

PENGUJIAN KANDUNGAN MERKURI DALAM SEDIAAN KOSMETIK DENGAN SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM

¹Livia Syafnir, ²Arlina Prima Putri

^{1,2} Program Studi Farmasi, Universitas Islam Bandung, Jl. Purnawarman No. 63 Bandung 40116

E-mail: livia.syafnir@yahoo.com, arlinaprimaputri@gmail.com,

Abstrak. Sejumlah produk kosmetik diduga mengandung merkuri, yang ditambahkan dengan tujuan untuk mengurangi noda hitam pada permukaan kulit, namun memberikan dampak negatif. Untuk itu dilakukan analisis keberadaan senyawa merkuri pada sediaan kosmetik secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif menunjukkan hasil negatif. Analisis kuantitatif dilakukan dengan metoda Spektromotometri Serapan Atom, dengan kondisi analisis tanpa nyala dan menggunakan lampu katoda Hg berongga sebagai sumber cahaya pada lebar celah 0,5 nm, arus 3 mA, dan panjang gelombang 253,7 nm. Persamaan kalibrasi kurva regresi $Y = 0,014 X + 0,001$ dengan batas deteksi 0,064 ppb. Kadar merkuri terukur pada rentang 0,04 – 6,50 %, dengan deviasi standar relatif 0,46 %. Kadar ini dapat mengakibatkan dampak negatif pada kesehatan manusia.

Kata kunci : pengujian, merkuri, kosmetik, SSA.

1. Pendahuluan

Merkuri (Hg) mulai dimanfaatkan dalam bidang kosmetik sebagai salah satu zat pembuat sediaan kosmetik karena kemampuannya dalam menghambat pembentukan melanin pada permukaan kulit. Merkuri mampu menjadikan kulit putih mulus dalam waktu yang relatif singkat, akan tetapi zat ini memberikan efek negatif bagi kesehatan, karena dapat terakumulasi di bawah kulit.

Efek merkuri yang bersifat akumulasi ini, akan mengakibatkan keracunan sistemik jika digunakan dalam jangka panjang, meskipun efeknya belum akan terasa dalam hitungan hari. Akibatnya, kerap kali konsumen tidak merasakan efek samping yang merugikan ini. (Darmono, 1995; Sawitri, 1990; Widowati, 2008). PerMenKes RI No.376/Menkes/per/VIII/1990 yang secara jelas telah dikeluarkan pemerintah menyangkut pelarangan terhadap penggunaan merkuri dalam sediaan kosmetik.

Mengingat efek samping yang membahayakan, maka diperlukan penelitian terhadap sediaan pemutih yang beredar di pasaran untuk mengetahui apakah masih ada sediaan sediaan kosmetik kulit yang mengandung senyawa merkuri sebagai zat aktif. Pada penelitian ini, jumlah sampel yang digunakan adalah 10 macam sediaan kosmetik yang diambil berdasarkan kecenderungan pemakaian konsumen yang tinggi terhadap produk tersebut dari beberapa toko kosmetik yang berlokasi di Bandung.

Analisis Merkuri akan dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan dengan menggunakan pereaksi warna dan pembentukan amalgam. Analisis kuantitatif dilakukan dengan metoda Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), metode ini

dipilih karena relatif sederhana dan memerlukan waktu analisis yang singkat serta sangat sensitif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan dan kadar merkuri dalam sediaan kosmetik yang diteliti.

2. Metodologi

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kadar merkuri dalam sejumlah sediaan kosmetik yang beredar di masyarakat. Sediaan kosmetik yang digunakan sebagai sampel yaitu sediaan kosmetik yang diambil berdasarkan kecenderungan pemakaian konsumen yang tinggi terhadap produk tersebut dari beberapa toko kosmetik yang berlokasi di Bandung. Penelitian dilakukan dengan dua cara yaitu kualitatif dan kuantitatif.

