

Review: Metode Analisis Hidrokuinon Dalam Kosmetik

Febriana Putri Rohmayani ^{1*}, Windah Anugrah Subaidah ²

^{1,2} Program Studi Farmasi, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

*Email: febrianaputri422@gmail.com

Abstract

Hydroquinone is a skin-whitening agent commonly used in cosmetic products. This compound works by inhibiting the conversion of DOPA to melanin through the inhibition of the enzyme tyrosinase. The use of hydroquinone may cause side effects such as skin irritation, redness, burning sensation, ochronosis, and even an increased risk of cancer. Therefore, its use is prohibited in cosmetic products sold in Indonesia. This study aims to provide comprehensive information on the various methods used to identify and quantify hydroquinone levels in cosmetic products. The research was conducted through a literature review of national and international articles. The results of the study indicate that methods for identifying hydroquinone include color tests and thin-layer chromatography, while quantification can be carried out using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC), Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS), UV-Vis Spectrophotometry, and Cerimetric Titration.

Keywords: Hydroquinone; analysis methods; identification; quantification

Abstrak

Hidrokuinon adalah agen pemutih wajah yang sering digunakan dalam produk kosmetik. Senyawa ini bekerja dengan menghambat konversi DOPA menjadi melanin melalui penghambatan enzim tirosinase. Penggunaan hidrokuinon dapat menimbulkan efek samping seperti iritasi kulit, kemerahan, sensasi terbakar, *okronosis*, bahkan meningkatkan risiko kanker. Oleh karena itu, penggunaannya dilarang dalam produk kosmetik yang beredar di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan informasi komprehensif mengenai berbagai metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengukur kadar hidrokuinon dalam produk kosmetik. Metode penelitian dilakukan melalui studi literatur dari artikel nasional dan internasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang dapat digunakan untuk identifikasi hidrokuinon meliputi Uji Warna dan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) sedangkan pengukuran kadar dapat dilakukan dengan metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT), Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS), Spektrofotometri UV-Vis, serta Titrasi Serimetri

Kata Kunci: Hidrokuinon; metode analisis; identifikasi; penetapan kadar.

1. PENDAHULUAN

Kosmetika adalah bahan atau sediaan yang dirancang untuk diaplikasikan pada bagian luar tubuh manusia termasuk kulit, rambut, dan kuku. Tujuan utama penggunaannya adalah untuk membersihkan, mewangikan, mengubah penampilan, memperbaiki bau badan, melindungi, atau memelihara tubuh dalam kondisi baik (BPOM RI, 2019). Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Hasrin & Sidik, 2023), kosmetik telah menjadi

kebutuhan mendasar bagi perempuan karena perannya dalam meningkatkan rasa percaya diri. Fenomena ini menyebabkan tingginya permintaan kosmetik. Namun, pelaku usaha yang tidak bertanggung jawab memanfaatkan hal ini untuk meraih keuntungan cepat dengan memproduksi dan mengedarkan produk yang tidak memenuhi syarat, termasuk kosmetik yang mengandung bahan berbahaya (BPOM RI, 2024). Pada tahun 2023, BPOM menemukan kosmetik

ilegal senilai total Rp7,7 miliar dan merilis daftar 947 produk kosmetika yang ditarik peredarannya dari pasar karena mengandung substansi-substansi berbahaya (BPOM RI, 2023). Dalam data *Public Warning* yang diterbitkan oleh BPOM, kosmetik ilegal yang ditemukan pada tahun ini didominasi oleh produk kosmetik yang mengandung hidrokuinon dan asam retinoat (BPOM RI, 2024).

Hidrokuinon (1,4-dihydroxybenzene) merupakan agen lini pertama dalam terapi medis untuk hiperpigmentasi. Hidrokuinon umum digunakan sebagai pemutih dalam produk kosmetik dan dianggap paling efektif dibandingkan agen pemutih lainnya karena mampu menghasilkan efek yang cepat meskipun digunakan dalam konsentrasi rendah (Fajri, 2020). Namun, penggunaan hidrokuinon dalam kosmetik dapat menyebabkan berbagai efek samping seperti iritasi kulit, kemerahan, sensasi terbakar, dan juga telah terbukti menyebabkan *okronosis eksogen* yang biasanya terlihat setelah enam bulan pemakaian. Jika kulit sudah mengalami penggelapan, kondisinya akan sulit diatasi karena bersifat permanen (Gimeno et al., 2016). Efek samping lainnya dari penggunaan hidrokuinon jangka panjang adalah risiko kanker kulit serta gangguan fungsi ginjal dan hati (Fajri, 2020). Sesuai

dengan Peraturan BPOM No. 23 Tahun 2019 tentang Persyaratan Teknis Bahan Kosmetika (BPOM RI, 2019), senyawa hidrokuinon dilarang digunakan dalam produk kosmetika yang beredar di Indonesia.

