

Analisis Merkuri pada Krim Pemutih Wajah yang diperoleh via *Online* dengan Metode ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*)

Herdini^{1*}, Lia Puspitasari¹, Rizky Andini¹

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

*Email korespondensi: herdinas69@gmail.com

ABSTRAK

Krim pemutih wajah merupakan krim pemutih kulit yang banyak dijual melalui internet. Penambahan merkuri ke dalam krim pemutih wajah dimanfaatkan produsen untuk mengambil keuntungan dengan hasil yang cepat dan praktis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis merkuri dalam krim pemutih wajah yang diperoleh melalui internet. Bahan uji yang dianalisis terdiri atas 2 merek (merek A dan B) yang masing-masing terdiri atas krim siang dan krim malam, dengan jumlah total bahan uji adalah 4 (A1, A2, B1, dan B2). Sebelum proses penyiapan bahan uji, dilakukan pemeriksaan uji organoleptis dan pengukuran pH. Penyiapan bahan uji menggunakan metode destruksi basah dengan alat *microwave digesser*. Analisis merkuri dilakukan dengan metode ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*). Hasil pengukuran pH menunjukkan bahwa keempat bahan uji tidak memenuhi syarat. pH bahan uji A1 = 8,28; A2 = 8,33; B1 = 8,30; dan B2 = 8,15. Hasil validasi metode menunjukkan nilai linearitas $r = 0,999$; nilai LOD dan LOQ adalah 0,0867 $\mu\text{g/L}$ dan 0,289 $\mu\text{g/L}$; nilai KV (Koefisien Variasi) yaitu 2,15%; dan nilai persen perolehan kembali rata-rata adalah 91,04%. Hasil uji kualitatif menunjukkan bahwa keempat bahan uji positif mengandung merkuri. Kandungan merkuri rata-rata secara berturut-turut adalah 2563,838 $\mu\text{g/g}$; 640,55 $\mu\text{g/g}$; 2518,51 $\mu\text{g/g}$; dan 6,40 $\mu\text{g/g}$.

Kata kunci: ICP-OES, krim pemutih wajah, merkuri, validasi

Analysis of Mercury in Facial Whitening Creams Obtained by Online Using The ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*) Method

ABSTRACT

Marketing of skin whitening cream that is sold through the internet. The addition of mercury to the face whitening cream is used by manufacturers to take advantage of quick and practical results. This study aims to analyze mercury in facial whitening cream obtained through the internet. The test material that was analyzed consisted of 2 brands namely (brand A and B). each brand of test material consists of day cream and night cream, the total number of test ingredients is 4 test ingredients (A1, A2, B1, and B2). Before the preparation process of the test material, an organoleptic test, pH measurement optimum wavelength selection are carried out. Preparation of test materials using the wet destruction method with microwave digester. Mercury analysis is carried out using ICP-OES method (*Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*). The pH measurement results indicate that the four test materials don't eligible of standard SNI 16 – 4954 – 1998. pH of the test material A1 = 8.28; A2 = .8,33; B1 = 8.30; and B2 = 8.15. The results of the method validation show the value of linearity $r = 0.999$; LOD and LOQ values are 0.0867 $\mu\text{g/L}$ and 0.289 $\mu\text{g/L}$; Variation Coefficient (VC) is 2.15%, and the average percent value of recovery is 91.04%. The results of qualitative tests show that the four samples positive tests contain mercury materials. The average mercury content respectively are 2563,838 $\mu\text{g/g}$; 640,55 $\mu\text{g/g}$; 2518,51 $\mu\text{g/g}$; and 6.40 $\mu\text{g/g}$.

Keywords: ICP-OES, mercury, skin whitening cream, validation

PENDAHULUAN

Sejak 40 tahun terakhir, kosmetik berkembang sangat pesat. Industri bahan kimia memberi industri kosmetik banyak bahan dasar dan bahan aktif yang

setiap tahun terus berkembang. Kualitas dan kuantitas bahan biologis untuk digunakan pada kulit pun semakin meningkat (Tranggono & Fatma, 2014). Tujuan utama penggunaan kosmetik pada masyarakat modern adalah untuk kebersihan pribadi, meningkatkan daya tarik

melalui *make-up*, mencegah penuaan, dan secara umum membantu seseorang lebih menikmati dan menghargai hidup (Trisnawati et al., 2016)

