

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kosmetik

Kosmetik merupakan produk yang dirancang untuk diaplikasikan pada permukaan luar tubuh manusia, termasuk epidermis, rambut, kuku, bibir, serta organ genital eksternal, atau pada gigi dan lapisan mukosa di mulut, terutama untuk tujuan seperti membersihkan, memberikan wewangian, mengubah penampilan, memperbaiki aroma tubuh, atau untuk melindungi serta menjaga kondisi tubuh tetap baik (Atika, Rahmah, and Fitriyani 2022)

Penggunaan produk kecantikan di Indonesia saat ini semakin meningkat. Kosmetik menjadi keperluan utama bagi wanita untuk mendukung penampilan mereka. Salah satu jenis kosmetik yang umum digunakan adalah *eyebrow*. *Eyebrow* adalah produk dekoratif berbentuk mirip pensil yang berfungsi untuk memperbaiki bentuk alis yang tidak simetris, sehingga alis terlihat lebih rapi dan seimbang warna dari *eyebrow* dipengaruhi oleh adanya pigmen berwarna, dan dalam beberapa situasi, Pigmen tersebut berpotensi terkontaminasi oleh logam berat yang terkadang digunakan sebagai zat pewarna tambahan dalam proses produksi kosmetik (Rosyidah, Harmastuti, and Rejeki 2024)

B. Eyebrow

Eyebrow merupakan merupakan salah satu jenis kosmetik yang banyak diminati karena memiliki peranan penting dalam menunjang penampilan, terutama bagi kaum wanita. Penggunaan *eyebrow* bertujuan untuk menegaskan bentuk alis, memberikan warna pada alis yang tipis, serta membantu menciptakan tampilan wajah yang lebih seimbang dan ekspresif. Dalam dunia tata rias, keberadaan alis memegang fungsi estetika yang sangat besar, sebab bentuk dan ketebalan alis dapat memengaruhi kesan serta karakter wajah seseorang.



Gambar 2.1 Jenis-jenis *eyebrow* dari berbagai merek

(Sumber : Beautynesia, 2016)

Selain sebagai alat untuk mempercantik diri, *eyebrow* juga berperan dalam menambah kepercayaan diri penggunanya. Alis yang tertata dengan baik dapat memberikan kesan wajah yang lebih tegas dan menarik. Karena itu, banyak wanita yang menjadikan penggunaan produk *eyebrow* sebagai bagian penting dari rutinitas rias harian (Fatmawati et al. 2021)

1. Jenis-Jenis Eyebrow

Berdasarkan formulasi dan bentuk sediaan, produk kosmetik *eyebrow* yang beredar dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis. Masing-masing jenis menawarkan karakteristik, tingkat kesulitan aplikasi, dan hasil akhir yang berbeda, sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan preferensi pengguna sebagai berikut :

a. *Eyebrow Pencil*

Sebagai produk kosmetik dekoratif, *eyebrow* pencil berfungsi untuk membentuk dan mendefinisikan garis alis. Produk ini umumnya memiliki bentuk menyerupai pensil dengan tekstur yang padat sekaligus lembut, yang dirancang untuk memudahkan proses aplikasi dan memberikan hasil yang presisi.



Gambar 2.2 *Eyebrow pencil*

(Sumber : Beautyware, 2020)

b. *Eyebrow Chalk*

Eyebrow chalk merupakan kosmetik dekoratif yang diformulasikan untuk membentuk dan mendefinisikan alis. Produk ini memiliki tekstur yang lembut sehingga mudah di aplikasikan. Sebagai produk yang bersifat *waterproof*, formulanya seringkali mengandung silika, yang berperan dalam menciptakan ketahanan terhadap air.



Gambar 2.3 *Eyebrow chalk*

(Sumber : idntimes.com, 2019)

c. *Eyebrow Powder*

Eyebrow powder merupakan jenis kosmetik dekoratif berbentuk bubuk yang diformulasikan khusus untuk mendefinisikan dan mempertajam bentuk alis. Produk ini memiliki kemiripan dalam hal bentuk dan tekstur dengan *eyeshadow* bubuk.