Metode analisis hidrokuinon dapat dibagi menjadi dua kategori utama: kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan hidrokuinon dalam sampel kosmetik sedangkan metode kuantitatif berfokus pada pengukuran kadar hidrokuinon secara akurat. Mengacu pada Peraturan BPOM Nomor HK.03.1.23.08.11.07331 Tahun 2011 tentang Metode Analisis Kosmetika, identifikasi dan penetapan kadar hidrokuinon dalam kosmetika umumnya dilakukan menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) (BPOM RI, 2011). Akan tetapi, dalam berbagai penelitian, para peneliti juga memanfaatkan metode lain seperti uji warna, spektrofotometri UV-VIS, titrasi serimetri, dan GC-MS. Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan informasi komprehensif mengenai berbagai metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengukur hidrokuinon dalam produk kosmetik.

2. METODE

Metode penulisan *review* artikel ini dilakukan dengan pencarian literatur secara daring melalui database Google Scholar. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi “hidrokuinon”, “metode analisis”, “identifikasi hidrokuinon”, dan “penetapan kadar hidrokuinon”. Artikel yang diambil memenuhi kriteria inklusi, yaitu terbitan dari tahun 2014 hingga 2024, tersedia dalam format *full text*, serta mencakup metode analisis dan hasil penelitian yang relevan. Sementara itu, jurnal yang tidak memenuhi kriteria—seperti yang terbit di luar rentang tahun tersebut, tidak tersedia dalam format *full text*, atau tidak mencakup metode analisis dan hasil—

akan dikeluarkan dari analisis. Berdasarkan proses pencarian ini, berhasil diidentifikasi 4 artikel nasional dan 12 artikel internasional yang sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hidrokuinon (1,4-dihydroxybenzene) merupakan agen lini pertama dalam terapi medis untuk hiperpigmentasi (Rahmayuni et al., 2018). Senyawa ini tergolong dalam kategori obat keras yang hanya dapat digunakan melalui resep dari dokter. Mekanisme hidrokuinon sebagai agen pemutih adalah dengan mengurangi produksi pigmen melanosit dengan menghambat konversi DOPA menjadi melanin melalui

penghambatan enzim tirosinase. Mekanisme lain juga termasuk penghambatan sintesis DNA dan RNA, degradasi melanosom, dan penghancuran melanosit (Rahmayuni et al., 2018). Hidrokuinon adalah senyawa gugus fenol yang mudah larut dalam air, etanol dan eter (Kemenkes RI, 2020). Ciri khas dari sediaan yang mengandung hidrokuinon adalah perubahan warna menjadi kecoklatan ketika terkena udara bebas. Hal ini disebabkan karena fenol merupakan senyawa yang cepat mengalami oksidasi, sehingga jika dibiarkan terbuka di udara, dapat mengalami perubahan warna akibat hasil oksidasi (Yulia et al., 2020). Hidrokuinon dilarang dalam kosmetik karena efek sampingnya yang berbahaya diantaranya dapat menyebabkan *okronosis eksogen*

hingga risiko kanker kulit apabila pemakaian jangka panjang.

Metode analisis hidrokuinon dapat dibagi menjadi dua kategori utama: kualitatif dan kuantitatif seperti yang terdapat dalam Tabel 1 dan Tabel 2. Metode kualitatif bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan hidrokuinon dalam sampel kosmetik sedangkan metode kuantitatif berfokus pada pengukuran kadar hidrokuinon secara akurat. Analisis hidrokuinon secara kualitatif dapat dilakukan melalui uji warna dan dengan menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Analisis kuantitatif dapat dilakukan secara konvensional seperti titrimetri maupun instrumental seperti spektrofotometri dan kromatografi (Gandjar & Rohman, 2007).

Hasil Tinjauan Literatur

Tabel 1. Metode Analisis Hidrokuinon secara Kualitatif

Metode Analisis	Jumlah Jurnal
Uji warna	5
Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	5

Tabel 2. Metode Analisis Hidrokuinon secara Kuantitatif

Metode Analisis	Jumlah Jurnal
Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT)	5
Spektrofotometri UV-VIS	5
Titration Serimetri	3
Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS)	2

Identifikasi senyawa dengan uji warna dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai pereaksi dan metode, tergantung pada jenis senyawa yang ingin diidentifikasi. Hidrokuinon yang merupakan golongan fenol dapat diidentifikasi dengan pereaksi FeCl_3 dan pereaksi benedict (Yulia et al., 2020). Uji warna merupakan teknik analisis yang sederhana, biaya operasional murah, dan mendapatkan hasil yang cepat. Uji warna efektif untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa tertentu dalam sampel secara kualitatif, terutama senyawa yang menghasilkan warna karakteristik. Namun, uji warna tidak dapat mengidentifikasi senyawa yang tidak

menghasilkan perubahan warna, sehingga tidak berlaku universal.

