

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kosmetik

Kosmetik adalah produk atau bahan yang digunakan di bagian luar tubuh manusia, seperti rambut, kuku, bibir, dan bagian luar organ genital, serta di gigi dan mulut. Selain digunakan untuk membersihkan, mengharumkan, mengubah penampilan, atau memperbaiki bau badan, kosmetik juga berfungsi untuk melindungi dan merawat kondisi tubuh agar tetap dalam keadaan yang baik.

Kosmetik dapat diklasifikasikan berdasarkan cara penggunaannya. Ada kosmetik dekoratif (*makeup*) yang digunakan untuk menyembunyikan kekurangan di wajah, sehingga wajah terlihat lebih menarik secara estetika dan juga memberikan manfaat positif bagi kondisi psikologis penggunanya. Selain itu, ada kosmetik perawatan kulit (*skincare*) yang digunakan untuk menjaga kebersihan dan kesehatan kulit secara rutin. Klasifikasi pada kosmetik ini digunakan oleh berbagai kalangan masyarakat agar terlihat menarik saat digunakan (Andi Nafisah Adjeng, 2022).

Penyebaran produk kosmetik yang sampai ke berbagai kalangan masyarakat dan daerah menunjukkan betapa besar potensi ekonomi Indonesia, terutama di bidang industri kecantikan. Terutama di kalangan anak muda yang lebih berani dan lebih terbiasa belanja secara *online* di platform *marketplace*. *Marketplace* adalah sebuah tempat untuk melakukan jual beli dan transaksi secara *online* melalui *website* atau aplikasi. Di dalam *marketplace* terdapat berbagai jenis produk dengan harga dan spesifikasi yang berbeda. Informasi mengenai kondisi barang juga tersedia di platform tersebut. Salah satu produk yang tersedia adalah produk kecantikan. Dalam proses distribusi produk ini, penting dilakukan pengawasan terhadap produk yang tidak terdaftar di BPOM. Karena produk kosmetik yang ilegal dapat membahayakan kesehatan pengguna (Rahardian *et al.*, 2023).

B. Kosmetik *Eyeline*r

*Eyeline*r merupakan salah satu produk kosmetik dekoratif, digunakan oleh banyak kalangan masyarakat, terutama wanita. Penggunaannya semakin meluas, tidak hanya pada wanita dewasa tetapi juga pada remaja. Produk ini membuat garis mata tampak lebih jelas dan menarik. Penggunaannya yang rutin pada area kulit mata yang tipis mengharuskan diperhatikannya keamanan komposisi bahan di dalam produk *eyeline*r tersebut (Handayani *et al.*, 2022).

Penggunaan *eyeline*r yang rutin telah menjadi bagian integral dari keseharian, terutama yang bertujuan untuk meningkatkan penampilan. *Eyeline*r memiliki fungsi sebagai alat rias untuk mendefinisikan bentuk mata, menciptakan ilusi mata yang tampak lebih besar, dan mempertegas ekspresi. Fungsi dekoratifnya yang krusial inilah yang menyebabkan produk ini memiliki frekuensi dan area aplikasi yang tinggi pada bagian tubuh yang sangat sensitive (Wulandari *et al.*, 2019)



Gambar 2.1 Jenis *Eyeline*r

(1) *Eyeline*r liquid, (2) *Eyeline*r spoolie, (3) *Eyeline*r gel, (4) *Eyeline*r pensil

(Sumber: Ainjia Phioltia Paat (2015) *cosmopolitan.co.id*)

1. Jenis-jenis *Eyeline*r

Produk kosmetik *eyeline*r yang beredar dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis sesuai dengan kegunaan dan kebutuhan para penggunanya. Adapun beberapa jenis *eyeline*r antara lain :

a. *Eyeline*r cair (*liquid eyeliner*)

*Eyeline*r berbentuk cairan dengan tekstur kental dan biasanya menghasilkan tampilan bercahaya. Jenis ini mampu membuat garis mata yang tajam, dramatis, serta memiliki warna yang terang dan tahan lama setelah kering. Alatnya

biasanya berupa kuas tipis atau pensil, sehingga memudahkan untuk membuat garis yang presisi. Namun, karena mengering dengan cepat, *eyeliner* cair tidak disarankan untuk pemula karena sulit untuk diperbaiki dan membutuhkan keterampilan tangan yang stabil untuk menggunakannya dengan benar.



