tanda batas, kemudian dikocok sampai homogen. Larutan $SnCl_2$ 2% (b/v) dalam HCl 4% (v/v) dibuat dengan menimbang sebanyak 20 g $SnCl_2$ lalu dipindahkan ke dalam beaker glass 500 mL. Setelah itu ditambahkan 40 mL HCl dan 250 mL aquadem lalu diaduk hingga warna larutan bening. Kemudian dipindahkan ke labu ukur 1000 mL, dicukupkan volumenya dengan aquadem sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen.

Validasi Metode

Uji Linearitas. Uji linearitas dilakukan dengan suatu seri larutan standar yang terdiri dari minimal empat konsentrasi yang berbeda dengan rentang 50-150% dari kadar analit dalam sampel (Harmita, 2004). Setelah pembuatan kurva kalibrasi standar merkuri dilakukan uji linearitas dan didapatkan persamaan garis regresi. Kemudian koefisien korelasi (r) dihitung dari analisis regresi linier $y = a + bx$ pada kurva kalibrasi (ICH, 2005). Keterangan :

y = Intensitas yang terbaca

a = Tetapan regresi dan disebut juga dengan intersep

b = Koefisien regresi (juga menyatakan *slope* = kemiringan)

x = Konsentrasi

Penentuan Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ). Penentuan LOD dan LOQ dilakukan dengan cara penentuan blanko sampel sebanyak 10 larutan blanko sampel. Uji dilakukan dengan menggunakan satu sampel daging ikan yang dipilih dari 4 sampel ikan laut yang memiliki konsentrasi terendah. Ditimbang sebanyak 1 g ke dalam *vessel*. Kemudian ditambahkan 5mL H_2O dan 5mL HNO_3 P, diamkan 30menit. Selanjutnya sampel didekstruksi menggunakan *microwave digesti* selama 1 jam dan didinginkan. Setelah itu masing-masing ditambahkan 30mL $KMnO_4$ 6% didiamkan selama jam. Dipindahkan larutan uji ke dalam labu ukur 50mL dan ditambahkan 7,5mL Hidroksilamin Klorida 20% dengan hati hati hingga larut sempurna. Kemudian add aquadem sampai tanda batas. Dikocok sampai homogen. Larutan sampel yang keruh disaring dengan kertas saring *Whatman* No. 42.^[22] Larutan sampel dipindahkan ke wadah sampel untuk diinjeksikan ke alat ICP-OES. Disiapkan juga larutan $SnCl_2$ 7,5% dan HCl : aquadem (1:1). Larutan sampel, $SnCl_2$ 7,5% dan HCl : aquadem (1:1) diinjeksikan ke alat ICP-OES dalam waktu yang sama.

Uji Presisi. Uji presisi dilakukan dengan dibuat 7 larutan sampel menggunakan satu sampel daging ikan yang

dipilih dari 4 sampel ikan laut yang memiliki konsentrasi terendah. Ditimbang sebanyak 1 g ke dalam *vessel*. Kemudian ditambahkan 5mL H₂O dan 5mL HNO₃ P, diamkan 30menit. Selanjutnya sampel didekstruksi menggunakan *microwave digesti* selama 1 jam dan didinginkan. Setelah itu masing-masing ditambahkan 30mL KMnO₄ 6% didiamkan selama 2 jam. Dipindahkan larutan uji kedalam labu ukur 50mL dan ditambahkan 7.5mL Hidroksilamin Klorida 20% dengan hati hati hingga larut sempurna. Kemudian add aquadem sampai tanda batas. Dikocok sampai homogen. Larutan sampel yang keruh disaring dengan kertas saring *Whatman* No. 42^[22]. Larutan sampel dipindahkan ke wadah sampel untuk diinjeksikan ke alat ICP-OES. Disiapkan juga larutan SnCl₂ 7,5% dan HCl : aquadem (1:1). Larutan sampel, SnCl₂ 7.5% dan HCl : aquadem (1:1) diinjeksikan ke alat ICP-OES dalam waktu yang sama.