Kromatografi adalah teknik analisis yang digunakan untuk memisahkan campuran tertentu menjadi komponen-komponennya. Dalam identifikasi dan penetapan kadar hidrokuinon, kromatografi yang dapat dimanfaatkan adalah Kromatografi Lapis Tipis (KLT), Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT), dan Kromatografi Gas-Spektrometri massa (GCMS). Prinsip pemisahan dalam kromatografi adalah pemisahan campuran berdasarkan distribusi komponen-komponennya di antara dua fase, yaitu fase diam dan fase gerak. Teknik KLT memanfaatkan fase

diam yang berupa plat tipis silika, sementara fase geraknya dapat berupa air atau pelarut organik (Ahsan, 2020). Teknik KCKT menggunakan fase diam dalam bentuk kolom yang berisi silika yang dimodifikasi secara kimia, silika yang tidak dimodifikasi, atau polimer yang terdiri dari stiren dan divinil benzena. Untuk fase geraknya, digunakan larutan organik atau non-organik (Suprianto, 2018). Teknik GCMS menggunakan fase diam berupa adsorben padat (Gas-Solid Chromatography, GSC)) atau cairan yang dilapisi pada media inert (Gas-Liquid Chromatography, GLC) dan fase geraknya berupa zat inert seperti helium ataupun nitrogen.

Kelebihan KLT dibandingkan kromatografi lainnya adalah alat yang sederhana dan mudah didapatkan, pemisahan zat kimia yang mudah dan cepat serta hanya membutuhkan sampel dalam jumlah kecil. Jika dibandingkan dengan kromatografi kertas, pemisahan sampel menggunakan teknik ini dapat terlihat lebih jelas (Ahsan, 2020). Namun, karena memiliki fase diam yang pendek, pemisahannya terbatas dibandingkan dengan teknik kromatografi lain yang menawarkan resolusi pemisahan lebih tinggi, seperti KCKT atau GC. KCKT dapat memberikan resolusi dan kecepatan analisis yang lebih tinggi dibandingkan dengan kromatografi cair lainnya. Kelebihan lainnya adalah waktu analisis relatif singkat, volume sampel yang digunakan sedikit, dapat menganalisis senyawa organik, anorganik, dan senyawa kompleks, serta kolom yang dapat digunakan kembali (Suprianto, 2018). Disamping kelebihan, KCKT memiliki beberapa keterbatasan, yaitu biaya yang tinggi karena membutuhkan banyak bahan organik yang mahal. Untuk senyawa yang bersifat volatil, gas kromatografi lebih cocok dibandingkan dengan KCKT. Disisi lain, GCMS menawarkan pemisahan yang sangat sensitif, presisi, dan akurat. Akan tetapi hanya dapat menganalisis senyawa yang mudah menguap.

Spektrofotometri UV-Vis merupakan metode analisis spektroskopi

yang memanfaatkan sumber radiasi elektromagnetik dalam rentang ultraviolet dekat (190-380 nm) dan sinar tampak (380-780 nm) dengan menggunakan instrumen yang disebut spektrofotometer. Metode ini dapat melakukan penentuan pada sampel berupa larutan, gas, dan uap (Yulia et al., 2020). Kelebihan Spektrofotometer UV-Vis meliputi kemampuan untuk menentukan kuantitas zat dalam konsentrasi kecil dengan ketelitian tinggi, biaya rendah, waktu analisis singkat, serta dapat menganalisis senyawa organik dan anorganik secara selektif (Kurniawan et al., 2022). Namun, spektrofotometer UV-Vis memiliki keterbatasan dalam hal selektivitas terhadap senyawa dengan sifat kimia yang mirip. Spektrofotometri UV-Vis rentan terhadap interferensi dari senyawa tidak ter-target yang menyerap pada panjang gelombang yang sama. Misalnya, resorcinol memiliki struktur kimia dan berat molekul serupa dengan hidrokinon ($C_6H_6O_2$, 110,11 g/mol), sehingga keduanya dapat terdeteksi bersamaan dalam analisis. Kesamaan ini berpotensi mengganggu deteksi dan mengurangi akurasi analisis (Karnelasatri et al., 2024). Selain itu, spektrofotometer UV-Vis hanya mampu menganalisis senyawa yang memiliki gugus kromofor (Yulia et al., 2020).

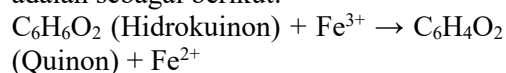
Metode serimetri adalah metode titrasi yang berdasarkan prinsip reaksi redoks. Serimetri adalah penetapan kadar reduktor dengan menggunakan larutan serum (IV) sulfat sebagai titran (oksidator) (Suharyani et al., 2021). Metode ini didasarkan pada prinsip bahwa ion serum(IV) dapat direduksi menjadi ion serum (III) oleh berbagai agen pereduksi, termasuk iodida, tiosulfat, dan asam oksalat. Serum (IV) sulfat sebagai larutan titran unggul karena dapat digunakan untuk berbagai sampel berkat sifat oksidasinya yang kuat (Gandjar & Rohman, 2007). Titrasi ini hanya dapat dilakukan dalam kondisi asam, karena dalam kondisi netral akan terbentuk endapan serum (IV) hidroksida atau garamnya (Suharyani et al., 2021).

