

Analisis Volumetri Resorsinol Secara Bromometri Bromatometri Dalam Bidang Farmasi

Arya Angga Putra^{1*}, Tatu Amelia Putri¹, Nita Rusdiana¹

¹Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah A.R. Fachruddin, Tangerang, Indonesia

*email Korespondensi: putriamelia57784@gmail.com

ABSTRAK. Resorsinol merupakan senyawa fenolik yang banyak digunakan dalam bidang farmasi sebagai keratolitik dan antiseptik pada sediaan dermatologis. Pengawasan mutu resorsinol sangat penting untuk menjamin keamanan dan efektivitas sediaan farmasi. Bromatometri dan bromotometri merupakan metode analisis volumetri berbasis reaksi brominasi yang digunakan untuk penetapan kadar senyawa fenolik termasuk resorsinol. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji prinsip, mekanisme, kelebihan, dan keterbatasan metode bromatometri dan bromotometri berdasarkan literatur 2020 - 2025. Metode yang digunakan adalah revidi naratif dengan penelusuran literatur dari basis data ilmiah. Hasil kajian menunjukkan bahwa kedua metode bekerja berdasarkan reaksi substitusi elektrofilik aromatik antara brom dan gugus fenol resorsinol. Metode ini memiliki keunggulan berupa prosedur sederhana, biaya rendah, serta tidak memerlukan instrumen canggih. Namun demikian, metode ini memiliki keterbatasan dalam hal sensitivitas dan selektivitas dibandingkan dengan metode instrumental seperti HPLC dan voltametri. Kesimpulannya, bromatometri dan bromotometri masih relevan digunakan dalam analisis farmasi terutama pada laboratorium pendidikan dan pengujian rutin.

Kata kunci: resorsinol, bromatometri, bromotometri, farmasi

ABSTRACT. Resorcinol is a phenolic compound widely used in pharmaceutical preparations as a keratolytic and antiseptic agent. Quality control of resorcinol is essential to ensure safety and efficacy. Bromatometry and bromometry are volumetric analytical methods based on bromination reactions used for quantitative determination of phenolic compounds including resorcinol. This study aims to review the principles, mechanisms, advantages, and limitations of bromatometry and bromometry based on literature from 2020–2025. The methods show that both are based on electrophilic aromatic substitution reactions between bromine and phenolic groups of resorcinol. These methods are simple, cost-effective, and do not require sophisticated instruments. However, they have lower sensitivity and selectivity compared to instrumental methods such as HPLC and voltammetry. Therefore, these methods remain relevant for routine pharmaceutical analysis and educational laboratory use.

Keywords: resorcinol, bromatometry, bromometry, pharmaceutical



This is an open access article distributed under the terms of [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) 4.0 license.

PENDAHULUAN

Resorsinol (1,3-dihidroksibenzena) merupakan salah satu senyawa aktif turunan fenol yang diaplikasikan secara luas dalam sediaan dermatologi dan farmasi topikal, seperti krim, salep, gel, dan lotion. Senyawa ini memiliki aktivitas farmakologis ganda sebagai agen keratolitik (pengelupas kulit) dan antiseptik lokal, menjadikannya komponen utama dalam terapi jerawat, seboroik, psoriasis, serta gangguan hiperkeratosis kulit lainnya. Karakterisasi fisiko-kimia dan stabilitas resorsinol dalam matriks farmasi sangat dipengaruhi oleh paparan lingkungan, sehingga integritas strukturnya terjaga ketat selama formulasi (Seneviratne et al., 2022).