Sampel yang digunakan adalah 10 sediaan kosmetik yang diambil berdasarkan kecenderungan pemakaian konsumen yang tinggi terhadap produk tersebut dari beberapa toko kosmetik yang berlokasi di Bandung. Bahan kimia yang digunakan antara lain: $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, pro analisis, Merck 1.70226.0500; HNO_3 , pro analisis, Merck 1.00456; H_2O_2 , pro analisis, Merck 1.08597.1000; SnCl_2 , pro analisis, Merck; NaOH , pro analisis, Merck; KI , pro analisis, Merck; Parafin cair; Emulgid; Metil paraben; Natrium Hidrogen Fosfat; Aquadest. Peralatan yang digunakan berupa: Spektrofotometer Serapan Atom model GBC 903 dilengkapi dengan lampu katoda Hg berongga; Pompa udara model Lifetech 9960; Microwave Digestion model MLS 1200 dilengkapi dengan teflon vessels; timbangan analitik model Mettler Toledo AB204-S; kertas saring Whatman 42; corong; penangas air; plat tetes; pipet tetes; pipet volumetrik; spatel; Bunsen; kawat tembaga; gelas kimia.

Sebagai penelitian awal dilakukan analisis kuantitatif merkuri dalam sampel dilakukan dengan tiga cara, yaitu sebagai berikut : menggunakan pereaksi KI , NaOH dan kawat tembaga, kemudian penentuan kadar merkuri dalam sediaan dilakukan dengan analisis kuantitatif dilakukan dengan cara pengujian terhadap sampel menggunakan SSA. Panjang gelombang yang digunakan untuk pengujian merkuri adalah sebesar 253,7 nm. Tahapan pertama sampel sebelumnya di destruksi basah dengan menggunakan campuran pelarut asam pekat HNO_3 dan H_2O_2 (2:1). Setelah didestruksi, sampel direduksi menggunakan SnCl_2 10% kemudian dilakukan pengukuran merkuri dengan SSA. Penentuan kadar Hg didahului dengan pengukuran terhadap standar merkuri untuk mendapatkan kurva kalibrasinya. Standar Merkuri dibuat hingga didapatkan deret larutan standar dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 6 ppb.

Validasi merupakan parameter yang dapat dijadikan acuan untuk menegaskan bahwa prosedur analitik yang digunakan terhadap tes spesifik, penggunaannya sudah cocok dan sesuai dengan yang diharapkan. Beberapa kinerja analitik yang dilakukan adalah sebagai berikut: kebolehlungan, limit deteksi, akurasi dan *recovery*.

3. Pembahasan

Penelitian penetapan kadar merkuri terhadap sejumlah krim pemutih dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui keberadaan merkuri dari berbagai krim pemutih, menggunakan pereaksi warna. Sampel dipilih berdasarkan kecenderungan pemakaian oleh konsumen kosmetik. 31 pengguna kosmetik menjadi responden kuesioner yang telah disebar. Hasil kuesioner dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabulasi hasil kuesioner

No. Urut Pertanyaan	Hasil
1.	Hampir 97 % responden menyatakan mereka menggunakan kosmetik pemutih wajah.
2.	38,7 % responden menggunakan kosmetik pemutih untuk memutihkan wajah secara cepat. 32,2 % responden menginginkan efek pemutihan secara bertahap. 19,3 % menggunakan produk karena melihat iklan dimedia massa, dan sisanya menggunakan kosmetik pemutih dengan alasan hanya untuk coba-coba.
3.	90,3 % responden menggunakan kosmetik dengan kisaran harga 10.000 – 65.000 rupiah, sisanya menggunakan kosmetik yang lebih mahal.
4.	83,9 % responden merasakan efek pemutihan dalam jangka waktu 1 – 6 bulan. 6,45 % merasakan efek dalam waktu kurang dari 1 bulan, dan sisanya dalam waktu yang lebih dari 6 bulan.
5.	54,8 % responden mengalami pengelupasan kulit setelah penggunaan produk. 35,5 % mengalami kulit kemerahan, dan sisanya merasa kulit terbakar.
6.	54,8 % responden menggunakan kosmetik selama 1 – 6 bulan, sisanya telah menggunakan lebih dari 6 bulan.
7.	Mayoritas responden menyatakan tidak mengetahui tentang keberadaan logam merkuri dalam sediaan kosmetik.
8.	Sejumlah responden yang sama juga tidak mengetahui bahaya keberadaan merkuri dalam sediaan kosmetik.
9.	61,3 % responden memilih kosmetik karena ingin mendapatkan efek secara cepat. 25,8 % memilih kosmetik berdasarkan harganya yang terjangkau, dan sisanya memilih kosmetik karena mereknya.
10.	58 % responden menggunakan kosmetik tanpa nomor izin edar dari BPOM.

