

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Penelitian ini diawali dengan pengamatan organoleptik terhadap sampel krim pemutih ilegal, dilanjutkan dengan uji kualitatif menggunakan larutan FeCl_3 5% serta analisis spektrum FTIR-ATR yang kemudian dibandingkan dengan data pustaka serta ketentuan peraturan yang berlaku. Hasil dari masing-masing pengujian disajikan pada bagian berikut.

1. Uji Organoleptik Krim Pemutih

Uji organoleptik dilakukan untuk menilai karakteristik fisik sampel berdasarkan pengamatan visual dan indera penciuman, meliputi warna, bau, dan tekstur. Hasil pengamatan uji organoleptik terhadap masing-masing sampel krim ditunjukkan seperti pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Uji Organoleptik Sampel

Kode Sampel	Warna	Bau	Bentuk
1	Kuning muda	Harum dan menyengat	Lembut dan lengket
2	Kuning tua	Harum dan menyengat	Lembut dan lengket
3	Hijau muda	Harum dan menyengat	Lembut dan lengket
4	Kuning muda	Harum dan menyengat	Lembut dan lengket
5	Merah muda	Harum dan menyengat	Lembut dan lengket
6	Jingga	Harum dan menyengat	Lembut dan lengket

2. Uji Kualitatif dengan FeCl_3

Uji kualitatif kandungan senyawa hidrokuinon dalam krim pemutih dilakukan dengan penambahan larutan FeCl_3 5% sebanyak 5 tetes. Hasil dari penambahan larutan FeCl_3 5% pada 6 sampel krim pemutih ilegal ditunjukkan seperti pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Analisis Kualitatif dengan Reagen FeCl₃ pada sampel Krim Pemutih

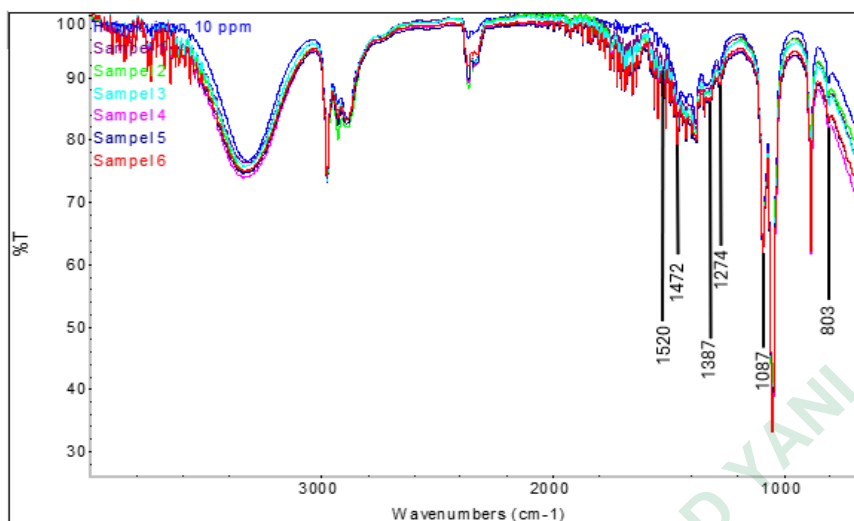
Kode Sampel	Reagen FeCl ₃ 5%			Warna
	R1	R2	R3	
Kontrol Positif				Jingga Jernih
1	+	+	+	Cokelat kehitaman
2	+	+	+	Cokelat kehitaman
3	+	+	+	Cokelat kehitaman
4	+	+	+	Cokelat kehitaman
5	+	+	+	Cokelat kehitaman
6	+	+	+	Cokelat kehitaman

Keterangan: R1; R2; R3 = Replikasi
 + = Positif hidrokuinon
 - = Negatif hidrokuinon

Berdasarkan uji kualitatif menggunakan larutan FeCl₃ 5%, seluruh sampel krim pemutih ilegal menunjukkan hasil positif mengandung hidrokuinon. Indikasi positif ditandai dengan perubahan warna pada sampel menjadi cokelat kehitaman setelah ditetesi larutan FeCl₃ 5%. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Chakti (2019), yang menyatakan bahwa sampel dinyatakan positif mengandung hidrokuinon apabila terjadi perubahan warna dari hijau hingga hitam akibat reaksi antara senyawa fenol dan ion Fe³⁺.