Uji Kualitatif Hidrokuinon

Tabel 3. Analisis kualitatif dengan metode Uji Warna

Sampel	Pereaksi	Hasil positif	Referensi
Krim wajah	FeCl ₃ 5%	Perubahan warna dari hijau menjadi hitam	(Ruchiyat et al., 2023)
Krim malam	- FeCl ₃ 1% - Reagen benedict	- Terbentuk endapan kuning/kuning perak - Terbentuk endapan coklat kemerahan	(Yulia et al., 2020)
Krim wajah	- FeCl ₃ 1% - Reagen benedict	- Terbentuk warna hijau/kuning - Terbentuk warna merah bata	(Jauria et al., 2021)
Krim pemutih	- FeCl ₃ 1% - Reagen benedict	- Terbentuk warna hijau hingga hitam - Terbentuk warna merah bata	(Kurniawan et al., 2022)
Krim pemutih	- FeCl ₃ 1% - Reagen benedict	- Terbentuk endapan warna kuning - Terbentuk endapan coklat.	(Charimawati et al., 2021)

Pada uji kualitatif menggunakan uji warna dalam Tabel 3, pereaksi yang digunakan adalah FeCl₃ dan pereaksi Benedict. Kedua pereaksi ini dapat mengalami reaksi oksidasi-reduksi saat ditambahkan hidrokuinon. Adapun reaksi yang berlangsung untuk reagen FeCl₃ adalah sebagai berikut:



Sementara reaksi antara hidrokuinon dengan reagen Benedict adalah sebagai berikut:

$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2 (\text{Hidrokuinon}) + \text{Cu}^{2+} = \text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2 (\text{Kuion}) + \text{Cu}$ (Charimawati et al., 2021). Identifikasi sampel menggunakan FeCl₃ yaitu sebagai indikator, keberadaan gugus hidroksil dalam sampel akan bereaksi dengan FeCl₃ membentuk senyawa kompleks yang menghasilkan warna kuning (Jauria et al., 2021) atau warna hijau-hitam (Ruchiyat et al., 2023).

Tabel 4. Analisis kualitatif dengan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Sampel	Fase Diam	Fase Gerak	Deteksi	Referensi
Krim	Plat silika GF 254	asam asetat glasial: toluena (5:5)	Lampu UV 254 nm	(Ruchiyat et al., 2023)
Krim	Plat silika gel	metanol: kloroform (1:1)	lampu UV 254 nm	(Yulia et al., 2020)
Krim	plat KLT	metanol: etil asetat (3: 7).	-	(Dona, 2020)
Krim	plat KLT	n-hexane:aseton (60:40)	lampu UV 254 nm	(Bamidele et al., 2023)
Krim	plat KLT	fase gerak 1: metanol: kloroform (50:50) fase gerak 2: n-heksana: aseton (3:2)	lampu UV 254 nm	(Charimawati et al., 2021)

Uji kualitatif Hidrokuinon dengan metode Kromatografi Lapis Tipis yang terdapat dalam Tabel 4 didasarkan pada nilai Rf yang diperoleh. Jika nilai Rf yang diperoleh antara sampel dan baku berdekatan satu sama lain dengan perbedaan nilai $\leq 0,2$ cm, maka dinyatakan positif sedangkan nilai $\geq 0,2$ cm dinyatakan negatif (Charimawati et al., 2021). Nilai Rf dapat dihitung dengan rumus pada persamaan (1).

$$R_f = \frac{\text{jarak perpindahan analit}}{\text{jarak perpindahan eluen}} \quad (1)$$

(Ahsan, 2020).

Pada analisis KLT, fase diam yang umumnya digunakan adalah plat silika.

Hidrokuinon larut dalam air, metanol, dan eter. Akan tetapi, ia memiliki kelarutan yang lebih rendah dalam air dibandingkan dengan dua dihidroksi benzena lainnya, yang berarti hidrokuinon memiliki afinitas yang lebih rendah terhadap pelarut hidrofilik. Berdasarkan tabel 4, fase gerak yang digunakan dalam identifikasi hidrokuinon dengan KLT menunjukkan variasi yang cukup signifikan. Diantaranya adalah menggunakan metanol, asam asetat glasial, toluena, kloroform, etil asetat, aseton, dan n-hexane dengan berbagai perbandingan. Sebagian besar penelitian menggunakan lampu UV pada panjang gelombang 254 nm sebagai metode deteksi.

Uji Kuantitatif Hidrokuinon
Tabel 5. Analisis kuantitatif dengan metode KCKT

Sampel	Kondisi Operasional	LOD ($\mu\text{g/ml}$)	LOQ ($\mu\text{g/ml}$)	Referensi
Krim pemutih	Kolom: C18 [Sunfire, 250 mm x 4,6 mm, 5 μm] Fase gerak: sistem isokratik (asetonitril, metanol (90:10 v/v) dan sedikit tambahan asam asetat glasial untuk mencapai pH 5) Laju alir: 0,8 ml/menit Vol. injeksi: 20.0 μl . Detektor: UV 270 nm.	6.86	22.89	(Maggadani et al., 2019)
Krim	Kolom: Inertsil ODS 3-C18 (150 mm $\times$ 4,6 mm, 5 μm) Fase gerak: sistem isokratik (buffer fosfat 0,05 M (pH 5,0) dan asetonitril dengan rasio (10:90, v/v). Laju alir: 1 ml/menit Vol. injeksi: 20.0 μl . Detektor: DAD 265 nm	2.01	6.11	(Ibrahim et al., 2019)
Krim	Kolom: Waters X Bridge C18 (250 mm x 4.6 mm, 5 μm) Fase gerak: sistem gradien (0,1% asam format dalam air sebagai pelarut A dan asetonitril sebagai pelarut B) Laju alir: 1,2 ml/menit Vol. injeksi: 20.0 μl . Detektor: PDA 289 nm.	2.123	7.077	(Rahmayuni et al., 2018)
Krim	Kolom: synergi Hydro RP	0,1	0,3	(Wang et al.,