Uji Akurasi dengan Persen Perolehan Kembali. Uji akurasi dilakukan dengan dibuat 7 larutan sampel menggunakan satu sampel daging ikan yang dipilih dari 4 sampel ikan tawar yang memiliki konsentrasi terendah. Ditimbang sebanyak 1 g ke dalam *vessel*. Kemudian ditambahkan 5mL H₂O dan 5mL HNO₃ P, didiamkan 30 menit. Selanjutnya sampel didekstruksi menggunakan *microwave digesti* selama 1 jam dan didinginkan. Setelah itu masing- masing ditambahkan 15 mL KMnO₄ 6% didiamkan selama 2 jam. Dipindahkan larutan uji kedalam labu ukur 50mL dan ditambahkan 7.5mL Hidroksilamin

Klorida 20% dengan hati hati hingga larut sempurna. Kemudian add aquadem sampai tanda batas. Dikocok sampai homogen. Larutan sampel yang keruh disaring dengan kertas saring *Whatman* No. 42. Larutan sampel dipindahkan ke wadah sampel untuk diinjeksikan ke alat ICP-OES. Disiapkan juga larutan SnCl₂ 2% dan HCl : aquades (1:1). Larutan sampel, SnCl₂ 2% dan HCl : aquades (1:1) diinjeksikan ke alat ICP-OES dalam waktu yang sama. Persen perolehan kembali (% PK) dihitung dengan rumus berikut. ⁽⁴⁾

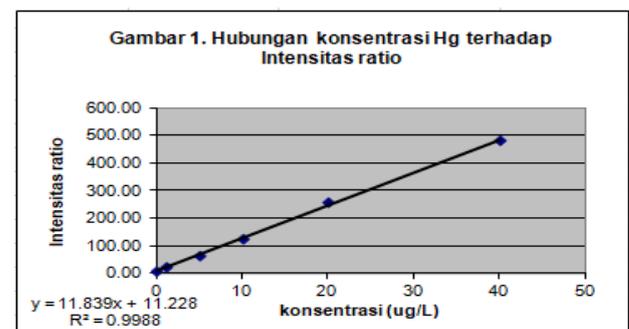
Uji Kualitatif dan Uji Kuantitatif Merkuri dalam Sampel. Larutan sampel yang telah diencerkan dipindahkan ke wadah sampel untuk diinjeksikan ke alat ICP-OES. Disiapkan juga larutan SnCl₂ 2% dan HCl : aquadem (1:1). Larutan sampel, SnCl₂ 2% dan HCl : aquadem (1:1) diinjeksikan ke alat ICP-OES dalam waktu yang sama. Uji kualitatif merkuri dalam sampel dilakukan dengan mengamati spektrum emisi masing-masing sampel pada panjang gelombang terpilih dan dibandingkan dengan spektrum emisi pembanding (baku Hg) (Wijaya, 2013). Uji kuantitatif merkuri dalam sampel dilakukan dengan mengamati konsentrasi masing-masing sampel pada panjang gelombang terpilih. Setelah didapatkan konsentrasi merkuri (µg/L) dalam sampel, dihitung kadar merkuri (µg/g) dalam sampel (Bowen, 2008).

$$\text{Kadar Hg } (\mu\text{g/g}) = \frac{\text{Konsentrasi Hg } \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume (mL)} \times \text{Faktor Pengenceran (FP)}}{\text{Bobot Sampel (g)} \times 1000}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Linearitas

Linieritas adalah kemampuan suatu metode analisis untuk mendapatkan hasil yang proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel pada kisaran yang ada. Parameter hubungan linearitas yang digunakan yaitu koefisien korelasi (r) pada analisis regresi linier $y = bx + a$ (b adalah *slope*, a adalah intersep, x adalah konsentrasi analit dan y adalah respon *instrument*). Hubungan linier yang ideal dicapai jika nilai $a = 0$ dan $r = +1$ atau -1 merupakan hubunganyang sempurna (Harmita, 2004). Berdasarkan hasil yang didapat, nilai r mendekati 1 yang berarti bahwa terdapat hubungan linier antara konsentrasi dengan intensitas.