3. Uji Kualitatif dengan FTIR-ATR

Uji kualitatif kandungan senyawa hidrokuinon dalam krim pemutih ilegal juga dilakukan dengan menggunakan metode FTIR-ATR. Hasil pengujian menggunakan FTIR ditampilkan dalam bentuk grafik yang merepresentasikan persentase transmitansi sinar inframerah terhadap bilangan gelombang tertentu. Pada grafik tersebut, sumbu vertikal menunjukkan nilai %T (persentase transmitansi), yang menggambarkan rasio antara jumlah cahaya inframerah yang berhasil melewati sampel dengan jumlah cahaya yang dipancarkan. Sementara itu, sumbu horizontal menunjukkan bilangan gelombang yang dinyatakan dalam satuan cm⁻¹ (Saputri, 2023). Hasil analisis dengan FTIR-ATR ditunjukkan seperti pada gambar berikut:



Gambar 6. Perbandingan Spektrum Baku Hidrokuinon 10 ppm dengan 6 sampel krim pemutih

Berdasarkan gambar spektrum inframerah di atas, sampel menunjukkan kemiripan pola serapan dengan spektrum baku hidrokuinon. Hal ini ditunjukkan oleh adanya pita serapan pada bilangan gelombang yang serupa dengan bilangan gelombang khas hidrokuinon. Bilangan gelombang khas tersebut berada pada area *fingerprint* yang merupakan wilayah serapan khas dan unik untuk tiap senyawa organik, sehingga dapat digunakan sebagai alat untuk identifikasi kualitatif. Penjabaran nilai bilangan gelombang beserta interpretasi gugus fungsi yang teridentifikasi dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Data Analisis Serapan Khas Hidrokuinon FTIR dari Sampel Krim Pemutih Ilegal

Puncak Spektrum Teoritis	Baku Hidrokuinon	Sampel						Keterangann
		1	2	3	4	5	6	
824	803,05	802,96	802,98	802,99	802,56	802,91	802,68	C-H aromatik
1096	1087,74	1087,39	1087,73	1087,48	1087,16	1087,34	1087,27	C-O stretching
1258	1274,17	1273,63	1273,41	1273,41	1273,34	1273,24	1273,18	C-O stretching atau C-H bending (overlap)
1353	1378,94	1378,17	1378,28	1377,69	1377,78	1377,59	1377,35	C-H bending
1466	1472,58	1473,32	1473,26	1473,47	1473,47	1473,44	1473,48	C=C stretching
1514	1520,36	1521,15	1521,29	1521,26	1521,24	1521,27	1521,30	C=C stretching

Berdasarkan tabel di atas, masing-masing bilangan gelombang yang terdeteksi pada spektrum FTIR sampel menunjukkan keberadaan gugus fungsi yang khas dari senyawa hidrokuinon. Pita serapan pada bilangan gelombang sekitar 802 cm^{-1} mengindikasikan adanya C–H *bending* aromatik, sementara serapan pada 1087 cm^{-1} menunjukkan adanya C–O *stretching* dari gugus hidroksil. Pita pada 1273 cm^{-1} berkaitan dengan C–H *bending*, dan pita kuat pada 1473 cm^{-1} serta 1521 cm^{-1} menandakan keberadaan C=C *stretching* dari cincin aromatik. Keseluruhan pola serapan ini konsisten dengan spektrum hidrokuinon standar, sehingga dapat diartikan bahwa seluruh sampel mengandung senyawa hidrokuinon.