Sampel	Kondisi Operasional	LOD (µg/ml)	LOQ (µg/ml)	Referensi
Krim	(250×4.6 mm; 4 µm) dan kolom pelindung (guard column) LC-18 (2 cm) dari Phenomenex Fase gerak: sistem gradien (air sebagai pelarut (A) dan metanol sebagai pelarut (B), keduanya mengandung 0,1% asam asetat (v/v). Laju alir: 0,5 ml/menit Vol. injeksi: 10.0 µl. Detektor: PDA (UV) 280 nm.			2015)
	Kolom: Inertsil C18 (4.6 mm I.D. × 250 mm, 5 µm) Fase gerak: sistem isokratik (asetonitril:metanol (90:10)) Laju alir: 0,5 ml/menit Vol. injeksi: 20.0 µl. Detektor: UV 266 nm.	0,4208	1,2750	(Sheliya & Kapupara, 2014)

Penetapan kadar hidrokuinon menggunakan KCKT dapat dilihat dalam Tabel 5. Prinsip KCKT melibatkan aliran fase gerak cair melalui kolom, sebagai fase diam, menuju detektor dengan bantuan pompa. Sampel dimasukkan ke dalam aliran fase gerak melalui penyuntikan (Suprianto, 2018). Pilihan komposisi dan kombinasi fase gerak merupakan komponen yang sangat penting dalam langkah awal mengoptimalkan kondisi analisis (Maggadani et al., 2019). Fase gerak adalah campuran pelarut yang memiliki daya elusi dan resolusi yang baik terhadap senyawa dalam sampel. Daya elusi dan resolusi dipengaruhi oleh polaritas pelarut, polaritas fase diam, serta sifat fisika-kimia komponen sampel. Pemilihan komposisi fase gerak dilakukan melalui eksperimen *trial and error* hingga diperoleh kromatogram yang diinginkan (Suprianto, 2018).

Elusi dapat dilakukan dengan dua cara: isokratik, di mana komposisi fase gerak tetap konstan, atau gradien, di mana komposisi fase gerak berubah selama proses elusi. Metode elusi gradien biasanya dipilih untuk meningkatkan resolusi campuran kompleks, terutama jika sampel memiliki rentang polaritas yang luas (Suprianto, 2018). Detektor pada KCKT berfungsi untuk mendeteksi komponen-komponen sampel dalam aliran yang keluar dari kolom, dan dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis utama. Pertama, detektor universal, yang mampu mendeteksi zat secara umum tanpa bersifat spesifik atau selektif, seperti detektor indeks bias dan detektor spektrometri massa. Kedua, detektor spesifik, yang hanya mendeteksi senyawa tertentu dengan tingkat spesifisitas dan selektivitas yang tinggi, seperti detektor UV-Vis, detektor fluoresensi, dan detektor elektrokimia (Dong, et al. 2006 dalam (Suprianto, 2018).

Tabel 6. Analisis kuantitatif dengan metode Spektrofotometri UV-VIS

Sampel	Pelarut	Panjang gelombang max (nm)	LOD (µg/mL)	LOQ (µg/mL)	Referensi
Krim malam	etanol 96%	293	1,1211	3,7370	(Yulia et al., 2020)

Sampel	Pelarut	Panjang gelombang max (nm)	LOD (µg/mL)	LOQ (µg/mL)	Referensi
Krim wajah	etanol 96% + reagen phloroglucinol 1%	541	0.637	2.124	(Ruchiyat et al., 2023)
Krim pemutih	Etanol p.a	294,2	0,2742	0,9140	(Kurniawan et al., 2022)
Krim pemutih	methanol	294 ± 2	18.642	62,142	(Jauria et al., 2021)
Krim pemutih	H2SO4	288	0.25	0.83	(Zainudin & Azhar, 2022)

Hidrokuinon dapat dianalisis dengan spektrofotometri UV-Vis seperti yang dilihat dalam tabel 6 karena senyawa ini menyerap radiasi di daerah UV akibat adanya gugus kromofor (Arifiyana et al., 2019). Metode ini menawarkan waktu analisis yang lebih cepat dan biaya lebih terjangkau dibandingkan dengan GC-MS (Karnelasatri et al., 2024). Konsentrasi hidrokuinon dalam spektrofotometri UV-