Gambar 2.4 *Eye brow powder*

(Sumber : Cindynal, 2025)

d. *Eye brow Cream*

Eye brow cream merupakan kosmetik dekoratif khusus alis yang berfungsi untuk membentuk kontur serta mengisi area kosong pada alis. Aplikasinya menghasilkan definisi warna yang tegas dan volume yang lebih penuh, sehingga menciptakan bentuk alis yang lebih berisi dan terstruktur



Gambar 2.5 *Eye brow cream*

(Sumber : Beautyhaul, 2025)

e. *Eye brow Tint*

Dalam kategori kosmetik semi-permanen, *eye brow tint* didefinisikan sebagai sediaan berbentuk cair yang diaplikasikan untuk memberikan efek pewarnaan menyerupai tato pada area alis. Produk ini dikenal pula dalam istilah umum sebagai *eye brow tattoo* (Arumsari 2020)



Gambar 2.6 *Eye brow tint*

(Sumber : Ubuy.co, 2025)

2. Komposisi eyebrow

Produk *eyebrow* secara umum diformulasikan dengan komponen utama yang berfungsi memberikan warna, tekstur, ketahanan, dan kemudahan aplikasi. Komponen tersebut meliputi :

a. Cera Alba (*White Beeswax*) sebagai Pengikat

Cera alba atau lilin lebah putih merupakan bahan alamiah yang berperan sebagai pengikat dan agen pemberi kekakuan. Cera Alba memiliki sifat plastis dan mampu membentuk film yang kohesif, sehingga sangat efektif untuk mengikat partikel warna dan membentuk struktur padat pada produk seperti *eyebrow*. Sifatnya yang *non-irritating* juga membuatnya aman untuk penggunaan di area mata

b. Setil Alkohol dan Trietanolamin sebagai Sistem Pengemulsi

Setil Alkohol, suatu alkohol lemak, dan Trietanolamin (TEA), suatu agen penetral, bersama-sama membentuk sistem pengemulsi. Setil Alkohol berfungsi sebagai pengemulsi tipe emulsi air-dalam-minyak (A/M) dan berperan dalam menstabilkan konsistensi serta meningkatkan viskositas.

c. Propilen Glikol dan Aquadest sebagai Pelarut

Propilen Glikol merupakan pelarut organik sekaligus humektan. Fungsinya tidak hanya melarutkan bahan-bahan aktif, tetapi juga menjaga kelembapan produk sehingga tidak mudah mengering dan retak. Aquadest (air suling) berfungsi sebagai pelarut universal dalam fase air formulasi. Kombinasi keduanya menciptakan fase pelarut yang efektif untuk mendispersikan komponen lain dan memfasilitasi reaksi kimia dalam formulasi, seperti pembentukan emulsi.

d. Lanolin sebagai Pelicin

Lanolin adalah lemak wol yang dimurnikan dan berfungsi sebagai emolien dan pelicin (*emollient*). Lanolin memberikan sifat "slip" yang baik pada saat aplikasi, memudahkan produk untuk diratakan pada kulit. Sifat oklusifnya juga membantu menahan kelembapan pada kulit. Namun, perlu kehati-hatian karena lanolin memiliki potensi iritan yang rendah pada individu tertentu yang sangat sensitif.

e. *Butylated Hydroxytoluene* (BHT) sebagai Antioksidan

BHT adalah antioksidan sintetis yang umum digunakan dalam kosmetik. Fungsinya adalah untuk mencegah oksidasi dan ketengikan pada bahan-bahan berminyak (seperti lanolin dan Cera Alba) yang dapat menyebabkan perubahan warna, bau, dan penurunan kualitas produk.

f. Propil Paraben sebagai Pengawet

Propil Paraben termasuk dalam golongan ester paraben yang berfungsi sebagai pengawet antimikroba. Pengawet ini sangat efektif terhadap jamur dan ragi, sehingga penting untuk mencegah kontaminasi mikroba dalam produk yang mengandung air, yang dapat menjadi media pertumbuhan mikroorganisme (Surya et al. 2024)

g. *Titanium dioxide*

Titanium dioxide berperan sebagai pigmen warna dengan daya opasitas tinggi yang mampu meningkatkan kepadatan warna pada sediaan kosmetik. Kehadiran bahan ini membuat warna dasar produk menjadi lebih seragam dan tidak bersifat transparan. Dalam formulasi kosmetik alis, *Titanium dioxide* sangat penting untuk menstabilkan dan menyeimbangkan kombinasi pigmen lain sehingga warna yang dihasilkan tampak jelas, konsisten, dan sesuai dengan karakteristik warna yang diharapkan (Widiartini and Ganesha 2024)