Sebagian besar produk krim pemutih kulit mengandung salah satu dari dua bahan aktif yaitu merkuri (Hg). Berdasarkan peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.03.1.23.07.11.6662 Tahun 2011 tentang persyaratan kadar logam berat terutama merkuri pada kosmetik yaitu merkuri (Hg) tidak lebih dari 1 mg/kg atau 1 mg/L (1 ppm) (Anonim, 2011). Merkuri termasuk logam berat berbahaya yang dalam konsentrasi kecil pun dapat bersifat racun. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kadar rata-rata krim pemutih wajah yang memenuhi syarat atau tidak sesuai standar yang telah ditetapkan oleh BPOM (Anonim, 2009).

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan Uji. Bahan uji yang dianalisis dalam penelitian ini adalah Kosmetik krim pemutih wajah merek A dan B dimana merek krim terdiri atas krim siang dan krim malam sehingga jumlah total sampel adalah 4 sampel (A1, A2, B1, B2). Bahan uji dibeli dari dua situs internet yang berbeda. Merek kosmetik krim pemutih wajah yang dipilih yaitu merek yang paling banyak dijual melalui internet (*online shop*).

Alat dan Bahan. Seperangkat alat *Inductively Couple Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)* (Thermo, iCAP 7000 Series), Seperangkat alat *Microwave digesser* dengan *Vessel (MARS-CEM)*, Peralatan Gelas (untuk laboratorium), Mikropipet beserta tip, Pipet Volumetrik, Pipet Tetes, Kertas Saring Whatman No.390, Spatula, Batang Pengaduk, Timbangan Analitik (Sartorius), pH Meter (Thermo), Lemari Asam, Lemari Pendingin.

Bahan penelitian yang digunakan untuk penelitian ini antara lain : Larutan Standar Merkuri (Hg) 1000 mg/L (Merck), Larutan HNO₃ P (Merck), H₂SO₄ (P) (Merck), Larutan H₂O₂ (Merck), Larutan HCl P (Merck), SnCl₂ (Merck), Sediaan kosmetik krim pemutih wajah sebagai sampel merek A, B, C dan D, Air demineralisasi (aquadem), dan larutan dapar pH 4 dan pH 10.

Validasi Metode Analisis

Uji Linearitas. Uji linearitas dilakukan suatu seri larutan standar yang terdiri dari minimal empat konsentrasi yang berbeda dengan rentang 50-150% dari kadar analit dalam sampel. Setelah pembuatan kurva kalibrasi standar merkuri dan didapatkan persamaan garis regresi. Selanjutnya, koefisien korelasi (r) dihitung dari analisis regresi linier $y = a + bx$ pada kurva kalibrasi (Wijaya, 2013)

Keterangan :

y = Intensitas yang terbaca

a = Tetapan regresi dan disebut juga dengan intersep.

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

x = Konsentrasi

Limit Of Detection (LOD) dan Limit Of Quantitation (LOQ). Penentuan LOD dan LOQ juga dilakukan dengan cara penentuan blank sampel sebanyak 10 larutan blank sampel. Uji dilakukan dengan menggunakan satu sampel krim pemutih wajah yang dipilih dari 3 sampel krim pemutih wajah yang memiliki konsentrasi terendah. Ditimbang sebanyak 0,3 g kedalam *vessel*. Kemudian ditambahkan 6 mL HNO₃ dan 1 mL H₂O₂, diamkan 30 menit. Selanjutnya sampel di destruksi menggunakan *microwave diggeser* selama 1 jam dan didinginkan. Dipindahkan larutan uji kedalam labu ukur 50 mL dan tambahkan aquadem sampai tanda batas. Dikocok sampai homogen. Larutan sampel yang keruh disaring dengan kertas saring Whatman No. 393. Larutan sampel 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. Setelah pembuatan kurva kalibrasi standar merkuri dan didapatkan persamaan garis regresi (Wijaya, 2013). Selanjutnya, LOD dan LOQ dihitung secara statistik melalui garis regresi linier dari kurva kalibrasi berdasarkan rumus :

$$LOD = \frac{3Sy/x}{SL}$$

$$LOQ = \frac{10Sy/x}{SL}$$

$$Sy x = \frac{\sum (y - y_i)^2}{n - 2}$$

Keterangan :

LOD = Batas Deteksi

LOQ = Batas Kuantitasi

Y = Intensitas yang terbaca.

