

DOI: doi.org/10.21009/03.SNF2020.01.FA.06

# IDENTIFIKASI KANDUNGAN LOGAM MERKURI DALAM KOSMETIK MENGGUNAKAN TEKNIK LASER INDUCED BREAKDOWN SPECTROSCOPY (LIBS)

Ernanda Destriati<sup>1,a)</sup>, Mangasi Alion Marpaung<sup>1,a)</sup>, Indra Karnadi<sup>2,a)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

<sup>2)</sup>Maju Makmur Mandiri Research Center, Indonesia

Email: <sup>a)</sup>mangasi@unj.ac.id

## Abstrak

Merkuri (Hg) merupakan salah satu logam berat berbahaya, yang apabila mengenai kulit dalam konsentrasi kecilpun dapat bersifat racun. Namun, sering terjadi penyalahgunaan dengan mencampurkan merkuri ke dalam kosmetik sebagai pemutih kulit secara instan. Penggunaan merkuri yang berlebihan dapat menyebabkan berbagai resiko penyakit atau bahkan mengakibatkan kematian. Dalam penelitian ini dikembangkan suatu metode untuk mendeteksi kandungan merkuri dalam kosmetik dengan cepat, akurat dan *real time*, yaitu menggunakan teknik *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS). Dalam metode ini, *Mercury chloride* (HgCl) yang berupa serbuk dicampur dengan kosmetik (bedak tabur), dengan kandungan Merkuri (Hg) sebanyak 1%, 5%, dan 10% dalam 10 gram sampel. Sampel yang sudah digerus kemudian ditaburkan di atas arang bambu berukuran 20 x 20 mm<sup>2</sup> dengan ketebalan 5 mm, yang berfungsi sebagai holder sample. Arang bambu yang berisi sampel kemudian ditempelkan pada holder utama di dalam ruang chamber sampel yang dapat divakumkan. Berkas laser dari Nd:YAG (1064 nm, 8 ns) difokuskan pada permukaan sampel serbuk sehingga timbul plasma. Emisi plasma ini direkam dengan Spektrometer yang dilengkapi dengan OMA (*Optical Multichannel Analyzer*) yang dioperasikan melalui komputer. Spektrum emisi plasma yang terekam pada komputer kemudian dianalisis untuk dilihat garis emisi merkuri di dalamnya, yang menandakan kehadiran atom merkuri pada sampel.

**Kata kunci:** *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS); Spektrum emisi plasma; Kosmetik; kontaminan merkuri.

## Abstract

Mercury (Hg) is one of the toxic heavy metals, when exposed to the skin, even only small concentrations can be toxic. However, often occurs abuse of mercury into cosmetics as an instant skin whitening. Excessive use of mercury can cause various risks of disease or even death. This research was conducted to detect the content of mercury in cosmetics quickly, accurately and in real time, using Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS). In this method, Mercury chloride (HgCl) in the form of powder is mixed with cosmetics (powder), with a content of 1%, 5%, and 10% of mercury (Hg) in 10 gram samples. Samples that have been crushed are then sprinkled on bamboo charcoal (20 x 20 x 5 mm<sup>3</sup>). The Bamboo charcoal with its sampel powder then attach to the main pad holder and then placed in a chamber that can be evacuated. The laser beam from Nd: YAG (1064 nm, 8 ns) is focused on the surface of the powder sample so that plasma generated. The plasma emission was recorded with a

Spectrometer with OMA (Optical Multichannel Analyzer) which was operated through a computer. The recorded plasma emission spectrum is then analyzed to see the mercury emission line and its intensity.

**Keywords:** Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS); Plasma emission spectrum; Cosmetics; mercury contaminants.

## PENDAHULUAN

Kosmetik telah menjadi kebutuhan pokok dalam kehidupan manusia, terutama kaum wanita. Salah satu fungsi kosmetik yaitu untuk memperbaiki penampilan dan kecantikan agar terlihat lebih menarik. Komposisi utama dari kosmetik yaitu bahan dasar yang berkhasiat dengan ditambahkan bahan tambahan lain seperti bahan pewarna, bahan pengawet, serta bahan tabir surya. Namun, sering terjadi penyalahgunaan dengan mencampurkan merkuri (Hg) ke dalam kosmetik sebagai pemutih kulit secara instan. Merkuri (Hg) termasuk logam berat berbahaya, yang dalam konsentrasi kecilpun dapat bersifat racun [5]. Berdasarkan peraturan perundang-undangan bidang kosmetik, BPOM RI 2014 tentang Persyaratan Cemaran Mikroba dan Logam Berat dalam Kosmetika adalah 1 mg/kg atau 1 mg/L (1 ppm) [2].