C. Timbal (Pb)

Timbal merupakan logam berat dengan nomor atom 82 yang bersifat toksik meskipun dalam konsentrasi rendah. Sifat toksisitasnya terutama disebabkan oleh kemampuan ion timbal (Pb^{2+}) untuk berikatan dengan gugus sulfhidril (-SH) pada enzim, sehingga menghambat proses biokimia essential dalam tubuh. Timbal bersifat *persisten*, *bioakumulatif*, dan dapat mengalami *biomagnifikasi* rantai

makanan. Karakter *bioakumulatif* inilah yang menyebabkan paparan kronis timbal, bahkan dalam dosis rendah, dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh seperti tulang dan gigi, sehingga berpotensi menimbulkan dampak kesehatan jangka panjang yang serius. (Fatmawati et al. 2021)

1. Sifat logam Timbal

Logam berat dikategorikan sebagai zat pencemar yang sangat berbahaya terutama disebabkan oleh dua karakteristik utamanya, yaitu sifatnya yang persisten dan kemudahannya untuk terserap oleh sistem biologis. Keberadaan logam berat di lingkungan perairan menimbulkan ancaman serius. Risiko tersebut bersumber dari tiga sifat khas logam berat, yakni:

- a. **Persistensi Lingkungan:** Logam berat memiliki daya tahan yang tinggi terhadap proses degradasi alami, sehingga cenderung terakumulasi secara terus-menerus di dalam ekosistem perairan. Sifat ini menyebabkan keberadaannya sulit untuk dihilangkan secara alami setelah mencemari suatu lingkungan.
- b. **Bioakumulasi dan Biomagnifikasi :** Logam berat memiliki kemampuan untuk terakumulasi dalam jaringan tubuh organisme, seperti kerang dan ikan, melalui proses yang disebut bioakumulasi. Ketika organisme yang terkontaminasi ini dikonsumsi oleh manusia, logam berat tersebut dapat berpindah dan membahayakan kesehatan, di mana konsentrasinya bahkan dapat meningkat pada setiap tingkatan rantai makanan.
- c. **Mobilitas dalam Sedimen :** Logam berat mudah terikat dan terakumulasi di dalam sedimen, menyebabkan konsentrasinya di dasar perairan seringkali jauh lebih tinggi daripada di kolom air. Selain itu, sedimen yang mengandung logam berat ini dapat dengan mudah teraduk kembali (*resuspensi*) akibat pergerakan air, sehingga melepaskan logam-logam tersebut kembali ke dalam air dan menjadikan sedimen sebagai sumber pencemaran sekunder yang potensial dalam jangka waktu tertentu (Sawitri 2019)

2. Biotransformasi Timbal dalam Tubuh

Biotransformasi timbal melalui paparan topikal terjadi ketika timbal yang terdapat pada kosmetik, seperti *eyebrow*, kontak langsung dengan permukaan kulit kemudian mengalami penetrasi melalui lapisan epidermis. Timbal dapat masuk melalui kulit karena logam ini mampu larut dalam minyak dan lemak sehingga lebih

mudah menembus lapisan kulit yang mengandung lipid. Setelah menembus kulit, timbal akan masuk ke pembuluh darah dan diedarkan ke berbagai jaringan serta organ tubuh. Di dalam tubuh, timbal tidak mengalami biotransformasi sempurna seperti senyawa organik. Logam berat ini bersifat mudah terurai, tidak dapat dimetabolisme, dan tidak dapat diubah menjadi senyawa lain yang lebih aman. Akibatnya, timbal cenderung terakumulasi dalam tubuh dan dapat bertahan dalam waktu lama.