n = Frekuensi Penentuan.⁽⁷⁾

Sy/x = Simpangan Baku Residual

Sl = Slope (b pada persamaan garis $y = a+bx$)

yi = Intensitas yang dimasukkan ke persamaan

Uji Presisi. Uji ini dilakukan dengan menggunakan satu sampel krim pemutih wajah (Krim B) yang dipilih dari 4 sampel krim yang tersedia. Sebanyak 0,3 g sampel krim ditimbang ke dalam 6 erlenmeyer asah. Kemudian ditambahkan 5 ml HNO₃ (P), 5 ml H₂SO₄ (P) dan 1 ml H₂O₂. Selanjutnya sampel di destruksi menggunakan *microwave diggeser* hingga sampel larut (bening) dan asap coklat menghilang. Setelah itu hasil larutan sampel, hasil destruksi dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan aquadem sampai tanda batas. Dikocok sampai homogen. Larutan sampel yang keruh disaring dengan kertas saring Whatman No.393. Larutan sampel 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. Setelah itu dianalisis pada panjang gelombang terpilih dan diamati konsentrasi yang didapat (Levin dan Maibach, 2007).

Presisi dihitung dengan cara sebagai berikut (Wijaya, 2013) :

1. Hasil analisis adalah $x_1, x_2, x_3, x_4 \dots x_i$, maka simpangan bakunya (SD) adalah :

$$SD = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Keterangan :

x = Nilai dari masing-masing pengukuran.

\bar{x} = Rata-rata (mean dari pengukuran).

n = Frekuensi penentuan.

2. Simpangan baku relatif atau koefisien variasi (KV) adalah :

$$KV = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$$

Uji Akurasi. Uji ini menggunakan salah satu sampel krim pemutih wajah (Krim B) yang dipilih dari 4 sampel krim yang tersedia. Sebanyak 0,5 gram sampel krim ditimbang ke dalam erlenmeyer asah. Setelah itu ditambahkan larutan standar merkuri 1 mg/L dengan volume yang disesuaikan untuk menghasilkan empat konsentrasi analit yang berbeda (0 $\mu\text{g/L}$, 2 $\mu\text{g/L}$, 4 $\mu\text{g/L}$, 8 $\mu\text{g/L}$). Masing-masing konsentrasi analit dibuat secara triplo. Selanjutnya sampel ditambahkan 5 ml HNO_3 (P), 5 ml H_2SO_4 dan 1 ml H_2O_2 . Kemudian sampel didestruksi menggunakan *microwave diggeser* hingga sampel larut (bening) dan asap coklat menghilang (Wijaya, 2013).

Larutan sampel hasil destruksi dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan aquadem sampai tanda batas. Dikocok sampai homogen. Larutan sampel yang keruh disaring dengan kertas saring Whatman No. 390. Larutan sampel dipindahkan ke wadah sampel untuk diinjeksikan ke alat ICP-OES. Disiapkan juga larutan SnCl_2 2% dan HCl : aquadem (1:1). Larutan sampel, SnCl_2 2% dan HCl : aquades (1:1) diinjeksikan ke alat ICP-OES dalam waktu yang sama. Setelah itu dianalisis pada panjang gelombang

terpilih dan diamati konsentrasi yang didapat (Wijaya, 2013).

Persen perolehan kembali (% PK) dihitung dengan rumus berikut :

$$\% \text{ PK} = \frac{(C_F - C_A)}{C^*A} \times 100\%$$

Keterangan :

C_F = konsentrasi total sampel yang diperoleh dari pengukuran (sampel + analit).

C_A = konsentrasi sampel sebenarnya (sampel saja tanpa ditambahkan analit).

C^*A = konsentrasi analit yang ditambahkan.