Senyawa aktif dengan indeks terapeutik yang memerlukan pengawasan kadar resorsinol dalam produk komersial harus dikontrol secara ketat agar sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh regulasi monografi resmi (United States Pharmacopeia, 2020). Serta pengawasan badan pengawas obat dan makanan (BPOM). Kesalahan dosis atau degradasi produk dapat menyebabkan efek samping toksik, mulai dari iritasi kulit parah, dermatitis kontak, hingga efek sistemik seperti gangguan tiroid akibat absorpsi perkutan berlebih (Jeżewska & Kondej, 2022; Moffat et al., 2020). Oleh karenanya, ketersediaan metode analisis kuantitatif yang valid, akurat, dan aplikatif menjadi pilar utama dalam penjamin mutu (Quality Assurance) di industri

maupun di laboratorium pengujian rutin (World Health Organization, 2021).

Pada era modern, analisis resorsinol umumnya didominasi oleh metode instrumental canggih seperti *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), spektrofotometri UV-Vis, dan teknik elektrokimia atau voltametri. Kendati menawarkan sensitivitas yang sangat tinggi, metode-metode tersebut membutuhkan biaya operasional yang mahal, preparasi sampel yang unik, pelarut organik beracun, serta ketergantungan pada instrumen yang kompleks (Biancolillo & Marini, 2021).

Sebagai alternatif yang efisien, metode volumetri klasik seperti bromatometri dan bromotometri tetap dipertahankan keberadaannya. Metode berbasis farmasi, titrasi reduksi-oksidasi (redoks), dan brominasi ini menawarkan prosedur yang relatif sederhana, murah, cepat, dan tidak memerlukan instrumen yang rumit, sehingga sangat relevan untuk diterapkan di laboratorium dengan keterbatasan fasilitas maupun untuk keperluan edukasi praktikum farmasi (Wahdania et al., 2025). Narrative review ini bertujuan untuk mengkaji secara komprehensif mengenai prinsip dasar, mekanisme reaksi, aplikasi, serta perbandingan kelebihan dan keterbatasan metode bromatometri dan bromometri dalam analisis kuantitatif resorsinol berdasarkan literatur terkini periode 2020-2025.

METODE

Penelitian ini dibuat dengan memanfaatkan pendekatan tinjauan naratif untuk mengintegrasikan data primer dan sekunder yang berkaitan dengan penggunaan volumetri dan analisis resorsinol di produk farmasi. Proses pengumpulan literatur dilakukan secara menyeluruh melalui mesin pencari dan basis data ilmiah terpercaya, seperti Google Scholar, PubMed, Science Direct, RSC Advances, serta jurnal nasional yang terakreditasi, dalam rentang waktu publikasi dari tahun 2020-2025. Strategi pencarian dokumen melibatkan beberapa kata kunci tertentu seperti 'Resorsinol,' 'Bromatometri,' 'Bromotometri,' 'Analisis Volumetri,' 'Titrasi,' serta "Analisis Farmasi." Dokumen yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi yang ketat, yaitu meliputi artikel dari jurnal ilmiah, bahan teks, atau regulasi monografi resmi baik dalam bahasa Indonesia maupun Inggris yang dengan jelas

membahas karakteristik resorsinol, menilai metode titrasi berbasis brominasi, serta menyediakan teks lengkap yang dapat diakses secara sah. Di sisi lain, artikel yang tidak relevan dengan bidang kefarmasian, memiliki data yang berulang, atau tidak menyertakan metodologi kuantitatif yang jelas dikeluarkan dari kriteria analisis (eksklusi). Data dari semua literatur yang memenuhi kriteria kemudian dikumpulkan, disaring, dan dianalisis secara deskriptif berdasarkan tema utama yang mencakup prinsip fundamental metode, mekanisme reaksi kimia, perbandingan parameter analitik, serta penilaian kelebihan dan kekurangan yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik kelarutan dan parameter fisiko-kimia penting dari resorsinol dirangkum secara rinci dalam Tabel 1. berikut.