Berdasarkan tabulasi hasil kuesioner, dapat dilihat pengguna kosmetik banyak yang menggunakan kosmetik pemutih kulit. Mereka menggunakannya dengan berbagai alasan. Namun sangat disayangkan sekali masih banyak konsumen kosmetik yang belum menyadari bahwa ada produsen yang tidak bertanggung jawab, yang menambahkan merkuri sebagai bahan aktif dalam kosmetik tersebut. Pengetahuan masyarakat akan bahaya keberadaan merkuri di dalam kosmetik juga masih cukup rendah. Kesadaran masyarakat akan pentingnya nomor izin edar produk kosmetik yang dikeluarkan oleh BPOM juga belum terbilang baik. Dari responden kuesioner diperoleh beberapa merek kosmetik yang paling banyak mereka gunakan. 10 merek kosmetik dipilih dan diuji secara kualitatif dan kuantitatif.

Tabel 2. Hasil Analisis Kualitatif terhadap Krim

No. Sampel	Pereaksi KI	Pereaksi NaOH	Kawat tembaga
A	Negatif	Negatif	Negatif
B	Negatif	Negatif	Negatif
C	Negatif	Negatif	Negatif
D	Negatif	Negatif	Negatif
E	Negatif	Negatif	Negatif
F	Negatif	Negatif	Negatif
G	Negatif	Negatif	Negatif
H	Negatif	Negatif	Negatif
I	Negatif	Negatif	Negatif
J	Negatif	Negatif	Negatif
K	Negatif	Negatif	Negatif

Berdasarkan data hasil analisis kualitatif terhadap krim dengan pereaksi KI, NaOH dan kawat tembaga pada Tabel 2, keberadaan senyawa merkuri pada seluruh sampel tidak terdeteksi.

Tabel 3. Hasil Analisis Kualitatif terhadap Hasil Destruksi

No. Sampel	Pereaksi KI	Pereaksi NaOH	Kawat tembaga
A	Negatif	Negatif	Negatif
B	Negatif	Negatif	Negatif
C	Negatif	Negatif	Negatif
D	Negatif	Negatif	Negatif
E	Negatif	Negatif	Negatif
F	Negatif	Negatif	Negatif
G	Negatif	Negatif	Negatif
H	Negatif	Negatif	Negatif
I	Negatif	Negatif	Negatif
J	Negatif	Negatif	Negatif
K	Negatif	Negatif	Negatif

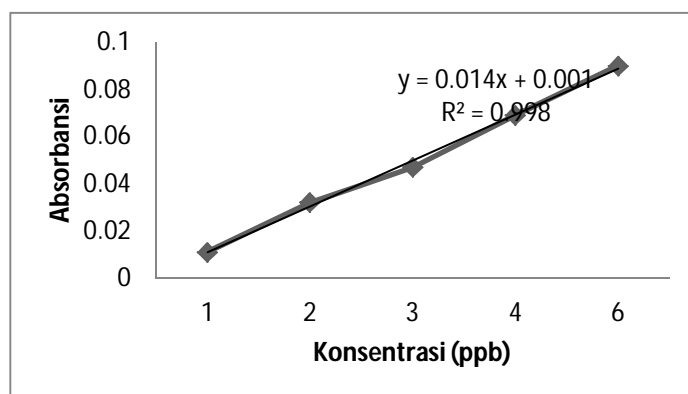
Keterangan:

Negatif terhadap KI	: Tidak terbentuk endapan merah jingga.
Positif terhadap KI	: Terbentuk endapan merah jingga.
Negatif terhadap NaOH	: Tidak terbentuk endapan kuning jingga.
Positif terhadap NaOH	: Terbentuk endapan kuning jingga.
Negatif kawat tembaga	: Tidak terbentuk lapisan perak.
Positif kawat tembaga	: Terbentuk lapisan perak.

Berdasarkan data hasil analisis kualitatif terhadap hasil destruksi dengan pereaksi KI, NaOH dan kawat tembaga (Tabel 3), keberadaan senyawa merkuri pada seluruh sampel tidak terdeteksi. Analisis merkuri pada sejumlah sampel secara kualitatif, dilakukan dengan kawat tembaga dan pereaksi yang dibuat tepat sebelum analisis dilakukan. Berdasarkan hasil yang didapat pada Tabel 2 dan 3 keberadaan senyawa merkuri pada seluruh krim pemutih tidak terdeteksi. Hal ini terjadi karena analisis kualitatif bersifat kurang sensitif (membutuhkan analit dalam jumlah besar) dan adanya beberapa faktor yang mempengaruhi seperti adanya gangguan dari pelarut.

