

Validasi Metode Dan Analisis Kadar Asam Retinoat Pada Krim Pemutih Wajah Yang Beredar Di Kota Bengkulu Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

Validation Of An Analytical Method For The Determination Of Retinoic Acid In Facial Whitening Creams Marketed In Bengkulu City Using UV-Visible Spectrophotometry

Malarisa Lala ¹, Herlina ², Eka Putri Wiyati ³, Ely Mulyani ⁴

¹Program Studi S1 Farmasi Klinis dan Komunitas, Sekolah Tinggi Kesehatan Al-Fatah, Bengkulu, Indonesia

Corresponding Author:

malarisalala@yahoo.com

ARTICLE HISTORY

Received [18 Juli 2026]

Revised [15 September 2026]

Accepted [18 September 2026]

Kata Kunci:

Asam Retinoat; Krim Pencerah Wajah; Spektrofotometri UV-Vis.

Keywords:

Retinoic Acid; Skin-Lightening Cream; Uv-Vis Spectrophotometry.

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



ABSTRAK

Pendahuluan: Asam retinoat merupakan obat keras turunan vitamin A yang dilarang digunakan sebagai bahan kosmetik berdasarkan Peraturan BPOM RI Nomor 17 Tahun 2022, tetapi masih dapat ditemukan pada krim pencerah wajah yang beredar tanpa izin edar. Penelitian ini bertujuan memvalidasi metode spektrofotometri UV-Vis dan menentukan keberadaan serta kadar asam retinoat pada krim pencerah wajah yang beredar di Kota Bengkulu. Metode: Lima sampel dipilih secara purposive dari Pasar Panorama dan Pasar Minggu. Identifikasi awal dilakukan dengan pereaksi antimon(III) klorida (SbCl₃) dan Kromatografi Lapis Tipis (KLT), sedangkan penetapan kadar menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Validasi meliputi linearitas, presisi, akurasi, batas deteksi (LOD), dan batas kuantitasi (LOQ). Hasil dan Pembahasan: Sampel C dan D positif pada uji warna dan KLT dengan Rf 0,89, mendekati Rf baku 0,86; sampel A, B, dan E negatif. Panjang gelombang maksimum diperoleh pada 341 nm. Nilai R² pada tiga replikasi linearitas adalah 0,99832; 0,99137; dan 0,99592, %RSD presisi 3,14%, recovery 97,39–103,53%, LOD 0,1546 ppm, dan LOQ 0,4686 ppm. Rata-rata kadar asam retinoat pada sampel C dan D masing-masing 0,00072% dan 0,0020%. Kesimpulan: Asam retinoat masih ditemukan pada sebagian krim pencerah wajah yang dianalisis. Metode menunjukkan kinerja presisi dan akurasi yang baik, namun hasil kadar sampel perlu ditafsirkan hati-hati karena konsentrasi hasil regresi berada di bawah LOQ.

ABSTRACT

Introduction: Retinoic acid is a prescription-only vitamin A derivative prohibited as a cosmetic ingredient under Indonesian FDA Regulation No. 17 of 2022, yet it may still be present in unregistered facial lightening creams. This study aimed to validate a UV-Vis spectrophotometric method and determine the presence and level of retinoic acid in facial whitening creams marketed in Bengkulu City. Method: Five products were purposively collected from Panorama Market and Minggu Market. Preliminary identification used antimony(III) chloride (SbCl₃) color reaction and thin-layer chromatography (TLC), while quantitative determination used UV-Vis spectrophotometry. Validation covered linearity, precision, accuracy, limit of detection (LOD), and limit of quantitation (LOQ). Result and Discussion: Samples C and D were positive by color reaction and TLC, showing an Rf of 0.89 compared with 0.86 for the reference standard, whereas samples A, B, and E were negative. The maximum wavelength was 341 nm. R² values from three linearity replications were 0.99832, 0.99137, and 0.99592; precision was 3.14% RSD; recovery ranged from 97.39% to 103.53%; LOD and LOQ were 0.1546 and 0.4686 ppm, respectively. Mean retinoic acid levels in samples C and D were 0.00072% and 0.0020%. Conclusion: Retinoic acid was detected in part of the tested products. The method showed acceptable precision and accuracy, although sample concentration estimates require cautious interpretation because the regression-derived concentrations were below the LOQ.

PENDAHULUAN

Penggunaan kosmetik, khususnya produk pencerah wajah, meningkat seiring dengan berkembangnya perhatian masyarakat terhadap penampilan dan perawatan kulit. Produk pencerah banyak dipilih karena menawarkan perubahan warna kulit dalam waktu relatif singkat. Di sisi lain, pasar kosmetik yang luas juga membuka peluang beredarnya produk tanpa izin edar dengan komposisi yang tidak selalu dinyatakan secara lengkap. Kondisi tersebut menimbulkan masalah kesehatan masyarakat karena konsumen dapat terpapar bahan yang seharusnya tidak digunakan dalam kosmetik. Salah satu bahan yang menjadi perhatian adalah asam retinoat atau tretinoin, yaitu bentuk aktif vitamin A yang mempunyai aktivitas biologis kuat pada kulit (Gabriela et al., 2022; Ekasari & Puspitasari, 2021).