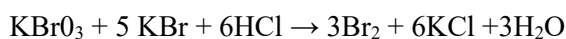
Tabel 1. Parameter Fisikokimia Senyawa Aktif Resorsinol

Parameter	Spesifikasi Kimia Dan Fisik
Nama IUPAC	Benzena (1,3-Diol)
Rumus Molekul	C ₆ H ₆ O ₂
Bobot Molekul	110,11 g/mol
Gugus Fungsi Utama	Fenoldihidrat
Organoleptis	Kristal Berbentuk Jarum, Putih Berubah Kemerahan Oleh Udara / Cahaya
Sifat Kelarutan	Sangat Mudah Larut Dalam Air, Alkohol, Gliserol, Dan Eter

Resorsinol secara struktural merupakan isomer benzena-1,3-diol dengan rumus molekul C₆H₆O₂ dan bobot molekul sebesar 110,11 g/mol. Senyawa ini memiliki karakteristik fisik berupa kristal berbentuk jarum berwarna putih, namun dapat berubah menjadi merah muda apabila terpapar oleh udara atau cahaya dalam jangka waktu tertentu. Secara kimiawi, resorsinol memiliki dua gugus fungsi hidroksil (-OH) yang terikat pada posisi meta dalam cincin aromatik, yang memberikan pengaruh elektronik yang sangat signifikan terhadap reaktivitas kimianya (Isnaeni & Dwirini, 2023). Gugus hidroksil ini berperan sebagai pengaktif cincin aromatik yang sangat kuat melalui efek resonansi atau mesomerik positif (+M). Efek pengaktifan tersebut secara dramatis meningkatkan kerapatan elektron pada posisi orto dan para terhadap kedua gugus -OH. Akibatnya, resorsinol menjadi senyawa nukleofil

yang sangat reaktif dan mudah mengalami substitusi elektrofilik, khususnya saat direaksikan dengan halogen seperti brom (Br_2) (Seneviratne *et al.*, 2022).

Untuk menganalisis kadar sediaan farmasi berdasarkan sifat nukleofil tersebut, bromatometri hadir sebagai metode titrasi reduksi-oksidasi (redoks) yang memanfaatkan kalium bromat (KBrO_3) sebagai agen pengoksidasi kuat dalam suasana asam. Prinsip dasar dari metode ini tidak melibatkan reaksi langsung antara kalium bromat dengan analit, melainkan menggunakan kalium bromat sebagai sumber penghasil gas brom (Br_2) secara in situ di dalam wadah titrasi (Wahdania *et al.*, 2025). Ketika kalium bromat dimasukkan ke dalam larutan asam kuat seperti asam klorida (HCl) yang telah mengandung kalium bromida (KBr) berlebih, akan terjadi reaksi sinproporsionasi yang menghasilkan brom bebas dengan persamaan reaksi



Brom yang terbentuk secara cepat dan kuantitatif ini kemudian menyerang cincin aromatik resorsinol melalui mekanisme substitusi elektrofilik aromatik (S_eAr). Karena tingginya reaktivitas resorsinol, substitusi brom terjadi secara penuh pada posisi C2, C4, dan C6 yang diaktifkan oleh gugus hidroksil, sehingga menghasilkan endapan putih 2,4,6-tribromoresorsinol dengan persamaan reaksi



Reaksi ini berjalan secara stoikiometrik di mana satu mol resorsinol setara dengan tiga mol (Br_2) atau satu mol (KBrO_3). Penentuan titik akhir titrasi umumnya dilakukan dengan bantuan indikator redoks seperti jingga metil (*methyl orange*) yang akan mengalami destruksi warna secara irreversibel akibat oksidasi oleh kelebihan tetesan brom bebas pertama tepat setelah seluruh resorsinol habis bereaksi (Wahdania *et al.*, 2025).

Berbeda dengan bromatometri yang menghasilkan brom secara tidak langsung, metode bromometri menggunakan larutan brom (Br_2) langsung sebagai larutan peniter atau titran. Walaupun reaksi antara larutan brom langsung dengan gugus fenolik resorsinol berjalan sangat cepat tanpa memerlukan konversi asam awal, metode ini menghadapi tantangan besar terkait stabilitas kimia larutan titran itu sendiri. Larutan brom murni bersifat sangat tidak stabil, mudah menguap, toksik, serta

konsentrasinya dapat berubah secara drastis akibat pengaruh suhu lingkungan dan paparan cahaya selama penyimpanan (Seneviratne *et al.*, 2022).

