

Review artikel: analisis validasi metode penetapan kadar logam timbal (Pb) dalam kosmetik menggunakan berbagai instrumen

Haulya Razkianita¹, Lina Permatasari^{1*}

¹ Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/sjp.v6i2.589>

Article Info

Received : 2025-05-27

Revised : 2025-09-29

Accepted : 2025-09-30

Abstrac: Lead (Pb) is one of the most commonly found heavy metal contaminants in cosmetic products. Continuous exposure to lead (Pb) can cause pathological changes in body organs and may lead to cancer. Therefore, it is essential to measure the concentration of lead in cosmetics to ensure safety and prevent potential side effects. This article aims to determine the most effective method for analyzing lead (Pb) content in cosmetic preparations using various instruments, including UV-Vis Spectrophotometry and Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). This study was conducted by comparing the validation results of both instruments. The results showed that the lead (Pb) content in most cosmetic preparations was below the safety limit set by the Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Indonesian, which is <20 ppm. Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) was selected as the most optimal method, as it met all validation parameters with high accuracy and precision. It also demonstrated higher sensitivity, with lower LOD (Limit of Detection) and LOQ (Limit of Quantification) values compared to UV-Vis Spectrophotometry. Therefore, AAS is superior in detecting and quantifying lead in cosmetic preparations.

Keywords: validation; cosmetics; lead contamination; UV-Visible spectrophotometry; atomic absorption spectrophotometry.

Citation: Razkianita, H. & Permatasari, L. (2025). *Review artikel: analisis validasi metode penetapan kadar logam timbal (Pb) dalam kosmetik menggunakan berbagai instrumen. Sasambo Journal of Pharmacy*, 6(2), 101-107. doi: <https://doi.org/10.29303/sjp.v6i2.589>

Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan *trend* kecantikan, penggunaan kosmetik semakin meningkat di berbagai kalangan, terutama di kalangan perempuan. Kosmetik merupakan sediaan atau produk yang dirancang untuk diaplikasikan pada tubuh bagian luar meliputi kulit, rambut, kuku, bibir, dan organ genital bagian luar maupun gigi dan membran mukosa mulut dengan tujuan untuk membersihkan, memberikan aroma, mempercantik, melindungi, atau merawat agar tetap dalam kondisi baik (Atika *et al.*, 2022). Beberapa jenis kosmetik yang umum digunakan oleh kaum perempuan meliputi lipstick, bedak, pensil alis, *eye shadow*, *eye liner*, sabun, serum serta berbagai krim kecantikan.

Penggunaan berbagai jenis kosmetik ini harus dilakukan dengan memperhatikan kandungan yang terdapat di dalamnya agar tetap aman digunakan.

Suatu produk kosmetik dapat dianggap aman jika tidak mengandung zat berbahaya seperti logam berat. Salah satu jenis logam berat yang sering ditemukan dalam kosmetik adalah timbal (Pb). Timbal dalam produk kosmetik dapat berasal dari bahan alami yang mengandung timbal seperti pewarna dan pigmen, atau dari peralatan yang digunakan selama proses produksi (Martines *et al.*, 2018). Penggunaan kosmetik yang mengandung timbal secara terus menerus dapat menyebabkan timbal terakumulasi dalam tubuh sehingga menyebabkan perubahan patologis pada organ tubuh seperti sistem kardiovaskular, ginjal,

Email: lina.permatasari@unram.ac.id (*Corresponding Author)

tulang, hati, serta berpotensi menyebabkan kanker (Fauziyah *et al.*, 2023). Berdasarkan peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 12 Tahun 2019 tentang cemaran dalam kosmetika, batas aman untuk cemaran logam berat timbal (Pb) dalam kosmetik adalah tidak lebih dari 20 mg/kg atau 20 ppm (20 bpj). Keamanan suatu produk kosmetik dapat dipastikan dengan melakukan pengukuran kadar timbal menggunakan berbagai instrumen yang tepat.