Asam retinoat bekerja melalui reseptor retinoic acid dan memengaruhi diferensiasi, proliferasi, serta pergantian sel kulit. Secara klinis, tretinoin digunakan untuk kondisi tertentu seperti akne dan gangguan pigmentasi dalam pengawasan tenaga kesehatan. Penggunaan topikal dapat mempercepat pergantian keratinosit, memengaruhi pembentukan komedo, serta meningkatkan permeabilitas stratum korneum. Efek tersebut menjelaskan mengapa bahan ini dapat memberi kesan kulit lebih cerah, tetapi pada saat yang sama juga meningkatkan risiko iritasi, rasa terbakar, eritema, dan reaksi kulit lain bila digunakan tanpa pengawasan (Ekasari & Puspitasari, 2021; Awalina, 2022). Karena karakter farmakologisnya, asam retinoat termasuk obat keras dan bukan bahan yang diperbolehkan untuk formulasi kosmetik bebas.

Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2022 menempatkan asam retinoat sebagai bahan yang dilarang digunakan dalam kosmetik (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2022). Larangan tersebut penting karena penggunaan kosmetik pada umumnya bersifat berulang dan dilakukan tanpa pengawasan klinis. Produk yang tidak memiliki izin edar, identitas produsen yang jelas, atau informasi komposisi yang memadai berpotensi meningkatkan paparan tidak terkendali. Risiko menjadi lebih bermakna pada konsumen dengan kulit sensitif, penggunaan jangka panjang, atau kondisi khusus seperti kehamilan. Oleh sebab itu, pengawasan analitik terhadap bahan obat dalam kosmetik merupakan salah satu komponen penting dalam perlindungan konsumen.

Temuan penelitian di berbagai daerah menunjukkan bahwa keberadaan asam retinoat pada produk pencerah wajah masih menjadi masalah aktual. Gabriela et al. (2022) melaporkan bahwa sepuluh sampel krim pemutih yang tidak terdaftar di BPOM dan beredar di Pasar Pagi Kota Samarinda terdeteksi mengandung asam retinoat dengan kadar 0,002–0,052% b/b. Wardana et al. (2022) juga menggunakan identifikasi KLT dalam analisis krim pemutih malam, sedangkan Pradika et al. (2022) meneliti produk yang beredar melalui e-commerce. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa kanal distribusi yang berbeda tetap dapat menjadi sumber paparan produk kosmetik yang mengandung bahan obat. Akan tetapi, gambaran spesifik mengenai produk yang beredar di pasar tradisional Kota Bengkulu masih terbatas.

Analisis asam retinoat dapat dilakukan melalui tahap skrining kualitatif dan konfirmasi kuantitatif. Pereaksi antimon(III) klorida dapat memberikan perubahan warna khas pada senyawa turunan vitamin A, sedangkan KLT memungkinkan identifikasi berdasarkan kesesuaian bercak dan nilai faktor retensi terhadap baku pembanding. Untuk penetapan kadar, spektrofotometri UV-Vis merupakan pilihan yang relatif sederhana, cepat, dan terjangkau karena asam retinoat memiliki sistem kromofor yang dapat menyerap radiasi ultraviolet. Metode ini telah digunakan dalam analisis asam retinoat pada krim dan sediaan kosmetik lain (Awalina, 2022; Rahman, 2024; Rohmah et al., 2025).

Penggunaan suatu metode kuantitatif tidak cukup hanya menghasilkan nilai absorbansi dan kadar; kinerja analitik perlu dibuktikan melalui validasi. Parameter seperti linearitas, presisi, akurasi, batas deteksi, dan batas kuantitasi memberikan informasi mengenai hubungan respons instrumen dengan konsentrasi, keterulangan hasil, kedekatan hasil terhadap nilai yang benar, serta sensitivitas metode. Prinsip ini sejalan dengan kerangka validasi prosedur analitik yang menekankan bahwa karakteristik kinerja harus sesuai dengan tujuan penggunaan metode (International Council for Harmonisation, 2023; Riyanto, 2014).

Kesenjangan penelitian terletak pada belum tersedianya data analitik yang mengintegrasikan skrining warna, konfirmasi KLT, validasi spektrofotometri UV-Vis, dan penetapan kadar asam retinoat pada krim pencerah yang dicurigai beredar di pasar tradisional Kota Bengkulu. Kebaruan praktis penelitian ini terletak pada penyediaan data lokal mengenai keamanan produk yang tidak memiliki izin edar serta evaluasi kinerja metode yang dapat diaplikasikan di laboratorium dengan fasilitas spektrofotometri UV-Vis. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi keberadaan asam retinoat, menentukan kadarnya pada sampel positif, serta mengevaluasi parameter validasi metode spektrofotometri UV-Vis yang digunakan untuk analisis krim pencerah wajah di Kota Bengkulu.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Kimia Sekolah Tinggi Kesehatan Al-Fatah Bengkulu. Tahapan penelitian mencakup pengambilan sampel, identifikasi kualitatif, penentuan kondisi pengukuran spektrofotometri UV-Vis, validasi metode, dan penetapan kadar. Pelaksanaan penelitian berada pada periode Desember 2025 hingga Maret 2026 sebagaimana tercantum pada bagian metodologi skripsi.

Sampel diambil menggunakan purposive sampling dari Pasar Panorama dan Pasar Minggu, Kota Bengkulu. Lima produk krim pencerah wajah diberi kode A, B, C, D, dan E. Kriteria pemilihan meliputi produk yang dicurigai mengandung asam retinoat, tidak memiliki izin edar BPOM, masih

dalam kemasan utuh, serta menunjukkan karakteristik seperti identitas produsen atau komposisi yang tidak lengkap, warna pekat, aroma menyengat, dan tekstur kental, lengket, atau tidak homogen. Pemilihan dua pasar didasarkan pada tingginya aktivitas perdagangan dan variasi produk kosmetik yang dijual.

