

Analysis of Hydroquinone and Mercury in Whitening Hand and Body Lotions Marketed through Offline and Online Channels Using Spectrophotometric Methods

Analisis hidrokuinon dan merkuri pada hand body lotion pencerah yang dipasarkan melalui kanal offline dan online menggunakan metode spektrofotometri

Erda Marniza ^{a*}, Resmila Dewi ^b, Alfira Amalia ^c

^a Diploma Program in Pharmacy, STIKes Assyifa Aceh, Banda Aceh, Aceh, Indonesia.

^b Undergraduate Program in Pharmacy, STIKes Assyifa Aceh, Banda Aceh, Aceh, Indonesia.

^c Undergraduate Student, Pharmacy Study Program, STIKes Assyifa Aceh, Banda Aceh, Aceh, Indonesia.

*Corresponding author: emarniza@gmail.com

Abstract

Whitening hand and body lotions are widely used cosmetic products, but unregulated products may contain prohibited depigmenting agents such as mercury and hydroquinone. This laboratory study screened eight lotion products marketed in Banda Aceh, comprising three products purchased through online channels and five products obtained from offline outlets. Mercury and hydroquinone were screened qualitatively using 0.5 N potassium iodide and 1% ferric chloride, respectively. Hydroquinone was assessed by UV-visible spectrophotometry, whereas mercury was measured by atomic absorption spectrophotometry. Hydroquinone was not detected in any sample. Samples 4, 5, 7, and 8 produced positive qualitative reactions for mercury. The corresponding calculated readings were 0.0085, 0.0084, 0.0030, and 0.0032 mg/L, respectively; however, all values were below the reported method detection limit (0.058 mg/L) and quantification limit (0.175 mg/L). Accordingly, these values should be interpreted as estimated signals rather than validated quantitative confirmation. The findings indicate a presumptive mercury-related safety concern in four products and support confirmatory testing with a more sensitive, fully validated method. Negative findings for the two analytes do not establish the overall safety of the products.

Keywords: atomic absorption spectrophotometry; hydroquinone; mercury; skin-lightening lotion; UV-visible spectrophotometry

Abstrak

Hand body lotion pencerah merupakan produk kosmetik yang banyak digunakan, tetapi produk yang tidak terawasi dapat mengandung bahan pencerah terlarang, seperti merkuri dan hidrokuinon. Penelitian laboratorium ini menapis delapan produk lotion yang dipasarkan di Banda Aceh, terdiri atas tiga produk yang dibeli melalui kanal online dan lima produk dari gerai offline. Merkuri dan hidrokuinon diuji secara kualitatif masing-masing menggunakan kalium iodida 0,5 N dan besi(III) klorida 1%. Hidrokuinon dianalisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis, sedangkan merkuri diukur dengan spektrofotometri serapan atom. Hidrokuinon tidak terdeteksi pada seluruh sampel. Sampel 4, 5, 7, dan 8 menunjukkan reaksi kualitatif positif terhadap merkuri. Nilai hasil perhitungan masing-masing sebesar 0,0085; 0,0084; 0,0030; dan 0,0032 mg/L, tetapi seluruhnya berada di bawah batas deteksi metode (0,058 mg/L) dan batas kuantifikasi (0,175 mg/L). Oleh karena itu, angka tersebut harus ditafsirkan sebagai sinyal estimatif, bukan konfirmasi kuantitatif tervalidasi. Temuan ini menunjukkan dugaan masalah keamanan terkait merkuri pada empat produk dan memerlukan pengujian konfirmasi dengan metode yang lebih sensitif dan tervalidasi penuh. Hasil negatif terhadap kedua analit tidak membuktikan keamanan produk secara keseluruhan.

Kata kunci: hidrokuinon; lotion pencerah; merkuri; spektrofotometri serapan atom; spektrofotometri UV-Vis



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v9i3.1708>

Article History:

Received: 14/05/2026,
Revised: 09/07/2026,
Accepted: 09/07/2026,
Available Online: 21/08/2026.

QR access this Article



Pendahuluan

Preferensi terhadap kulit cerah merupakan fenomena sosial yang dipengaruhi oleh konstruksi kecantikan, paparan media, dan kapital budaya. Dalam konteks ini, penggunaan produk pencerah tidak semata-mata didorong oleh kebutuhan kosmetik, tetapi juga oleh persepsi mengenai daya tarik, penerimaan sosial, dan citra diri [1-3].

Tingginya permintaan terhadap hasil pencerahan yang cepat dapat meningkatkan kerentanan konsumen terhadap produk ilegal atau produk dengan komposisi yang tidak dinyatakan secara memadai. Produk semacam ini dapat dipasarkan dengan klaim berlebihan dan informasi keamanan yang terbatas, sehingga perlindungan konsumen, pengawasan distribusi, serta edukasi mengenai bahan berbahaya menjadi penting [4,5,10].

Sejumlah penelitian di Indonesia telah melaporkan pemeriksaan hidrokuinon dan merkuri pada lotion atau krim pencerah yang diperoleh dari klinik, pasar, dan platform e-commerce. Hasil antarpemeriksaan bervariasi, tetapi secara konsisten menunjukkan bahwa produk tanpa pengawasan memadai tetap berpotensi mengandung bahan yang tidak sesuai dengan persyaratan kosmetik [6-9]. Variasi kanal penjualan juga relevan karena distribusi online dapat memperluas akses terhadap produk yang identitas, notifikasi, atau rantai pasoknya sulit diverifikasi.

Hidrokuinon menurunkan pembentukan melanin terutama melalui penghambatan tirosinase, sedangkan senyawa merkuri dapat mengganggu aktivitas enzim yang mengandung gugus sulfhidril dan menimbulkan efek toksik pada ginjal, sistem saraf, serta kulit [11,14-16]. Organisasi Kesehatan Dunia menegaskan bahwa produk pencerah kulit yang mengandung merkuri masih dapat ditemukan, termasuk melalui internet, meskipun telah dilarang di banyak negara [13,17]. Di Indonesia, Peraturan BPOM Nomor 25 Tahun 2025 menggantikan ketentuan sebelumnya, termasuk Peraturan BPOM Nomor 17 Tahun 2022, dan menjadi acuan terkini mengenai persyaratan teknis bahan kosmetik [12,22]. Penelitian ini bertujuan menapis hidrokuinon dan merkuri serta mengevaluasi hasil pengukurannya pada delapan hand body lotion pencerah yang dipasarkan melalui kanal offline dan online di Banda Aceh.