Penggunaan merkuri yang berlebihan dapat menyebabkan iritasi kulit, bintik-bintik hitam pada kulit, penipisan kulit, alergi, kerusakan permanen pada susunan saraf otak, ginjal, gangguan perkembangan janin (*teratogenic*), hingga mengakibatkan kematian. Melihat bahaya yang ditimbulkan dari efek pemakaian merkuri, maka dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi kandungan logam merkuri dalam kosmetik. Untuk mengetahui adanya cemaran logam berat dalam kosmetik hanya dapat dilakukan melalui pengujian laboratorium, antara lain menggunakan metode *Atomic Absorption Spechtrphotometry* (AAS) atau *Inductively Coupled Plasma* (ICP) [1].

Dalam penelitian ini dikembangkan suatu metode untuk mendeteksi kandungan merkuri dalam kosmetik dengan cepat, akurat dan *real time*, yaitu menggunakan teknik *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS). Teknik LIBS memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan teknik lainnya antara lain preparasi sampel yang digunakan cukup mudah, pendeteksian dapat dilakukan dengan cepat (rata-rata 5 detik), serta dapat melakukan analisa secara *real-time* dengan tingkat akurasi ber-orde *part per million* (ppm) [4]. Prinsip dasar Teknik LIBS adalah penggunaan sebuah laser pulsa berdaya tinggi sebagai sumber radiasi, dimana berkas laser difokuskan pada permukaan sampel menggunakan sebuah lensa untuk membangkitkan plasma. Emisi plasma yang terbentuk akan dikirimkan ke spectrometer untuk dilakukan pengukuran panjang gelombang emisi serta intensitas yang dipancarkan [6]. Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan edukasi untuk menganalisis kandungan logam mekuri (Hg) dalam kosmetik menggunakan teknik *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS), dan mengetahui spektrum yang terbentuk pada kosmetik yang mengandung logam merkuri (Hg).

## METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu eksperimen dengan mengidentifikasi kandungan logam merkuri dalam kosmetik menggunakan teknik *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS). Sampel yang digunakan yaitu berupa campuran bahan kimia Merkuri klorida (HgCl) yang berbentuk serbuk dan kosmetik bedak tabur, dengan kandungan merkuri (Hg) sebanyak 1%, 5%, dan 10% dalam 10 gram sampel.

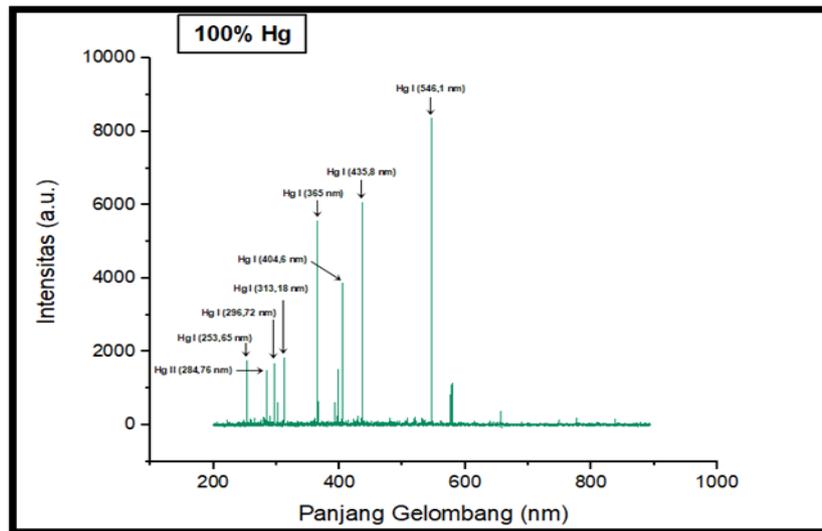
**TABLE 1.** Daftar sampel yang digunakan

No.	Sampel yang digunakan
1.	1% Hg dalam 10 gram sampel kosmetik (campuran dari 0,143 gram HgCl + 9,857 gram Bedak tabur)
2.	5% Hg dalam 10 gram sampel kosmetik (campuran dari 0,713 gram HgCl + 9,287 gram Bedak tabur)
3.	10% Hg dalam 10 gram sampel kosmetik (campuran dari 1,426 gram HgCl + 8,574 gram Bedak tabur)