Ketidakstabilan yang tinggi ini menuntut dilakukannya standardisasi titran secara berulang dan konstan sebelum pengujian. Oleh karena itu, dalam ruang lingkup pengujian rutin di industri farmasi maupun laboratorium edukasi, bromometri langsung lebih jarang dipilih dibandingkan dengan bromatometri yang menggunakan kalium bromat sebagai baku primer yang jauh lebih stabil (Wahdania *et al.*, 2025). Secara lebih rinci, keseluruhan proses halogenasi dan brominasi resorsinol melalui metode volumetri ini berlangsung lewat empat tahapan kimia terstruktur yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tahapan Mekanisme Kimia Reaksi Volumetri Brominasi Resorsinol

Tahap	Nama Proses	Deskripsi Reaksi Kimia	Mekanisme
1	Pembentukan Br_2	Terjadi Sinproporsionasi Antara Ion BrO_3^- Dan Br^- Dalam Medium Asam Kuat (HCl) Menghasilkan Elektrofil Br_2	Reaksi Antara Ion BrO_3^- Dan Br^- Dalam Medium Asam Kuat (HCl) Menghasilkan Elektrofil Br_2
2	Aktivasi Cincin	Gugus Hidroksil ($-\text{OH}$) Menyumbangkan Densitas Elektron Ke Cincin Aromatik Via Efek + M, Mengaktifkan Posisi Karbon Nomor 2,4, dan 6	Serangan Elektrofilik Oleh Ion Bromonium (Br^+) Terhadap Karbon Cincin Yang Kaya Elektron, Membentuk Intermedit Kompleks Sigma Dan Pelepasan H^+
3	Substitusi Elektrofilik	Substitusi Berlangsung Cepat Pada 3 Posisi Hidrogen Aktif, Membentuk Produk Akhir Berupa Endapan Putih Tebal 2,4, 6-Tribromoresorsinol	Substitusi Berlangsung Cepat Pada 3 Posisi Hidrogen Aktif, Membentuk Produk Akhir Berupa Endapan Putih Tebal 2,4, 6-Tribromoresorsinol
4	Pembentukan Produk		

Berdasarkan penelusuran data hasil penelitian dalam literatur terbaru, berbagai studi telah mengkaji keandalan analisis preparat serta sifat senyawa aktif yang berasal dari fenol. Data empiris dari berbagai literatur ilmiah tersebut dikumpulkan untuk menganalisis pola parameter pengujian, kecepatan analisis, dan faktor stabilitas selama analisis

kuantitatif berlangsung didalam laboratorium. Rangkuman hasil dari penelitian - penelitian yang

terdapat dalam kelompok database refrensi ditampilkan pada Tabel 3. dibawah ini.

Tabel 3. Resume Hasil Penelitian Karakterisasi dan Analisis Kuantitatif Senyawa Fenolik

