

Titration Serimetri Dalam Analisis Hidrokuinon Dan Senyawa Reduktor Pada Sediaan Farmasi Dan Kosmetik: Kajian Literatur Komparatif

Cerimetric Titration In The Analysis Of Hydroquinone And Reducing Compounds In Pharmaceutical And Cosmetic Preparations: A Comparative Literature Review

Ferdi Syaputra^{1*}, Siti Amalia Farhatul Jannah¹, Nita Rusdiana¹

¹ Program Studi Farmasi, Universitas Muhammadiyah A.R Fachruddin, Tangerang, Indonesia

*Corresponding author: ferdisyaputra707@gmail.com

ABSTRAK

Titration serimetri merupakan metode analisis volumetrik berbasis reaksi redoks yang menggunakan serium(IV) sulfat sebagai oksidator kuat. Kajian literatur ini bertujuan membandingkan penerapan metode serimetri dalam analisis hidrokuinon pada sediaan kosmetik serta senyawa reduktor lain pada sediaan farmasi, sekaligus mengevaluasi keunggulan dan keterbatasannya dibandingkan metode instrumentasi modern. Sumber data diperoleh dari sembilan artikel ilmiah nasional dan internasional yang dipublikasikan antara tahun 2007 hingga 2025. Hasil kajian menunjukkan bahwa titration serimetri mampu menghasilkan persentase perolehan kembali (recovery) yang cukup baik, berkisar antara 97,12% hingga 102,01% untuk berbagai analit. Pada konteks analisis hidrokuinon dalam krim pemutih yang beredar di Indonesia, dua dari tiga studi primer menemukan produk dengan kadar hidrokuinon melebihi batas maksimum 2% yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). Secara komparatif, metode serimetri memiliki keunggulan berupa stabilitas larutan titran, kesederhanaan prosedur, dan harga reagen yang relatif terjangkau, namun memiliki keterbatasan dalam selektivitas dibandingkan HPLC dan GC-MS. Kajian ini merekomendasikan penggunaan serimetri sebagai metode skrining awal yang diperkuat dengan konfirmasi instrumentasi untuk analisis sediaan kosmetik yang mengandung matriks kompleks.

Kata kunci: titration serimetri; hidrokuinon; krim pemutih; kosmetik; redoks; BPOM

ABSTRACT

Cerimetric titration is a volumetric analytical method based on redox reactions using cerium (IV) sulfate as a strong oxidizing agent. This literature review aims to compare the application of cerimetric methods in the analysis of hydroquinone in cosmetic preparations and other reducing compounds in pharmaceutical preparations, while evaluating its advantages and limitations compared to modern instrumental methods. Data were obtained from ten national and international scientific articles published between 2007 and 2025. Results show that cerimetric titration provides satisfactory percentage recoveries ranging from 97.12% to 102.01% for various analytes. In the context of hydroquinone analysis in whitening creams circulating in Indonesia, two out of three primary studies found products with hydroquinone levels exceeding the maximum limit of 2% set by the Indonesian Food and Drug Authority (BPOM). Comparatively, cerimetric titration offers advantages in terms of titrant stability, procedural simplicity, and relatively affordable reagents, but has limitations in selectivity compared to HPLC and GC-MS. This review recommends the use of cerimetry as a preliminary screening method reinforced by instrumental confirmation for analysis of cosmetic preparations with complex matrices..