Setelah dicampur dan digerus sampai halus dan bersifat homogen, kemudian sampel ditaburkan di atas permukaan arang bambu berukuran 20 x 20 x 5 mm<sup>3</sup> dengan ketebalan sekitar 1-2 mm. Arang bambu yang berisi sampel kemudian ditempelkan pada holder sampel utama dan dimasukkan ke dalam ruangan berukuran 11 x 11 x 12,5 cm<sup>3</sup> yang terbuat dari logam aluminium. Ruangan ini dilengkapi dengan aliran gas masuk dan keluar, sehingga dapat diisi dengan gas tertentu, yang mana dalam percobaan ini digunakan gas Helium. Pada aliran gas keluar dihubungkan dengan sebuah pompa vakum untuk mengatur tekanan gas dalam ruang, selama percobaan berlangsung tekanan gas helium dijaga tetap stabil sebesar 20 Torr. Sampel holder utama dihubungkan dengan sebuah step motor dengan kecepatan 1-5 rpm, sehingga sampel dapat berputar. Hal ini diperlukan supaya berkas laser terfokus selalu mengenai titik sampel yang baru. Sumber laser yang digunakan adalah laser Nd:YAG (1064 nm, 8 ns) yang dioperasikan dalam mode Q-Switching, energi laser yang digunakan sebesar 83 mJ dengan repetisi 10 Hertz. Berkas laser difokuskan ke permukaan sampel dengan suatu lensa pemfokus dengan panjang fokus 12 mm. Emisi plasma yang dihasilkan ditransmisikan melalui fiber optic ke spektrometer yang dilengkapi dengan OMA (Optical Multichannel Analyzer) yang dioperasikan dengan komputer, sehingga menghasilkan spektrum emisi. Spektrum emisi yang didapatkan diidentifikasi dan dikonfirmasi menggunakan basis data spektrum atom dari United States National Institute of Standards and Technology (NIST) [3].

### HASIL DAN PEMBAHASAN

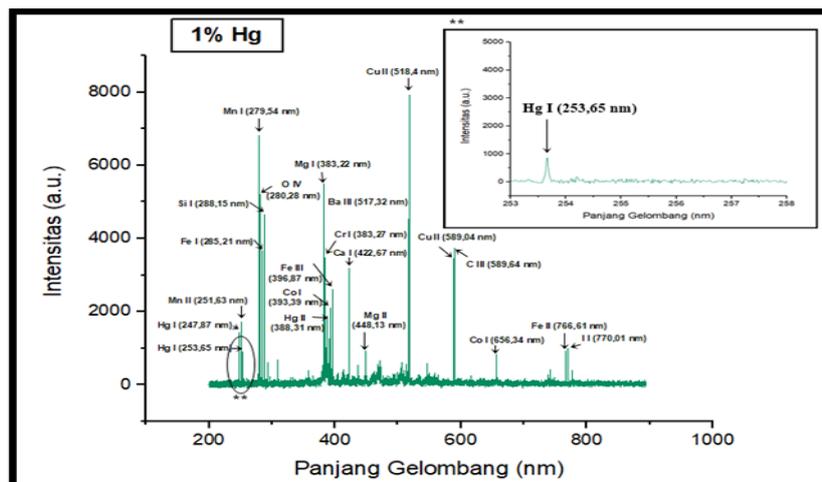
Pada penelitian ini, digunakan laser Nd:YAG dengan panjang gelombang 1064 nm, untuk diiradiasi kearah sampel kosmetik yang mengandung merkuri (Hg) dalam bentuk serbuk. Iradiasi laser difokuskan pada sampel, sehingga interaksi laser dengan sampel akan mengevaporasi sebagian kecil dari sampel. Evaporasi (penguapan) ini merupakan perubahan fase dari material padat menjadi gas dengan temperature tinggi, gas inilah yang disebut plasma [7]. Cahaya plasma yang dihasilkan ditransmisikan melalui *fiber optic* ke spektrometer yang telah dihubungkan dengan komputer, sehingga menghasilkan spektrum emisi antara intensitas dan panjang gelombang khas suatu unsur. Gambar 1 menunjukkan spektrum emisi yang didapatkan dari plasma yang dibangkitkan pada sampel Merkuri (Hg). Pada gambar 1 tersebut dapat dilihat dengan jelas garis-garis spektrum emisi dari Merkuri (Hg) menunjukkan ada beberapa garis emisi Merkuri yaitu Hg I (253,65 nm), Hg II (284,76 nm), Hg I (296,72 nm), Hg I (313,18 nm), Hg I (365 nm), Hg I (404,6 nm), Hg I (435,8 nm), dan Hg I (546,1 nm).