Peralatan utama yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis Shimadzu UV-1780, neraca analitik, bejana kromatografi, lampu UV, alat gelas volumetrik, serta plat KLT silika gel 60 F254. Bahan penelitian meliputi baku asam retinoat, metanol, n-heksana, aseton, antimon(III) klorida (SbCl_3), asam sulfat, kertas saring, aluminium foil, dan lima sampel krim. Seluruh tahap yang berkaitan dengan larutan asam retinoat dilakukan dengan meminimalkan paparan cahaya untuk mengurangi kemungkinan degradasi analit.

Identifikasi kualitatif pertama dilakukan menggunakan uji warna. Sebanyak 3 g sampel ditambahkan 10 mL metanol, dikocok hingga homogen, didinginkan, kemudian disaring. Satu tetes filtrat dicampurkan dengan 10 tetes pereaksi SbCl_3 dan diamati perubahan warnanya. Hasil dinyatakan mengarah positif apabila warna yang terbentuk tidak stabil kemudian berubah menjadi merah kecokelatan, sesuai prosedur yang digunakan Mahmudah et al. (2024).

Konfirmasi kualitatif dilakukan dengan KLT. Baku pembandingan disiapkan dari asam retinoat dalam metanol. Larutan uji diperoleh dengan mengekstraksi 3 g krim menggunakan 10 mL metanol, mendinginkan campuran, dan menyaringnya. Plat silika gel 60 F254 diaktivasi pada 105°C selama 30 menit, kemudian baku dan sampel ditotolkan pada plat dan dikembangkan dalam fase gerak n-heksana:aseton (6:4). Bercak diamati di bawah sinar UV 254 nm. Nilai R_f dihitung dari perbandingan jarak migrasi analit terhadap jarak migrasi fase gerak. Sampel dipertimbangkan positif apabila bercak menunjukkan karakteristik yang sejalan dengan baku dan selisih R_f terhadap baku tidak lebih dari 0,050, mengikuti kriteria yang digunakan Wardana et al. (2022).

Analisis kuantitatif diawali dengan pembuatan larutan standar asam retinoat. Larutan 1000 ppm diencerkan menjadi 500 ppm. Panjang gelombang maksimum ditentukan dengan memindai larutan baku pada rentang 200–400 nm menggunakan metanol sebagai blanko. Kurva kalibrasi dibuat pada lima konsentrasi, yaitu 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 2,5 ppm, kemudian absorbansi diukur pada panjang gelombang maksimum. Hubungan konsentrasi dan absorbansi dianalisis dengan regresi linear $y = bx + a$.

Validasi metode meliputi linearitas, presisi, akurasi, LOD, dan LOQ. Linearitas dievaluasi pada lima tingkat konsentrasi dan dilakukan dalam tiga rangkaian replikasi. Presisi repeatability diuji pada larutan 1,5 ppm sebanyak enam kali pengukuran, kemudian dihitung rata-rata, simpangan baku, dan %RSD. Akurasi diuji pada tingkat 80%, 100%, dan 120% dari konsentrasi target 1,5 ppm, yaitu 1,2; 1,5; dan 1,8 ppm, masing-masing tiga replikasi, lalu dihitung persen perolehan kembali. LOD dan LOQ dihitung dari simpangan baku residual regresi dan slope sesuai pendekatan yang digunakan dalam skripsi (Al Iman et al., 2023; Riyanto, 2014).

Penetapan kadar dilakukan hanya terhadap sampel yang positif pada identifikasi kualitatif. Sebanyak 3,0 g sampel diekstraksi dengan metanol, disaring, diencerkan secara volumetrik, dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Konsentrasi dihitung dari persamaan regresi dan dikonversi menjadi persen kadar dengan memperhitungkan faktor pengenceran, volume, dan bobot sampel. Setiap sampel dianalisis dalam tiga replikasi. Data disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan kurva, kemudian diinterpretasikan dengan membandingkan hasil terhadap kriteria validasi dan ketentuan keamanan kosmetik yang relevan.

HASIL

Identifikasi Kualitatif Asam Retinoat

Uji warna dengan SbCl_3 memberikan hasil positif pada sampel C dan D karena terbentuk warna merah kecokelatan, sedangkan sampel A dan E tetap berwarna kuning dan sampel B berwarna putih. Hasil tersebut kemudian dikonfirmasi dengan KLT. Baku asam retinoat menghasilkan bercak biru dengan R_f 0,86, sedangkan sampel C dan D menghasilkan bercak biru dengan R_f 0,89. Selisih R_f sebesar 0,03 berada dalam batas $\leq 0,050$ yang digunakan sebagai kriteria kesesuaian. Sampel A, B, dan E tidak menunjukkan bercak yang dapat dideteksi pada kondisi pengamatan sehingga dinyatakan negatif pada tahap KLT.

Tabel 1. Hasil identifikasi kualitatif asam retinoat pada sampel krim pencerah wajah

Sampel	Uji warna SbCl_3	KLT: warna bercak	R_f	Interpretasi
A	Kuning	Tidak terdeteksi	-	Negatif
B	Putih	Tidak terdeteksi	-	Negatif

Sampel	Uji warna SbCl ₃	KLT: warna bercak	Rf	Interpretasi
C	Merah coklat	Biru	0,89	Positif
D	Merah coklat	Biru	0,89	Positif
E	Kuning	Tidak terdeteksi	-	Negatif
Baku asam retinoat	-	Biru	0,86	Pembanding

Keterangan: fase gerak KLT n-heksana:aseton (6:4); pengamatan pada UV 254 nm. Data diolah dari hasil penelitian.