Metode

Penelitian ini merupakan studi deskriptif laboratorik dengan pendekatan potong lintang yang dirancang untuk menapis keberadaan hidrokuinon dan merkuri pada produk hand body lotion pencerah. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada Mei-November 2025. Uji kualitatif dilakukan di Laboratorium Kimia STIKes Assyifa Aceh, sedangkan pengukuran kuantitatif dilakukan di Laboratorium Keamanan Pangan, Dinas Pangan Aceh. Pendekatan penelitian menggabungkan reaksi warna sebagai penapisan awal dengan pengukuran instrumental untuk mengevaluasi respons analitik sampel.

Unit analisis terdiri atas delapan produk hand body lotion pencerah yang diberi kode sampel 1-8. Kode yang sama digunakan secara konsisten pada tahap pencatatan kanal pembelian, penelusuran nomor notifikasi, uji kualitatif, preparasi sampel, pengukuran instrumental, dan penyajian hasil. Dengan cara ini, hubungan antara karakteristik produk dan hasil setiap tahap analisis dapat ditelusuri tanpa menampilkan identitas merek. Alur penelitian meliputi pemilihan dan pengkodean sampel, pencatatan informasi produk, uji kualitatif hidrokuinon dan merkuri, preparasi matriks lotion, pembuatan seri standar, pengukuran menggunakan spektrofotometri UV-Vis atau spektrofotometri serapan atom, pembentukan persamaan

regresi, serta interpretasi hasil berdasarkan rentang kalibrasi, batas deteksi, dan batas kuantifikasi. Penelitian menggunakan sampel produk komersial dan tidak melibatkan intervensi terhadap manusia maupun hewan.

Alat dan bahan

Peralatan utama meliputi spektrofotometer UV-Vis, spektrofotometer serapan atom (SSA), neraca analitik, penangas air, pipet volumetrik, labu ukur, gelas kimia, Erlenmeyer, tabung reaksi, corong, kertas saring, dan peralatan gelas laboratorium lainnya. Bahan yang digunakan meliputi sampel hand body lotion pencerah, kalium iodida (KI) 0,5 N, asam klorida 4 N, natrium hidroksida 0,5 N, besi(III) klorida (FeCl_3) 1%, etanol 96%, floroglusin 1%, baku hidrokuinon, larutan baku merkuri, asam nitrat 65%, dan akuades.

Desain dan pengambilan sampel

Delapan merek hand body lotion pencerah dipilih secara purposif berdasarkan ketersediaan produk yang memiliki maupun tidak memiliki nomor notifikasi BPOM. Sampel 1, 2, dan 4 diperoleh melalui kanal online, sedangkan sampel 3, 5, 6, 7, dan 8 diperoleh dari gerai offline di Banda Aceh. Seluruh identitas merek disandikan dengan nomor 1-8 untuk penyajian hasil.

Pemilihan secara purposif dimaksudkan untuk memperoleh variasi produk berdasarkan kanal pembelian dan keberadaan nomor notifikasi yang dilaporkan pada kemasan atau informasi produk. Oleh karena itu, sampel tidak diperlakukan sebagai sampel acak yang mewakili seluruh hand body lotion di Banda Aceh. Kanal pembelian dan status penelusuran notifikasi digunakan sebagai karakteristik deskriptif, bukan sebagai variabel untuk menguji hubungan sebab-akibat atau memperkirakan prevalensi produk yang mengandung bahan terlarang.

Prosedur analisis

Uji kualitatif merkuri menggunakan KI 0,5 N

Sebanyak 1 mL larutan uji dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan lima tetes KI 0,5 N. Pembentukan endapan merah-jingga dicatat sebagai reaksi positif presumtif terhadap merkuri [9,18]. Blanko digunakan sebagai pembanding visual pada uji merkuri. Respons sampel dinilai positif apabila terbentuk endapan merah-jingga yang dapat dibedakan dari blanko, sedangkan tidak terbentuknya endapan dicatat sebagai hasil negatif. Karena reaksi ini bersifat penapisan, hasil positif dilaporkan sebagai positif presumtif dan selanjutnya dibandingkan dengan hasil pengukuran instrumental.

Uji kualitatif hidrokuinon menggunakan FeCl_3 1%

Sebanyak 0,1 g sampel dilarutkan dalam 5 mL etanol hingga homogen, kemudian ditambahkan sekitar lima tetes FeCl_3 1%. Perubahan warna menjadi hijau hingga hitam dicatat sebagai reaksi positif presumtif terhadap hidrokuinon [9,18]. Pengamatan dilakukan terhadap perubahan warna larutan setelah penambahan pereaksi. Warna hijau sampai hitam ditetapkan sebagai respons positif presumtif, sedangkan tidak adanya perubahan warna khas dicatat sebagai hasil negatif. Kriteria ini digunakan secara seragam untuk seluruh sampel; namun, hasil kualitatif tetap ditafsirkan dengan mempertimbangkan warna awal dan kompleksitas matriks lotion.

Analisis kuantitatif hidrokuinon dan merkuri

Preparasi sampel untuk analisis hidrokuinon dengan spektrofotometri UV-Vis

Sebanyak 25 mg sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL dan dilarutkan dengan etanol 96% hingga tanda batas. Setelah disaring, 5 mL filtrat ditambahkan masing-masing 1 mL floroglusin 1% dan NaOH 0,5 N, kemudian dipanaskan pada 70 °C selama 50 menit. Setelah dingin, larutan diencerkan kembali dengan etanol 96% hingga 10 mL dan diukur pada panjang gelombang 353 nm [18-20].