Keywords: cerimetric titration; hydroquinone; whitening cream; cosmetics; redox; BPOM



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

PENDAHULUAN

Kosmetika pemutih kulit merupakan salah satu segmen produk kecantikan dengan tingkat konsumsi tertinggi di Indonesia, khususnya di kalangan perempuan usia produktif. Tingginya permintaan terhadap produk pemutih kulit mendorong sebagian pelaku usaha yang tidak

bertanggung jawab untuk menambahkan bahan aktif berkhasiat tinggi namun berpotensi membahayakan kesehatan konsumen, salah satunya adalah hidrokuinon (1,4-dihidroksibenzena). Berdasarkan data Public Warning yang diterbitkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) pada tahun 2024,

kosmetik ilegal yang ditemukan di pasaran masih didominasi oleh produk yang mengandung hidrokuinon dan asam retinoat. Fenomena ini menegaskan bahwa pengawasan mutu dan analisis kandungan zat aktif berbahaya pada produk kosmetik merupakan isu krusial yang berhubungan langsung dengan perlindungan kesehatan masyarakat (Carolina & Husni, 2024).

Mekanisme utama hidrokuinon sebagai agen pencerah kulit (depigmenting agent) bekerja dengan cara menghambat enzim tirosinase secara kompetitif. Hambatan ini mengintervensi jalur melanogenesis, yaitu mencegah konversi L-3,4-dihidroksifenilalanin (DOPA) menjadi melanin (Rohmayani & Subaidah, 2025). Selain itu, hidrokuinon mampu merusak struktur melanosit melalui degradasi melanosom serta menghambat sintesis DNA dan RNA seluler (Suharyani et al., 2021). Karena efektivitasnya yang tinggi dalam menekan produksi pigmen, senyawa ini sempat menjadi terapi lini pertama (gold standard) untuk mengatasi hiperpigmentasi seperti melasma.

Namun, penggunaan hidrokuinon dalam jangka panjang atau tanpa pengawasan medis dapat memicu berbagai efek samping serius. Gejala akut yang sering muncul meliputi iritasi lokal, eritema (kemerahan), dan sensasi terbakar (Carolina & Husni, 2024). Pada pemakaian kronis, risiko yang jauh lebih berbahaya dapat terjadi, seperti okronosis eksogen (perubahan warna kulit menjadi biru-kehitaman secara permanen) akibat penumpukan asam homogentisat (Suharyani et al., 2021). Lebih lanjut, senyawa ini juga dikaitkan dengan potensi efek karsinogenik (kanker kulit) serta risiko disfungsi ginjal dan hati apabila terabsorpsi secara sistemik ke dalam tubuh (Rohmayani & Subaidah, 2025).

Menyikapi bahaya tersebut, BPOM RI melalui Peraturan Nomor 23 Tahun 2019 tentang Persyaratan Teknis Bahan Kosmetika, telah melarang sepenuhnya (kadar 0%) penggunaan hidrokuinon dalam produk kosmetik perawatan kulit yang dijual bebas (BPOM RI, 2019; Carolina & Husni, 2024). Kendati demikian, penggunaannya masih dilegalkan dalam ranah medis sebagai obat keras, umumnya dengan kadar minimal 2%. Distribusi dan penggunaannya pun dibatasi secara ketat serta wajib berada di bawah diagnosis dan

pengawasan langsung dari dokter spesialis kulit (Suharyani et al., 2021).

Dalam rangka pengawasan dan penegakan regulasi tersebut, diperlukan metode analisis yang valid, andal, dan dapat diimplementasikan secara rutin. Metode analisis hidrokuinon dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif meliputi uji warna menggunakan reagen FeCl_3 dan Kromatografi Lapis Tipis (KLT), sedangkan metode kuantitatif mencakup titrasi serimetri, spektrofotometri UV-Vis, Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (HPLC), Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS), dan KLT-densitometri (Rohmayani & Subaidah, 2025; Suharyani et al., 2021). Di antara metode kuantitatif tersebut, titrasi serimetri merupakan metode konvensional yang menarik untuk dikaji mengingat prinsip dasarnya yang sederhana, sekaligus memunculkan kekhawatiran terkait selektivitasnya dalam matriks kosmetik yang kompleks (Carolina & Husni, 2024).