No	Peneliti/Sumber	Tahun	Sampel/Objek	Hasil Penelitian Utama
1	Alfitrah	2025	Kandungan Resorsinol Sediaan	Titration Menggunakan Sistem Insitu (Bromatometri) Terbukti Jauh Lebih Stabil, Ekonomis, Dan Konsisten Dibandingkan Bromotometri Langsung
2	Isnaeni & Dwirini	2023	Bahan Resorsinol Baku	Karakterisasi Gugus Hidroksil Benzena Dihidrat Sangat Memengaruhi Reaktivitas Dan Stabilitas Produk Akhir Sediaan Farmasi
3	Nabatian dkk	2022	Senyawa Sediaan Fenolik	Metode Instrumental Alternative Berbasis Elektrokimia Menawarkan Sensitivitas Akurasi Tinggi Namun Butuh Preparasi Khusus
4	Jeżewska & Kondej	2022	Paparan Resorsinol Lingkungan	Pentingnya Pengawasan Kadar Kuantitatif Senyawa Resorsinol Karna Sifat Toksisitasnya Jika Melebihi Ambang Batas Baku Mutu
5	Seneviratne dkk	2022	Matriks Farmasi Fenolik	Perilaku Analitik Senyawa Fenol Sangat Dipengaruhi Oleh Keberadaan Zat Pereduksi Lain Yang Dapat Mengganggu Selektivitas Titration
6	Ngamchuea dkk	2020	Oksidasi Resorsinol	Mekanisme Perpindahan Elektron Dan Kedudukan Posisi Karbon Aktif Menentukan Keberhasilan Reaksi Substitusi Pada Cincin Aromatik

Data pada Tabel 3. merefleksikan bahwa kajian terhadap resorsinol berfokus pada optimasi reaktivitas gugus fungsi serta pencarian metode analisis yang efisien. Karakteristik utama kalium bromat (KBrO₃) sebagai standar baku primer adalah stabilitas termalnya yang tinggi, tidak higroskopis, serta minimnya bias penimbangan selama proses preparasi pengujian kuantitatif (Wahdania *et al.*, 2025).

Dalam konteks penjaminan mutu sediaan komersial, pemilihan metode analisis akhir harus mempertimbangkan keseimbangan dalam efisiensi biaya dan validitas hasil sesuai standar regulasi internasional (AOAC International, 2020). Jika dibandingkan dengan metode instrumental modern seperti *High-Performance Liquid Chromatography* (HPLC), spektrofotometri UV-Vis, metode volumetri bromatometri dan bromometri memiliki profil analitis yang unik dan spesifik sebagai mana dirangkum dalam Tabel 4.

Melalui pemahaman karakteristik parameter pada Tabel 4. metode volumetri brominasi ini terbukti

memiliki keunggulan inheren berupa prosedur pengerjaan yang murah, mudah, cepat, dan tidak memerlukan kalibrasi instrumen yang rumit. Hal ini menjadikannya pilihan utama untuk pemastian kadar baku aktif (*bulk drugs*) yang belum tercampur dengan matriks eksipien kompleks (Isnaeni & Dwirini, 2023). Disisi lain, metode ini memiliki keterbatasan terutama berupa selektivitas yang rendah, dimana keberadaan senyawa fenol lain atau zat pereduksi kuat dalam sediaan farmasi dapat ikut bereaksi dengan brom dan memicu hasil positif palsu (Seneviratne *et al.*, 2022). Selain itu, karna sensitivitas nya terbatas pada skala makro, metode ini kurang aplikatif untuk analisis sediaan kosmetik atau sampel biologis yang membutuhkan deteksi komponen dalam jumlah sangat kecil (Biancolillo & Marini, 2021). Oleh sebab itu penerapan metode pada sediaan akhir komersial wajib didahului dengan proses validasi metode yang ketat guna menjamin akurasi hasil pengujian secara menyeluruh (WHO Expert Committee, 2021).

Tabel 4. Perbandingan Parameter Analitis Metode Volumetri dan Metode Instrumental

Parameter	Bromatometri/Bromotometri	HPLC	Spektrofotometri UV-Vis	Voltametri
Prinsip Kerja	Titration Redoks/Halogenasi	Pemisahan Fase Diam dan Gerak	Absorpsi Radiasi Cahaya	Oksidasi Reduksi Permukaan
Sensitivitas	Sedang (Skala Mg)	Sangat Tinggi $\mu\text{g/mL-ng/mL}$	Sedang-Tinggi	Tinggi
Selektivitas	Rendah (Terganggu Fenol Lain)	Sangat tinggi	Sedang (Rentang Tumpang-Tindih)	Sedang - Tinggi
Biaya Operasional	Sangat Rendah	Sangat Tinggi	Sedang	Rendah - Sedang
Kebutuhan Alat	Alat Gelas Standar (Buret)	Sistem HPLC Kompleks	Spektrofotometri UV-Vis	Potensiostat & Elektroda
Limbah Kimia	Asama Ringan, Garam Murni	Pelarut Organik Toksik	Pelarut Organik/Air	Larutan Penyangga