Preparasi sampel untuk analisis merkuri dengan spektrofotometri serapan atom

Sebanyak 1 g sampel ditambahkan 10 mL akuades dan dipanaskan hingga matriks lotion terdispersi. Setelah dingin, fase cair diuapkan; residu kemudian ditambahkan 10 mL aqua regia ($\text{HCl}:\text{HNO}_3$, 3:1) dan dipanaskan hingga hampir kering. Residu dilarutkan dengan 5 mL akuades, dididihkan, disaring, dan filtrat diencerkan hingga 25 mL sebelum pengukuran SSA [18]. Tahap destruksi dimaksudkan untuk menguraikan komponen organik matriks dan melepaskan analit ke dalam larutan sehingga gangguan pada proses atomisasi dapat dikurangi.

Filtrat akhir diperlakukan sebagai larutan uji merkuri. Konsentrasi yang diperoleh langsung dari persamaan regresi dinyatakan terlebih dahulu sebagai mg/L larutan uji. Apabila hasil akan dinyatakan sebagai kadar dalam produk, nilai tersebut harus dikoreksi terhadap volume akhir, faktor pengenceran, dan massa sampel sehingga satuan pelaporan berubah menjadi mg/kg.

Analisis hidrokuinon dengan spektrofotometri UV-Vis

Pembuatan larutan induk hidrokuinon 100 mg/L

Sebanyak 10 mg baku hidrokuinon dilarutkan dengan etanol dalam labu ukur 100 mL hingga tanda batas untuk memperoleh larutan induk 100 mg/L [19,20].

Pembuatan seri larutan standar hidrokuinon

Larutan standar dibuat pada konsentrasi 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; dan 0,9 mg/L. Masing-masing larutan ditambahkan 5 mL etanol, 1 mL floroglusin 1%, dan 1 mL NaOH 0,5 N, kemudian diencerkan hingga 10 mL dan diukur pada 353 nm. Hubungan antara konsentrasi standar dan absorbansi dianalisis menggunakan regresi linear untuk memperoleh kemiringan, intersep, dan koefisien determinasi [19-21]. Persamaan tersebut digunakan untuk menghitung konsentrasi analit hanya dengan memperhatikan kesesuaian respons sampel terhadap rentang kerja kurva kalibrasi.

$$y = bx + a$$

Keterangan:

y = absorbansi

b = kemiringan kurva (slope)

a = intersep

x = konsentrasi analit

Penetapan kadar hidrokuinon dalam sampel

Konsentrasi hidrokuinon diperoleh dari persamaan regresi dan dikoreksi terhadap volume akhir, faktor pengenceran, serta massa sampel [19-21].

$$\text{Kadar hidrokuinon (\%)} = (C \times V \times FP) / (10 \times m)$$

Keterangan:

C = konsentrasi hasil regresi (mg/L); V = volume akhir (L)

FP = faktor pengenceran; m = massa sampel (g)

Analisis merkuri dengan spektrofotometri serapan atom

Pembuatan seri larutan standar merkuri

Larutan baku merkuri 1000 mg/L diencerkan menjadi 10 mg/L. Dari larutan tersebut disiapkan seri standar 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; dan 0,6 mg/L dalam labu ukur 50 mL. Absorbansi diukur pada 253,7 nm dan kurva kalibrasi dibuat dari hubungan konsentrasi terhadap absorbansi [18,21]. Respons larutan uji kemudian dievaluasi terhadap persamaan dan rentang kalibrasi. Koefisien determinasi digunakan untuk menggambarkan kedekatan data terhadap model linear, tetapi tidak diperlakukan sebagai satu-satunya bukti validitas metode karena selektivitas, akurasi, presisi, dan kesesuaian rentang juga harus dipertimbangkan [21].

Penetapan kadar merkuri dalam sampel

Konsentrasi merkuri dalam larutan uji dihitung menggunakan persamaan regresi. Kadar dalam produk secara dimensional harus memperhitungkan volume akhir, faktor pengenceran, dan massa sampel [18,21].

$$\text{Kadar Hg (mg/kg)} = (C \times V \times FP) / m$$

Keterangan:

C = konsentrasi merkuri dalam larutan uji (mg/L)

V = volume akhir (L); FP = faktor pengenceran

m = massa sampel (kg)

Batas deteksi dan batas kuantifikasi

Batas deteksi (LoD) merupakan jumlah analit terendah yang masih dapat dideteksi, tetapi belum tentu dapat dikuantifikasi secara tepat. Batas kuantifikasi (LoQ) merupakan jumlah analit terendah yang dapat

ditetapkan dengan kinerja analitik yang sesuai. Nilai LoD dan LoQ dihitung dari simpangan baku respons (σ) dan kemiringan kurva kalibrasi (b) [21].

$$\text{LoD} = 3,3(\sigma/b)$$

$$\text{LoQ} = 10(\sigma/b)$$

Keterangan: σ = simpangan baku respons; b = kemiringan kurva kalibrasi.

Nilai di bawah LoD ditafsirkan sebagai tidak terdeteksi secara andal; nilai antara LoD dan LoQ hanya dapat dilaporkan sebagai estimasi; dan nilai pada atau di atas LoQ dapat dipertimbangkan untuk kuantifikasi apabila persyaratan validasi lainnya terpenuhi [21].

Interpretasi hasil juga mempertimbangkan selektivitas reaksi kualitatif dan kemungkinan interferensi matriks lotion.