Titrasi serimetri didasarkan pada reaksi redoks, di mana ion serum (IV) sebagai oksidator kuat direduksi menjadi ion serum (III) oleh analit yang bersifat reduktor (Fedotova dkk., 2007). Prinsip ini tidak hanya diaplikasikan untuk analisis hidrokuinon dalam kosmetik, tetapi juga telah terbukti valid untuk analisis berbagai senyawa aktif farmasi seperti atenolol, timolol maleat, kaptopril, dan diltiazem hidroklorida, serta untuk penentuan kadar logam seperti aluminium dalam serbuk nano-aluminium (Fedotova dkk., 2007) dan besi (II) dalam sediaan farmasi (Astuti dkk., 2016; Teheni dkk., 2023). Keunggulan utama metode ini adalah stabilitas larutan titran serum (IV) sulfat yang lebih baik dibandingkan dengan kalium permanganat, tidak memerlukan perlindungan khusus dari cahaya, dan tidak mengalami perubahan konsentrasi yang signifikan pada pendidihan. Namun, metode ini juga memiliki keterbatasan berupa harga reagen yang relatif mahal dan potensi kurang selektif terhadap senyawa-senyawa dengan sifat redoks serupa yang mungkin terdapat dalam matriks kosmetik (Suharyani et al., 2021).

Studi-studi terdahulu mengenai validasi dan komparasi metode analitik ini menunjukkan hasil yang bervariasi. Beberapa penelitian menyimpulkan bahwa titrasi serimetri memberikan akurasi yang dapat diterima (Putra & Sugiarto,

2016), sementara penelitian lain menemukan bahwa persentase recovery metode ini dapat melampaui batas yang disepakati secara internasional, terutama pada konsentrasi rendah (Eka Saputri & Sugiarto, 2016). Oleh karena itu, kajian literatur komparatif ini diperlukan untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai penerapan, keunggulan, keterbatasan, dan relevansi titrasi serimetri dibandingkan dengan metode analisis lainnya dalam konteks analisis hidrokuinon pada sediaan kosmetik dan senyawa reduktor pada sediaan farmasi. Kajian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah bagi peneliti, analis laboratorium, dan regulator dalam memilih metode analisis yang paling sesuai.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain kajian literatur naratif komparatif (narrative comparative literature review). Pencarian artikel dilakukan secara daring melalui basis data Google Scholar, PubMed, dan portal jurnal nasional terakreditasi SINTA menggunakan kombinasi kata kunci: "titrasi serimetri", "cerimetric titration", "analisis hidrokuinon kosmetik", "hydroquinone cosmetic analysis", "serimetri hidrokuinon", dan "redox titration pharmaceutical". Artikel yang diinklusi harus memenuhi kriteria kualifikasi sebagai berikut: (1) memuat metode titrasi serimetri sebagai metode utama atau pembanding, (2) objek analisis berupa hidrokuinon dalam kosmetik atau senyawa reduktor dalam sediaan farmasi, (3) menyajikan data validasi metode atau kadar analit secara kuantitatif, (4) dipublikasikan dalam rentang tahun 2007 hingga 2025, dan (5) tersedia dalam format teks lengkap (full text). Artikel yang tidak memenuhi kriteria tersebut, atau yang hanya memuat analisis kualitatif tanpa data kuantitatif, diecualikan dari proses pengkajian.

Dari proses seleksi yang dilakukan, diperoleh sembilan artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Yang meliputi studi primer analisis hidrokuinon pada kosmetik di Kota Baubau oleh Teheni et al. (2023) dan di Yogyakarta oleh Astuti et al. (2016), tiga artikel review komprehensif mengenai regulasi, efek samping, dan metode analisis kosmetik (Carolina & Husni, 2024;

Rohmayani & Subaidah, 2025; Suharyani et al., 2021), serta empat jurnal aplikasi serimetri lainnya yang mencakup analisis sediaan obat antihipertensi (El-Didamony & Erfan, 2011), material nano-aluminium (Fedotova et al., 2007), hingga studi komparasi kadar besi(II) terhadap metode spektrofotometri UV-Vis dan permanganometri (E.S. & Sugiarto, 2016; Putra & Sugiarto, 2016).