Gambar 2.2 *Eyeliner liquid*

(Sumber : Beauty ware (2020) *beautyware.gr*)

b. *Eyeliner* Pensil

Eyeliner pensil adalah jenis *eyeliner* yang paling umum dan mudah digunakan, cocok untuk orang yang baru mulai belajar. Bentuknya mirip dengan pensil, sehingga memudahkan dalam mengaplikasikannya dan mengendalikan ketebalan garis. Tekstur dari *eyeliner* pensil biasanya lebih lembut, membuatnya nyaman digunakan di bagian garis air mata. Meskipun mudah digunakan, jenis ini cenderung tidak tahan lama dibandingkan *eyeliner* berbentuk cair atau gel. Selain itu, produk ini bisa mudah berubah bentuk atau melebar seiring waktu, terutama bagi yang memiliki kelopak mata berminyak.



Gambar 2.3 *Eyeliner* Pensil

(Sumber: Andini Aprilliana (2017) *beautyjournal.id*)

c. *Eyeline* gel

Eyeline gel memiliki tekstur seperti krim pekat yang disimpan dalam botol dan diterapkan menggunakan kuas *eyeline* khusus. Jenis ini menggabungkan keunggulan dari *eyeline* cair dan pensil; bisa menghasilkan garis yang tajam dan tebal seperti *eyeline* cair, tetapi lebih mudah dikontrol seperti pensil *eyeline*. *Eyeline* gel memiliki daya kait dan daya tahan yang kuat, serta cocok digunakan untuk teknik *smokey eye*. Hasil yang diperoleh sangat tergantung pada kualitas dan jenis kuas yang digunakan



Gambar 2.4 *Eyeline* gel

(Sumber : Amy marcinda (2017) *beautyjournal.id*)

d. *Eyeline* spidol

Eyeline spidol, juga dikenal sebagai *eyeline* pena, memiliki bentuk dan cara pakai yang mirip dengan spidol. Ujungnya dibuat dari bahan seperti kain yang runcing, sehingga memudahkan dalam menggambar garis tipis atau bentuk sayap (*winged*) dengan presisi tinggi. Tekstur tinta ini cair, tapi biasanya cepat kering. Jenis ini sering dipilih sebagai alternatif untuk *eyeline* cair, karena lebih mudah dikontrol. Namun, kelemahannya adalah tinta bisa habis dengan cepat, dan ujung aplikator bisa menjadi keras jika tutupnya tidak ditutup dengan baik setelah digunakan.



Gambar 2.5 *Eyeliners* spidol

(Sumber : Best price Medan (2024) shopee.com.id)

2. Komposisi *Eyeliners*

Produk *eyeliner* biasanya dibuat dengan bahan utama yang bertugas memberikan warna, tekstur, daya tahan, dan kemudahan saat digunakan. Bahan-bahan tersebut meliputi:

a. *Carbomer* sebagai bahan pengikat

Carbomer (polimer sintetis) pada *eyeliner* berfungsi sebagai bahan pengental dan pembentuk gel dalam *eyeliner*. Zat ini membantu memberikan tekstur yang kental dan stabil sehingga *eyeliner* mudah diaplikasikan dan tidak mudah luntur. Selain itu, *carbomer* juga berperan sebagai penstabil emulsi agar campuran bahan tetap homogen dan tidak terpisah selama penyimpanan.

b. *Methylene Chloride* (MC) sebagai bahan pengikat

Methylene chloride pada *eyeliner* digunakan sebagai bahan pengikat atau pelarut dalam formulasi, tetapi sebenarnya bahan ini tidak dianjurkan untuk produk kosmetik, terutama yang digunakan di area mata, karena bersifat toksik dan dapat menyebabkan iritasi. Dalam industri kosmetik modern, bahan ini sebaiknya diganti dengan pelarut yang lebih aman seperti *propylene glycol* atau *isopropyl myristate*.

c. Etanol 96% sebagai bahan pengawet

Etanol 96% dalam formulasi *eyeliner* berfungsi sebagai pelarut bahan aktif dan mempercepat pengeringan. Senyawa ini juga memberikan efek antiseptik

ringan untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme. Namun, penggunaan kadarnya yang tinggi memerlukan perhatian khusus karena berpotensi menyebabkan iritasi pada area mata yang sensitif.

d. *Methylparaben* sebagai bahan pengawet

Methylparaben berfungsi sebagai pengawet dalam *eyeliner* untuk mencegah pertumbuhan mikroba, sehingga meningkatkan keamanan dan masa simpan produk. Penggunaannya dalam kadar tertentu masih diperbolehkan karena efektivitasnya dalam menjaga stabilitas formulasi berbasis air.