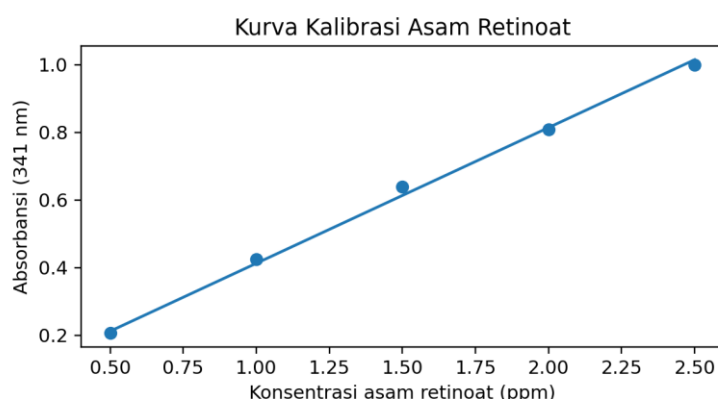
Panjang Gelombang Maksimum dan Kurva Kalibrasi

Pemindaian larutan baku asam retinoat pada 200–400 nm menghasilkan panjang gelombang maksimum 341 nm dengan absorbansi 0,755 pada larutan yang digunakan untuk penentuan λ_{maks} . Panjang gelombang ini dipakai untuk pembuatan kurva kalibrasi, validasi, dan pengukuran sampel. Pada lima konsentrasi standar, absorbansi meningkat dari 0,206 pada 0,5 ppm menjadi 1,000 pada 2,5 ppm. Persamaan kurva kalibrasi utama adalah $y = 0,401371x + 0,011286$ dengan $R^2 = 0,99832$.

Tabel 2. Data kurva kalibrasi larutan standar asam retinoat pada 341 nm

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0,5	0,206
1,0	0,424
1,5	0,639
2,0	0,809
2,5	1,000

Persamaan regresi utama: $y = 0,401371x + 0,011286$; $R^2 = 0,99832$.



Gambar 1. Kurva kalibrasi asam retinoat pada panjang gelombang 341 nm

Validasi Metode Spektrofotometri UV-Vis

Uji linearitas dilakukan sebanyak tiga rangkaian. Nilai R^2 yang diperoleh berturut-turut adalah 0,99832; 0,99137; dan 0,99592. Semua rangkaian menunjukkan arah hubungan positif dan peningkatan absorbansi yang konsisten seiring peningkatan konsentrasi. Namun, apabila menggunakan target $R^2 \geq 0,995$ yang dicantumkan dalam kerangka teori skripsi, replikasi kedua berada di bawah batas tersebut dan perlu menjadi catatan evaluatif terhadap konsistensi linearitas.

Tabel 3. Ringkasan hasil uji linearitas tiga replikasi

Replikasi	Persamaan regresi	R^2
1	$y = 0,401455x + 0,0113620$	0,99832
2	$y = 0,398597x + 0,0332605$	0,99137
3	$y = 0,416455x + 0,0238342$	0,99592

Data diolah dari hasil validasi metode pada lima konsentrasi 0,5–2,5 ppm.

Presisi repeatability pada konsentrasi 1,5 ppm menghasilkan rata-rata absorbansi 0,64366, SD 0,02025, dan %RSD 3,14%. Nilai ini berada di bawah kriteria <5% yang digunakan dalam penelitian, sehingga variasi antar pengukuran relatif kecil.

Tabel 4. Hasil uji presisi pada konsentrasi 1,5 ppm

Replikasi	Absorbansi
1	0,681
2	0,623
3	0,632
4	0,635
5	0,643
6	0,648
Rata-rata	0,64366
SD	0,02025
%RSD	3,14%

Kriteria presisi yang digunakan dalam penelitian: %RSD <5%.

Akurasi pada tingkat 80%, 100%, dan 120% menghasilkan rata-rata recovery masing-masing 101,61%, 103,53%, dan 97,39%. Seluruh nilai berada pada rentang penerimaan 90–107% yang digunakan dalam penelitian. Berdasarkan residual kurva regresi, LOD dihitung sebesar 0,1546 ppm dan LOQ sebesar 0,4686 ppm.

Tabel 5. Ringkasan uji akurasi, LOD, dan LOQ

Parameter	Tingkat/Kondisi	Hasil	Kriteria penelitian
Akurasi	80% (1,2 ppm)	101,61%	90–107%
Akurasi	100% (1,5 ppm)	103,53%	90–107%
Akurasi	120% (1,8 ppm)	97,39%	90–107%
LOD	-	0,1546 ppm	-
LOQ	-	0,4686 ppm	-

Penetapan Kadar Asam Retinoat

Penetapan kadar dilakukan pada sampel C dan D karena keduanya positif pada uji warna dan KLT. Sampel C menghasilkan absorbansi 0,054–0,056 dan konsentrasi hasil regresi 0,106–0,111 ppm, dengan rata-rata kadar 0,00072%. Sampel D menghasilkan absorbansi 0,091–0,096 dan konsentrasi hasil regresi 0,198–0,211 ppm, dengan rata-rata kadar 0,0020%.

Tabel 6. Hasil penetapan kadar asam retinoat pada sampel positif

Sampel	Replikasi	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Kadar (%)
C	1	0,054	0,106	0,00071
C	2	0,055	0,109	0,00072
C	3	0,056	0,111	0,00074
D	1	0,096	0,211	0,00201
D	2	0,091	0,198	0,00189
D	3	0,096	0,211	0,00201
C	Rata-rata	-	-	0,00072
D	Rata-rata	-	-	0,0020

Kadar dihitung menggunakan persamaan regresi dan faktor pengenceran yang digunakan pada penelitian.