SIMPULAN

Bromatometri dan bromometri merupakan metode analisis volumetri konvensional yang handal dan presisi untuk penetapan kadar senyawa resorsinol dalam bidang farmasi. Kedua metode ini memanfaatkan reaktivitas kimia resorsinol yang tinggi terhadap reaksi substitusi elektrofilik oleh brom secara stoikiometrik. Meskipun metode instrumental modern seperti HPLC dan teknik elektrokimia menawarkan tingkat sensitivitas dan selektivitas yang jauh lebih tinggi, metode bromatometri (menggunakan KBrO_3 sebagai baku primer) tetap memegang peranan penting karena aspek ekonomisnya yang tinggi, tidak memerlukan instrumen canggih, serta prosedur pelaksanaan yang relatif cepat dan ramah untuk pengujian mutu rutin sediaan simplisitas tinggi maupun dalam modul pembelajaran di laboratorium pendidikan farmasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Nanda Qowiyyu Haqq yang telah membantu dalam pelaksanaan penyelesaian jurnal ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dukungan, bantuan dan kerja sama yang diberikan sangat berarti dalam penyelesaian penelitian ini. Semoga hasil penelitian yang disajikan dalam jurnal ini dapat memberi manfaat serta menjadi tambahan informasi dan referensi bagi pengembangan pengetahuan di masa yang akan datang.

REFERENSI

- AOAC International. (2020). Guidelines for single laboratory validation of analytical methods. In *AOAC International*.
- Biancolillo, A., & Marini, F. (2021). Chemometric methods in pharmaceutical analysis. In *Frontiers in Chemistry* (Vol. 9).
- Isnaeni, N., & Dwirini, N. (2023). Study and characterization of resorcinol raw materials. *Eruditio: Indonesia Journal of Food and Drug Safety*, 3(2).
- Jeżewska, A., & Kondej, D. (2022). Rezorcynol - Metode Oznaczenia W Powietrzu Na Stanowiskach Pracy. *Medycyna Pracy*, 73(2), 135–142. <https://doi.org/10.13075/mp.5893.01150>
- Moffat, A., Osselton, M. D., & Widdop, B. (2020). *Clarke's Analysis of Drugs and Poisons* (Fourth). Pharmaceutical Press.
- Seneviratne, K. P., Anjali, N. V. P., Senanayake, C. M., Jayathilaka, N., & Seneviratne, K. N. (2022). Ethanolic Extract Of Rice Bran: A Thermally Stable Preservat For Edible Oils And Cake. *Food Production, Processing and Nutrition*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s43014-022-00094-0>
- United States Pharmacopeia. (2020). *General chapters for pharmaceutical analysis: USP 43–NF 38*.
- Wahdania, Y., Cantika, M., Nur Alfitrah, S., Sumayyah, A., Ayu, R., Astuti, V., Amelia, K., Anadya Tri, R., Ode, W., Wahab, N., & Nadia Rahma Sainal, D. (2025). Analisis Kandungan Senyawa Resorsinol Dengan Metode Titration Bromatometri Dan Bromometri. *Jurnal Farmasi Al-Ghaffiqi (JUFAL)*, 1(1), 6–11. <https://jurnal.itkesmusidrap.ac.id/JUFAL>

WHO Expert Committee. (2021). Quality assurance of pharmaceuticals. In *WHO Expert Committee*.
World Health Organization. (2021). Guidelines for quality control of pharmaceuticals. In *World Health Organization*.