e. *Color Pigments* sebagai zat pewarna

Color Pigments merupakan komponen utama pemberi warna pada *eyeliner*, seperti hitam, coklat, atau biru. Pigmen yang digunakan harus stabil, tahan lama, dan aman untuk area mata. Jenis yang umum meliputi *iron oxide* untuk warna gelap dan *ultramarine* untuk biru. Pigmen padat ini dalam formulasi *eyeliner* juga berpotensi mengandung timbal, terutama apabila bahan pewarna yang digunakan tidak memenuhi standart keamanan kosmetik. Pigmen padat ini didispersikan secara merata dalam basis untuk menghasilkan garis yang tajam, intens, mengkilap dan tahan lama.

f. 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.

g. *Beeswax* (lilin lebah) sebagai pengental

Beeswax (lilin lebah) adalah bahan alami yang dihasilkan oleh lebah madu dan digunakan dalam kosmetik sebagai komponen dasar dalam formulasi produk. Bahan ini berfungsi untuk memberikan tekstur padat, menjaga kestabilan bentuk, serta membantu pengikatan bahan lain seperti pigmen warna agar mudah diaplikasikan pada kulit. Sering sekali pada *beeswax* berpotensi terpapar cemaran timbal apabila berasal dari lingkungan yang tercemar melalui proses pengolahan yang tidak memenuhi standart keamanan.

h. *Aquadest* sebagai bahan pelarut

Aquadest berfungsi sebagai pelarut utama dalam formulasi eyeliner untuk melarutkan berbagai komponen seperti *carbomer* dan pengawet, sehingga terbentuk campuran yang homogen. Sifatnya yang murni, bebas dari mineral dan pengotor, menjadikannya dasar cair yang bersih dan aman untuk menjaga kualitas produk (Maulidah *et al.*, 2020).

C. Timbal

1. Karakteristik Timbal

Timbal adalah kelompok logam berat yang sangat berbahaya. Jika tubuh terpapar timbal secara terus-menerus, maka logam tersebut akan terakumulasi di dalam tubuh. Kandungan logam berat dalam kosmetik sangat tidak diperbolehkan karena logam berat tersebut langsung menyentuh kulit, kemudian masuk ke dalam darah, dan setelah itu sebagian dikeluarkan tubuh, sedangkan sebagian lagi menumpuk di dalam jaringan tubuh. Jika kosmetik yang mengandung Timbal digunakan dalam jangka waktu lama, maka jumlah Timbal yang terakumulasi di tubuh akan semakin bertambah. Dampak buruk dari adanya Timbal dalam kosmetik terhadap kesehatan tubuh menjadi alasan dilakukannya penelitian ini (Handayani *et al.*, 2022).

2. Bahaya Timbal bagi kesehatan

Bahaya Timbal bagi kesehatan para masyarakat terkhususnya wanita meliputi gangguan pada sistem reproduksi, sistem kandung kemih, sistem pembentukan sel darah, serta berpotensi menyebabkan kanker (Rahmadani & Alawiyah, 2021).

Gejala yang muncul akibat dampak dari keracunan Timbal tersebut adalah berkurangnya nafsu makan, berat badan menurun, terasa apa-apa, iritasi, sering muntah, lelah, sakit kepala, tubuh lemah, dan muncul garis hitam pada gusi. Kondisi ini juga bisa memperparah anemia, menyebabkan rasa sakit yang tidak jelas di kaki, sendi, dan perut, serta mengganggu saraf pada tangan dan kaki. Dalam kasus yang lebih parah, bisa terjadi kelumpuhan pada otot tangan dan kaki. Pada wanita, Timbal juga dapat mengganggu siklus haid dan menyebabkan keguguran (Rosita *et al.*, 2018).

