

**MINI-REVIEW: APLIKASI SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS PADA PENETAPAN
PENGARUH MATRIKS TERHADAP Pb DENGAN PENGOMPLEKS
ALIZARIN SULFONAT**

**A MINI REVIEW: APPLICATION OF UV-VIS SPECTROPHOTOMETRY IN
DETERMINING THE EFFECT OF MATRIX ON Pb WITH ALIZARIN SULFONATE
COMPLEXER WIRE MODIFIED WITH CHITOSAN**

Nurhafida, Bohari Yusuf, Alimuddin*

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Mulawarman University,
Samarinda 75123, Indonesia

*Corresponding author: alimuddin.fmipaunmul@gmail.com

Diterbitkan: 31 Oktober 2025

ABSTRACT

Heavy metal contamination, particularly lead (Pb), is a serious environmental issue due to its toxic nature and ability to accumulate in the food chain. Common analytical methods such as AAS and ICP-OES offer high accuracy but require expensive instruments and complex procedures. As a simpler and more economical alternative, UV-Visible spectrophotometry utilizes the formation of coordination complexes between Pb^{2+} ions and complexing reagents such as alizarin sulfonate. This mini review discusses the interaction between Pb and alizarin sulfonate, the working principle of UV-Vis spectrophotometry, and the influence of sample matrices on complex stability. The review indicates that this method provides valid, rapid, and efficient results, and can be effectively applied to environmental samples with complex matrices, provided appropriate sample preparation and method validation are conducted.

Keywords: Lead (Pb), UV-Vis Spectrophotometry, Alizarin Sulfonate, Complex Formation

ABSTRAK

Pencemaran logam berat seperti timbal (Pb) merupakan isu lingkungan yang serius karena sifatnya yang toksik dan kemampuannya untuk terakumulasi dalam rantai makanan. Metode analisis Pb yang umum digunakan seperti AAS dan ICP-OES memiliki akurasi tinggi, namun memerlukan peralatan mahal dan prosedur yang kompleks. Sebagai alternatif, spektrofotometri UV-Vis menawarkan pendekatan yang lebih sederhana dan ekonomis dengan memanfaatkan reaksi kompleksasi antara ion Pb^{2+} dan reagen pengompleks seperti alizarin sulfonat. Mini review ini membahas interaksi Pb dengan alizarin sulfonat, prinsip kerja spektrofotometri UV-Vis, serta pengaruh matriks terhadap kestabilan kompleks. Hasil kajian menunjukkan bahwa metode ini mampu memberikan hasil analisis yang valid, cepat, dan efisien, serta cocok diterapkan pada sampel dengan matriks kompleks seperti kosmetik, asalkan dilakukan preparasi dan validasi metode yang tepat.

Kata Kunci: Timbal (Pb), Spektrofotometri UV-Vis, Alizarin Sulfonat, Ikatan Kompleks

PENDAHULUAN

Pencemaran logam berat telah menjadi isu lingkungan global yang serius karena bersifat toksik, dapat terakumulasi dalam rantai makanan, dan berdampak buruk terhadap ekosistem maupun kesehatan manusia. Paparan logam timbal (Pb) secara khusus diketahui dapat menyebabkan masalah kesehatan, termasuk penurunan IQ, gangguan sistem saraf, bahkan kematian [1]. Pencemaran Pb telah banyak dilaporkan terjadi di berbagai media lingkungan, seperti tanah [2], air [1], dan udara [3].

Metode analisis timbal (Pb) yang umum digunakan dalam penelitian lingkungan biasanya melibatkan teknik spektrofotometri seperti *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) [1] dan

Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES) [3], karena keduanya memiliki sensitivitas tinggi dan akurasi yang baik untuk mendeteksi kadar Pb dalam berbagai matriks seperti udara, air, dan tanah. Namun, kedua metode tersebut sering kali memerlukan peralatan yang mahal, proses preparasi sampel yang kompleks, serta keahlian teknis khusus.