PEPUSTAKAAN
UNIVERSITAS JENDERAL ACHMAD
YOGYAKARTA

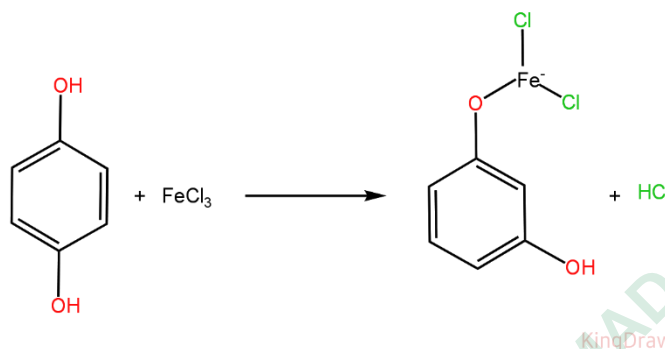
B. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa hidrokuinon pada krim pemutih ilegal yang dijual melalui media *e-commerce*. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini dipilih melalui proses seleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Dari hasil penyaringan, diperoleh 25 produk krim pemutih yang tidak memiliki nomor registrasi BPOM. Selanjutnya, dari 25 produk tersebut dipilih 6 sampel yang mewakili untuk dianalisis lebih lanjut. Pemilihan sampel dilakukan dengan mempertimbangkan jumlah pembelian tertinggi, yaitu pembelian di atas 1000 buah, serta penilaian terbaik dari konsumen pada platform *Shopee*, sehingga sampel yang dianalisis merupakan produk yang paling banyak digunakan dan diminati oleh masyarakat.

Sebagai tahap awal, dilakukan pengamatan organoleptis untuk mengetahui karakteristik fisik masing-masing sampel, seperti warna, bau, dan bentuk sediaan. Pengamatan ini penting untuk memberikan gambaran awal mengenai perbedaan visual antar sampel serta potensi kandungan bahan aktif di dalamnya. Selanjutnya, dilakukan uji kualitatif menggunakan larutan FeCl_3 5% serta analisis spektrum FTIR-ATR guna mendeteksi keberadaan hidrokuinon secara lebih spesifik berdasarkan interaksi kimia dan spektrum inframerah yang dihasilkan. Berdasarkan hasil uji organoleptik, keenam sampel krim pemutih ilegal menunjukkan perbedaan warna yang cukup bervariasi. Meski demikian, seluruh sampel memiliki karakteristik fisik yang serupa, yaitu beraroma harum menyengat dan memiliki tekstur krim yang cenderung lengket. Kesamaan ini dapat mengindikasikan adanya penggunaan zat tambahan tertentu yang serupa pada setiap sampel meskipun berasal dari produk yang berbeda.

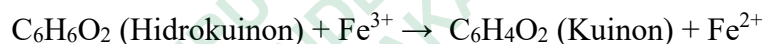
Uji kualitatif menggunakan larutan FeCl_3 5% dilakukan dengan meneteskan 5 tetes larutan ke dalam 2 mL hasil ekstraksi sampel krim pemutih. Perubahan warna menjadi cokelat kehitaman menunjukkan reaksi antara ion Fe^{3+} dengan gugus fenolat dari hidrokuinon, membentuk kompleks koordinasi (Yuliati & Widowati, 2023). Menurut Darina dkk. (2025), senyawa fenolik umumnya membentuk kompleks berwarna ungu hingga cokelat dengan FeCl_3

yang telah dinetralkan, tergantung konsentrasi, kondisi pH dan struktur senyawa. Warna yang terbentuk menunjukkan keberadaan gugus fenol aktif. Reaksi antara larutan FeCl_3 dengan hidrokuinon dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 7. Reaksi kimia antara FeCl_3 dengan hidrokuinon (Diadaptasi dari Pramudia, (2020) dengan aplikasi KingDraw)

Selain itu, hidrokuinon juga dapat mengalami reaksi redoks dengan Fe^{3+} , membentuk senyawa kuinon dan ion Fe^{2+} seperti reaksi berikut (Sari dkk., 2021):



Perubahan warna sampel setelah penambahan larutan FeCl_3 ini sesuai dengan uji yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu Chakti dkk., (2019), yang menyatakan bahwa sampel krim positif mengandung hidrokuinon ditunjukkan dengan perubahan warna hijau sampai hitam. Meski demikian, variasi perubahan warna yang dihasilkan dari penambahan larutan FeCl_3 pada masing-masing sampel menjadi coklat kehitaman tidak selalu menandakan keberadaan hidrokuinon secara spesifik, karena senyawa fenolik lain juga bisa bereaksi dengan ion Fe^{3+} dan menghasilkan warna serupa. Oleh karena itu, meskipun uji FeCl_3 memberikan indikasi awal keberadaan senyawa fenolik seperti hidrokuinon, pengujian lanjutan melalui analisis spektroskopi FTIR-ATR diperlukan untuk memastikan identitas senyawa secara lebih spesifik dan akurat.