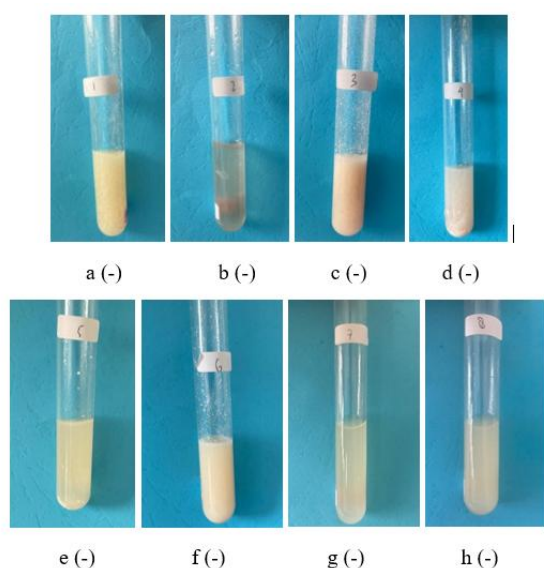
Analisis data dan kriteria interpretasi

Data dianalisis secara deskriptif berdasarkan kode sampel. Hasil uji kualitatif disajikan sebagai positif presumtif atau negatif, sedangkan hasil instrumental disajikan dalam bentuk persamaan regresi, koefisien determinasi, rentang kalibrasi, LoD, LoQ, dan nilai konsentrasi larutan uji. Tidak dilakukan uji statistik inferensial untuk membandingkan kanal online dan offline karena jumlah sampel terbatas dan pemilihannya menggunakan teknik purposif.

Interpretasi kuantitatif mengikuti prinsip kesesuaian metode dengan tujuan penggunaan [21]. Nilai di bawah LoD tidak diperlakukan sebagai hasil kuantitatif yang terkonfirmasi; nilai antara LoD dan LoQ hanya dapat dilaporkan secara estimatif; sedangkan nilai pada atau di atas LoQ masih harus berada dalam rentang kerja yang sesuai dan didukung oleh kinerja akurasi, presisi, serta selektivitas. Nilai yang diperoleh melalui ekstrapolasi di luar rentang standar tidak digunakan untuk menetapkan kepatuhan produk terhadap persyaratan regulatori.

Hasil dan Pembahasan

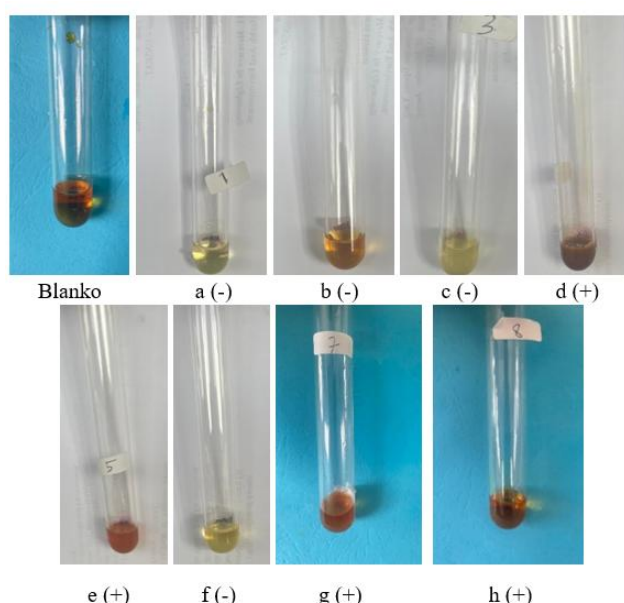
Delapan sampel dianalisis, terdiri atas tiga sampel dari kanal online (sampel 1, 2, dan 4) dan lima sampel dari gerai offline (sampel 3, 5, 6, 7, dan 8). Hasil uji kualitatif ditampilkan pada Gambar 1 dan 2, sedangkan ringkasan hasil kualitatif dan kuantitatif disajikan pada Tabel 1. Penyajian menurut kanal pembelian dimaksudkan untuk memberikan konteks distribusi sampel, bukan untuk membandingkan prevalensi antarkanal karena rancangan penelitian bersifat deskriptif dan jumlah sampel pada setiap kelompok tidak seimbang.



Gambar 1. Hasil uji kualitatif hidrokuinon menggunakan FeCl_3 1% pada sampel 1-8 (a-h); tanda (-) menunjukkan reaksi negatif.

Berdasarkan penelusuran nomor notifikasi yang dilaporkan peneliti, sampel 1, 3, 4, 5, dan 6 tercatat dalam basis data BPOM, sedangkan sampel 2, 7, dan 8 tidak ditemukan. Empat sampel menunjukkan reaksi positif presumtif terhadap merkuri, yaitu sampel 4 dan 5 yang dilaporkan memiliki nomor notifikasi serta sampel 7 dan 8 yang tidak ditemukan dalam basis data. Pola tersebut menunjukkan bahwa respons positif tidak dapat dijelaskan hanya berdasarkan ada atau tidaknya nomor notifikasi. Nomor yang tercantum pada kemasan juga perlu dicocokkan dengan nama produk, produsen, bentuk sediaan, pemegang notifikasi, dan identitas batch karena pencantuman nomor yang valid tidak dengan sendirinya menjamin keaslian setiap produk yang beredar.

Secara deskriptif, respons positif presumtif ditemukan pada satu dari tiga sampel kanal online dan tiga dari lima sampel kanal offline. Proporsi tersebut tidak boleh ditafsirkan sebagai bukti bahwa salah satu kanal lebih berisiko karena sampel dipilih secara purposif, ukuran kelompok kecil, dan merek yang diperiksa tidak identik antarkanal. Interpretasi yang lebih tepat adalah bahwa sinyal risiko ditemukan pada kedua jalur distribusi, sehingga pengawasan tidak cukup difokuskan hanya pada perdagangan elektronik atau hanya pada gerai konvensional [17,23,24,26].



Gambar 2. Hasil uji kualitatif merkuri menggunakan KI 0,5 N: blanko dan sampel 1-8 (a-h); tanda (+) menunjukkan reaksi positif presumtif dan (-) menunjukkan reaksi negatif.

Tidak ditemukannya suatu nomor pada saat penelusuran juga tidak selalu identik dengan pemalsuan karena dapat dipengaruhi oleh kesalahan penulisan, perubahan status, ketidaksesuaian nama produk, atau keterlambatan pembaruan informasi. Sebaliknya, ditemukannya nomor notifikasi tidak menggantikan pemeriksaan mutu batch. Oleh sebab itu, hasil penelusuran administratif dan hasil laboratorium harus diperlakukan sebagai dua lapis bukti yang saling melengkapi dalam tindak lanjut pengawasan.