Validasi metode pada penelitian ini dimulai dengan menentukan ketelitian alat. Akurasi pengukuran logam merkuri dengan SSA sebesar 99,45 %. Presisi (penetapan nilai kebolehulangan) dilakukan terhadap sampel F, yang di ukur sebanyak enam kali dan dari penentuan presisi didapat standar deviasi sebesar 0,010 serta deviasi standar relatif sebesar 0,457 %. Dari koefisien variasi, didapat ketelitian alat sebesar 99,54 %.

Kurva kalibrasi merupakan metode yang banyak digunakan untuk penentuan konsentrasi analit serta menunjukkan kelinieran pengukuran, yaitu dari persamaan regresi kurva, yang ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi (R^2) dari persamaan regresi kurva yang mendekati nilai 1. Intersep yang dihasilkan pada persamaan regresi menunjukkan akurasi dari metode pengukuran yang digunakan. Jika persamaan regresi linier menghasilkan intersep dengan nilai mendekati nol, maka dapat dikatakan metode pengukuran akurat. Penentuan Kurva kalibrasi dialurkan dari hasil nilai serapan tujuh konsentrasi yaitu 1, 2, 3, 4 dan 6 *ppb*



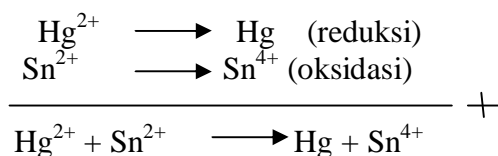
Gambar 1. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Hg

Gambar 1. merupakan kurva kalibrasi pada konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 6 *ppb* yang menghasilkan persamaan $Y = 0,014 X + 0,001$ dengan nilai linearitas (R^2) 0,998 dan menunjukkan kurva yang terbentuk linear. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa metode ini cukup akurat dalam penentuan Hg^{2+} dalam suatu larutan.

Limit deteksi (LOD) pengukuran ditentukan melalui pengukuran harga absorbansi terkecil yang masih dapat dibedakan dengan sinyal blanko hasil dari beberapa kali pengukuran. Limit deteksi menunjukkan jumlah konsentrasi terkecil dari analit yang masih dapat dideteksi serta menunjukkan kelayakan dari metode yang digunakan. Limit deteksi merkuri pada percobaan ini adalah 0,064 *ppb*, yang merupakan pengukuran harga absorbansi terkecil yang dapat diukur. Penentuan LOD dilakukan dengan menggunakan blanko (HNO_3 dan H_2O_2).

Nilai perolehan kembali dilakukan untuk membuktikan pengaruh matrik dari sampel krim pemutih yang mengganggu pengukuran. Penetapan nilai perolehan kembali ditentukan dengan menambahkan standar kedalam sampel. Sampel yang digunakan adalah sampel A, B, C dan F dengan menghasilkan persen perolehan kembali masing-masing 106,6; 106; 112,8; dan 120 %. Nilai perolehan kembali memberikan hasil yang baik.

Analisis kandungan merkuri menggunakan metode SSA tanpa nyala, metode ini dipilih karena sederhana dan memerlukan waktu analisis yang singkat serta sangat sensitif untuk konsentrasi kecil. Mekanisme kerja dari SSA yaitu atomisasi ion logam menjadi ion yang tidak bermuatan yang kemudian mengabsorpsi sinar dari lampu katoda, terbentuk melalui reaksi berikut :



Peralatan SSA yang digunakan adalah GBC 903 yang dilengkapi dengan pompa udara *Lifetech* 9960. Larutan baku yang digunakan adalah larutan Hg^{2+} . Pengukuran dilakukan dengan sumber cahaya lampu katoda Hg berongga, panjang gelombang 253,7 nm, lebar celah 0,5 nm, arus lampu 3 mA, dan larutan pereduksi SnCl_2 10%. Waktu retensi pengukuran merkuri adalah 5 menit.