Setelah masuk ke dalam darah, timbal akan berikatan dengan komponen darah kemudian terdistribusi ke organ seperti hati, ginjal, otak, dan tulang. Timbal menimbulkan toksisitas melalui mekanisme ionik dengan menggantikan ion penting di dalam tubuh seperti kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), dan besi (Fe^{2+}). Proses ini menyebabkan gangguan metabolisme sel dan meningkatkan pembentukan *reactive oxygen species* (ROS) sehingga memicu stres oksidatif pada sel.

Peningkatan ROS menyebabkan kerusakan membran sel, protein, lipid, dan asam nukleat. Selain itu, kadar antioksidan alami tubuh seperti glutathione menurun sehingga kemampuan sel untuk menetralkan radikal bebas menjadi terganggu. Akibat paparan terus-menerus, timbal dapat mengalami bioakumulasi di dalam tubuh dan berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan, terutama pada sistem saraf, ginjal, dan darah (Putri et al. 2023)

3. Efek Kronis Timbal Terhadap Kesehatan

Paparan timbal berdampak sistemik pada berbagai organ tubuh. Pada sistem *hematopoietik*, timbal menghambat sintesis hemoglobin dan dapat menyebabkan anemia. Pada sistem saraf, timbal bersifat *neurotoksik* dan dapat menurunkan kecerdasan pada anak serta menyebabkan ensefalopati pada dewasa. Toksisitasnya juga meliputi sistem ginjal, dimana timbal menyebabkan nefrotoksitas; sistem kardiovaskuler dengan peningkatan risiko hipertensi; serta sistem reproduksi yang mengakibatkan gangguan fertilitas dan perkembangan janin. Melihat spektrum toksisitas yang luas ini, kehadiran timbal sebagai kontaminan dalam produk kosmetik seperti *eyebrow* menjadi perhatian utama dari aspek keamanan konsumen. (Yanti and Laili 2023)

4. Sumber cemaran Timbal pada *eyebrow*

Keberadaan timbal dalam sediaan kosmetik *eyebrow* umumnya bersumber dari cemaran atau zat pengotor yang tidak disengaja ditambahkan dalam formulasi selama proses produksi. Cemaran ini dapat berasal dari berbagai tahapan, mulai dari bahan baku, proses pengolahan, hingga penyimpanan produk. Bahan dasar pembuatan kosmetik, khususnya pewarna yang digunakan dalam formulasi *eyebrow*, sering kali mengandung logam berat sebagai *impurities* yang terbawa secara alami. Selain itu, peralatan produksi yang terbuat dari logam juga berpotensi menyebabkan kontaminasi silang selama proses manufaktur. Oleh karena itu, timbal yang terdeteksi dalam kosmetik dikategorikan sebagai kontaminan yang perlu diawasi kadarnya karena berpotensi menimbulkan risiko kesehatan apabila digunakan secara berulang dan dalam jangka Panjang (Handayani, Fernanda, and Arifiyana 2022)

D. Pemeriksaan Timbal

1. Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) merupakan alat yang bekerja berdasarkan prinsip serapan radiasi oleh atom bebas untuk menganalisis unsur-unsur logam dan metaloid. Teknik kuantitatif ini banyak digunakan karena memiliki aplikasi yang sangat luas di berbagai bidang. Hal ini disebabkan oleh beragam kelebihanannya, di antaranya adalah sifatnya yang selektif dan spesifik, sensitivitas tinggi (mencapai ppm hingga ppb), biaya analisis yang terjangkau, kemudahan pembuatan matriks standar, kecepatan proses analisis, dan kemudahan dalam pelaksanaannya (Pane, Nisa, and Sunarsih 2024)

2. Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP-OES)

Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) kini banyak diaplikasikan di berbagai laboratorium dan dianggap lebih unggul untuk menganalisis banyak unsur, khususnya arsen, selenium, dan antimon. Instrumen ini memanfaatkan plasma yang dihasilkan melalui induksi untuk mengeksitasi atom dan ion. Dengan argon sebagai gas pembawa, ion-ion tereksitasi tersebut memancarkan radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang spesifik yang khas untuk setiap unsur. Keunggulan ICP-OES meliputi batas deteksi yang sangat rendah