3. Biotransformasi Timbal dalam tubuh

Timbal dalam bentuk anorganik umumnya ditemukan dalam paparan lingkungan seperti kosmetik, tidak mengalami proses biotransformasi metabolik klasik yang terjadi di hati seperti halnya obat organik. Sebaliknya, timbal mengalami proses ADME yaitu absorpsi (penyerapan), distribusi, metabolisme, dan ekskresi yang menggambarkan toksikokinetik logam tersebut. Timbal yang terkandung dalam kosmetik dapat masuk ke dalam tubuh melalui proses absorpsi saat produk diaplikasikan pada kulit, terutama jika digunakan secara berulang dalam jangka waktu lama. Setelah terserap, Timbal akan masuk ke dalam aliran darah dan berikatan dengan sel darah merah, kemudian didistribusikan ke berbagai jaringan tubuh seperti hati, ginjal, otak, dan tulang. Pada proses metabolisme, Timbal tidak mengalami perubahan atau penghancuran oleh tubuh seperti zat organik lainnya, sehingga logam ini cenderung tetap berada di dalam jaringan tubuh dan dapat mengalami akumulasi. Sebagian Timbal kemudian dikeluarkan melalui proses ekskresi melalui urine dan feses, namun proses pengeluarannya berlangsung sangat lambat sehingga paparan Timbal dari penggunaan kosmetik secara terus-menerus dapat menyebabkan penumpukan di dalam tubuh dan meningkatkan risiko gangguan kesehatan (Kwon *et al.*, 2024).

Meskipun timbal tidak dimetabolisme melalui jalur enzimatis seperti senyawa organik, tubuh manusia tetap mengubah timbal melalui ikatan dengan protein dan molekul biologis seperti enzim dan ligan non-protein, yang mempengaruhi distribusi dan penyerapan ion timbal dalam berbagai jaringan. Interaksi ini tidak mencakup pemecahan kimia struktur timbal, tetapi lebih berkaitan dengan mekanisme interaksi biologis. Perubahan ini menunjukkan bahwa biotransformasi dalam konteks logam timbal lebih tepat dijelaskan sebagai perubahan biologis dan kinetik daripada metabolisme biokimia konvensional, dengan konsekuensi besar terhadap kesehatan, seperti gangguan hematopoiesis dan neurotoksisitas akibat akumulasi timbal di jaringan target. Analisis molekuler terbaru menunjukkan bahwa timbal berinteraksi dengan sejumlah besar gen dan jalur seluler yang terkait dengan stres oksidatif, peradangan, serta gangguan mekanisme seluler lainnya, memperkuat hubungan antara perilaku toksikokinetik timbal dan dampak kesehatan yang serius (Torres-mendoza *et al.*, 2025).

4. Sumber kontaminasi Timbal dalam kosmetik

Timbal bisa ditemukan dari sumber alami dan sumber buatan manusia. Berikut penjelasannya:

a. Timbal alami

Timbal secara alami ada di dalam batuan, sekitar 13 mg per kg. Di tanah, kadar Timbal berkisar antara 5 sampai 25 mg per kg. Timbal juga ada di air permukaan, yaitu di air telaga dan air sungai dengan kadar 1 sampai 10 mikrogram per liter. Sementara itu, kadar timbal di air laut lebih rendah dibandingkan air tawar.

b. Timbal dari aktivitas manusia

- 1) Hasil dari penambangan. Biji Timbal yang ditemukan selama penambangan mengandung sekitar 3 sampai 10% Timbal. Kemudian Timbal itu diproses lebih lanjut hingga menjadi logam Timbal murni. Timbal berbentuk gas, biasanya dari pembakaran bahan aditif pada bensin kendaraan.
- 2) Timbal dalam bentuk partikel, umumnya berasal dari pabrik dan pembakaran arang, seperti yang dikatakan. (Rosita *et al.*, 2018)

5. Cemaran Timbal pada *Eyeliners*

Timbal merupakan logam berat toksik yang dapat masuk ke dalam tubuh yang selanjutnya memasuki aliran darah, lalu tersebar ke seluruh jaringan tubuh apabila terpapar terus-menerus. Namun dalam proses tersebut, sebagian kecil logam timbal akan keluar dari tubuh, sedangkan sebagian lagi tetap tersisa di dalam jaringan. Jika logam timbal yang tersisa di jaringan dibiarkan selama waktu yang lama, maka dapat meningkatkan risiko terjadinya efek toksisitas akibat logam timbal tersebut terhadap tubuh. Cemaran Timbal pada kosmetik umumnya berasal dari bahan baku seperti pigmen warna yang telah terkontaminasi logam berat maupun dari proses produksi yang tidak memenuhi standar keamanan. Timbal tersebut kemudian dapat masuk dan mencemari tubuh melalui penggunaan produk kosmetik dekoratif (*makeup*), terutama yang diaplikasikan pada area mata seperti *eyeliner* (Aisha *et al.*, 2025).

Sebagai produk kosmetik dekoratif untuk area mata, *eyeliner* memiliki potensi tinggi terkontaminasi Timbal yang umumnya berasal dari bahan baku pigmen dan

pengikatnya. Paparan kronisnya terhadap tubuh terjadi melalui absorpsi kulit kelopak mata dan penetrasi langsung ke mata, yang berisiko menyebabkan efek toksisitas sistemik, termasuk kerusakan saraf dan gangguan pembentukan darah (Al-Saleh *et al*, 2020).