GAMBAR 1. Spektrum Emisi Merkuri (Hg)

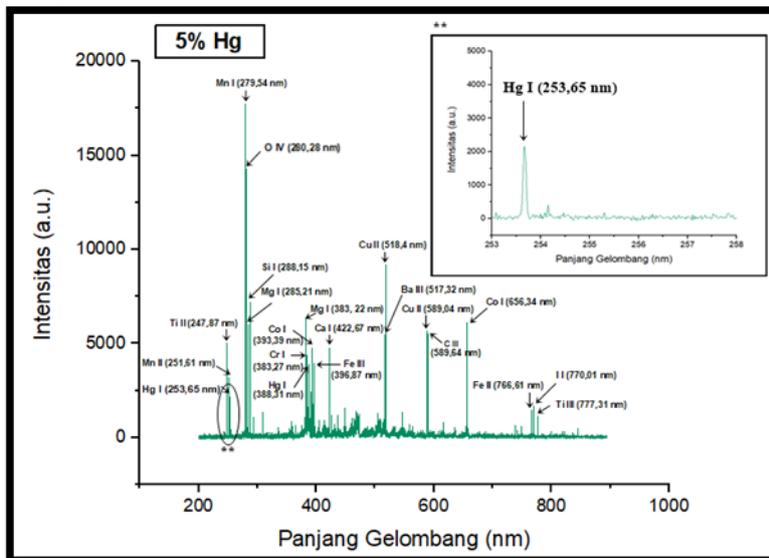
TABLE 2. Intensitas unsur Merkuri (Hg) terdeteksi pada sampel Merkuri (Hg)

Unsur	Intensitas (a.u.)
Hg I (253,65 nm)	1757,06
Hg II (284,76 nm)	1483,42
Hg I (296,72 nm)	1674,43
Hg I (313,18 nm)	1847,99
Hg I (365 nm)	5554,98
Hg I (404,6 nm)	3862,05
Hg I (435,8 nm)	6061,62
Hg I (546,1 nm)	8358,44



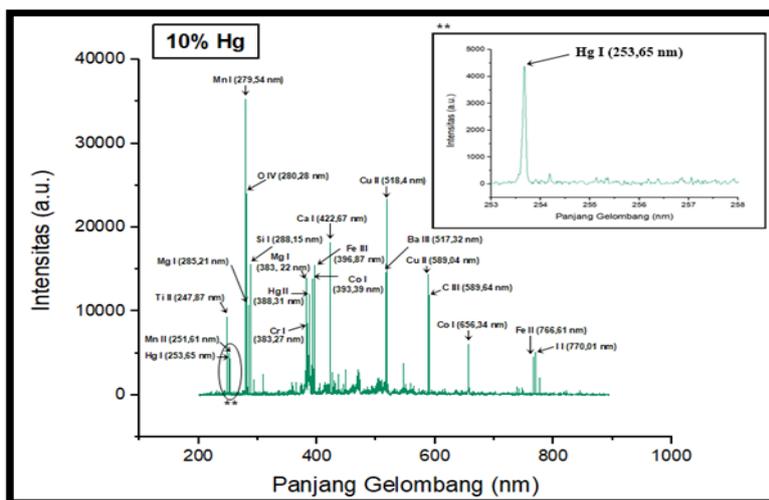
GAMBAR 2. Spektrum Emisi Kosmetik yang Mengandung 1% Merkuri (Hg)

GAMBAR 2 menunjukkan spektrum yang dihasilkan dari kosmetik yang mengandung 1% merkuri (Hg). Unsur merkuri yang terdeteksi yaitu pada panjang gelombang 253,65 nm dengan intensitas sebesar 904,481 a.u.



GAMBAR 3. Spektrum Emisi Kosmetik yang Mengandung 5% Merkuri (Hg)

GAMBAR 3 menunjukkan spektrum yang dihasilkan dari kosmetik yang mengandung 5% merkuri (Hg). Unsur merkuri yang terdeteksi yaitu pada panjang gelombang 253,65 nm dengan intensitas sebesar 2174,98 a.u.



GAMBAR 4. Spektrum Emisi Kosmetik yang Mengandung 10% Merkuri (Hg)

GAMBAR 4 menunjukkan spektrum yang dihasilkan dari kosmetik yang mengandung 10% merkuri (Hg). Unsur merkuri yang terdeteksi yaitu pada panjang gelombang 253,65 nm dengan intensitas sebesar 4377,36 a.u.