(sekitar 0,1 hingga 10 ppb) untuk hampir semua unsur, disertai dengan selektivitas, akurasi, presisi yang tinggi, serta waktu analisis yang cepat (Oktavia, Cahyani, and Indrawijaya 2023)

E. Metode Destruksi

1. Destruksi Basah

Destruksi basah merupakan metode preparasi sampel yang menggunakan larutan asam kuat sebagai media dekomposisi. Berdasarkan penelitian pada analisis logam dalam tanaman rumput, destruksi basah umumnya menggunakan kombinasi asam nitrat (HNO_3) dan hidrogen peroksida (H_2O_2) atau asam nitrat dengan asam perklorat (HClO_4). Proses destruksi dilakukan pada suhu relatif rendah ($100\text{-}150^\circ\text{C}$) dengan waktu destruksi yang bervariasi antara 2-4 jam tergantung kompleksitas sampel.

2. Destruksi Kering

Destruksi kering dilakukan dengan pemanasan sampel dalam tungku pada suhu tinggi ($450\text{-}550^\circ\text{C}$) selama 4-8 jam. Metode ini mengandalkan oksidasi termal untuk menghilangkan komponen organik dari sampel. Abu yang dihasilkan kemudian dilarutkan dalam asam nitrat encer sebelum analisis.

Karakteristik destruksi kering berdasarkan hasil validasi:

- a. Sederhana dan ekonomis dalam pelaksanaannya
- b. Dapat memproses banyak sampel secara simultan
- c. Efektif untuk sampel dengan kandungan organik tinggi
- d. Risiko kontaminasi rendah karena minim penggunaan reagen kimia (Habibi 2020)

F. Kurva Kalibrasi

Analisis kuantitatif untuk menentukan kadar analit dalam sampel dengan instrumen kimia pada umumnya dilakukan menggunakan kurva kalibrasi yang linearitasnya telah memenuhi kriteria penerimaan. kurva kalibrasi adalah grafik linear yang menunjukkan hubungan proporsional antara respons instrumen terhadap serangkaian larutan standar, termasuk blanko (Wardhani and Nurbayanti 2019)

Prinsip dasarnya adalah Hukum Lambert-Beer, yang menyatakan hubungan linier antara konsentrasi senyawa dan absorbansinya dalam kondisi ideal. Kurva kalibrasi ini memungkinkan penentuan konsentrasi sampel yang tidak diketahui dengan menggunakan persamaan regresi linier $y = bx + a$, di mana y adalah absorbansi, x adalah konsentrasi, b adalah slope, dan a adalah intercept (Yoga 2015)