Seluruh artikel diekstraksi datanya secara sistematis, meliputi aspek: jenis sampel, metode kualitatif, metode kuantitatif, jenis indikator, prosedur titrasi, hasil penetapan kadar atau recovery, serta kesimpulan validasi yang dilaporkan. Data hasil ekstraksi tersebut kemudian disusun ke dalam tabel perbandingan komprehensif dan dianalisis secara deskriptif kualitatif.

Analisis dilakukan secara mendalam terhadap aspek-aspek berikut: (1) keragaman aplikasi titrasi serimetri pada berbagai matriks sampel, (2) konsistensi prosedur dan kondisi analisis antarstudi, (3) perbandingan akurasi dan presisi metode serimetri terhadap metode instrumentasi seperti HPLC dan spektrofotometri UV-Vis, (4) kepatuhan terhadap regulasi BPOM mengenai batas maksimum hidrokuinon dalam kosmetik, serta (5) identifikasi kesenjangan (gap) penelitian sebagai dasar rekomendasi studi lanjutan.

HASIL

Profil Artikel yang Dikaji

Berdasarkan seleksi literatur yang dilakukan, diperoleh sepuluh artikel ilmiah dalam rentang tahun publikasi 2007 hingga 2025. Artikel-artikel tersebut mencakup berbagai konteks aplikasi titrasi serimetri, mulai dari analisis kosmetik pemutih kulit, sediaan farmasi antihipertensi, hingga material energetik berupa nano-aluminium. Keragaman konteks aplikasi ini menunjukkan bahwa titrasi serimetri merupakan metode yang versatil dan adaptif terhadap berbagai jenis matriks analitik. Secara metodologis, seluruh studi menggunakan serum (IV) sulfat sebagai oksidator utama dalam reaksi redoks, meskipun terdapat variasi dalam pemilihan indikator, konsentrasi titran, dan prosedur preparasi sampel.

Tabel 1. Perbandingan Metode, Sampel, Indikator, dan Hasil dari Artikel yang Dikaji

Penulis / Tahun	Sampel	Metode Kualitatif	Metode Kuantitatif	Indikator Titrasi	Kadar Hidrokuinon (%)
Teheni et al., 2023	2 merek krim pemutih (A & B), Kota Baubau	-	Titration Serimetri	Difenilamin (violet)	A: 1,12%; B: 1,81%
Astuti et al., 2016	14 merek krim pemutih minimarket Minomartani, Yogyakarta	KLT (toluen:asam asetat glasial 8:2)	Titration Serimetri	Difenilamin (violet)	1,60%–13,99%; 8/9 sampel positif >2%
Rohmayani & Subaidah, 2025	Krim pemutih (review berbagai studi)	Uji warna (FeCl ₃), KLT	HPLC, UV-Vis, GC-MS, Titration Serimetri	Difenilamin (violet/merah)	Bervariasi (terdeteksi pada produk ilegal)
Suharyani et al., 2021	Krim kosmetik (review)	Reaksi warna (FeCl ₃ , Benedict, o-fenantrolin), KLT	Serimetri, UV-Vis, HPLC, KLT-densitometri, GC-MS	Difenilamin	Bervariasi; HPLC dinilai terbaik kuantitatif
Carolina & Husni, 2024	Krim pemutih & krim malam (review 2013–2023)	KLT, uji warna FeCl ₃	UV-Vis, Serimetri, KLT-densitometri, HPLC	Difenilamin (violet)	Bervariasi; masih banyak produk mengandung HQ
El-Didamony & Erfan, 2011	Sediaan farmasi (atenolol, timolol, kaptopril, diltiazem)	-	Serimetri spektrofotometri (indirect, methyl orange, 510 nm)	Methyl orange (tidak berubah warna saat akhir titrasi)	Recovery 99,87%–102,01%; valid vs metode resmi
E.S. & Sugiarso, 2016	Larutan Fe (II) standar (1,5 & 3 ppm)	-	Serimetri vs Spektrofotometri UV-Vis (kompleks Fe-fenantrolin)	Feroin (merah ke biru pucat)	Serimetri: 111% (di atas batas); UV-Vis: 105,6% (lebih akurat)
Putra & Sugiarso, 2016	Larutan Fe (II) 5 ppm	-	Permanganometri vs Serimetri	Feroin (serimetri); auto-indikator (permanganometri)	Serimetri: 97,30%; Permanganometri: 97,12%; setara
Fedotova et al., 2007	Serbuk nano-aluminium (9 sampel)	-	Serimetri back titration (Ce ⁴⁺ excess, titration balik dengan garam Mohr)	Phenylanthranilic acid / ferroin	Al aktif 76,1%–95,5%; RSD <0,8%