6. Batas maksimum Timbal pada kosmetik

Berdasarkan Peraturan BPOM No. 16 Tahun 2024 tentang Batas Cemaran dalam Kosmetik, yang menetapkan bahwa kadar maksimum Timbal yang diperbolehkan dalam produk kosmetik adalah ≤ 20 ppm (BPOM, 2024).

7. Pemeriksaan Timbal

a. *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)*

Analisis kuantitatif cemaran Timbal dapat dilakukan secara efektif menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)*. Prinsip kerjanya didasarkan pengukuran penyerapan cahaya oleh atom logam dalam keadaan bebas. Sampel yang mengandung logam berat terlebih dahulu didestruksi dan diatomisasi sehingga terbentuk atom bebas, kemudian disinari oleh sumber cahaya dari lampu katoda berongga yang memancarkan panjang gelombang spesifik. Cahaya tersebut akan diserap oleh atom bebas pada panjang gelombang 283,3 nm, yaitu panjang gelombang khas Timbal yang diperoleh dari data spektrum serapan atom atau standar yang tersedia pada lampu katoda timbal alat AAS, serta dipilih karena merupakan panjang gelombang maksimum yang memberikan sensitivitas dan absorbansi optimal dalam pengukuran kadar Timbal. Kekhasan AAS terletak pada spesifisitasnya yang tinggi, karena penyerapan hanya terjadi pada panjang gelombang unik untuk setiap unsur. (Fauziah *et al.*, 2020).

Analisis pengukuran atau penentuan konsentrasi merupakan cara untuk mengetahui berapa banyak zat tertentu ada dalam sampel. Dalam penelitian ini, proses ini digunakan untuk mengetahui kandungan Timbal dalam sampel *eyeliner* secara tepat dan terukur. Proses analisis dimulai dengan mengukur respons alat terhadap larutan uji yang sudah dipersiapkan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)*. Respons alat tersebut kemudian diubah menjadi nilai konsentrasi berdasarkan persamaan garis lurus dari kurva kalibrasi yang sudah dibuat sebelumnya. Hasil konsentrasi dalam larutan uji

selanjutnya diubah menjadi kadar Timbal dalam sampel dengan memperhitungkan faktor pengenceran yang terjadi saat mempersiapkan sampel

Secara struktur, setiap alat AAS dibangun dari tiga bagian inti: unit pengatom, sumber radiasi, dan sistem pengukur fotometrik. Keunggulan alat AAS jika dibandingkan dengan spektrofotometer biasa terletak pada sifatnya yang sangat spesifik, batas deteksinya yang sangat sensitif (hingga ppm), kemampuannya menganalisis beberapa unsur berbeda dalam satu larutan, serta kemudahan dalam pembacaan hasil. Alat ini juga tergolong hemat dan dapat digunakan untuk menentukan kadar banyak unsur dengan rentang yang lebar. (Wahab *et al.*, 2024).

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

ICP-OES adalah alat analisis logam, seperti Timbal, yang sensitif dan mampu mendeteksi multi-unsur sekaligus. Prinsip kerjanya menggunakan plasma untuk memanaskan sampel hingga memancarkan cahaya khas, yang kemudian dianalisis untuk menentukan komposisi unsur secara kuantitatif. Komponen utamanya meliputi pompa peristaltik, nebulizer, torch plasma, generator RF, dan detektor. Validasi metode ini meliputi pengujian linieritas, akurasi, presisi, dan batas deteksi (Sari & Sutopo, 2024).

D. Metode Destruksi

Dalam praktik laboratorium, proses destruksi biasanya disebut sebagai mineralisasi atau pengabuan, yaitu cara mengubah senyawa organologam menjadi bentuk anorganik yang bisa dideteksi oleh alat analisis modern. Ada dua metode utama yang sering digunakan untuk proses destruksi tersebut yaitu:

1. Destruksi basah

Destruksi adalah proses memecah senyawa menjadi bagian-bagian dasar sehingga bagian tersebut bisa dianalisis. Metode destruksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah destruksi basah, yaitu cara memecah sampel dengan menggunakan asam kuat, baik asam tunggal maupun campuran. Destruksi basah dipilih karena alat yang digunakan lebih mudah, suhu yang digunakan tidak terlalu tinggi, dan waktu serta proses oksidasi lebih cepat. Metode ini juga pernah dilakukan sebelumnya (Aulia & Zuhrotun, 2021).