Vis dihitung menggunakan persamaan regresi, yaitu berdasarkan kurva standar konsentrasi versus absorbansi. Kemudian konsentrasinya dihitung menggunakan persamaan (2) dan (3). Persamaan tersebut melibatkan nilai absorbansi (y), *slope* (a), *intercept* (b), konsentrasi regresi (x), volume sampel (V), dan faktor pengenceran (Fp).

$$y = ax + b \quad (2)$$

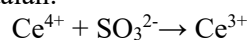
$$\text{konsentrasi hidrokuinon} = \frac{X \text{ (ppm)} \times V \text{ (mL)} \times FP}{\text{bobot sampel (mg)}} \quad (3)$$

Tabel 7. Analisis kuantitatif dengan metode Titrasi

Sampel	Bahan yang digunakan	Titik akhir titrasi	Referensi
Krim wajah	20 mg sampel; 10 mL H ₂ SO ₄ 0,01 N; 5 tetes indikator difenilamin; Serium (IV) Sulfat 0,01 N	Ungu/merah	(Karnelasatri et al., 2024)
Krim pemutih	± 20 mg sampel; 10 ml H ₂ SO ₄ 0.1 N; 3 tetes indikator difenilamin; Serium (IV) Sulfat 0,1 N	Ungu	(Astuti et al., 2016)
Body lotion	200 mg sampel; 10 ml H ₂ SO ₄ 0.1 N; 3 tetes indikator difenilamin; Serium (IV) Sulfat 0,1 N	Violet	(Pradiningsih et al., 2022)

Penetapan kadar hidrokuinon metode titrasi serimetri seperti dalam Tabel 7 memiliki prinsip dasar serupa dengan metode titrasi redoks lainnya, di mana titik ekuivalen tercapai saat jumlah elektron yang dilepaskan oleh agen pengoksidasi setara dengan jumlah elektron yang diterima oleh agen

pereduksi. Reaksi redoks yang terjadi adalah:



Titrasi dilakukan dengan menggunakan indikator difenilamin. Indikator ini dapat menghasilkan warna pada saat akhir titrasi yakni ditandai dengan perubahan warna dari merah muda menjadi violet (Astuti et al., 2016). Konsentrasi agen pereduksi

dapat dihitung dari volume dan konsentrasi larutan serum (IV) yang digunakan dalam titrasi dengan rumus pada persamaan (4).

$$\% = \frac{N \times mL \text{ titran} \times BE}{mg \text{ sampel}} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :

N = Normalitas serum

mL titran = Jumlah ml titrasi sampai larutan berwarna violet

Tabel 8. Analisis kuantitatif dengan metode GC-MS

Sampel	Larutan Uji	Hasil		Referensi
		Positif	Negatif	
Krim	5 g sampel diekstraksi dalam 50 mL metanol dan diaduk hingga homogen. Larutan dipisahkan dengan sentrifuge. 30 mL bagian cairan yang diperoleh dimasukkan ke dalam corong pisah dan ditambahkan 30 mL kloroform, diikuti dengan ekstraksi cair-cair. Larutan dibiarkan hingga metanol dan kloroform terpisah. Larutan kloroform yang dihasilkan kemudian dianalisis.	0	6	Karnelasatri, et al. 2024
Krim	3 g sampel dimasukkan ke dalam gelas beker 100 mL. Ditambahkan 12 mL etanol (grade KCKT) lalu diaduk secara menyeluruh dan dihomogenkan dalam penangas air pada suhu 65°C selama 15 menit untuk pemisahan lemak yang sempurna. Campuran kemudian didinginkan dalam penangas es dan disaring. Filtrat yang diperoleh kemudian dianalisis.	10	0	(Alnuwaiser, 2020)

Penetapan kadar menggunakan GCMS dalam Tabel 8 merupakan metode analisis yang mengintegrasikan kromatografi gas dan spektrometri massa untuk mengidentifikasi berbagai senyawa dalam sampel yang diuji. Pemisahannya didasarkan pada titik didih molekul. Saat sampel diuapkan, molekul dengan titik didih terendah akan keluar dari kolom terlebih dahulu dan molekul dengan titik didih tertinggi akan keluar dari kolom paling akhir (Vishwakarma, 2021). Untuk menentukan konsentrasi hidrokuinon dalam sampel menggunakan metode GC-MS, analisis dimulai dengan pengamatan kromatogram untuk melihat puncak-puncak senyawa berdasarkan waktu

retensi. Senyawa diidentifikasi menggunakan *similarity index* yang membandingkan pola fragmentasi massa dengan basis data NIST. *similarity index* yang digunakan berkisar antara 70-99%, dengan nilai yang lebih tinggi menunjukkan kecocokan yang lebih kuat antara puncak fragmentasi pada kromatogram gas dan senyawa yang dianalisis. Jika hidrokuinon terdeteksi, konsentrasinya dihitung berdasarkan persentase area puncak pada kromatogram (Karnelasatri et al., 2024). Kadar senyawa dihitung dari persamaan kurva kalibrasi yang menghubungkan konsentrasi analit sebagai sumbu X dan respon instrumen berupa area puncak sebagai sumbu Y.