Uji kualitatif menggunakan FTIR-ATR dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi khas hidrokuinon dalam sampel krim pemutih ilegal. Metode ini bekerja berdasarkan interaksi antara radiasi inframerah dan

ikatan kimia, menghasilkan spektrum yang merepresentasikan vibrasi gugus fungsi tertentu (Pavia dkk., 2015). Teknik ATR memungkinkan analisis cepat tanpa preparasi sampel yang kompleks. Namun, karena krim pemutih mengandung berbagai komponen seperti emolien dan minyak, dapat terjadi gangguan spektrum seperti overlapping, noise, atau pergeseran puncak. Oleh karena itu, dilakukan ekstraksi menggunakan etanol *p.a* untuk memisahkan hidrokuinon dari komponen pengganggu sebelum analisis.

Menurut Moffat dkk., (2011) spektrum inframerah hidrokuinon menunjukkan puncak-puncak utama (*principal peaks*) pada bilangan gelombang 1210, 1192, 1240, 1520, 813, dan 760 cm^{-1} menggunakan plat KBr. Sedangkan menurut SpectraBase, (2025), puncak-puncak utama hidrokuinon muncul pada bilangan gelombang 1514, 1466, 1353, 1258, 1243, 1205, 1190, 1096, 824, 756, 700 cm^{-1} menggunakan FTIR-ATR. Berdasarkan hasil penelitian dengan FTIR-ATR, baik baku hidrokuinon maupun sampel krim menunjukkan 6 bilangan gelombang terdekat dengan referensi pada bilangan gelombang 1514, 1466, 1353, 1258, 1096, 824 cm^{-1} . Terdapat perbedaan pada posisi pita serapan antara spektrum baku hidrokuinon yang digunakan dalam penelitian ini dengan data referensi pustaka menurut SpectraBase, (2025). Pergeseran ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti perbedaan jenis pelarut, dispersi indeks bias, serta penggunaan kristal ATR yang berbeda. Pelarut yang bersifat polar atau memiliki kemampuan membentuk ikatan hidrogen dapat berinteraksi dengan gugus fungsi seperti $-\text{OH}$, $-\text{NH}$, atau $\text{C}=\text{O}$, sehingga memengaruhi kekuatan ikatan dan menurunkan frekuensi getarannya. Kondisi pelarut di sekitar molekul sangat berpengaruh terhadap pita vibrasi yang terdeteksi oleh spektroskopi FTIR, karena pelarut dengan polarisabilitas tinggi cenderung menyebabkan *red-shift* (pergeseran ke bilangan gelombang lebih rendah) akibat penurunan konstanta gaya ikatan (Kaur dkk., 2021). Selain itu, pelarut juga dapat memicu perubahan struktur atau konformasi molekul, yang secara langsung mengubah posisi vibrasi khas dalam spektrum, terutama pada senyawa aromatik atau yang mengandung gugus karbonil. Perbedaan indeks bias antar pelarut pun turut memengaruhi posisi serapan, karena indeks

bias menentukan distribusi serta kedalaman penetrasi medan *evanescent* pada teknik ATR-FTIR. Gelombang *evanescent* sendiri merupakan gelombang elektromagnetik yang terbentuk saat cahaya mengalami refleksi total internal pada batas dua medium dengan indeks bias berbeda, sehingga variasinya dapat menyebabkan perubahan intensitas dan posisi pita serapan (Kaur dkk., 2021). Penggunaan kristal ATR yang berbeda juga memengaruhi hasil spektrum karena perbedaan kedalaman penetrasi gelombang *evanescent* yang dihasilkan, di mana kristal dengan kedalaman penetrasi lebih tinggi memungkinkan interaksi yang lebih kuat antara radiasi IR dan molekul sampel. Selain itu, perbedaan jumlah puncak dan bilangan gelombang pada sistem ATR juga dapat disebabkan oleh perbedaan teknik analisis, jenis standar baku yang digunakan, sensitivitas alat terhadap pita serapan lemah, kemungkinan degradasi hidrokuinon, serta perbedaan antara senyawa murni dan sampel yang merupakan larutan dalam matriks kompleks. Meskipun demikian, kemunculan enam puncak dalam spektrum hasil analisis baku dan sampel sudah cukup untuk mengidentifikasi keberadaan hidrokuinon secara kualitatif.