2. Destruksi kering

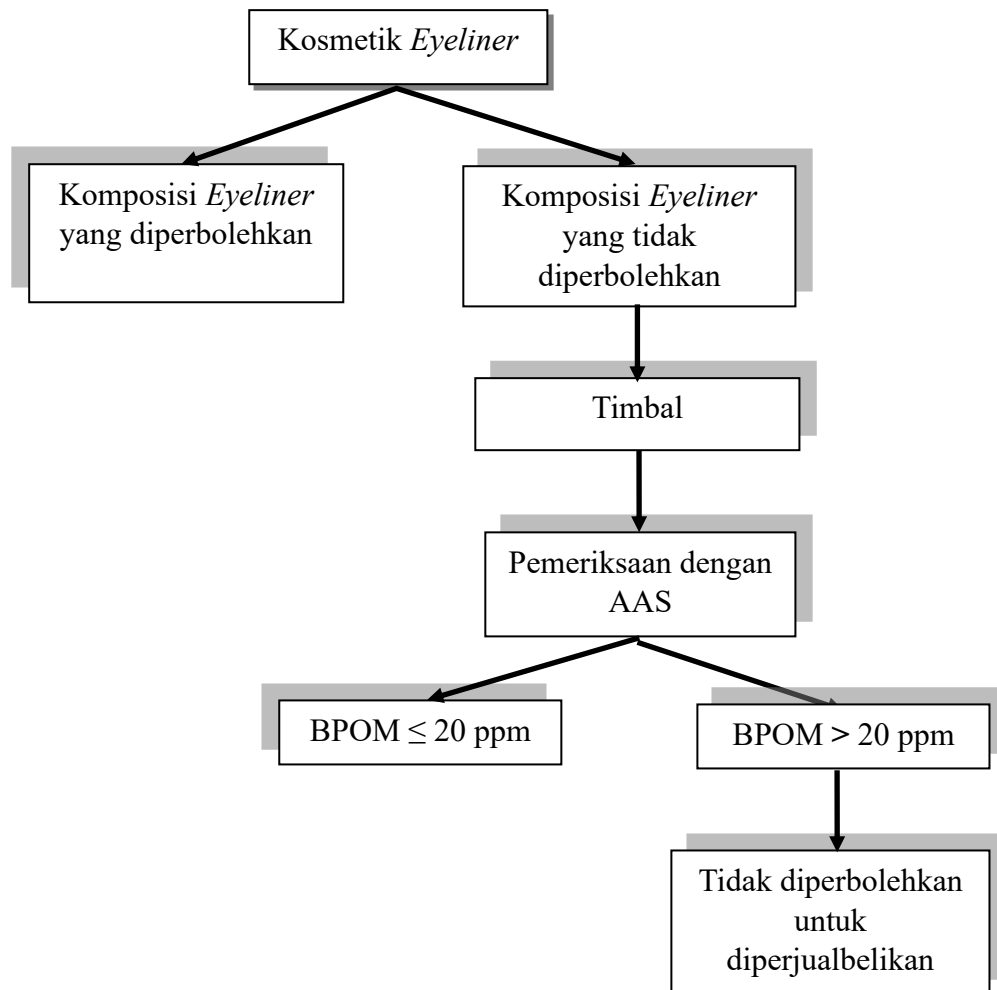
Destruksi kering dilakukan dengan pemanasan sampel dalam tungku pada suhu tinggi (450-550°C) selama 4-8 jam. Metode ini mengandalkan oksidasi termal untuk menghilangkan komponen organik dari sampel. Abu yang dihasilkan kemudian dilarutkan dalam asam nitrat encer sebelum analisis (Habibi, 2020).

E. Kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi adalah cara statistik yang digunakan untuk mengetahui hubungan proporsional antara kadar bahan yang dianalisis termasuk blanko dengan respons alat yang digunakan (Lusiana, 2016).

Kurva kalibrasi atau kurva standar dalam pengujian spektrofotometri berdasarkan hukum “Lambert” dimana Grafik yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi dan absorbansi akan berbentuk garis lurus. Kurva kalibrasi ini membantu menentukan konsentrasi suatu senyawa dalam sampel. Konsentrasi tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan regresi $y = ax + b$, di mana y adalah nilai absorbansi, a adalah nilai intersep, x adalah konsentrasi, dan b adalah nilai slope (Yoga, 2015).

F. 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