Instrumen yang dapat digunakan untuk analisis kadar timbal dalam kosmetik yakni Spektrofotometri UV-Visible dan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Metode yang digunakan untuk menganalisis kadar timbal dalam kosmetik tersebut harus divalidasi terlebih dahulu agar data yang diperoleh akurat. Suatu metode dianggap valid jika memenuhi kriteria akurasi, presisi, linearitas, dan spesifisitas yang baik (LOD dan LOQ) (Harmono, 2020). Penelitian tentang validasi metode analisis kadar timbal (Pb) dalam berbagai kosmetik menggunakan Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) telah banyak dilakukan, seperti penelitian oleh Sakanthi *et al.* (2024); Wardani *et al.* (2020); Nasir *et al.* (2024); Intan *et al.* (2022); dan Fatmawati *et al.* (2021) menggunakan instrumen Spektrofotometri UV-Vis serta Yugatama *et al.* (2019); Prasasti & Sasanti, (2021); Martines *et al.* (2018); Sanjaya *et al.* (2021); Iswandi *et al.* (2021); Huzaeroh *et al.* (2024); dan Endah & Surantaatmadja, (2018) menggunakan instrumen SSA. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, penting untuk menentukan metode terbaik dalam penentuan kadar timbal dalam berbagai kosmetik. Oleh karena itu, artikel review ini disusun untuk mengkaji hal tersebut dengan membandingkan hasil validasi metode dari berbagai instrumen yang telah digunakan dalam penelitian sebelumnya.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode *literature review* dengan menelusuri dan menganalisis berbagai sumber pustaka yang relevan mengenai validasi metode penetapan kadar logam timbal (Pb) dalam kosmetik menggunakan berbagai instrumen. Pencarian dilakukan dari bulan Februari hingga April 2025 menggunakan *Google Scholar* dan *ResearchGate*, dengan kata kunci “validation”, “cosmetics”, “lead contamination”, “instrument”, “UV-Visible spectrophotometry”, dan “atomic absorption spectrophotometry”.

Sumber pustaka yang diperoleh harus memenuhi kriteria inklusi sebagai berikut: 1) Artikel diterbitkan dalam rentang 2015-2025; 2) Artikel membahas analisis kadar logam timbal (Pb) menggunakan instrumen Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrofotometri Serapan Atom; 3) Artikel mencakup validasi metode analisis; 4) Artikel menggunakan bahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Adapun kriteria eksklusi yang ditetapkan sebagai berikut: 1) Sumber pustaka yang tidak tersedia dalam teks lengkap; 2) Artikel yang merupakan *review artikel* dan hanya berisi tinjauan pustaka.

Hasil dan Pembahasan

Validasi metode merupakan bagian dari jaminan mutu yang bertujuan untuk memastikan keandalan suatu analisis secara kuantitatif. Berdasarkan *International Conference on Harmonization* (1994), terdapat parameter - parameter yang harus dipenuhi agar suatu metode dapat dikatakan valid. Parameter tersebut, yaitu linearitas, batas deteksi (LOD) dan batas kuantifikasi (LOQ), presisi, dan akurasi (Harmono, 2020).

Tabel 1. Hasil Validasi Metode Spektrofotometri UV-Vis dan SSA pada Produk Kosmetik

Instrumen	Jenis kosmetik	Linearitas	Akurasi	Presisi	LOD	LOQ	Kadar	Sumber
Spektrofotometri UV-Visible	Lipstik	0,998	99,467% - 100,982%	Presisi keterulangan: 0,314%	0,044 ppm	0,148 ppm	Lipstik: ±6,000 - 11,000 ppm	(Sakanthi <i>et al.</i> , 2024)
	Eye shadow powder	0,998	99,467% - 100,982%	Presisi keterulangan: 0,314%	0,044 ppm	0,148 ppm	Eye shadow powder ±5,000 - 10,000 ppm	
				Presisi ketertiruan: 0,282%				

Instrumen	Jenis kosmetik	Linearitas	Akurasi	Presisi	LOD	LOQ	Kadar	Sumber
Spektrofotometri Serapan Atom	Liptint	0,9916	93,8% - 98,6%	0,08% - 0,20%	0,17 ppm	0,57 ppm	2,149 ppm	(Wardani <i>et al.</i> , 2020)
	Lipstik	0,9986	99,21%	0,1973% - 2,3905%	0,0726 ppm	0,2420 ppm	2,431 - 4,483 ppm	(Nasir <i>et al.</i> , 2024)
	Lipstik	0,9989	98,76 % - 100,94%	0,021 % - 1,335%	-	-	0,79 - 207 ppm	(Intan <i>et al.</i> , 2022)
	Pensil alis	0,9989	95,4176% - 97,5205%	0,8% - 1,02%	1,09 ppm	3,65 ppm	1,64 - 20,8 ppm	(Fatmawati <i>et al.</i> , 2021)
	Perona mata	0,9987	93,540% - 98,711	0,5% - 1,5%	1,16 ppm	3,87 ppm	0,22 - 4,31 ppm	
	Eye-liner pencil	0,9997	98,17%	1,11%	0,0861 ppm	0,2870 ppm	0,6263 ± 0,0244 ppm - 1,1165 ± 0,0244 ppm	(Yugatama <i>et al.</i> , 2019)
	Bedak		100,41%	1,05%			0,6001 ± 0,0092 ppm - 2,5674 ± 0,0244 ppm	
	Lipstik		97,06%	0,21%			0,7633 ± 0,0249 ppm - 23,1683 ± 0,1225 ppm	
	Lipstik	0,9959	98,01% - 102,12%	3,23% - 9,58%	0,63 ppm	1,908 ppm	32,994 ± 0,918 ppm - 39,390 ± 0,918 ppm	(Prasasti & Sasanti, 2021)
	Lipstik	0,99678	-	-	0,195 ppm	0,649 ppm	0,899 ppm	(Martines <i>et al.</i> , 2018)
	Krim malam	0,9998	98% - 99%	0,14%	0,022 ppm	-	0 ppm	(Sanjaya <i>et al.</i> , 2021)
	Whitening serum	0,9999	100%	4,2%	-	-	0,0191 - 0,0406 ppm	(Iswandi <i>et al.</i> , 2023)
	Bedak padat	0,9996	-	-	0,01999 4243 ppm	0,06664 748 ppm	1, 829 - 4, 894 ppm	(Huzaeroh <i>et al.</i> , 2024)
	Sabun	0,9998	96% - 110%	0,20%	0,242 ppm	0,806 ppm	6,4 - 22,4 ppm	(Endah & Surantaatma dja, 2018)