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Standar Merkuri (Konsentrasi VS Intensitas)

Kalibrasi merupakan kesesuaian antara tinggi intensitas dengan kandungan unsur dalam bahan yang dilakukan dengan pengukuran kesetaraan bahan yang dianalisis dengan menggunakan suatu bahan standar, kalibrasi dilakukan dengan membuat kurva hubungan antara intensitas dan konsentrasi. Kemudian ditentukan daerah linier untuk memberikan batas pengukuran (ICH, 2005). Adapun rentang konsentrasi yang digunakan untuk uji linearitas yang sering ditemukan dalam pustaka antara 0-200% dari target konsentrasi pada sampel dan minimal menggunakan 5

titik konsentrasi dari rentang konsentrasi tersebut (Harmita, 2004).

Kurva kalibrasi dibuat menggunakan seri konsentrasi larutan standar merkuri pada rentang konsentrasi 0-40 µg/L dan menggunakan 6 titik konsentrasi yaitu 0 µg/L, 1 µg/L, 5 µg/L, 10 µg/L, 20 µg/L, dan 40 µg/L. Data kurva kalibrasi dapat dilihat pada tabel 1.

Penentuan Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ)

Batas deteksi dan kuantitasi dilakukan melalui penentuan blanko. Nilai LOD merupakan konsentrasi analit yang sesuai dengan nilai blanko sampel ditambah tiga standar deviasi yang didapatkan sebesar 0,0861µg/g sedangkan Nilai LOQ merupakan konsentrasi analit yang sesuai dengan nilai blanko sampel ditambah sepuluh standar deviasi yang didapatkan sebesar 0,1757µg/g.

Tabel 1. Data Nilai LOD dan LOQ

| Sampel | Pengulangan | Hasil Pengukuran Konsentrasi (µg/l) | Penimbangan (g) | Hasil Pengukuran Konsentrasi (µg/g) |
|------------------------|-------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Blanko | 1 | 0.9410 | 1.1383 | 0.0413 |
| | 2 | 1.135 | 0.9296 | 0.0610 |
| | 3 | 0.8589 | 1.0169 | 0.0422 |
| | 4 | 0.5063 | 0.9480 | 0.0267 |
| | 5 | 1.002 | 1.0116 | 0.0495 |
| | 6 | 1.231 | 0.9496 | 0.0648 |
| | 7 | 1.101 | 1.1436 | 0.0481 |
| Rata –Rata | | 0.9679 | 1.0197 | 0.0477 |
| Standar deviasi | | 0.2386 | | 0.0128 |
| LOD | | 1.6838 | | 0.0861 |
| LOQ | | 3.3543 | | 0.1759 |

Uji Presisi

Dalam penelitian ini, uji presisi dilakukan dengan 7 kali penentuan pada larutan spike. Larutan spike yaitu larutan uji dari satu sampel yang ditambahkan standar yang diukur konsentrasinya (ppb) sehingga didapatkan nilai RSD sebesar 9,29%

sedangkan persyaratan nilai RSD untuk pengukuran konsentrasi part per billion (ppb) sebesar 32%. Hasil yang diperoleh menunjukkan presisi yang baik, karena nilai RSD yang didapat kurang dari 32%. Hasil pengukuran uji presisi dapat dilihat pada tabel 2 data nilai presisi.

Tabel 2. Data Nilai Presisi (%KV)

| Sampel (µg/L) | Pengulangan | Hasil Pengukuran Konsentrasi (µg/L) | %R |
|-------------------------|-------------|-------------------------------------|--------|
| Unknown spike 10 | | 0,9679 | |
| | 1 | 10,22 | 92,52 |
| | 2 | 12,76 | 117,92 |
| | 3 | 9,724 | 87,56 |
| | 4 | 11,62 | 106,52 |
| | 5 | 10,72 | 97,52 |
| | 6 | 11,67 | 107,02 |
| | 7 | 10,68 | 97,12 |
| Rata -Rata | | 11,06 | |
| Standar deviasi | | 1,0268 | |
| % KV | | 9,29 | |
| % Recovery | | 100,88 | |