Analisis kuantitatif dengan metode SSA tanpa nyala, sampel sebelumnya di preparasi dengan cara destruksi basah dengan menggunakan campuran pelarut asam pekat HNO_3 sebanyak 2 mL dan H_2O_2 sebanyak 1 mL, kemudian ditempatkan dalam *microwave digestion*. HNO_3 dan H_2O_2 yaitu sebagai pelarut tunggal. Cara destruksi dengan asam nitrat dan dikombinasikan dengan asam peroksida sebagai pengoksidasi merupakan cara yang paling lazim digunakan. Reduktor yang digunakan adalah SnCl_2 10% ditambahkan sebanyak 25 mL.

Hasil penetapan kadar merkuri dalam krim pemutih dengan SSA dapat dilihat pada tabel 4. Pengukuran seluruh sampel dengan metode SSA tanpa nyala, menunjukkan adanya senyawa merkuri pada krim pemutih seperti pada Tabel 4. dengan kadar masing-masing, yaitu 51,49; 40,93; 46,44; 42,49; 27,97; 0,43; dan 65,01; 27,37; 23,15; 20,15 mg/g. Kadar merkuri terbesar terdapat pada sampel G sedangkan kadar terkecil terdapat pada sampel F.

Tabel 4. Hasil Penetapan Kadar Merkuri dalam Sampel

No. Sampel	Serapan	Berat Sampel (g)	Pelarutan (mL)	Pengenceran (kali)	Konsentrasi ($\mu\text{g/L}$)	Kadar (mg/g)	Kadar (%)
A	0,059	0,1005	250	5.000	4,14	51,49	5,14
B	0,048	0,1023	250	5.000	3,35	40,93	4,09
C	0,061	0,1152	250	5.000	4,28	46,44	4,64
D	0,049	0,1006	250	5.000	3,42	42,49	4,24
E	0,034	0,1050	250	5.000	2,35	27,97	2,79
F	0,044	0,3491	50	1.000	3,07	0,43	0,04
G	0,077	0,1042	250	5.000	5,42	65,01	6,50
I	0,063	0,2267	100	10.000	6,21	27,37	2,74
J	0,074	0,3163	100	10.000	7,33	23,15	2,32
K	0,051	0,2446	100	10.000	4,93	20,15	2,02

Analisis merkuri secara kuantitatif selain pada krim pemutih yang di dapat dari toko kosmetik, dilakukan juga terhadap krim pemutih buatan yang dibuat sendiri. Pengukuran terhadap krim buatan bertujuan untuk mengetahui metode yang digunakan sudah baik. Pembuatan krim buatan mengacu pada salah satu sampel yang mempunyai kadar senyawa merkuri yang besar yaitu sampel G. Hasil pengukuran senyawa merkuri pada krim buatan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penetapan Kadar Merkuri pada Krim Buatan

No. Sampel	Serapan	Berat Sampel (g)	Pelarutan (mL)	Pengenceran (kali)	Konsentrasi ($\mu\text{g/L}$)	Kadar (mg/g)	Kadar (%)
H	0,077	0,1041	250	5000	5,42	65,08	6,50

Sampel krim buatan dibuat menggunakan $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ sebagai zat aktifnya. $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ digunakan sebanyak 1,11 g dalam 10 g krim buatan untuk mendapatkan kadar menyerupai sampel G yaitu sebesar 65,01 mg/g. Pada sampel H terdapat kandungan senyawa merkuri sebesar 0,64 g dan berdasarkan hasil pengukuran dengan kondisi yang sama, krim H menghasilkan kadar merkuri sebesar 65,08 mg/g seperti pada Tabel 4. Pengukuran SSA menunjukkan bahwa sampel H dan sampel G memiliki kadar merkuri terukur yang menunjukkan persen perolehan kembali sebesar 0,12 %, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa metode yang digunakan sudah baik.

Hasil analisis merkuri pada krim pemutih dengan kadar antara 0,43 – 65,01 mg/g, dari hasil tersebut menunjukkan kadar senyawa merkuri pada sediaan krim pemutih besar dan mengingat PerMenKes RI No.376/MenKes/Per/VIII/1990 yang isinya melarang penggunaan merkuri dalam sediaan kosmetik, krim pemutih ini dapat membahayakan kesehatan manusia.