Linearitas

Linearitas bertujuan untuk memastikan adanya hubungan linear antara konsentrasi analit dengan nilai absorbansi pada rentang konsentrasi tertentu. Absorbansi akan berbanding lurus dengan konsentrasi analit (Fatmawati *et al.*, 2021). Suatu metode dikatakan linear jika nilai koefisien korelasinya (r) lebih dari 0,99 dan mendekati 1 (Prasasti & Sasanti, 2021; Fatmawati *et al.*, 2021). Berdasarkan tabel 1, semua instrument

memiliki nilai $r > 0,99$, akan tetapi nilai r yang paling mendekati 1 diperoleh pada penelitian oleh Iswandi *et al.* (2023) menggunakan instrumen SSA. Nilai r mendekati 1 menunjukkan bahwa terdapat hubungan linear antara konsentrasi dan absorbansi yang ditandai dengan kurva kalibrasi yang linear, semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar nilai absorbansinya.

Akurasi

Nilai akurasi menunjukkan kedekatan hasil analisis terhadap kadar analit yang sebenarnya. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (% *recovery*) dengan batas penerimaan yang baik pada kisaran 80%-110% (Fatmawati *et al.*, 2021). Berdasarkan tabel 1, semua instrumen yang diuji memiliki nilai % *recovery* yang masuk dalam rentang syarat tersebut. Namun, penelitian yang dilakukan oleh Huzaeroh *et al.* (2024) dan Martinez *et al.* (2018) tidak melakukan uji akurasi, sehingga instrumen SSA yang digunakan dalam penelitian tersebut tidak dapat dikatakan valid.

Presisi

Presisi dalam analisis menunjukkan kedekatan nilai satu data dengan data yang lainnya dalam suatu pengukuran yang dilakukan berulang pada kondisi yang sama. Presisi dinyatakan dalam bentuk *Relative Standard Deviation* (RSD) dengan batas maksimum tidak lebih dari 2% (Wardani *et al.*, 2020). Semakin kecil nilai RSD, maka semakin tinggi tingkat ketelitian metode yang digunakan (Fatmawati *et al.*, 2021). Berdasarkan tabel 1, penelitian yang menggunakan instrumen Spektrofotometri UV-Vis memiliki nilai RSD yang lebih kecil dibandingkan dengan yang menggunakan instrumen SSA. Nilai RSD terkecil diperoleh dalam penelitian oleh Intan *et al.* (2024) dengan nilai RSD 0,021%, yang menunjukkan bahwa instrumen tersebut memiliki tingkat presisi atau ketelitian yang tinggi.

LOD & LOQ

Limit of Detection (LOD) merupakan konsentrasi terendah dari analit dalam sampel yang masih dapat dideteksi dan masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blanko. Sedangkan *Limit of Quantification* (LOQ) merupakan konsentrasi terendah analit dalam sampel yang masih dapat ditentukan secara kuantitatif dengan akurasi dan presisi yang dapat diterima (Nasir *et al.*, 2024). Berdasarkan tabel 1, nilai LOD instrumen Spektrofotometri UV-Vis berada dalam rentang 0,04 - 1,16 ppm dan nilai LOQ-nya berada dalam rentang 0,14 - 3,87 ppm. Adapun nilai LOD instrumen SSA berada dalam rentang 0,01 - 0,63 ppm dan nilai LOQ-nya berada dalam rentang 0,06 - 1,9 ppm. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa instrumen SSA memiliki nilai LOD dan LOQ yang lebih rendah dibandingkan dengan Spektrofotometri UV-Vis, di mana hal tersebut menunjukkan bahwa SSA memiliki sensitivitas yang lebih tinggi, karena mampu mendeteksi dan mengkuantifikasi analit (Pb) pada konsentrasi yang lebih rendah dibandingkan UV-Vis.