Berdasarkan tinjauan literatur, metode KLT paling banyak digunakan untuk analisis kualitatif hidrokuinon karena keunggulannya dalam hal kesederhanaan alat, biaya yang rendah, serta kemampuannya untuk memberikan hasil cepat. Meskipun demikian, metode ini memiliki keterbatasan dalam hal resolusi pemisahan jika dibandingkan dengan metode kromatografi lainnya, seperti HPLC. Untuk analisis kuantitatif, HPLC merupakan metode yang paling banyak digunakan karena menawarkan sensitivitas, selektivitas, dan presisi tinggi. Selain itu, HPLC memiliki fleksibilitas dalam mengoptimalkan parameter analisis, seperti fase gerak, kolom, dan detektor sehingga memungkinkan deteksi hidrokuinon dalam konsentrasi yang sangat kecil. Sebaliknya, metode seperti spektrofotometri UV-Vis lebih sederhana dan hemat biaya tetapi memiliki kelemahan dalam selektivitas terhadap senyawa dengan struktur kimia serupa. GC-MS, meskipun sangat akurat dan sensitif, lebih jarang digunakan karena keterbatasan biaya dan kebutuhan akan senyawa volatil.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, metode yang dapat digunakan untuk identifikasi hidrokuinon meliputi Uji Warna dan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) sedangkan pengukuran kadar dapat dilakukan dengan metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT), Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS), Spektrofotometri UV-Vis, serta Titrasi Serimetri. Di antara metode tersebut, KLT merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk analisis kualitatif hidrokuinon, sementara HPLC menjadi metode yang paling sering digunakan untuk analisis kuantitatif.

REFERENSI

- Ahsan, I. (2020). *Kromatografi Lapis Tipis Prinsip dan Cara Kerja*.
- Alnuwaiser, M. A. (2020). *An Estimation Study to Determine the Percentage of Hydroquinone Levels in situ Skin Lightening Creams Using GC-MS and HPLC Spectroscopic Instruments*. 40(6).
- Arifiyana, D., Harjanti, Y. S., & Ebtavanny, T. G. (2019). Analisis Kuantitatif Hidrokuinon pada Produk Kosmetik Krim Pemutih yang Beredar di Wilayah Surabaya Pusat dan Surabaya Utara dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Akta Kimia Indonesia*, 4(2), 107. <https://doi.org/10.12962/j25493736.v4i2.5532>
- Astuti, D. W., Prasetya, H. R., & Irsalina, D. (2016). Hydroquinone Identification in Whitening Creams Sold at Minimarkets in Minomartini, Yogyakarta. *Journal of Agromedicine and Medical Sciences*, 2(1), 13. <https://doi.org/10.19184/ams.v2i1.1859>
- Bamidele, O. D., Kayode, B. A., Eniayewu, O. I., Adegbola, A. J., Olatoye, R. S., Njinga, N. S., Abdullahi, S. T., & Bakare-Odunola, M. T. (2023). Quality assessment of hydroquinone, mercury, and arsenic in skin-lightening cosmetics marketed in Ilorin, Nigeria. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47160-2>
- BPOM RI. (2011). Peraturan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.03.1023.08.11.07331 Tahun 2011 Tentang Metode Analisis Kosmetika. In *Jakarta : BPOM*.
- BPOM RI. (2019). Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 23 Tahun 2019 Tentang Persyaratan Teknis Bahan Kosmetik. In *Bpom Ri* (Vol. 2010).
- BPOM RI. (2023). *BPOM Kembali Tindak Pelanggaran Pabrik Kosmetik Illegal*. <https://www.pom.go.id/berita/bpom-kembali-tindak-pelanggaran-pabrik-kosmetika-ilegal>
- BPOM RI. (2024). *Public Warning Kosmetik Mengandung Bahan Berbahaya/Dilarang*. Public Warning Kosmetik Mengandung Bahan Berbahaya/Dilarang. <https://publicwarningkos.pom.go.id/pwk-osmetik2021/index.php>
- Charimawati, N. A., Erikania, S., & Ayuwardani, N. (2021). Analisis Kadar Hidrokuinon Pada Krim Pemutih Yang