4. Penutup

Analisis keberadaan senyawa merkuri pada krim kosmetik dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif memberikan hasil keberadaan senyawa merkuri pada seluruh krim kosmetik tidak terdeteksi. Analisis kuantitatif menggunakan metoda SSA, dengan kondisi analisis menggunakan SSA tanpa nyala, diatur pada sumber cahaya lampu katoda Hg berongga, lebar celah 0,5 nm, arus lampu 3 mA, pendeteksian pada panjang gelombang 253,7 nm. Hasil analisis kuantitatif menunjukkan semua krim kosmetik mengandung senyawa merkuri dengan kadar antar rentang 0,43 – 65,01 mg/g. Kadar merkuri terbesar terdapat pada sampel G sebesar 65,01 mg/g sedangkan kadar terendah terdapat pada sampel F sebesar 0,43 mg/g. Akurasi 99,45 %, presisi 99,54 %, dengan limit deteksi hingga 0,064 ppb.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa pada krim kosmetik yang teliti semuanya mengandung logam merkuri, dengan kadar yang cukup signifikan. Namun, hasil kuesioner menunjukkan bahwa konsumen kosmetik umumnya masih belum menyadari bahaya keberadaan merkuri dalam kosmetik, untuk itu diperlukan suatu media penyuluhan atau seminar yang memberikan edukasi pada konsumen tersebut.

4.1 Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Islam Bandung, atas bantuan dana penelitian melalui Program Penelitian Unggulan I.

5. Daftar Pustaka

- Connell D. W., Miller J. G., 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*, penerjemah Yanti Koestoer, Penerbit UI, 359, 371-372.
- Darmono, 1995. *Logam dalam Sistem Biologi makhluk Hidup*, Penerbit UI, 60-61, 128-129.
- Dieter, W. Guenwedel., 1987. *Food Analysis Principle and Techniques*, Departement of Food Science technology, University of California.
- Harry R. G., 1968. *Modern Cosmeticology*, Vol. 1, Chemical Publishing CO, Inc., New York, 27, 29.
- Huber, Ludwig., 2001. *Validation of Analytical Methods: Review and Strategy*, labcompliance.
- Jia, Xiaoyu, Yi Han, Chao Wei, Taicheng Duan and Hangting Chen. (2011). "Speciation of mercury in liquid cosmetic samples by ionic liquid based dispersive liquid-liquid microextraction combine with high-performance liquid chromatography-inductively coupled plasma mass spectrometry", *J. Anal. At. Spectrom*, **26**, 1380-1386.
- Khopkar, 2007. *Konsep Dasar Kimia Analitik*, penerjemah saptohardjo A., Penerbit UI, 275-283.
- Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Priyanto, 2009. *Toksikologi, Mekanisme, Terapi Antidotum, dan Penilaian Resiko, Leskonfi* (Lembaga Studi dan Konsultasi Farmakologi), Bogor, 94.
- Sampurno, 2003. *Peraturan Perundang-Undangan di Bidang Kosmetik, Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia*, Jakarta, 1-13.
- Sawitri, 1990. *Pigmen Coklat Tua pada Kulit*, Pharos Bulletin No. 4-90, 22.
- Shevlin, E. J., 1972. *Skin Lighteners and Bleach Creams*, Chapter VI; Cosmetic Science and Technologi, second adition, Vol I, Wiley Interscience, USA, 223-228.
- Sulistia, G., 2007. *Farmakologi dan Terapi*, Edisi ke-4, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 826-827, 834.
- Thenawidhjaya, M., 1990. *Dasar-Dasar Biokimia*, Airlangga, 297.
- Underwood, D., 1996. *Analisis Kimia Kuantitatif*, Edisi ke-5, penerjemah Aloysius H., Penerbit Erlangga, 421-423.
- Vogel, 1990. *Analisa Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, penerjemah Setiono dan Pudjaatmaka H., jilid 1, edisi ke-2, PT. Kalman Media Pustaka, Jakarta, 216, 224.
- Wang, Lai-Hao, and Hsien-Ju Tien. (2007). "Determination of lead, arsenic and mercury in cosmetic formulation at modified electrode", *J. of Cosmetic Sci.*, **16**, 29-38.
- Warta, 1987. *Kimia Analitik* No. 4, Puslitbang Kilia Terapan-LIPI, Bandung, 12.
- Widowati, W., 2008. *Efek Toksik Logam*, Penerbit ANDI Yogya, 127-148.
- Xi-zhu, Wang and Jiang Zhi-gang. (1999). "Determination of Mercury in Cosmetic by Atomic Fluorescence Spectrometry", *J. of Fuzhou Univ.* S1.