Pada GAMBAR 2, 3, dan 4, menunjukkan spektrum emisi dari ketiga sampel kosmetik dengan kandungan logam merkuri (Hg) yang bervariasi yaitu 1%, 5%, dan 10% dalam 10 gram sampel. Dari hasil pengolahan data spektrum, didapatkan bahwa unsur-unsur yang teridentifikasi pada ketiga sampel kosmetik antara lain Titanium (Ti), Mangan (Mn), Magnesium (Mg), Oksigen (O), Silikon (Si), Krom (Cr), Kobalt (Co), Besi (Fe), Tembaga (Cu), Barium (Ba), Karbon (C), dan Iodine (I),

dengan intensitas yang bervariasi. Dari gambar tersebut terlihat spektrum unsur Merkuri (Hg) yang terdeteksi dan menunjukkan panjang gelombang yang signifikan yaitu pada panjang gelombang 253,65 nm, dengan intensitas yang bervariasi bergantung dengan konsentrasi kandungan merkuri (Hg) didalamnya. Semakin tinggi konsentrasi merkuri (Hg) dalam kosmetik, maka semakin tinggi nilai intensitas emisi merkuri (Hg) yang terdeteksi. Unsur Hg memiliki potensial eksitasi yang kecil yaitu 4,9 eV, sehingga mudah untuk tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi dan menghasilkan emisi. Spektrum sampel lainnya menunjukkan unsur-unsur dominan yang memiliki potensial eksitasi yang lebih besar daripada potensial eksitasi unsur Hg. Hal ini membuktikan bahwa metode LIBS dapat mendeteksi logam Merkuri (Hg) meskipun dalam konsentrasi yang sedikit dalam suatu sampel. Batas limit deteksi logam merkuri dalam kosmetik menggunakan metode LIBS diperoleh sebesar 0,63 mg/g.

### SIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian, maka disimpulkan bahwa teknik *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS) dapat digunakan untuk mengidentifikasi kandungan logam merkuri (Hg) dalam kosmetik. Hal ini dibuktikan oleh garis-garis emisi spektrum yang dihasilkan. Batas limit deteksi logam merkuri dalam kosmetik menggunakan metode LIBS yaitu 0,63 mg/g. Semakin tinggi konsentrasi logam merkuri yang terkandung dalam kosmetik, maka semakin tinggi pula intensitas emisi yang akan terdeteksi.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini, terutama kepada:

1. Bapak Dr. Koo Hendrik Kurniawan selaku Direktur/pemilik Maju Makmur Mandiri *Research Center*, yang telah mengizinkan kami untuk melakukan penelitian di Laboratorium Maju Makmur Mandiri *Research Center*.
2. Bapak Dr. Maincan Pardede selaku Staf peneliti dari Maju Makmur Mandiri *Research Center* dan Universitas Pelita Harapan, atas bantuannya selama pengambilan data.

### REFERENSI

- [1] Biro Hukum dan Humas Badan POM, “*Penjelasan Badan POM Terkait Deteksi Cemaran Logam Berat dalam Kosmetika*,” 2016, <https://www.pom.go.id/new/view/more/klarifikasi/35/Deteksi-Cemaran-Logam-Berat-dalam-Kosmetika.html>.
- [2] BPOM, “*Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2014 tentang Persyaratan Cemaran Mikroba dan Logam Berat dalam Kosmetika*”.
- [3] Idris, *et al.*, “Karakteristik Fisik Plasma dalam Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) Menggunakan Laser Neodymium:Yttrium-Aluminum-Garnet (Nd-YAG) Pada Sampel Daging Kerang Sungai,” *Risalah Fisika*, vol. 2, no. 1, pp. 9-14, 2018.
- [4] F. Lestari, “*Analisis Kandungan Unsur Biji Kopi Arabika dan Robusta Berdasarkan Daerah Tumbuh Menggunakan teknik Laser Induced Breakdown Spectroscopy*,” Jakarta: FMIPA, Fisika, Universitas Negeri Jakarta, 2018.
- [5] Parengkuan, K. Fatimawati & G. Citraningtyas, “Analisis Kandungan Merkuri pada Krim Pemutih yang Beredar di Kota Manado,” *Jurnal Ilmiah Farmasi - UNSRAT*, vol. 2, no. 01, pp. 62-68, 2013.
- [6] M. Ramli, N. Idris & K. Kagawa, “Uji Kemampuan Sebuah Sistem Compact, Commercial Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) untuk Deteksi Simultan Spektrum Emisi Garam dari Tanah,” *Prosiding SEMIRATA 2015 bidang MIPA BKS-PTN Barat*, pp. 144-151, 2015.

- [7] R. Septiani, M. A. Marpaung & M. M. Suliyanti, “Identifikasi Kandungan Unsur-unsur Varietas Serbuk Kopi dengan Teknik Laser Shock Wave Plasma Spectroscopy,” *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. 2, no. 1, pp. 15-22, 2017.