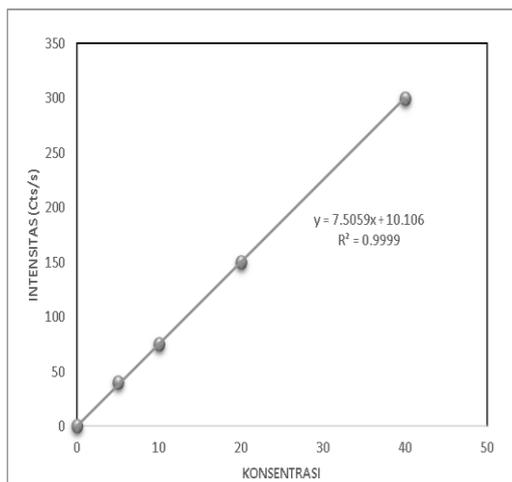
Uji Kualitatif dan Uji Kuantitatif Merkuri dalam Sampel. Larutan sampel hasil destruksi yang telah diencerkan dipindahkan ke wadah sampel untuk diinjeksikan ke alat ICP-OES. Disiapkan juga larutan SnCl_2 2% dan HCl : aquadem (1:1). Larutan sampel, SnCl_2 2% dan HCl : aquadem (1:1) diinjeksikan ke alat ICP-OES dalam waktu yang sama (Wijaya, 2013).

Uji kualitatif merkuri dalam sampel dilakukan dengan spectrum emisi masing-masing sampel pada panjang gelombang terpilih dan dibandingkan dengan spectrum emisi pembanding (baku Hg). Uji kuantitatif merkuri dalam sampel dilakukan dengan mengamati konsentrasi masing-masing sampel pada panjang gelombang terpilih. Setelah didapatkan konsentrasi merkuri ($\mu\text{g/L}$) dalam sampel, dihitung kadar merkuri ($\mu\text{g/g}$) dalam sampel (Wijaya, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Linearitas

Berdasarkan hasil uji linearitas yang didapat, nilai r (regresi) mendekati 1 yang berarti bahwa terdapat hubungan linier antara konsentrasi dengan intensitas, Gambar 1.



Gambar 1. Kurva kalibrasi standar merkuri (Konsentrasi vs Intensitas)

Limit of Detection (LOD) dan Limit of Quantification (LOQ)

Limit of Detection (LOD) menggambarkan konsentrasi analit terkecil dalam sampel yang masih dapat diukur. Nilai tersebut ditentukan melalui tiga standar deviasi dengan cara mengukur analit pada konsentrasi yang telah diketahui terhadap blanko. Nilai LOD untuk ICP-OES didasarkan pada standar deviasi yaitu sebesar 0,086 µg/L. Limit of Quantification (LOQ) menggambarkan konsentrasi analit yang sesuai dengan nilai blanko sampel ditambah sepuluh standar deviasi dalam sampel yang dapat dianalisis dengan presisi dan akurasi di bawah kondisi percobaan tertentu. Nilai tersebut yaitu 0,289 µg/L. Berdasarkan persamaan kurva baku maka diperoleh nilai LOD dan LOQ pada metode analisis yang dipergunakan sebesar 0,086 µg/L dan 0,289 µg/L.

Uji Presisi

Uji presisi ditentukan terhadap sampel sebenarnya untuk melihat pengaruh matriks pembawa terhadap presisi (Kristianingrum, 2012). Hasil uji presisi yang didapat ditunjukkan dengan nilai koefisien variasi (KV) yaitu 2,15% sedangkan persyaratan nilai KV yaitu ≤ 7% (Bionatura, 2013) Hasil yang diperoleh menunjukkan presisi yang baik. Hal tersebut juga berarti bahwa matriks pembawa tidak terlalu berpengaruh terhadap presisi.

Uji Akurasi

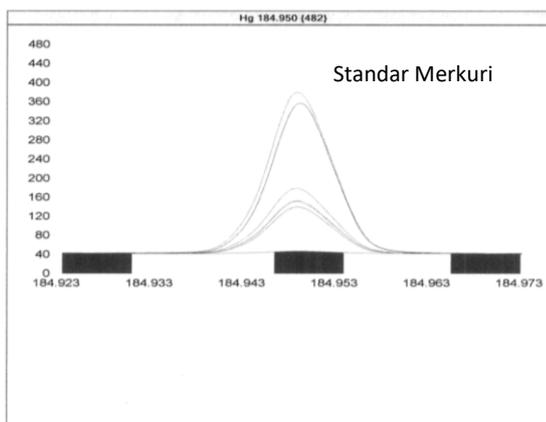
Tujuan pemilihan metode adisi untuk uji akurasi yaitu untuk mengetahui apakah metode destruksi dalam penelitian ini dapat digunakan untuk preparasi sampel atau tidak. Uji akurasi dilakukan dengan menggunakan salah satu sampel krim pemutih wajah yaitu krim pemutih wajah (Krim D) yang dipilih dari 3 sampel krim yang diuji. Uji ini, diperoleh nilai persen perolehan kembali (% PK) dari konsentrasi analit 10 µg/L secara berturut-turut yaitu 91,81%; 90,93%; dan 90,37%. Adapun % PK rata-rata yang didapat adalah 91,04%. Hasil % PK yang didapat memenuhi persyaratan yaitu 60-120%. Hasil uji akurasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji akurasi