Kadar

Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 12 Tahun 2019 tentang cemaran dalam kosmetika, menyatakan bahwa batas aman untuk cemaran logam berat timbal (Pb) dalam kosmetik adalah tidak lebih dari 20 mg/kg atau 20 ppm (20 bpj). Berdasarkan tabel 1, sebagian besar sampel kosmetik yang dianalisis mengandung kadar logam Pb yang masih berada di bawah batas aman yang dipersyaratkan yaitu < 20 ppm. Namun demikian, terdapat beberapa sampel kosmetik yang melebihi batas tersebut, yaitu pada penelitian Intan *et al.* (2024) ditemukan 6 sampel lipstick; pada penelitian Fatmawati *et al.* (2021), ditemukan 1 sampel pensil alis; pada penelitian Yugatama *et al.* (2019) ditemukan 2 sampel lipstick; pada penelitian Endah & Surantaadmadja (2019) hanya ditemukan 1 sampel sabun; dan pada penelitian Prasasti & Sasanti (2021) ditemukan semua sampel mengandung Pb lebih dari persyaratan. Hasil temuan ini menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar produk kosmetik telah memenuhi standar keamanan, pengawasan tetap perlu dilakukan terhadap produk kosmetik yang mengandung logam Pb melebihi batas aman yang diperbolehkan, guna mencegah potensi efek samping yang dapat membahayakan konsumen.

Berdasarkan pembahasan diatas, instrumen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) menunjukkan hasil validasi yang lebih baik dan mampu menganalisis kadar logam timbal (Pb) dalam sampel kosmetik yang lebih beragam dibandingkan Spektrofotometri UV-Vis. Hal tersebut karena SSA secara khusus dirancang untuk mendeteksi dan mengukur kadar logam berat dalam suatu sampel serta dapat menganalisis sampel dalam jumlah yang sangat sedikit (Zahro *et al.*, 2023). Adapun prinsip kerja instrumen SSA yaitu apabila cahaya dengan panjang gelombang resonansi dilewatkan melalui suatu nyala api yang mengandung atom-atom yang sesuai, maka sebagian cahaya akan diserap dan besarnya penyerapan akan berbanding lurus dengan jumlah atom pada keadaan dasar nyala api tersebut (Prasasti & Sasanti, 2021). Sementara itu, Spektrofotometri UV-Vis lebih umum digunakan untuk menganalisis senyawa-senyawa yang memiliki warna ataupun gugus kromofor. Pada analisis logam timbal (Pb) dengan Spektrofotometri UV-Vis dalam kosmetik, logam harus diubah terlebih dahulu menjadi kompleks berwarna. Kompleks yang dapat digunakan yaitu Pb-Alizarin sulfonat yang memiliki gugus kromofor (gugus tak jenuh kovalen yang mampu menyerap energi radiasi elektromagnetik pada daerah UV-Vis) dan gugus ausokrom (gugus jenuh yang ketika berikatan dengan kromofor dapat mempengaruhi intensitas serapan atau menyebabkan pergeseran panjang gelombang) (Wardani *et al.*, 2020).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil *review* terhadap berbagai metode analisis kandungan logam Pb dalam produk kosmetik, dapat disimpulkan bahwa instrumen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) merupakan instrumen yang paling akurat, presisi dan sensitif dalam penentuan kadar logam timbal (Pb) pada berbagai sediaan kosmetik. Sementara itu, Spektrofotometri UV-Vis memiliki sensitivitas yang lebih rendah dibandingkan SSA, tetapi masih dapat digunakan sebagai alternatif dalam analisis logam Pb. Dari berbagai penelitian yang menggunakan instrumen Spektrofotometri Serapan Atom, penelitian oleh Yugatama et al. (2019) yang menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom Shimadzu type AA-6650 memiliki data validasi yang paling lengkap dan memenuhi semua parameter validasi yang dipersyaratkan.