PEMBAHASAN

Hasil identifikasi menunjukkan dua dari lima sampel yang dicurigai, yaitu C dan D, memiliki karakteristik yang konsisten dengan asam retinoat. Uji warna memberikan respons merah kecokelatan setelah penambahan SbCl_3 . Pereaksi ini membentuk kompleks dengan turunan vitamin A dan digunakan sebagai skrining awal karena perubahan warna dapat diamati secara langsung. Karena reaksi warna tidak sepenuhnya selektif terhadap satu senyawa, hasil tersebut tidak berdiri sendiri, tetapi dikonfirmasi melalui KLT. Pendekatan bertahap ini meningkatkan kekuatan identifikasi karena dua prinsip analitik yang berbeda memberikan hasil searah (Mahmudah et al., 2024).

Pada KLT, bercak sampel C dan D berwarna biru dengan R_f 0,89, sedangkan baku memiliki R_f 0,86. Selisih 0,03 memenuhi kriteria kesesuaian R_f yang digunakan dalam penelitian. Nilai R_f dipengaruhi oleh interaksi analit dengan fase diam dan fase gerak, kejenuhan chamber, ketebalan lapisan, serta kondisi pengembangan. Oleh karena itu, kedekatan R_f lebih bermakna ketika baku dan sampel dikembangkan pada plat serta kondisi yang sama. Hasil penelitian ini sejalan dengan penggunaan KLT sebagai tahap identifikasi asam retinoat pada krim pemutih dalam penelitian Wardana et al. (2022) dan Pradika et al. (2022).

Tidak terdeteksinya bercak pada sampel A, B, dan E berarti bahwa pada kondisi pengujian tidak diperoleh indikasi asam retinoat yang dapat dikenali dengan metode kualitatif yang digunakan. Hasil negatif tidak dapat digeneralisasi sebagai jaminan bahwa produk sepenuhnya aman dari seluruh bahan terlarang karena penelitian hanya menargetkan asam retinoat dan tidak menilai bahan aktif lain. Namun, perbedaan yang jelas antara sampel positif dan negatif menunjukkan bahwa kombinasi uji warna dan KLT efektif sebagai penyaring awal pada lima produk yang dianalisis.

Panjang gelombang maksimum 341 nm konsisten dengan laporan Awalina (2022), Styawan et al. (2020), dan penelitian analisis asam retinoat lain yang menggunakan daerah ultraviolet. Secara kimia, asam retinoat mempunyai sistem ikatan rangkap terkonjugasi yang bertindak sebagai kromofor sehingga mampu menyerap radiasi UV. Pengukuran pada λ_{maks} menguntungkan karena perubahan konsentrasi menghasilkan perubahan absorbansi yang lebih sensitif dan pengaruh pergeseran kecil panjang gelombang terhadap absorbansi cenderung lebih rendah dibandingkan pengukuran pada sisi puncak spektrum.

Kurva kalibrasi utama menunjukkan kenaikan absorbansi yang hampir proporsional terhadap konsentrasi 0,5–2,5 ppm, dengan R^2 0,99832. Hasil ini menunjukkan bahwa model regresi menjelaskan sebagian besar variasi respons instrumen pada rentang yang diuji. Replikasi ketiga juga menghasilkan R^2 0,99592, sedangkan replikasi kedua 0,99137. Dalam naskah skripsi, nilai korelasi yang mendekati 1 dipakai sebagai indikator hubungan linear yang kuat (Sari, 2020). Meskipun demikian, bila target penerimaan ditetapkan $\geq 0,995$, hasil replikasi kedua menunjukkan variasi yang sebaiknya dievaluasi lebih lanjut, misalnya melalui penyiapan ulang larutan standar, pemeriksaan teknik pipet volume kecil, dan pengulangan pengukuran. Catatan ini penting agar klaim validitas tidak hanya didasarkan pada satu rangkaian kurva terbaik.

Presisi sebesar 3,14% RSD menunjukkan keterulangan yang relatif baik pada kondisi repeatability penelitian. Nilai ini sejalan dengan hasil sekitar 3,2% yang dilaporkan oleh Handayani dan Zulhidayati (2017) serta Tuslinah et al. (2022) pada konteks analisis spektrofotometri yang berbeda. Secara konseptual, nilai RSD yang lebih kecil menunjukkan penyebaran hasil replikasi yang lebih sempit terhadap rata-ratanya. Pada penelitian ini, satu pengukuran pertama (0,681) lebih tinggi dibandingkan lima pengukuran berikutnya, namun keseluruhan variasi masih berada di bawah batas 5% yang digunakan sebagai kriteria penerimaan.

Akurasi memberikan hasil recovery 101,61%, 103,53%, dan 97,39% pada tiga tingkat konsentrasi. Pola tersebut menunjukkan bahwa metode mampu memberikan hasil yang dekat dengan konsentrasi target pada rentang uji. Nilai recovery di atas 100% pada tingkat 80% dan 100% menunjukkan kecenderungan bias positif kecil, sementara tingkat 120% memberikan nilai di bawah 100%. Seluruhnya masih berada dalam rentang 90–107% yang digunakan dalam penelitian dan konsisten dengan prinsip bahwa uji akurasi sebaiknya mencakup beberapa tingkat konsentrasi di sekitar kadar kerja (Al Iman et al., 2023; Kurniawati et al., 2024). Hasil ini juga sejalan dengan nilai recovery yang masih diterima pada studi spektrofotometri lain (Ayuni, 2022; Wahyuni et al., 2022).