Uji Akurasi dengan Persen Perolehan Kembali

Uji akurasi dilakukan dengan menggunakan salah satu sampel ikan tawar yaitu ikan nila yang terpilih dari 4 sampel ikan tawar yang diuji. Konsentrasi sampel yang ditambahkan kedalam sampel yaitu 10 µg/L yang kemudian ditentukan dalam 7 kali pengukuran. Uji ini,

diperoleh rata – rata nilai persen perolehan kembali 100,88%. Hasil %Recovery yang didapat memenuhi persyaratan analit pada matriks sampel sebesar 10 ppb yaitu 60-120% (Harmita, 2004).

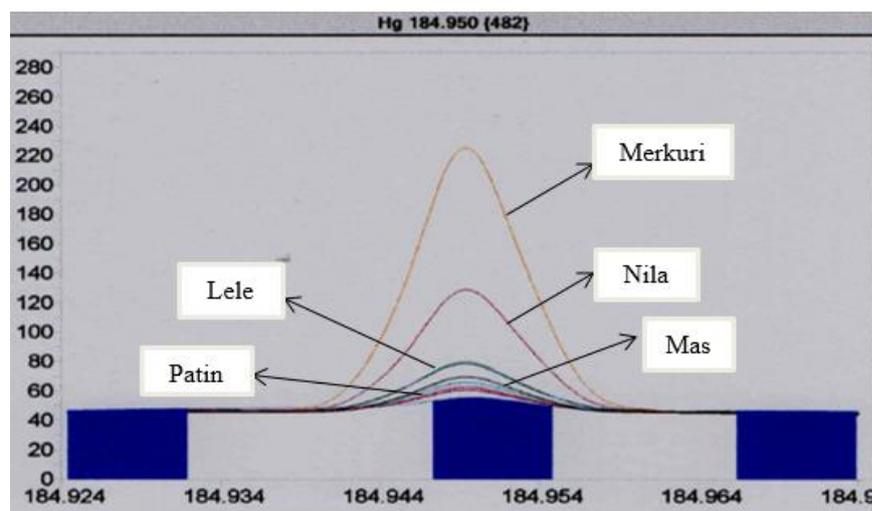
Tabel 3. Hasil Uji Akurasi

| Konsentrasi Analit yang ditambahkan ($\mu\text{g/L}$) | | %Recovery (%) |
|---|---|---------------|
| 10 $\mu\text{g/L}$ | 1 | 92,52 |
| | 2 | 117,92 |
| | 3 | 87,56 |
| | 4 | 106,52 |
| | 5 | 97,52 |
| | 6 | 107,02 |
| | 7 | 97,12 |
| Rata-rata % Recovery | | 100,88% |

Uji Kualitatif

Hasil uji kualitatif yang diamati, spectrum emisi masing-masing sampel dibandingkan dengan spektrum emisi pembanding (Baku Hg) pada panjang gelombang 184,954nm. Hasil yang didapatkan yaitu keempat sampel menunjukkan bentuk serta letak peak yang sama dengan peak standar merkuri pada kisaran

panjang gelombang 184,950nm. Berdasarkan hasil uji kualitatif tersebut diketahui bahwa dari keempat satu sampel ikan mengandung merkuri yaitu ikan nila dengan nilai rendah.

**Gambar 2.** Hasil Uji Kualitatif Merkuri dalam Sampel

Uji Kuantitatif

Berdasarkan hasil uji kuantitatif, ketiga sampel *negative* mengandung merkuri hanya satu sampel ikan yang konsentrasinya terdeteksi merkuri. Hasil uji analisis kuantitatif kadar merkuri pada ketiga sampel tersebut mendapatkan hasil negatif. Jika mengacu pada SNI 2009, ketiganya sampel ikan tawar