Perbandingan Prinsip dan Prosedur Titrasi Serimetri

Seluruh artikel yang dikaji menggunakan prinsip dasar yang sama dalam titrasi serimetri, yaitu reaksi oksidasi reduktor oleh ion Ce⁴⁺ yang direduksi menjadi Ce³⁺, dengan persamaan reaksi: $\text{Ce}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ce}^{3+}$. Namun, terdapat variasi signifikan dalam pemilihan indikator dan prosedur standarisasi. Pada studi-studi analisis hidrokinon dalam kosmetik (Teheni et al., 2023; Astuti et al.,

2016), Hal ini berbeda dengan pendekatan yang dilakukan oleh El-Didamony dan Erfan (2011), yang menerapkan metode tidak langsung (indirect method); sisa serium(IV) berlebih yang tidak bereaksi dengan obat diukur secara spektrofotometri melalui dekolonisasi pewarna metil oranye pada panjang gelombang 510 nm. Pendekatan tidak langsung ini menawarkan sensitivitas yang lebih tinggi karena mengeliminasi

subjektivitas operator dalam menentukan titik akhir titrasi secara visual.

Variasi lain yang perlu dicermati adalah perbedaan konsentrasi titran yang digunakan. Studi-studi primer di Indonesia umumnya menggunakan larutan serum(IV) sulfat dengan normalitas 0,1 N (Astuti et al., 2016; Teheni et al., 2023). Sebaliknya, El-Didamony dan Erfan (2011) menggunakan konsentrasi titran yang jauh lebih encer, sedangkan (Fedotova et al. (2007) mengaplikasikan larutan berkonsentrasi 0,20–0,25 N dikombinasikan dengan metode titrasi balik (back titration) menggunakan garam Mohr.

Perbedaan konsentrasi ini berimplikasi langsung pada batas deteksi (limit of detection) serta sensitivitas analisis. Secara teoritis, penggunaan titran yang lebih encer mampu meningkatkan akurasi untuk analit berkadar rendah, namun di sisi lain memperbesar risiko terjadinya over-titration dan kesalahan pembacaan volume meniskus buret. Hal inilah yang mendasari munculnya variasi akurasi antarstudi. Selain itu, prosedur standarisasi larutan Ce^{4+} juga belum seragam; sebagian studi menggunakan natrium oksalat atau asam arsen trioksida (Astuti et al., 2016), dan sebagian lainnya menggunakan Ferrous Ammonium Sulfate (FAS) (Putra & Sugiarso, 2016). Ketidakkonsistenan ini berpotensi menjadi sumber variabilitas antar-laboratorium yang perlu distandarisasi.