Hasil uji kualitatif menggunakan FTIR-ATR, spektrum inframerah hidrokuinon menunjukkan pita-pita serapan khas yang sesuai dengan keberadaan struktur aromatik dan gugus fenolik dalam molekul tersebut. Senyawa aromatik umumnya memiliki pola serapan karakteristik pada enam wilayah utama dalam spektrum FTIR, yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan cincin benzena tersubstitusi. Pita serapan pada sekitar 803 cm^{-1} merupakan getaran lentur C-H di luar bidang (*out-of-plane*) dari cincin benzena, yang sangat bermanfaat untuk menentukan pola substitusi pada cincin aromatik, dan dalam hal ini sesuai dengan pola substitusi para (posisi 1,4) yang merupakan ciri khas struktur hidrokuinon. Pita pada 1087 cm^{-1} menunjukkan regangan ikatan C-O dari gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada cincin aromatik, sedangkan pita pada 1273 cm^{-1} merupakan hasil tumpang tindih (*overlap*) antara regangan C-O dan lenturan C-H dalam bidang (*in-plane bending*). Wilayah antara $1300\text{--}1000\text{ cm}^{-1}$ ini sering kali menunjukkan tumpang tindih pita-pita serapan yang sulit dibedakan karena posisi serapan yang saling

berdekatan maupun kompleksitas struktur molekul. Serapan lain seperti pada 1378 cm^{-1} diidentifikasi sebagai lenturan C–H aromatik, sementara pita pada 1473 dan 1521 cm^{-1} merupakan regangan ikatan C=C dari cincin benzena yang biasanya muncul dalam rentang $1600\text{--}1450\text{ cm}^{-1}$ sebagai dua hingga tiga pita dengan intensitas sedang hingga lemah, menunjukkan adanya inti aromatik dalam struktur molekul (Pavia dkk., 2015).

Keseluruhan pita serapan pada spektrum FTIR sampel menunjukkan ciri khas yang konsisten dengan karakteristik spektrum senyawa hidrokuinon yaitu senyawa aromatik dengan dua gugus hidroksil (–OH) yang berada pada posisi para dalam cincin benzena. Meskipun terdapat pergeseran pada pita serapan puncak khas hidrokuinon, hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa sampel dipastikan mengandung senyawa hidrokuinon. Hal ini didukung oleh kemiripan pola spektrum antara sampel dan baku hidrokuinon pada rentang bilangan gelombang $4000\text{--}600\text{ cm}^{-1}$, di mana bentuk spektrum dan posisi relatif puncak-puncak utama menunjukkan kesesuaian. Kemiripan tersebut menunjukkan bahwa gugus fungsi utama yang ada pada baku hidrokuinon juga terdapat dalam sampel.

Berdasarkan hasil analisis kualitatif menggunakan uji reagen FeCl_3 dan FTIR-ATR, seluruh sampel krim pemutih ilegal yang diperoleh dari platform *e-commerce* Shopee menunjukkan indikasi positif mengandung senyawa hidrokuinon. Spektrum inframerah dari keenam sampel menunjukkan kesesuaian dengan spektrum baku hidrokuinon, terutama pada bilangan gelombang karakteristik 803 , 1087 , 1273 , 1378 , 1473 , dan 1521 cm^{-1} yang menandakan keberadaan gugus fungsi aromatik C–H, C–O, dan C=C khas hidrokuinon. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun produk tersebut dipasarkan secara luas di media *e-commerce*, masih banyak di antaranya yang mengandung bahan berbahaya yang telah dilarang penggunaannya oleh pemerintah. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM) melalui Peraturan Kepala BPOM RI Nomor 18 Tahun 2015 telah secara tegas melarang penggunaan hidrokuinon sebagai bahan pemutih dalam produk kosmetik yang diedarkan bebas. Larangan ini dikeluarkan karena hidrokuinon

terbukti dapat menyebabkan berbagai efek samping serius, seperti iritasi, hiperpigmentasi, leukoderma, hingga risiko karsinogenik jika digunakan dalam jangka panjang (BPOM RI, 2015).

UNIVERSITAS JENDERAL ACHMAD YANI
PEPUSTAKAAN
YOGYAKARTA