Sebagai alternatif yang lebih sederhana dan ekonomis, spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan untuk analisis Pb dengan memanfaatkan reaksi pembentukan kompleks berwarna antara ion Pb dan ligan tertentu. Pendekatan ini memungkinkan proses deteksi yang cepat dan praktis tanpa membutuhkan instrumen canggih. Oleh karena itu, dalam *review* ini akan dibahas aplikasi spektrofotometri UV-Vis dalam penetapan Pb dengan menggunakan reagen pengompleks alizarin sulfonat.

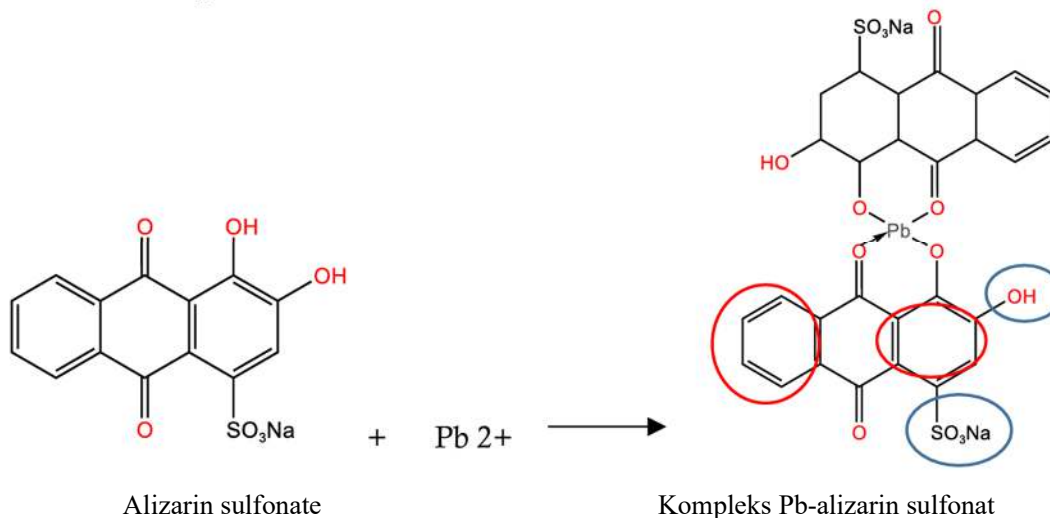
METODOLOGI PENELITIAN

Penulisan mini review ini dilakukan melalui studi literatur dengan menelusuri berbagai jurnal ilmiah yang membahas aplikasi spektrofotometri UV-Vis dalam penetapan Pb menggunakan pengompleks alizarin sulfonat. Literatur dikumpulkan dari basis data akademik seperti Researchgate, Garuda, dan Google Scholar dengan kata kunci: "*Spektrofotometri UV-Vis*", "*Penentuan Pb*", dan "*alizarin sulfonat*".

Artikel yang diperoleh diseleksi berdasarkan relevansi topik, kualitas metodologi, serta kemutakhiran informasi (terbit dalam 10 tahun terakhir). Data yang terkumpul kemudian dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi pendekatan yang digunakan, pengaruh matriks terhadap analisis Pb, serta efektivitas pengompleks alizarin sulfonat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alizarin Sulfonat merupakan reagen pengompleks yang mampu membentuk senyawa kompleks dengan ion Pb(II) menjadi Pb-Alizarin. Kompleks Pb-Alizarin yang terbentuk umumnya berwarna kuning pada rentang pH 3-8 dan menunjukkan serapan di wilayah panjang gelombang dari 400-600 menggunakan spektrofotometri UV-Vis [4]. Reagen alizarin sulfonat memiliki gugus kromofor dan auxokrom yang diberikan kepada logam timbal sehingga akan membentuk senyawa kompleks yang dapat dianalisis oleh spektrofotometer UV-Vis [5].