yaitu ikan mas, ikan lele, ikan patin tidak mengandung merkuri sedangkan ikan nila merah terdeteksi merkuri dengan kadar rendah yaitu dibawah syarat batas maksimum merkuri pada ikan dan hasil olahannya yaitu 0.5mg/kg. Data hasil analisa kuantitatif dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Data Analisa Kuantitatif Merkuri pada Sampel Ikan Air Tawar

| No. Sampel | Bobot Sampel (g) | Konsentrasi $\mu\text{g/l}$ | Konsentrasi - Blank $\mu\text{g/l}$ | Konsentrasi – Blank $\mu\text{g/g}$ | Pelaporan Hasil $\mu\text{g/g}$ |
|------------|------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Blank | | 0,0234 | | | |
| Nila A1 | 1,0169 | 0,7474 | 0,72 | 0,03 | |
| Nila A2 | 1,1436 | 0,7650 | 0,74 | 0,03 | |
| rata-rata | 1,08025 | | | 0,06 | 0,03 |
| Blank | | 0,0234 | | | |
| Mas B1 | 0,9645 | -0,2216 | -0,2216 | Tt | |
| Mas B2 | 1,0131 | -0,4222 | -0,4456 | Tt | |
| rata-rata | | | | | tt |
| Blank | | 0,0234 | | | |
| Lele C1 | 1,2454 | -0,4534 | -0,4534 | Tt | |
| Lele C2 | 1,2023 | -0,8879 | -0,8879 | Tt | |
| rata-rata | 1,22385 | | | Tt | tt |
| Blank | | 0,0234 | | | |
| Patin D1 | 1,0383 | 0,0121 | -0,011 | Tt | |
| Patin D2 | 1,0933 | -0,2757 | -0,299 | Tt | |
| rata-rata | 1,0658 | | | | tt |

KESIMPULAN

Metode analisis yang digunakan pada analisis merkuri dalam ikan laut menggunakan *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES) dapat disimpulkan bahwa metode valid dikarenakan telah memenuhi persyaratan uji linearitas (0,9988), batas deteksi (0,0861 $\mu\text{g/g}$), batas kuantitasi (0,1757 $\mu\text{g/g}$), presisi 9,29%, dan akurasi (100,88%). Keempat sampel jenis ikan air tawar yaitu ikan mas, lele dan patin, hanya ikan nila merah yang positif mengandung merkuri dengan nilai rendah. Kadar rata-rata merkuri pada ikan mas, ikan lele dan ikan patin tidak terdeteksi merkuri, sedangkan ikan nila merah mengandung merkuri dengan kadar rata-rata 0,03 $\mu\text{g/g}$ tetapi masih dibawah syarat batas maksimum cemaran logam merkuri pada ikan menurut SNI 7387:2009 yaitu sebesar 0,5 mg/kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, Zul. (2006). *Merkuri : Antara Manfaat dan Efek Penggunaannya Bagi Kesehatan Manusia dan Lingkungan*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Boss, C. B. dan Kenneth J. F., (1997). *Concepts, Instrumentation, and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*, Second Edition. USA: Perkin Elmer.
- Bowen. (2008). A.D. *Food Safety Series-Accurate analysis of low levels of mercury in fish by vapor generation AA*. Cambrigde, UK : Thermo Fisher Scientific Inc.
- Harmita. (2004). *Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya*. ISSN : 1693-9883. Jakarta: Majalah Ilmu Kefarmasian, 1(3): 117-135.
- ICH., (2005). *ICH Harmonised Tripartite Guideline, Validation of Analytical Procedures : Text and Methodology*, Q2(R1).
- Lemos, V. A., dan Santos, L.O.D., (2014). A New Method for Preconcentration and Determination of Mercury in Fish, Shellfish, and Saliva by Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry, *J. Food Chem.*, **Volume** (149), 203-207.
- Wijaya, F., (2013). *Analisis Kadar Merkuri (Hg) dalam Sediaan Hand Body Lotion Whitening Pagi Merek X, Malam Merek X, dan Bleaching Merek X yang Tidak Terdaftar pada BPOM*. *Calyptra*. Universitas Surabaya.; **Volume** (2), No.2.