Daftar Pustaka

- Atika, M. N., Rahmah, S. P., & Fitriyani, F. (2022). Analisis Risiko Kesehatan Masyarakat Akibat Paparan Logam Timbal (Pb) Pada Penggunaan Kosmetik Lipstik Yang Diperjualbelikan Di Pasar Bandar Buat Kota Padang. *Jurnal Keselamatan Kesehatan Kerja Dan Lingkungan*, 3(1), 17-21. <https://doi.org/10.25077/jk3l.3.1.17-21.2022>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2019). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2019 tentang Cemaran dalam Kosmetika*. Jakarta: BPOM.
- Endah, S. R. N., & Surantaatmadja, S. I. (2019). The Determination of Heavy Metals Level: Lead in Cosmetic Soap Preparation by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). *Journal of Physics: Conference Series*, 1179(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1179/1/012178>
- Fatmawati, S., Situmorang, A., Pitria, A. N., & Rosyidah, N. S. (2021). Analisis Timbal Pada Pensil Alis dan Perona Mata Lokal Yang Beredar di Toko Online Menggunakan Metode Spektrofotometri Visible. *Chimica et Natura Acta*, 9(2), 50-57. <https://doi.org/10.24198/cna.v9.n2.34158>
- Fauziyah, N. F., Nurlaeli, L., & Nian, R. B. (2023). Analisis Cemaran Logam Berat Kadmium Dan Timbal Pada Liptint Merek Peiyen Unicorn Yang Dijual Di Toko Online Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Ilmiah Farmasi Indonesia*, 01(02), 1-10.
- Harmono, H. D. (2020). Validasi Metode Analisis Logam Merkuri (Hg) Terlarutn pada Air Permukaan dengan Automatic Mercury Analyzer. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(3), 11. <https://doi.org/10.22146/ijl.v2i3.57047>
- Huzaeroh, A., Lestari, Y. P. I., & Hayati, M. (2024). Analisis Kadar Timbal (Pb) Pada Bedak Padat Yang Beredar Di Banjarmasin Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 13-23. <https://doi.org/10.36387/jifi.v7i2.7122>
- Intan, A., Leswana, N. F., & Butar-Butar, M. E. T. (2024). Analisis Logam Pb (II) Dalam Lipstik Yang Beredar Secara Online Di Kota Samarinda Menggunakan Spektrofotometri UV-Visible. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 7(1), 26-36.
- Iswandi, Sari, S. K., & Harjanti, R. (2023). Analysis Of Contamination Of Lead Metal (Pb) and Cadmium (Cd) in Whitening Serum Circulating in Online Stores with Atomic Absorption Spectrophotometry. *Jurnal Farmasi Indonesia*, IV(1), 54-62.
- Martines, S. A., Latief, M., & Rahman, H. (2018). Analisis Logam Timbal (Pb) pada Lipstik yang Beredar di Kecamatan Pasar Jambi. *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 69-75.
- Nasir, M., Khaldun, I., & Mauliana, U. (2024). Analysis Of Lead Content In Lipsticks Sold In Banda Aceh Using Spectrophotometry. *Chimica Didactica Acta*, 12(02), 124-129.
- Prasasti, D., & Sasanti, D. L. (2021). A Method Validation And Analysis Of Lead Content In Lipstick Products Sold In E - Commerce Using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). *Farmasains: Jurnal Farmasi dan Ilmu Kesehatan*, 6(2), 1-7. <https://doi.org/10.22219/farmasains.v6i1.17250>
- Sakanthi, A. P., Aziz, S., Ulya, S. N. A., & Auli, W. N. (2024). Analysis of Lead (Pb) Contamination in Lipstick and Eye Shadow Powder Circulating in the King Street Market in Bandar Lampung Using UV-Visible Spectrophotometer Method. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 13(3), 196-

207.

- Sanjaya, R. K., Yuniarto, P. F., Ismillayli, N., & Hermanto, D. (2021). Analisis Kandungan Merkuri dan Timbal pada Sediaan Krim Malam Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Ilmu Kimia dan Pendidikan Kimia*, 10 (2), 68-73.
- Wardani, G. A., Abiya, S. L., & Setiawan, F. (2020). Analysis Of The Lead On Lip Tint Cosmetics On The Market Using Uv-Vis Spectrophotometry Method. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 5(1), 87-100. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v5i1.7598>
- Yugatama, A., Mawarni, A. K., Fadillah, H., & Zulaikha, S. N. (2019). Analisis Kandungan Timbal dalam Beberapa Sediaan Kosmetik yang Beredar di Kota Surakarta. *JPSCR : Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 01, 52-59. <https://doi.org/10.20961/jpscr.v4i1.28948>
- Zahro, K., Rahmasari, K. S., Nur, A. V., & Wirasti, W. (2023). Analysis of Cr and Pb in Green Mussels from the Fish Auction Site, Klidang Lor, Batang Using AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 12(3), 262-26