Konsentrasi Analit yang Ditambahkan (µg/L)	% PK	Persyaratan % PK
10	91,81%	
10	90,93%	60 – 120%
10	90,37%	(AOAC, 2002)
% PK rata-rata	91,04%	

Uji Kualitatif dan Uji kuantitatif Merkuri dalam Sampel

Berdasarkan hasil uji kualitatif (Gambar 2), diketahui bahwa keempat sampel krim pemutih wajah positif mengandung merkuri.



Gambar 2. Hasil uji kualitatif merkuri dalam sampel

Berdasarkan hasil uji kuantitatif, keempat sampel positif mengandung merkuri dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Kadar merkuri rata-rata yang terkandung dalam sampel krim pemutih wajah merek A, B, C, dan D secara berturut-turut yaitu 2563,838 µg/g; 640,55 µg/g; 2518,51 µg/g; dan 6,40 µg/g. Mengacu pada ketentuan US FDA dan Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No. HK.03.1.23.07.11.6662 Tahun 2011, keempat sampel krim pemutih wajah yang diuji mengandung merkuri dengan kadar melebihi syarat kadar. Rangkuman hasil uji kuantitatif dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji kuantitatif merkuri dalam sampel

Sampel	Kadar Hg Rata-rata dalam Sampel (µg/g)	Memenuhi Persyaratan	
		US FDA	Peraturan BPOM
A1	2563,838	Tidak	Tidak
A2	640,55	Tidak	Tidak
B1	2518,51	Tidak	Tidak
B2	6,40	Tidak	Tidak

Berdasarkan hasil merkuri yang telah dianalisis dengan ICP-OES bahwa keempat sampel mengandung merkuri. Sampel yang dianalisis adalah kosmetik krim pemutih wajah yang belum teregistrasi oleh badan yang berwenang (BPOM). Uji Linearitas dilakukan terlebih dahulu dengan pembuatan kurva kalibrasi, Kalibrasi merupakan kesesuaian antar 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 (Kriswarini, 2013). 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 (Wijaya, 2013). Parameter hubungan kelinieran 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 hubungan yang sempurna. Berdasarkan hasil yang didapat, nilai r mendekati 1 yang berarti bahwa terdapat hubungan linier antara konsentrasi dengan intensitas.

Limit of Detection (LOD) menggambarkan konsentrasi analit terkecil dalam sampel yang masih dapat diukur. Limit of Quantification (LOQ) menggambarkan konsentrasi analit yang sesuai dengan nilai blanko sampel ditambah sepuluh standar deviasi dalam sampel yang dapat dianalisis dengan presisi dan akurasi di bawah kondisi percobaan tertentu. Berdasarkan persamaan kurva baku maka diperoleh nilai LOD dan LOQ pada metode analisis yang dipergunakan sebesar 0,086 µg/L dan 0,289 µg/L.

Uji presisi dinyatakan dalam repeatability (keterulangan) yaitu keseksamaan metode jika dilakukan berulang kali oleh analis yang sama pada kondisi sama dan dalam interval waktu yang pendek. Uji presisi ditentukan terhadap sampel sebenarnya untuk melihat pengaruh matriks pembawa terhadap presisi (Kristianingrum, 2012). Hasil uji presisi yang didapat ditunjukkan dengan nilai koefisien variasi (KV) yaitu 2,15% sedangkan persyaratan nilai KV yaitu $\leq 7\%$. Hasil yang diperoleh menunjukkan presisi yang baik. Hal tersebut juga berarti bahwa matriks pembawa tidak terlalu berpengaruh terhadap presisi (Kriswarini et al., 2013).

Uji akurasi dilakukan dengan menggunakan salah satu sampel krim pemutih wajah yaitu krim pemutih wajah (Krim D) yang dipilih dari 3 sampel krim yang diuji. Uji ini, diperoleh nilai persen perolehan kembali (% PK) dari konsentrasi analit 10 µg/L secara berturut-turut yaitu 91,81%; 90,93%; dan 90,37%. Adapun % PK rata-rata yang didapat adalah 91,04%. Hasil % PK yang didapat memenuhi persyaratan yaitu 60-120%.