Tabel 1. Hasil uji kualitatif dan kuantitatif hidrokuinon serta merkuri pada hand body lotion pencerah menurut kanal pembelian

No	Kanal	Kualitatif		Kuantitatif	
		Hidrokuinon	Merkuri	Hidrokuinon	Hg (mg/L)*
1	Online	Negatif	Negatif	TT	TT
2	Online	Negatif	Negatif	TT	TT
3	Offline	Negatif	Negatif	TT	TT
4	Online	Negatif	Positif	TT	0,0085*
5	Offline	Negatif	Positif	TT	0,0084*
6	Offline	Negatif	Negatif	TT	TT
7	Offline	Negatif	Positif	TT	0,0030*
8	Offline	Negatif	Positif	TT	0,0032*

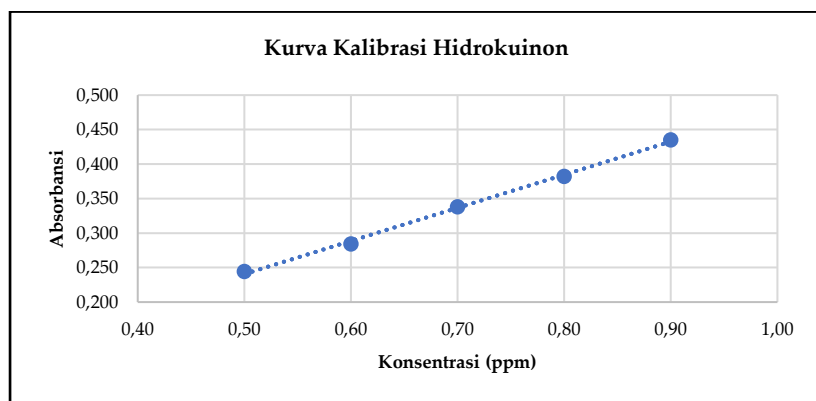
Keterangan: TT = tidak terdeteksi. *Nilai berada di bawah LoD merkuri 0,058 mg/L dan LoQ 0,175 mg/L, sehingga hanya bersifat estimatif dan bukan hasil kuantitatif tervalidasi.

Pada uji FeCl_3 1%, tidak satu pun sampel menunjukkan perubahan warna khas yang mendukung keberadaan hidrokuinon. Fe^{3+} dapat berinteraksi dengan gugus fenolik dan mendorong oksidasi hidrokuinon menjadi bentuk kuinon, sehingga terbentuk respons warna. Namun, reaksi tersebut tidak sepenuhnya spesifik. Pigmen, emulgator, pewangi, pengawet, antioksidan, dan komponen pereduksi lain dalam matriks lotion dapat mengubah intensitas warna atau menutupi respons analit [9,11,18]. Oleh karena itu, hasil negatif kualitatif hanya menunjukkan bahwa hidrokuinon tidak terdeteksi oleh prosedur penapisan yang digunakan, bukan membuktikan ketiadaan absolut analit.

Hasil negatif pada delapan sampel tidak bertentangan secara langsung dengan penelitian lain yang melaporkan hidrokuinon pada sebagian krim atau lotion pencerah [6-9,11,25]. Perbedaan temuan dapat dipengaruhi oleh variasi merek dan batch, wilayah dan waktu pengambilan sampel, status legal produk, kondisi penyimpanan, komposisi matriks, serta sensitivitas dan selektivitas metode. Dengan demikian, kesimpulan penelitian ini terbatas pada sampel yang diperiksa dan tidak dapat digunakan untuk menyatakan bahwa seluruh hand body lotion di Banda Aceh bebas hidrokuinon.

Kurva kalibrasi hidrokuinon menunjukkan hubungan linear pada rentang 0,5-0,9 mg/L dengan persamaan $y = 0,4800x + 0,0006$ dan $R^2 = 0,9980$ (Gambar 3). Nilai R^2 yang mendekati satu menunjukkan bahwa sebagian besar variasi respons dapat dijelaskan oleh model linear pada rentang standar tersebut, tetapi tidak membuktikan akurasi, presisi, atau selektivitas metode secara keseluruhan. LoD dan LoQ yang dilaporkan masing-masing sebesar 0,062 dan 0,187 mg/L. Karena seluruh sampel tidak memberikan respons analitik yang dapat diperlakukan sebagai hasil di atas batas tersebut, istilah pelaporan yang tepat adalah 'tidak terdeteksi dalam kondisi pengujian', bukan 'bebas hidrokuinon' [19-21].

Standar terendah hidrokuinon sebesar 0,5 mg/L masih berada di atas LoQ hasil perhitungan 0,187 mg/L. Artinya, kinerja kuantitatif pada konsentrasi di sekitar LoQ belum diperlihatkan secara langsung oleh seri kalibrasi yang disajikan. Berdasarkan prinsip validasi, batas bawah rentang seharusnya diverifikasi menggunakan sampel atau standar yang relevan dan didukung oleh data perolehan kembali serta presisi pada konsentrasi rendah [21]. Ketiadaan data absorbansi individual, replikasi preparasi, blanko metode, dan uji perolehan kembali dalam naskah juga membatasi evaluasi terhadap kemungkinan efek matriks dan variasi analitik. Dari sudut pandang analitik, spektrofotometri UV-Vis memiliki keunggulan berupa prosedur yang relatif sederhana dan biaya operasional yang lebih rendah, tetapi respons absorbansi dapat dipengaruhi oleh senyawa lain yang menyerap pada panjang gelombang pengukuran atau membentuk produk berwarna dalam kondisi basa. Pada sampel lotion dengan komposisi kompleks, metode kromatografi yang mampu memisahkan hidrokuinon dari komponen matriks dapat digunakan sebagai uji konfirmasi ketika hasil penapisan meragukan atau diperlukan penetapan kadar pada konsentrasi rendah [11,16,21,25].



Gambar 3. Kurva kalibrasi hidrokuinon ($y = 0,4800x + 0,0006$; $R^2 = 0,9980$).