Gambar 1. Kompleks Pb-Alizarin [5]

Berdasarkan gambar di atas, pembentukan senyawa kompleks Pb-Alizarin terjadi karena alizarin sulfonat memiliki pasangan elektron bebas yang ada pada atom oksigen yang mendonorkan elektronnya sehingga nantinya akan berikatan secara kovalen koordinasi dengan logam Pb. Kompleks

Pb-alizarin sulfonat memiliki gugus kromofor yang ditandai dengan lingkaran merah pada **Gambar 1**, dimana gugus ini adalah gugus tidak jenuh kovalen yang dapat menyerap energi radiasi elektromagnetik pada daerah Uv-Vis. Selain itu kompleks ini juga memiliki gugus auksokrom yang ditandai dengan lingkaran biru pada **Gambar 1** yaitu gugus jenuh yang apabila berikatan dengan kromofor akan menyebabkan perubahan panjang gelombang. Oleh karena itu, kompleks ini dapat dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis [5].

Spektrofotometri UV-Vis dalam Penentuan Timbal (Pb)

Spektrofotometer UV-Vis adalah pengukuran serapan cahaya di daerah ultraviolet (pada panjang gelombang 200-350 nm) dan sinar tampak (pada panjang gelombang 350-800 nm) oleh suatu senyawa. Dimana serapan cahaya UV atau *visible* (cahaya tampak) mengakibatkan transisi elektronik yaitu perpindahan elektron-elektron dari orbital keadaan dasar yang berenergi rendah ke orbital yang keadaan tereksitasi berenergi lebih tinggi [6]. Spektrofotometri UV-Vis mampu mendeteksi senyawa-senyawa yang memiliki warna atau gugus kromofor dalam suatu sampel, sehingga kompleks yang dihasilkan oleh logam dengan reagen pengompleks seperti alizarin sulfonat dapat dengan mudah dianalisis menggunakan metode ini. Metode ini juga dikenal karena penggunaannya yang relatif mudah serta biaya analisis yang rendah [7].

Validasi metode yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti menunjukkan bahwa spektrofotometri UV-Vis dengan alizarin sulfonat sebagai reagen pengompleks memenuhi syarat validasi analitik, antara lain :

- Linearitas : $r \geq 0.99$
- Presisi: $RSD < 2\%$
- Akurasi : Recovery berkisar antara 80–110%
- LOD/LOQ: LOD hingga 0,044 $\mu\text{g/mL}$ dan LOQ 0,148 $\mu\text{g/mL}$

Tabel 1. Perbandingan Hasil Penelitian

No.	Sampel	Matriks	λ_{maks} (nm)	Recovery (%)	LOD	Pengaruh Matriks	Referensi
1	Liptint	Minyak, pewarna, dan pengawet	519	93.8-98.6	0.17	Mengganggu kestabilan kompleks jika tidak didestruksi	[8]
2	Lipstik dan <i>Eyeshadow</i>	Beeswax, lanolin, koalin, dan <i>talk</i>	493-500	99-100	0.044	Interferensi dikendalikan dengan buffer asetat pH 4	[5]
3	<i>Eyebrow pencil</i> dan <i>Eyeshadow</i>	Lemak, pigmen	525	96.2-96.4	Tidak dilaporkan	Kompleksasi terganggu tanpa destruksi yang optimal	[9]

Pengaruh Matriks Terhadap Pembentukan Kompleks

Berdasarkan **Tabel 1**, dapat dilihat bahwa keberadaan matriks dalam sampel seperti bahan dasar kosmetik (lemak, pigmen, kaolin, dll) dapat mempengaruhi efisiensi kompleksasi antara Timbal (Pb) dan alizarin sulfonat. Gangguan ini bisa berupa perubahan pH lokal, kompetisi ikatan, hingga gangguan optik. Oleh karena itu, dilakukan destruksi sampel terlebih dahulu untuk meminimalkan interferensi.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan buffer asetat pH 4 dapat membantu menjaga kestabilan kompleks Pb-alizarin. Di sisi lain, matriks kosmetik yang kompleks seperti lipstik dan eyeshadow dapat menyebabkan shifting λ_{max} atau penurunan absorbansi jika tidak ditangani

dengan tepat. Oleh karena itu, validasi metode dan preparasi yang tepat sangat penting untuk menjamin akurasi hasil