Akurasi dan Presisi: Perbandingan Serimetri dengan Metode Lain

Kajian komparatif terhadap parameter akurasi titrasi serimetri menunjukkan hasil yang beragam, tergantung pada jenis analit dan kompleksitas matriks sampel. Pada studi El-Didamony dan Erfan (2011) yang menganalisis zat aktif antihipertensi dalam sediaan farmasi yang relatif murni, metode serimetri tidak langsung menghasilkan persentase recovery yang sangat baik (99,87%–102,01%) dengan nilai Relative Standard Deviation (RSD) yang rendah. Hasil tersebut sejalan dengan temuan Putra dan Sugiarso (2016) yang melaporkan nilai recovery serimetri sebesar 97,30% untuk analisis Fe (II), nilai yang sebanding dengan metode permanganometri (97,12%). Nilai presisi yang sangat baik juga dilaporkan oleh Fedotova et al. (2007) dengan

perolehan nilai RSD $<0,8\%$ pada analisis serbuk nano-aluminium. Berbagai temuan ini membuktikan bahwa titrasi serimetri sangat reliabel untuk analisis senyawa reduktor dalam matriks yang sederhana atau sampel yang telah melalui tahap purifikasi.

Namun, karakteristik performa metode ini berubah ketika diaplikasikan pada matriks kosmetik yang kompleks. Studi E.S. dan Sugiarso (2016) yang membandingkan serimetri dengan spektrofotometri UV-Vis untuk analisis Fe (II) menemukan bahwa metode serimetri menghasilkan recovery hingga 111%, yang mana telah melampaui batas keberterimaan internasional (80%–110%). Fenomena ini mengindikasikan bahwa titrasi serimetri rentan terhadap interferensi matriks; komponen pengeksipien lain di dalam sampel dapat ikut teroksidasi oleh titran Ce^{4+} sehingga memicu terjadinya overestimasi kadar analit.

Dalam konteks analisis krim pemutih, matriks sampel mengandung komponen kompleks seperti emulgator, pengawet, pengompleks, pewangi, serta basis krim yang secara teoritis dapat bertindak sebagai reduktor pengganggu. Oleh karena itu, artikel review dari Rohmayani dan Subaidah (2025) secara eksplisit menyatakan bahwa HPLC merupakan metode yang paling direkomendasikan oleh regulasi resmi dan BPOM untuk analisis kuantitatif, karena memiliki kemampuan resolusi yang tinggi untuk memisahkan analit dari komponen pengganggu matriks sebelum sistem deteksi dilakukan.

Temuan Kadar Hidrokuinon dan Implikasi Regulasi

Di antara studi primer yang menganalisis sediaan krim pemutih secara langsung, terdapat temuan krusial yang memerlukan perhatian serius dari aspek regulasi kesehatan. Teheni et al. (2023) melaporkan kadar hidrokuinon pada dua merek krim yang diuji masing-masing sebesar 1,12% dan 1,81%, di mana kedua angka tersebut berada di bawah ambang batas 2%. Berdasarkan data tersebut, penulis menyimpulkan bahwa produk tersebut "aman digunakan". Kesimpulan tersebut perlu dikritisi karena mengandung kelemahan logika regulasi: kadar yang berada di bawah 2% tidak serta-merta mengindikasikan bahwa kosmetik

tersebut aman. Berdasarkan Peraturan BPOM Nomor 23 Tahun 2019, hidrokuinon telah dilarang sepenuhnya (0%) untuk ditambahkan ke dalam kosmetik perawatan kulit yang dijual bebas. Batas kadar 2% yang sering dirujuk merupakan regulasi lama yang kini sudah tidak berlaku untuk sediaan kosmetik bebas. Dengan demikian, adanya temuan positif hidrokuinon dalam kadar berapa pun sudah dikategorikan sebagai pelanggaran regulasi hukum.