Uji KI 0,5 N memberikan reaksi positif presumtif pada sampel 4, 5, 7, dan 8. Secara kimia, ion Hg^{2+} dapat bereaksi dengan iodida membentuk endapan merkuri(II) iodida berwarna merah-jingga. Meskipun demikian, warna awal produk, kekeruhan, ion logam lain, konsentrasi iodida, dan komponen matriks dapat memengaruhi penampakan endapan. Karena itu, reaksi KI merupakan uji penapisan dan tidak mempunyai kekuatan konfirmasi yang sama dengan metode instrumental yang selektif [9,18].

Pengukuran SSA menghasilkan nilai perhitungan sebesar 0,0085; 0,0084; 0,0030; dan 0,0032 mg/L pada larutan uji untuk sampel 4, 5, 7, dan 8. Seluruh angka tersebut berada sekitar 6,8-19,3 kali di bawah LoD 0,058 mg/L dan sekitar 11,8-33,3 kali lebih rendah daripada standar terendah 0,1 mg/L. Posisi ini menunjukkan bahwa angka yang dihasilkan terutama merupakan estimasi matematis dari persamaan regresi pada wilayah

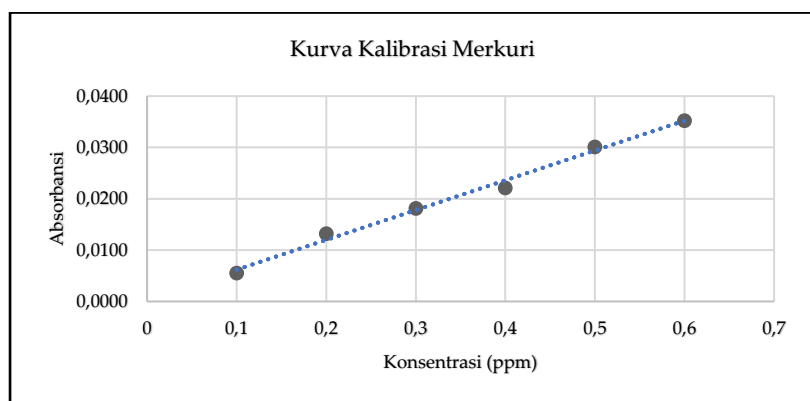
yang tidak dicakup oleh kalibrasi, bukan bukti kuantitatif bahwa konsentrasi merkuri telah ditetapkan secara andal.

Perbedaan antara empat hasil kualitatif positif dan hasil instrumental yang berada di bawah kemampuan kuantifikasi dapat berasal dari dua kemungkinan utama. Pertama, analit mungkin memang terdapat pada konsentrasi sangat rendah sehingga menghasilkan respons kualitatif, tetapi belum dapat diukur secara andal oleh konfigurasi SSA yang digunakan. Kedua, respons warna dapat dipengaruhi oleh interferensi matriks atau reaksi nonspesifik. Tanpa uji perolehan kembali, blanko matriks, bahan acuan, replikasi, dan metode konfirmasi dengan prinsip berbeda, kedua kemungkinan tersebut belum dapat dibedakan [6,9,11,18,21].

Nilai pada Tabel 1 dinyatakan sebagai mg/L larutan uji, sedangkan penilaian kadar dalam produk memerlukan satuan berbasis massa, misalnya mg/kg. Konversi harus mempertimbangkan massa sampel, volume akhir, dan seluruh faktor pengenceran. Namun, konversi numerik tidak akan memperbaiki ketidakpastian apabila nilai awal berada di bawah LoD dan diperoleh melalui ekstrapolasi. Oleh sebab itu, data ini belum layak digunakan untuk membandingkan kadar produk dengan persyaratan regulatori atau untuk menyatakan suatu sampel memenuhi atau tidak memenuhi ketentuan.

Temuan presumtif pada empat sampel konsisten dengan bukti bahwa merkuri masih dijumpai pada sebagian produk pencerah kulit di berbagai negara dan dapat beredar melalui pasar konvensional maupun digital [11,17,23,24,26]. Besarnya kandungan yang dilaporkan antarpelelitian sangat bervariasi akibat perbedaan produk, negara asal, desain pengambilan sampel, preparasi, dan metode analisis. Oleh karena nilai penelitian ini belum memenuhi kriteria kuantifikasi, perbandingan yang dapat dilakukan hanya pada tingkat keberadaan sinyal risiko, bukan pada besarnya kadar. Dari aspek toksikologi, merkuri anorganik dapat berikatan dengan gugus sulfhidril protein, mengganggu sistem antioksidan sel, dan memicu stres oksidatif. Paparan berulang melalui produk topikal berpotensi menimbulkan gangguan kulit serta berkontribusi terhadap efek ginjal dan neurologis, terutama apabila penggunaan berlangsung lama atau area aplikasi luas [13-15,17]. Mekanisme penghambatan tirosinase oleh senyawa merkuri dapat menjelaskan efek pencerahan, tetapi mekanisme yang sama tidak menunjukkan keamanan kosmetik [15]. Hidrokuinon juga memerlukan pengendalian karena penggunaan yang tidak tepat atau berkepanjangan dikaitkan dengan iritasi, dermatitis kontak, dan ochronosis eksogen [16,25].

Implikasi pengawasan dari penelitian ini bukan sekadar memisahkan produk online dan offline, melainkan memperkuat penelusuran berbasis risiko pada seluruh rantai pasok. Verifikasi sebaiknya mencakup kecocokan nomor notifikasi, identitas produsen dan pemegang notifikasi, nomor batch, desain kemasan, distributor, serta rekam jejak penjual. Peraturan BPOM Nomor 25 Tahun 2025 memberikan acuan terkini mengenai persyaratan teknis bahan kosmetik, sedangkan laporan pengawasan BPOM menunjukkan bahwa temuan bahan berbahaya masih memerlukan pemantauan pasar dan tindak lanjut laboratorium [12,26].



Gambar 4. Kurva kalibrasi merkuri ($y = 0,0581x + 0,0004$; $R^2 = 0,9920$).