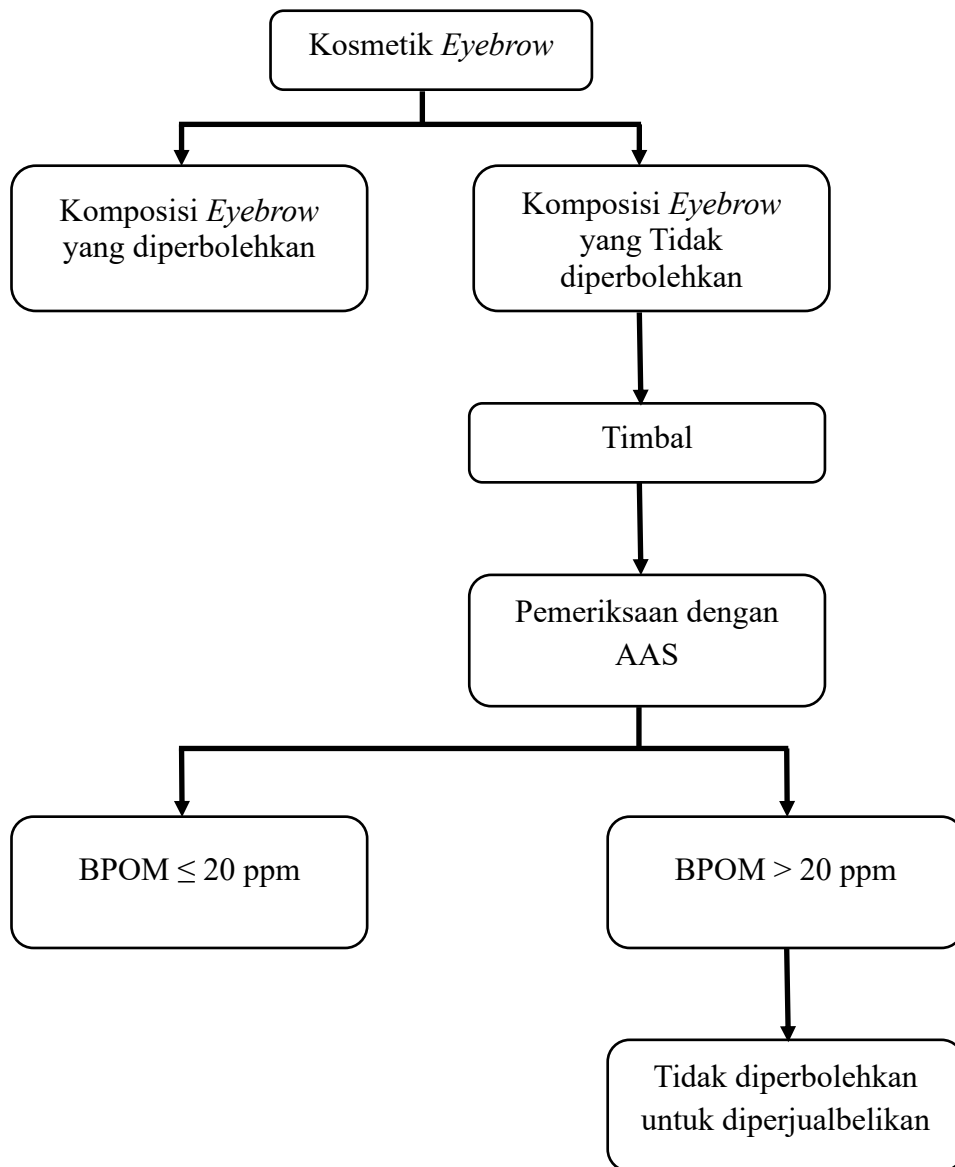
Alat Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) diatur dan dioptimalkan berdasarkan protokol operasionalnya untuk menganalisis setiap logam berat. Pengukuran larutan standar masing-masing logam dilakukan pada panjang gelombang 217,0 nm untuk timbal (Pb) dan 324,8 nm untuk tembaga (Cu). Kondisi operasi optimal SSA untuk analisis logam Pb adalah sebagai berikut: lebar celah 1,0 nm, arus lampu katoda 10,0 μ A, laju alir udara 13,20 L/menit, serta laju alir asetilen 2,10 L/menit.

Berdasarkan hasil pengukuran larutan standar timbal dan tembaga pada berbagai tingkat konsentrasi, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan linear antara konsentrasi dan nilai absorbansi. Semakin tinggi konsentrasi larutan standar, nilai absorbansi yang dihasilkan juga semakin besar (Koriah, Rusdiana, and Dewiyanti 2024)

G. Analisis Pengukuran/ Penentuan Konsentrasi

Metode yang umum digunakan untuk menetapkan Limit Deteksi (LOD) dan Limit Kuantitasi (LOQ) pada alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah dengan menggunakan larutan blanko. Prinsip dari metode ini adalah dengan mengukur nilai absorbansi dari larutan blanko (pelarut yang dipakai dalam analisis) secara berulang minimal tujuh kali menggunakan instrumen yang sama. Pendekatan dengan blanko ini dapat diterapkan apabila hasil pengukuran blanko tersebut menghasilkan standar deviasi yang nilainya bukan nol (Sumarno dan Kusumaningtyas, 2019)

H. Kerangka Konsep



Keterangan :

Kadar Timbal pada produk kosmetik diklasifikasikan berdasarkan tingkat bahaya yang ditetapkan oleh BPOM Nomor 16 Tahun 2024 :

≤ 20 ppm = Memenuhi persyaratan keamanan

> 20 ppm = Tidak memenuhi persyaratan keamanan