LOD 0,1546 ppm menggambarkan konsentrasi terendah yang secara teoritis masih dapat dibedakan dari variasi dasar metode, sedangkan LOQ 0,4686 ppm menggambarkan batas bawah kuantifikasi dengan tingkat kinerja yang diharapkan lebih memadai. Nilai ini menunjukkan sensitivitas metode pada konsentrasi rendah. Akan tetapi, interpretasi hasil penetapan kadar sampel memerlukan perhatian khusus. Konsentrasi hasil regresi untuk sampel C adalah 0,106–0,111 ppm dan untuk sampel D 0,198–0,211 ppm; seluruhnya lebih rendah daripada LOQ 0,4686 ppm. Dengan demikian, keberadaan analit didukung oleh uji warna dan KLT serta berada di atas LOD untuk sebagian besar hasil sampel D, tetapi angka kadar yang dihitung berada di bawah batas kuantifikasi yang ditetapkan.

oleh metode. Secara analitik, nilai tersebut sebaiknya diperlakukan sebagai estimasi dengan ketidakpastian lebih besar dan perlu dikonfirmasi menggunakan prosedur yang lebih sensitif atau penyiapan sampel yang meningkatkan konsentrasi analit.

Rata-rata kadar yang dihitung pada sampel C sebesar 0,00072% dan pada sampel D sebesar 0,0020%. Nilai sampel D berada pada batas bawah rentang 0,002–0,052% yang dilaporkan Gabriela et al. (2022) pada krim pemutih tidak terdaftar di Samarinda, sedangkan kadar sampel C lebih rendah. Perbedaan kadar dapat dipengaruhi oleh formulasi produk, sumber produk, kondisi penyimpanan, degradasi asam retinoat, efisiensi ekstraksi dari matriks krim, dan karakteristik metode analisis. Perbandingan antar penelitian harus dilakukan secara hati-hati karena prosedur preparasi, konsentrasi sampel, instrumen, dan validasi dapat berbeda.

Dari perspektif kesehatan masyarakat, temuan dua sampel positif tetap bermakna walaupun kadarnya rendah. Ketentuan BPOM tidak menetapkan toleransi penggunaan asam retinoat sebagai bahan kosmetik karena bahan tersebut termasuk dalam daftar bahan yang dilarang. Artinya, isu utama bukan hanya seberapa tinggi kadar yang ditemukan, tetapi adanya bahan obat pada produk kosmetik yang diedarkan untuk penggunaan bebas. Konsumen yang menganggap krim sebagai produk kosmetik biasa dapat menggunakannya lebih sering, lebih lama, atau bersamaan dengan produk aktif lain tanpa pemantauan tenaga kesehatan. Situasi tersebut meningkatkan kemungkinan iritasi dan penggunaan yang tidak tepat (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2022; Gabriela et al., 2022).

Temuan penelitian juga menegaskan pentingnya pemilihan produk berizin edar dan transparansi informasi label. Sampel penelitian sengaja dipilih dari produk yang tidak memiliki izin edar BPOM dan menunjukkan karakteristik kemasan atau fisik yang mencurigakan. Oleh sebab itu, proporsi dua dari lima sampel positif tidak dapat diperlakukan sebagai prevalensi seluruh krim pencerah yang beredar di Kota Bengkulu. Desain purposive lebih tepat dibaca sebagai surveilans berbasis risiko untuk membuktikan bahwa produk bermasalah masih dapat ditemukan pada titik penjualan tertentu. Implikasi praktisnya adalah pengawasan dapat diprioritaskan pada produk tanpa identitas jelas, komposisi tidak lengkap, klaim pencerahan yang tidak realistis, dan distribusi yang sulit ditelusuri.

Metode spektrofotometri UV-Vis mempunyai keunggulan dari sisi ketersediaan alat, biaya, dan kecepatan sehingga relevan untuk laboratorium pendidikan atau skrining. Namun, selektivitasnya lebih rendah dibandingkan teknik pemisahan seperti HPLC karena absorbansi pada panjang gelombang tertentu dapat dipengaruhi senyawa lain dalam matriks. Penggunaan KLT sebelum penetapan kadar membantu meningkatkan keyakinan identifikasi, tetapi tidak sepenuhnya menghilangkan potensi interferensi pada tahap kuantitatif. Untuk penelitian lanjutan, HPLC dapat digunakan sebagai metode pembandingan atau konfirmasi, terutama ketika konsentrasi sampel berada di sekitar atau di bawah LOQ spektrofotometri.

Dari sisi strategi pengawasan, hasil penelitian mendukung pendekatan berbasis risiko pada produk kosmetik yang tidak memiliki izin edar. Pemeriksaan laboratorium terhadap seluruh produk yang beredar tentu membutuhkan sumber daya besar; karena itu, karakteristik sederhana seperti ketiadaan nomor izin edar, identitas produsen yang tidak jelas, komposisi yang tidak lengkap, serta klaim efek cepat dapat digunakan sebagai indikator awal untuk menentukan prioritas sampling. Sampel dalam penelitian ini memang dipilih berdasarkan indikator tersebut dan dua di antaranya terbukti positif. Temuan ini tidak membuktikan hubungan sebab-akibat antara karakteristik kemasan dan kandungan asam retinoat, tetapi memperlihatkan bahwa kriteria skrining lapangan dapat membantu mengarahkan pemeriksaan lebih lanjut pada produk yang paling membutuhkan verifikasi.