Di sisi lain, Astuti et al. (2016) melaporkan temuan yang jauh lebih mengkhawatirkan. Dari 14 sampel krim pemutih yang disampling di minimarket, 9 sampel (64,29%) dinyatakan positif mengandung hidrokuinon melalui pengujian KLT. Dari 9 sampel positif tersebut, 8 sampel (88,89%) memiliki kadar hidrokuinon yang melampaui batas 2%, dengan rentang kadar yang masif antara 3,28% hingga 13,99%. Kadar ekstrem sebesar 13,99% ditemukan pada produk kosmetik yang tidak ternotifikasi oleh BPOM dan dijual dengan harga yang sangat murah di pasaran.

Temuan ini membawa implikasi klinis yang serius bagi kesehatan publik. Penggunaan hidrokuinon dengan kadar >5% dapat memicu eritema akut dan iritasi kulit yang parah, sedangkan konsentrasi kronis >10% berkorelasi langsung dengan peningkatan risiko efek karsinogenik dan kejadian okronosis eksogen. Perbedaan hasil yang mencolok antara studi Teheni et al. (2023) dan Astuti et al. (2016) menunjukkan bahwa profil risiko sangat dipengaruhi oleh pemilihan lokasi sampling serta legalitas saluran distribusi produk. Hal ini mengisyaratkan urgensi dilaksanakannya surveilans berkala dengan cakupan wilayah sampling yang lebih luas, representatif, serta menjangkau platform e-commerce (online marketplace).

Rekomendasi Penggunaan Metode dan Arah Penelitian Lanjutan

Berdasarkan sintesis data komparatif, titrasi serimetri memiliki posisi strategis sebagai metode penapisan awal (first-line screening) untuk analisis hidrokuinon, khususnya pada laboratorium dengan fasilitas instrumen yang terbatas (Rohmayani & Subaidah, 2025). Keunggulannya dalam hal stabilitas titran, kepraktisan prosedur, serta efisiensi biaya reagen membuat metode ini sangat aplikatif untuk laboratorium pengujian di daerah.

Kendati demikian, setiap hasil positif atau meragukan dari titrasi serimetri wajib dikonfirmasi dengan metode instrumentasi yang lebih valid seperti HPLC atau GC-MS, terutama ketika dihadapkan pada sampel berkandungan matriks tebal. (Suharyani et al. (2021) menegaskan bahwa HPLC tetap menjadi gold standard untuk analisis kuantitatif berkat efisiensi pemisahan senyawa, selektivitas yang tinggi, serta kapabilitas untuk melakukan analisis simultan multikomponen. Rekomendasi integrasi metode ini sejalan dengan Peraturan BPOM Nomor HK.03.1.23.08.11.07331 Tahun 2011 yang menetapkan KLT dan HPLC sebagai metode analisis resmi kosmetika (Carolina & Husni, 2024; Astuti et al., 2016).

Beberapa kesenjangan penelitian yang teridentifikasi dari kajian ini perlu diisi oleh studi-studi lanjutan. Pertama, Belum tersedianya studi komparasi yang memvalidasi akurasi metode serimetri secara head-to-head langsung terhadap HPLC menggunakan variasi matriks krim yang sama dalam jumlah sampel yang representatif secara statistik (Eka Saputri & Sugiarto, 2016). Kedua, Sebagian besar peneliti lokal menggunakan metode preparasi yang serupa (ekstraksi menggunakan etanol dan natrium sulfat anhidrat), namun belum ada evaluasi sistematis mengenai efisiensi persen perolehan ekstraksi serta investigasi mendalam terhadap potensi zat reduktor pengganggu dari basis krim (Astuti et al., 2016; Teheni et al., 2023). Ketiga, Diperlukan perluasan pemantauan (surveillance) mutu kosmetik secara digital, mengingat masifnya peredaran kosmetik ilegal yang mengandung hidrokuinon di platform e-commerce (Carolina & Husni, 2024). Keempat, Studi validasi penuh metode titrasi serimetri pada matriks kosmetik yang mengacu pada parameter standar komprehensif International Council for Harmonisation (ICH) Q2(R2)—seperti spesifisitas, linearitas, batas deteksi (LOD), batas kuantisasi (LOQ), presisi (repeatability & intermediate precision), akurasi, dan robustness—belum pernah dilaporkan secara utuh dalam literatur yang dikaji, sehingga hal ini menjadi agenda riset yang mendesak untuk diselesaikan.