- Beredar Online Dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis (Klt) Dan Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Kartika Kimia*, 4(2). <https://doi.org/10.26874/jkk.v4i2.79>
- Dona, R. (2020). Qualitative and Quantitative Analysis of Hydroquinone in Face Cream with TLC and HPLC Methods. *Jurnal Midpro*, 12(2), 157–162. <https://doi.org/10.30736/md.v12i2.175>
- Fajri, M. (2020). Validasi metode analisis identifikasi simultan Hidrokuinon dan Asam Retinoat secara UHPLC-PDA dalam sediaan semi solida. *Erudito : Indonesia Journal of Food and Drug*, 1(1).
- Gandjar, I. G., & Rohman, A. (2007). *Kimia Farmasi Analisis*. Pustaka Pelajar.
- Gimeno, P., Maggio, A. F., Bancelhon, M., Lassu, N., Gornes, H., Brenier, C., & Lempereur, L. (2016). HPLC-UV method for the identification and screening of hydroquinone, ethers of hydroquinone and corticosteroids possibly used as skin-whitening agents in illicit cosmetic products. *Journal of Chromatographic Science*, 54(3), 343–352. <https://doi.org/10.1093/chromsci/bmv147>
- Hasrin, A., & Sidik, S. (2023). Tren Kecantikan dan Identitas Sosial: Analisis Konsumsi Kosmetik dan Objektifikasi Diri di Kalangan Perempuan Kota Palopo. *Jurnal Analisa Sosiologi*, 12(4), 740–757.
- Ibrahim, F., Sharaf El-Din, M. K., El-Deen, A. K., & Shimizu, K. (2019). A new HPLC-DAD method for the concurrent determination of hydroquinone, hydrocortisone acetate and tretinoin in different pharmaceuticals for melasma treatment. *Journal of Chromatographic Science*, 57(6), 495–501. <https://doi.org/10.1093/chromsci/bmz020>
- Jauria, Sukanto, K., & Hutuba, A. (2021). *Analysis of Hydroquinone Content in Whitening Cream Circulated in Gorontalo City Using Uv-Vis Spectrophotometry*.
- Karnelasatri, Tahya, C. Y., Adila, M. U., Hayrd, J., & Munthe, S. W. N. (2024). Indonesian Journal of Chemical Research Analysis of Hydroquinone in Face Whitening Cream by UV-Vis Spectrophotometry and GC-MS Spectrometry. *J. Chem. Res*, 11(3), 205–211. <https://doi.org/10.30598/ijcr>
- Kemenkes RI. (2020). *Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Stroke*.
- Kurniawan, E. N., Nugraha, F., & Kurniawan, H. (2022). Analysis of Hydroquinone Content in Whitening Cream by Spectrophotometry UV-Vis Method (Analisis Kandungan Hidrokuinon Pada Krim Pemutih dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*, 4(3). <https://doi.org/10.37311/jsscr.v4i3.15285>
- Maggadani, B. P., Harmita, Harahap, Y., & Hutabalian, H. L. N. (2019). Simultaneous identification and quantification of hydroquinone, tretinoin and betamethasone in cosmetic products by isocratic reversed phase high performance liquid chromatography. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 11(3), 181–185. <https://doi.org/10.22159/ijap.2019v11i3.32297>
- Pradiningsih, A., Leny Nopitasari, B., Kusuma Wardani, A., Rahmawati, C., & Darwati, E. (2022). Identifikasi Senyawa Hidrokuinon Dan Merkuri Pada Sediaan Whitening Body Lotion Yang Beredar Di Klinik Kecantikan. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 3(1).
- Rahmayuni, E., Harmita, H., & Suryadi, H. (2018). Development and validation method for simultaneous analysis of retinoic acid, hydroquinone and corticosteroid in cream formula by high-performance liquid chromatography. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 8(9), 87–92. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2018.8913>
- Ruchiyat, Z., Jannah, N. R., & Shalihah, A. (2023). Qualitative and Quantitative Analysis of Hydroquinone Content in Marketplace Facial Whitening Creams. *Chimica Didactica Acta*, 11(1), 21–25. <https://doi.org/10.24815/jcd.v11i1.32162>

- Sheliya, K., & Kapupara, K. S. and P. (2014). Development and validation of analytical method for simultaneous estimation of mometasone furoate, hydroquinone and tretinoin in topical formulation by RP-HPLC. *Available Online Wwww.Jocpr.Com Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(4), 934–940.
- Suharyani, I., Karlina, N., Hidayati, N. R., Salsabila, D. Z., Annisa, N., Sadira, A., Astuti, S. Y., & Rahmasari, Y. (2021). Analisis Kualitatif Dan Kuantitatif Hidrokuinon Dalam Sediaan Kosmetika. *Journal of Pharmacopolium*, 4(3), 162–173.
<https://doi.org/10.36465/jop.v4i3.807>
- Suprianto, S. (2018). *Parameter Optimasi dan Validasi Metode Ultra Fast Liquid Chromatography*.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.1436904>
- Vishwakarma, S. K. (2021). *Principle, Instrumentation, and Applications of Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17482.08646>
- Wang, Y. H., Avonto, C., Avula, B., Wang, M., Rua, D., & Khan, I. A. (2015). Quantitative determination of α -arbutin, β -arbutin, kojic acid, nicotinamide, hydroquinone, resorcinol, 4-methoxyphenol, 4-ethoxyphenol, and ascorbic acid from skin whitening products by HPLC-UV. *Journal of AOAC International*, 98(1), 5–12.
<https://doi.org/10.5740/jaoacint.14-123>
- Yulia, R., Ismi, M., & Hasanah, Z. (2020). Analisis Hidrokuinon Pada Beberapa Sediaan Krim Malam Dengan Spektrofotometri Uv-Vis. *SCIENTIA J. Far. Kes*, 10(2).
- Zainudin, N. S., & Azhar, N. F. (2022). Spectrophotometric Method for Hydroquinone Determination in Skin Whitening Creams. *ESTEEM Academic Journal*, 18(March), 104–114.