Implikasi edukasi konsumen juga perlu ditempatkan secara proporsional. Konsumen umumnya tidak memiliki akses untuk melakukan pemeriksaan kimia terhadap kosmetik yang dibeli, sehingga keputusan penggunaan sangat bergantung pada informasi label, legalitas produk, dan kepercayaan terhadap jalur distribusi. Produk yang mengandung asam retinoat dapat memberikan efek yang dianggap menguntungkan, seperti kulit tampak lebih cerah atau halus, sehingga pengguna mungkin terus mengaplikasikannya tanpa menyadari bahwa efek tersebut berasal dari bahan obat. Edukasi sebaiknya tidak hanya menekankan bahaya bahan tertentu, tetapi juga membangun kebiasaan memeriksa nomor izin edar, membaca komposisi, menghindari produk dengan informasi yang tidak dapat ditelusuri, dan menghentikan penggunaan ketika muncul iritasi. Pendekatan ini sejalan dengan tujuan perlindungan konsumen dalam regulasi kosmetik (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2022).

Dari aspek mutu analitik, kombinasi dua uji kualitatif dan satu metode kuantitatif merupakan kekuatan penelitian karena keputusan tidak semata-mata didasarkan pada satu sinyal instrumen. Namun, konsistensi antara rentang kalibrasi dan konsentrasi sampel perlu diperhatikan. Kurva kalibrasi dibangun pada 0,5–2,5 ppm, sementara konsentrasi hasil regresi sampel berada di bawah

titik kalibrasi terendah. Kondisi ini berarti penetapan kadar memerlukan ekstrapolasi terhadap model regresi, yang menambah ketidakpastian selain persoalan konsentrasi di bawah LOQ. Pada pengembangan metode berikutnya, rentang kalibrasi sebaiknya disesuaikan dengan kadar aktual sampel atau preparasi sampel dioptimalkan agar respons berada di dalam rentang kerja yang tervalidasi. Prinsip penyesuaian rentang dengan tujuan penggunaan metode merupakan bagian penting dari validasi prosedur analitik (International Council for Harmonisation, 2023).

Penguatan validasi juga dapat dilakukan dengan memperluas parameter yang dinilai. Penelitian ini berfokus pada linearitas, presisi, akurasi, LOD, dan LOQ sesuai rancangan skripsi. Untuk penerapan yang lebih luas pada matriks kosmetik, evaluasi selektivitas terhadap bahan dasar krim, stabilitas larutan, robustness terhadap perubahan kecil kondisi pengukuran, serta verifikasi antahari dapat memberikan gambaran kinerja yang lebih komprehensif. Penggunaan bahan acuan tersertifikasi atau metode pembandingan berbasis pemisahan akan membantu membedakan pengaruh matriks dari respons analit. Pengembangan tersebut tidak mengurangi nilai temuan penelitian saat ini, tetapi menunjukkan arah perbaikan agar metode lebih kuat ketika digunakan untuk pengawasan rutin.

Perbedaan antara hasil penelitian ini dan penelitian terdahulu juga memberikan informasi penting. Gabriela et al. (2022) menemukan seluruh sampel krim tidak terdaftar yang diuji mengandung asam retinoat, sedangkan penelitian ini menemukan dua dari lima sampel yang dipilih secara purposive. Perbedaan tersebut dapat mencerminkan heterogenitas produk dan pasar, bukan kontradiksi. Produk tanpa izin edar tidak selalu mempunyai formulasi yang sama dan dapat berasal dari produsen, pemasok, atau periode produksi berbeda. Karena itu, surveilans berulang dengan jumlah sampel lebih besar akan lebih informatif dibandingkan satu kali pengambilan sampel. Pemantauan periodik juga dapat digunakan untuk melihat apakah pola peredaran berubah setelah intervensi pengawasan atau edukasi masyarakat.

Secara keseluruhan, kebaruan logis penelitian ini bukan pada pengenalan metode spektrofotometri UV-Vis sebagai teknik baru, melainkan pada penerapannya secara terintegrasi untuk skrining dan evaluasi produk berisiko di Kota Bengkulu. Data lokal menunjukkan bahwa bahan obat yang dilarang masih ditemukan pada sebagian krim pencerah yang tidak berizin, sementara evaluasi validasi memperlihatkan bahwa kinerja metode perlu dibaca secara kritis, bukan hanya berdasarkan satu indikator. Dengan menggabungkan temuan identifikasi, hasil validasi, dan konteks regulasi, penelitian memberikan dasar empiris untuk edukasi konsumen, pengawasan produk, serta pengembangan metode analisis yang lebih sensitif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian menunjukkan bahwa dari lima krim pencerah wajah yang dipilih secara purposive di Pasar Panorama dan Pasar Minggu Kota Bengkulu, sampel C dan D positif mengandung asam retinoat berdasarkan uji warna SbCl_3 dan KLT, sedangkan sampel A, B, dan E tidak terdeteksi pada kondisi pengujian. Panjang gelombang maksimum asam retinoat diperoleh pada 341 nm. Validasi menghasilkan R^2 0,99832; 0,99137; dan 0,99592 pada tiga replikasi linearitas, presisi 3,14% RSD, recovery 97,39–103,53%, LOD 0,1546 ppm, dan LOQ 0,4686 ppm. Rata-rata kadar yang dihitung pada sampel C dan D masing-masing 0,00072% dan 0,0020%. Secara umum, hasil menunjukkan kinerja presisi dan akurasi yang baik serta hubungan konsentrasi-respons yang kuat, tetapi terdapat keterbatasan yang perlu dicatat: satu replikasi linearitas berada di bawah target R^2 0,995 yang disebut dalam naskah dan konsentrasi hasil regresi sampel berada di bawah LOQ. Oleh karena itu, angka kadar sebaiknya diperlakukan sebagai estimasi yang memerlukan konfirmasi. Penelitian terbatas pada lima produk yang dipilih berdasarkan kriteria risiko, dua lokasi pasar, satu analit, dan satu pendekatan kuantitatif sehingga hasil tidak dapat digeneralisasi sebagai prevalensi seluruh kosmetik di Kota Bengkulu. Pengawasan produk tanpa izin edar perlu diperkuat dan konsumen dianjurkan memeriksa legalitas kosmetik sebelum digunakan. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas jumlah serta lokasi sampel, memasukkan produk dari kanal daring, dan menggunakan metode yang lebih sensitif seperti HPLC sebagai pembandingan atau metode konfirmasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Iman, A., Auli, W. N., & Sukrasno. (2023). Validation and development of UV-Vis spectrophotometer analysis methods for alpha-tocopherol acetate. *Jurnal Ilmiah Farmasi (Scientific Journal of Pharmacy)*, 19(1), 89–97.
- Anjellita, P. (2023). Analisis asam retinoat pada kosmetik krim pemutih wajah yang beredar di klinik kecantikan di Desa X Kabupaten Sampang. *Jurnal Inovasi Global*, 1(1).