Secara analitik, kurva kalibrasi merkuri memiliki $R^2 = 0,9920$, tetapi kecukupan linearitas tidak dapat dinilai hanya dari koefisien determinasi. Rentang kalibrasi 0,1-0,6 mg/L berada jauh di atas seluruh nilai sampel yang dilaporkan, sehingga perhitungan sampel merupakan ekstrapolasi di luar rentang standar. Selain itu, seluruh nilai berada di bawah LoD 0,058 mg/L dan LoQ 0,175 mg/L. Kombinasi ketiga kondisi tersebut—di luar rentang kalibrasi, di bawah LoD, dan di bawah LoQ—membatasi validitas kesimpulan kuantitatif serta menegaskan bahwa hasil harus diperlakukan sebagai sinyal estimatif [21].

Pengujian ulang merkuri sebaiknya menggunakan prosedur yang memiliki sensitivitas memadai pada konsentrasi sasaran, misalnya teknik SSA uap dingin atau ICP-MS apabila tersedia. Validasi perlu mencakup selektivitas, linearitas pada rentang yang benar-benar mencakup konsentrasi sampel, akurasi melalui uji perolehan kembali, presisi, batas bawah rentang, stabilitas larutan, blanko prosedur, bahan acuan bersertifikat, efek matriks, dan ketidakpastian pengukuran [11,21,23,24]. Untuk hidrokuinon, metode kromatografi yang tervalidasi dapat dipertimbangkan sebagai konfirmasi guna meningkatkan selektivitas terhadap komponen lotion.

Kekuatan penelitian ini terletak pada penggunaan dua tahap pengujian—penapisan kualitatif dan pengukuran instrumental—serta penyajian sampel dari dua kanal distribusi. Pemisahan antara hasil positif presumtif dan hasil kuantitatif terkonfirmasi juga mencegah penafsiran berlebihan. Namun, penelitian dibatasi oleh jumlah sampel yang kecil, teknik purposive sampling, cakupan satu wilayah, tidak adanya pengulangan antarbatch, serta belum lengkapnya pelaporan mengenai replikasi analitik, blanko, uji perolehan kembali, presisi, bahan acuan, dan ketidakpastian pengukuran. Keterbatasan pelaporan tersebut tidak serta-merta membuktikan bahwa seluruh pengendalian mutu tidak dilakukan, tetapi mengurangi reproduktibilitas dan kekuatan evaluasi metode [11,17,21].

Penelitian berikutnya perlu menggunakan ukuran sampel yang lebih besar dan rancangan pengambilan sampel yang memungkinkan perbandingan kanal penjualan serta status notifikasi secara lebih valid. Pengambilan beberapa batch dari merek yang sama, replikasi preparasi dan pengukuran, pencatatan lengkap riwayat pembelian, serta pelaporan hasil dalam satuan mg/kg akan meningkatkan keterbandingan data. Konfirmasi lintas metode atau lintas laboratorium juga penting untuk sampel yang menunjukkan respons kualitatif positif tetapi berada di bawah kemampuan kuantifikasi metode pertama. Dengan mempertimbangkan keseluruhan bukti, hasil penelitian lebih tepat diposisikan sebagai data penapisan dan sinyal awal untuk prioritas pengawasan, bukan sebagai estimasi prevalensi atau keputusan akhir kepatuhan produk. Pendekatan ini tetap memberikan nilai praktis karena membantu mengidentifikasi sampel yang memerlukan verifikasi lebih lanjut sekaligus menunjukkan aspek metode yang harus diperkuat sebelum hasil digunakan untuk penindakan regulatori atau penilaian risiko kuantitatif.

Kesimpulan

Pada delapan hand body lotion pencerah yang diuji, hidrokuinon tidak terdeteksi dengan prosedur kualitatif dan spektrofotometri UV-Vis yang digunakan. Empat sampel (4, 5, 7, dan 8) menunjukkan reaksi kualitatif positif presumtif terhadap merkuri. Meskipun nilai perhitungan SSA berkisar 0,0030-0,0085 mg/L, seluruhnya berada di bawah LoD 0,058 mg/L dan LoQ 0,175 mg/L serta di luar rentang kurva kalibrasi; karena itu, nilai tersebut belum dapat diperlakukan sebagai konfirmasi kuantitatif. Temuan ini mendukung perlunya analisis ulang menggunakan metode yang lebih sensitif dan tervalidasi sebelum penetapan kepatuhan produk. Hasil negatif untuk hidrokuinon dan merkuri juga tidak dapat digunakan untuk menyatakan keamanan produk secara keseluruhan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada STIKes Assyifa Aceh atas dukungan pendanaan serta kepada seluruh anggota tim peneliti yang berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini.

Referensi

- [1] Amelia L, Fahmi F, Tamrin S. Konstruksi makna cantik bagi remaja perempuan pengguna pemutih kulit ilegal. *Sosialisasi: J Hasil Pemikiran Penelitian Pengembangan Keilmuan Sosiologi Pendidikan*. 2022;9(3):139-150. doi:10.26858/sosialisasi.v1i3.38834.
- [2] Wahyuni S, Widodo T. Pilihan rasional perempuan dalam menggunakan krim pemutih di Desa Banglas Barat, Kecamatan Tebing Tinggi, Kabupaten Kepulauan Meranti. *ARIMA J Sos Humaniora*. 2024;1(4):287-297. doi:10.62017/arima.v1i4.1162.
- [3] Shroff H, Diedrichs PC, Craddock N. Skin color, cultural capital, and beauty products: an investigation of the use of skin fairness products in Mumbai, India. *Front Public Health*. 2018;5:365. doi:10.3389/fpubh.2017.00365.