SIMPULAN

Kajian literatur komparatif menunjukkan bahwa titrasi serimetri merupakan metode

volumetrik berbasis reaksi redoks yang valid dan reliabel untuk menganalisis senyawa aktif reduktor pada sediaan farmasi dan kosmetik. Recovery pada matriks sederhana mencapai 97,12–102,01%, tetapi pada krim kosmetik yang kompleks dapat terjadi interferensi yang menyebabkan overestimasi kadar analit. Hal ini dapat diatasi melalui optimasi preparasi sampel atau kombinasi dengan metode instrumental. Studi di Indonesia juga menunjukkan masih ditemukannya kosmetik pemutih ilegal yang mengandung hidrokuinon melebihi batas yang diperbolehkan. Oleh karena itu, titrasi serimetri dapat digunakan sebagai metode skrining awal yang cepat dan ekonomis, sedangkan HPLC atau GC-MS diperlukan untuk konfirmasi dan penegakan regulasi. Validasi metode sesuai ICH Q2(R2) tetap diperlukan untuk meningkatkan keandalan hasil analisis.

REFERENSI

- Astuti, D. W., Prasetya, H. R., & Irsalina, D. (2016). Hydroquinone identification in whitening creams sold at minimarkets in Minomartani, Yogyakarta. *Journal of Agromedicine and Medical Sciences*, 2(1), 13–19.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2019). *Peraturan BPOM Nomor 23 Tahun 2019 tentang Persyaratan Teknis Bahan Kosmetika*. Jakarta: BPOM RI.
- Carolina, T., & Husni, P. (2024). Review artikel: Metode analisa asam retinoat dan hidrokuinon pada sediaan kosmetik. *Farmaka*, 22(1), 84–94.
- E.S., D. A. T., & Sugiarso, R. D. (2016). Perbandingan metode analisa kadar besi antara serimetri dan spektrofotometer UV-Vis dengan pengompleks 1,10-fenantrolin. *Akta Kimia Indonesia*, 1(1), 8–13.
- El-Didamony, A. M., & Erfan, E. A. H. (2011). Cerimetric determination of four antihypertensive drugs in pharmaceutical preparations. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 56(4), 875–880.
- Fedotova, T. D., Glotov, O. G., & Zarko, V. E. (2007). Application of cerimetric methods for determining the metallic aluminum content in ultrafine aluminum powders. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 32(2), 160–164.
- Putra, F. A., & Sugiarso, R. D. (2016). Perbandingan metode analisis permanganometri dan serimetri dalam penentuan kadar besi (II). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(1), C-10–C-13.
- Rohmayani, F. P., & Subaidah, W. A. (2025). Review: Metode analisis hidrokuinon dalam kosmetik. *CERATA Jurnal Ilmu Farmasi*, 16(1), 9–20.
- Song, H., Jeong, D., & Lee, M. (2021). Bioactivity-guided extract optimization of osmanthus fragrans of phillyrin. *Plants*, 10(8), 1545.
- Suharyani, I., Karlina, N., Rahmi, N., Salsabila, D. Z., Annisa, N., Sadira, A., Astuti, S. Y., & Rahmasari, Y. (2021). Review: Analisis kualitatif dan kuantitatif hidrokuinon dalam sediaan kosmetika. *Journal of Pharmacopolium*, 4(3), 162–173.
- Teheni, M. T., Supardi, S., & Mustiqawati, E. (2023). Kadar senyawa hidroquinon pada krim pemutih wajah yang beredar di Kota Baubau. *Jurnal Promotif Preventif*, 6(1), 48–53.