- Awalina, L. B. (2022). Penetapan kadar asam retinoat dalam sediaan krim pemutih wajah yang dijual di Kota Bekasi dengan metode spektrofotometri UV-Vis [Skripsi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Mitra Keluarga].
- Ayuni, B. F. (2022). Validasi metode analisis kafein pada kopi latte dengan spektrofotometri UV-Vis. Analit: Analytical and Environmental Chemistry, 7(2), 155–164. <https://doi.org/10.23960/aec.v7i02.2022.p155-164>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2022). Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2022 tentang perubahan atas Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 23 Tahun 2019 tentang persyaratan teknis bahan kosmetika.
- Ekasari, D. P., & Puspitasari, G. D. (2021). Peran vitamin A pada kulit. 2(2). Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis Dermatologi dan Venereologi, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
- Gabriela, C. M., Linden, S., & Leswana, N. F. (2022). Analisis kadar asam retinoat dalam krim pemutih di Pasar Pagi Kota Samarinda dengan spektrofotometri UV-Visible. Jurnal Farmasi Etam, 2(2), 158–166.
- Handayani, C., & Zulhidayati, R. (2017). Validasi metode analisa kadar timbal (Pb) dalam rambut karyawan SPBU di Indarung. Chempublish Journal, 2(1), 54–61.
- International Council for Harmonisation. (2023). ICH harmonised guideline Q2(R2): Validation of analytical procedures. International Council for Harmonisation.
- Kurniawati, D., Andayani, R., & Widyaningrum, N. (2024). Validasi metode analisis dan penetapan kadar kuersetin ekstrak etanol daun kemangi (*Ocimum sanctum* L.) menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Jurnal Ilmiah Manuntung: Sains Farmasi dan Kesehatan, 10(1), 72–81.
- Mahmudah, A. L., Jayadi, L., & Sabila, N. (2024). Analisis kandungan asam retinoat pada krim pemutih di Pasar Singosari Kabupaten Malang dengan menggunakan uji warna (SbCl₃) dan kromatografi lapis tipis. PRIMER: Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 2(3), 196–203.
- Pradika, Y., Djasfar, S. P., & Christiani, T. (2022). Analisis asam retinoat pada krim pemutih yang beredar di e-commerce Kota Jakarta. Jurnal Medical Laboratory, 1(1), 21–27.
- Rahman, N. A. (2024). Validasi metode spektrofotometri UV-Vis untuk analisis asam retinoat dalam krim malam yang ada di online shop [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Malang].
- Riyanto. (2014). Validasi & verifikasi metode uji: Sesuai dengan ISO/IEC 17025 laboratorium pengujian dan kalibrasi. Deepublish.
- Rohmah, R., Pertiwi, N. N., Lubis, M. S., & Pulungan, A. F. (2025). Penentuan kadar hidrokuinon dan asam retinoat pada lotion yang dijual online secara spektrofotometri ultraviolet dual wavelength. Jurnal Ilmiah Manusia dan Kesehatan, 8(1), 252–264.
- Sari, E. K. (2020). Analisa perbandingan kadar vitamin C sediaan kapsul bubuk bawang putih (*Allium sativum* L.) menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis [Skripsi, STIKES Karya Putra Bangsa].
- Styawan, A. A., Mustofa, C. H., & Wardhani, Y. K. (2020). Analisis kandungan asam retinoat pada sediaan krim malam yang beredar di Toko X Kota Klaten dengan spektrofotometri UV-Vis. MOTORIK: Jurnal Kesehatan, 15(1).
- Tuslinah, L., Winarti, P., & Zustaka, D. S. (2022). Validasi metode analisis logam timbal (Pb) dalam rumput laut menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada, 22(1), 23–28. <https://doi.org/10.36465/jkbth.v22i1.895>

- Wahyuni, A. M., Afthoni, M. H., & Rollando. (2022). Pengembangan dan validasi metode analisis spektrofotometri UV-Vis derivatif untuk deteksi kombinasi hidrokortison asetat dan nipagin pada sediaan krim. *Sainsbertek: Jurnal Ilmiah Sains & Teknologi*, 3(1).
- Wardana, F. Y., Lestari, Y. S., & Aprilianti, R. G. (2022). Analisis kadar asam retinoat dalam krim pemutih malam di Kota Malang. *PHARMADEMICA: Jurnal Kefarmasian dan Gizi*, 1(2), 58–68.