- [4] Putri EO, Reykasari Y. Perlindungan konsumen terhadap peredaran produk kosmetik mengandung bahan berbahaya yang merugikan konsumen. *Indones J Law Justice*. 2023;1(2):1-19. doi:10.47134/ijlj.v1i2.2012.
- [5] Mardiana R. Penyuluhan tentang bahaya merkuri yang terkandung dalam kosmetik krim pemutih wajah dan cara mengidentifikasinya. *J Mitra Pengabd Farm*. 2022;1(2):40-44. Available from: <https://ejurnal.akfar-mandiri.ac.id/index.php/abdimas/article/view/14>.
- [6] Pradiningsih A, Nopitasari BL, Wardani AK, Rahmawati C, Darwati E. Identifikasi senyawa hidrokuinon dan merkuri pada sediaan whitening body lotion yang beredar di klinik kecantikan. *Lambung Farmasi J Ilmu Kefarmasian*. 2022;3(1):34-39. doi:10.31764/lf.v3i1.7023.
- [7] Agustina D, Yuniarto PF, Sukmawati DAN, Kadir MBA. Analisis kandungan hidrokuinon pada hand body lotion whitening dosis tinggi siang malam yang beredar di Kota Kediri dengan metode spektrofotometri UV-Vis. *FASKES J Farm Kesehatan Sains*. 2024;2(1):35-48. doi:10.32665/faskes.v2i1.3054.
- [8] Beandrade MU, Anindita R. Kandungan hidrokuinon dalam lotion pemutih yang beredar di wilayah Cikarang dengan metode spektrofotometri UV-Vis. *J Mitra Kesehatan*. 2022;5(1):18-26. doi:10.47522/jmk.v5i1.150.
- [9] Andalia R, Adriani A, Zarwinda I, Luciana L. Uji kualitatif merkuri dan hidrokuinon pada hand body lotion pemutih dosis tinggi yang dijual di Shopee. *J Sains Kesehatan Darussalam*. 2023;3(2):16-23. doi:10.56690/jskd.v3i2.107.
- [10] Fatmawati A. Edukasi ibu-ibu terkait bahaya merkuri pada kosmetik pemutih di Bontoala Tua, Kecamatan Bontoala, Kota Makassar. *Lontara Abdimas J Pengabd Masy*. 2022;3(1):42-47. doi:10.53861/lomas.v3i1.262.
- [11] Bamidele OD, Kayode BA, Eniyewu OI, Adegbola AJ, Olatoye RS, Njinga NS, et al. Quality assessment of hydroquinone, mercury, and arsenic in skin-lightening cosmetics marketed in Ilorin, Nigeria. *Sci Rep*. 2023;13:20992. doi:10.1038/s41598-023-47160-2.
- [12] Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 25 Tahun 2025 tentang Persyaratan Teknis Bahan Kosmetik. Jakarta: BPOM; 2025.
- [13] World Health Organization. Mercury in skin lightening products: preventing disease through healthy environments. Geneva: WHO; 2019. WHO/CED/PHE/EPE/19.13.
- [14] Balali-Mood M, Naseri K, Tahergorabi Z, Khazdair MR, Sadeghi M. Toxic mechanisms of five heavy metals: mercury, lead, chromium, cadmium, and arsenic. *Front Pharmacol*. 2021;12:643972. doi:10.3389/fphar.2021.643972.
- [15] Chen J, Ye Y, Ran M, Li Q, Ruan Z, Jin N. Inhibition of tyrosinase by mercury chloride: spectroscopic and docking studies. *Front Pharmacol*. 2020;11:81. doi:10.3389/fphar.2020.00081.
- [16] Matsumoto M, Todo H, Akiyama T, Hirata-Koizumi M, Sugibayashi K, Ikarashi Y, et al. Risk assessment of skin lightening cosmetics containing hydroquinone. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2016;81:128-135. doi:10.1016/j.yrtph.2016.08.005.
- [17] Bastiansz A, Ewald J, Rodríguez Saldaña V, Santa-Rios A, Basu N. A systematic review of mercury exposures from skin-lightening products. *Environ Health Perspect*. 2022;130(11):116002. doi:10.1289/EHP10808.
- [18] Marniza E, Dewi R, Angreni W. Penentuan kandungan senyawa hidrokuinon dan merkuri pada krim pemutih wajah di Pasar Aceh menggunakan metode spektrofotometri. *J Serambi Engineering*. 2024;9(1):8219-8228.
- [19] Sari SFP, Trisnawati E, Pudjono. Analisis kadar hidrokuinon pada hand body lotion dengan metode spektrofotometri UV-Vis. *J Peradaban Farm*. 2021;1(2):30-39.
- [20] Yulia R, Ismi M, Hasanah Z. Analisis hidrokuinon pada beberapa sediaan krim malam dengan spektrofotometri UV-Vis. *SCIENTIA J Farm Kesehatan*. 2020;10(2):128-135. doi:10.36434/scientia.v10i2.242.
- [21] International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use. Validation of analytical procedures Q2(R2). Geneva: ICH; 2024.
- [22] Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 17 Tahun 2022 tentang perubahan atas Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 23 Tahun 2019 tentang Persyaratan Teknis Bahan Kosmetika. Jakarta: BPOM; 2022.
- [23] Pramanik S, Kumar M, Qureshi A. Mercury in skin-care products in India and consumer exposure risks. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2021;121:104870. doi:10.1016/j.yrtph.2021.104870.

- [24] Wan Mohamed Radzi CWJ, Nordin FNM. Status of cosmetic safety in Malaysia market: mercury contamination in selected skin whitening products. *J Cosmet Dermatol*. 2022;21(12):6875-6882. doi:10.1111/jocd.15429.
- [25] Alshammari F, Alheibshy F, Alobaida A, Alhamad MQ, Alrashidi OA, Alharbi OR, et al. Hydroquinone levels in unregulated skin-lightening creams and women's knowledge, attitudes, and practices toward skin-lightening products in Hail, Saudi Arabia. *Patient Prefer Adherence*. 2025;19:2309-2318. doi:10.2147/PPA.S514993.
- [26] Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. Kepala BPOM rilis daftar kosmetik mengandung bahan berbahaya dan/atau dilarang hasil intensifikasi pengawasan di awal tahun 2025 [Internet]. Jakarta: BPOM; 2025 [cited 2026 Aug 23]. Available from: <https://www.pom.go.id/siaran-pers/kepala-bpom-rilis-daftar-kosmetik-mengandung-bahan-berbahaya-dan-atau-dilarang-hasil-intensifikasi-pengawasan-di-awal-tahun-2025>.