Uji kualitatif yang diamati adalah spektrum emisi masing-masing sampel dan dibandingkan dengan spektrum emisi pembanding (baku Hg) pada panjang gelombang 184,950 nm. Hasil yang didapatkan yaitu keempat sampel menunjukkan bentuk serta letak peak yang hampir sama dengan peak standar merkuri pada

kisaran panjang gelombang 184,950 nm. Berdasarkan hasil uji kualitatif tersebut diketahui bahwa keempat sampel krim pemutih wajah positif mengandung merkuri.

Uji kuantitatif yang diamati adalah konsentrasi masing-masing sampel yang ditampilkan oleh alat ICP-OES. Penelitian ini tidak dilakukan penghitungan konsentrasi sampel berdasarkan persamaan regresi sebab alat ICP-OES yang digunakan telah terprogram hanya untuk menampilkan data konsentrasi sampel (tanpa menampilkan data intensitas) pada proses *running sample*. Oleh karena itu, setelah didapatkan data konsentrasi merkuri dalam sampel ($\mu\text{g/L}$) dilakukan penghitungan kadar merkuri dalam sampel ($\mu\text{g/g}$).

KESIMPULAN

Dari hasil pemeriksaan pada validasi metode analisis didapatkan nilai linearitas $r = 0,999$; nilai LOD dan LOQ adalah $0,086 \mu\text{g/L}$ dan $0,289 \mu\text{g/L}$; nilai KV (Koefisien Variasi) yaitu $2,15\%$; dan nilai persen perolehan kembali rata-rata adalah $91,04\%$. Berdasarkan hasil validasi metode tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode analisis merkuri yang digunakan dalam penelitian ini valid karena telah memenuhi persyaratan uji linearitas, batas deteksi dan batas kuantitas, uji presisi, serta uji akurasi. Keempat krim pemutih wajah yang telah diuji positif mengandung merkuri. Kadar rata-rata merkuri yang terkandung dalam krim pemutih wajah merek A1, A2, B1, dan B2 secara berturut-turut yaitu $2563,838 \mu\text{g/g}$; $640,55 \mu\text{g/g}$; $2518,51 \mu\text{g/g}$; dan $6,40 \mu\text{g/g}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2006). *ICH Harmonised Tripartite Guideline, Validation of Analytical Procedures: mText and Methodology, Q2(R1)*.
- Anonim. (2009). Badan Pengawas Obat dan Makanan. *Kosmetik Mengandung Bahan Berbahaya dan Zat Warna Yang Dilarang. Public Warning No. KH.00.01.43.2503*, 11 Juni.
- Anonim. (2011). Lampiran Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.03.1.23.07.11.6662 tentang persyaratan cemaran logam berat.
- Anonim. (2012). *Manual of Methods of Analysis of Foods, Metals*. New Delhi : Ministry of Health and Family Welfare.
- Muljadji. A, Nurmandali, Fahyuddin, Tashid. (2003). Tentang Penetapan Raksa dalam tepung ikan secara spektrometri Absorpsi Atom Uap Dingin, *Jurnal bionatura*, 5(2), 131-140.
- Kristianingrum S. (2012). *Kajian Berbagai Proses Destruksi Sampel dan Efeknya*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian. Yogyakarta. Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kriswarini. R, Dian A, Boybul, Yusuf N. (2013). Kontrol Kurva Kalibrasi Spektrometer Emisi dengan Standar Aluminium *Cerified Reference*

Material (CRM). Seminar Nasional IX SDM Teknologi Nuklir. ISSN 1978 – 0176.

- Levin J dan Maibach H. 2007. Human skin buffering capacity. *Journal of Skin Research and Technology*, 14(2), 121-126.
- Tranggono R I, Fatma L. (2014). *Buku Pegangan Dasar Kosmetologi*. Jakarta. Sagung Seto.
- Trisnawati F A, Cicik H Y, Tamara G E. 2016. Identifikasi Kandungan Merkuri Pada Beberapa Krim Pemutih Yang Beredar Di Pasaran (Studi dilakukan di pasar DTC Wonokromo Surabaya). *Journal of Pharmacy and Science*, 2, 35-40.
- 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: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 2(2), 1-14.