KESIMPULAN

Berdasarkan review yang telah dilakukan, Spektrofotometri UV-Vis merupakan metode alternatif yang sederhana, cepat, dan ekonomis untuk analisis timbal (Pb) dalam berbagai sampel. Reagen alizarin sulfonat mampu membentuk kompleks berwarna dengan ion Pb, yang dapat dideteksi secara spektrofotometri pada panjang gelombang sekitar 400–600 nm.

Keberhasilan analisis sangat dipengaruhi oleh keberadaan matriks dalam sampel, sehingga diperlukan proses preparasi seperti destruksi dan penggunaan buffer asetat pH 4 untuk menjaga kestabilan kompleks. Berdasarkan tinjauan beberapa penelitian, metode ini memenuhi syarat validasi analitik dan dapat menjadi solusi praktis untuk pemantauan kadar Pb.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. H. Hutuba, M. A. Maku, M. Taupik, M. Adam, A. Mu, and A. Suryadi, “Analisis Cemar Logam Berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Tembaga (Cu) pada Sungai Provinsi Gorontalo,” vol. 7, pp. 67–75, 2025.
- [2] H. Riska, W. Budianta, T. Geologi, F. Teknik, and U. G. Mada, “Pencemaran Tanah oleh Logam Berat di Kotagede , Yogyakarta,” vol. 23, no. 1, pp. 166–174, 2025, doi: 10.14710/jil.23.1.166-174.
- [3] Z. Afifah, K. Kurniyawan, and T. Huda, “Verifikasi Metode Penentuan Kadar Timbal (Pb) pada Sampel Udara Ambien Menggunakan Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES),” *IJCA (Indonesian J. Chem. Anal.*, vol. 2, no. 2, pp. 74–79, 2019, doi: 10.20885/ijca.vol2.iss2.art5.
- [4] E. Selpiana, L. Destiarti, P. Studi Kimia, F. Mipa, U. Tanjungpura, and J. H. Hadari Nawawi, “Perbandingan Metode Penentuan Pb(II) di Sungai Kapuas secara Spektrofotometri Uv-Vis Cara Kalibrasi Terpisah dan Adisi Standar,” vol. 5, no. 1, pp. 17–23, 2016.
- [5] A. P. Sakanthi, S. Aziz, S. Nabila, A. Ulya, and W. N. Auli, “Indonesian Journal of Chemical Science 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,” vol. 13, no. 3, 2024.
- [6] N. Ramdani, M. Mustam, and H. A. Azis, *Bahan Ajar Kimia Instrumentasi*. Jawa Tengah: Omera Pustaka, 2023.
- [7] U. R. Kustiawan and R. Pratiwi, “Dithizon: Agen Pengompleks untuk Analisis Logam Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS,” *Farmaka J. Unpad*, vol. 14, no. 2, pp. 308–317, 2016.
- [8] G. A. Wardani, S. L. Abiya, and F. Setiawan, “Analysis of the Lead on Lip Tint Cosmetics on the Market Using UV-Vis Spectrophotometry Method,” *EduChemia (Jurnal Kim. dan Pendidikan)*, vol. 5, no. 1, p. 87, 2020, doi: 10.30870/educhemia.v5i1.7598.
- [9] S. Fatmawati, A. Situmorang, A. N. Pitria, and N. S. Rosyidah, “Analisis Timbal Pada Pensil Alis dan Perona Mata Lokal Yang Beredar di Toko Online Menggunakan Metode Spektrofotometri Visible,” *Chim. Nat. Acta*, vol. 9, no. 2, pp. 50–57, 2021, doi: 10.24198/cna.v9.n2.34158.