

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

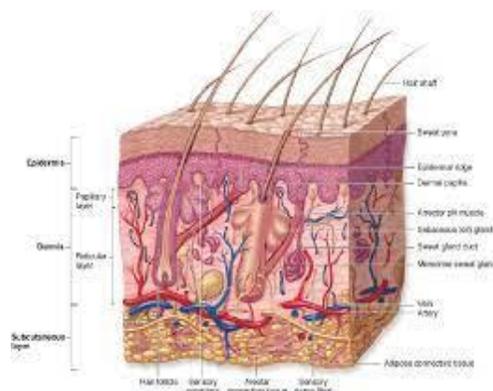
A. Kulit

1. Definisi kulit

Kulit adalah organ tubuh terberat dan terbesar, terhitung 15% dari berat badan dan $1,5 m^2$ luas kulit orang dewasa. Kulit adalah organ pembungkus elastis terletak di luar, yang berfungsi sebagai pelindung tubuh dari pengaruh lingkungan. Kulit sangat rumit, elastis, dan sensitif. Warna kulit sangat bervariasi, warna kulit dipengaruhi iklim, usia, jenis kelamin, ras, sedangkan letak kulit akan mempengaruhi kelembutan, ketipisan, dan ketebalannya. Ketebalan kulit bervariasi, alat kelamin pria memiliki lapisan yang paling tipis, yaitu 0,5 mm, dan telapak tangan serta telapak kaki memiliki lapisan yang paling tebal, yaitu 6 mm (Djuanda, 2007).

Kulit pada area wajah, adalah kulit yang sensitif dibandingkan dengan kulit pada area yang lain. Kulit wajah sangat mudah mengalami perubahan buruk yang disebabkan paparan sinar matahari, faktor lingkungan seperti polusi udara dan debu, penggunaan *ac* yang berlebih, dan juga karena salah penggunaan *skincare* dan kosmetik (Wardah *et al.*, 2019). Menurut Wardah *et al.*, (2019) terdapat beberapa tipe kulit wajah yang dimiliki manusia pada umumnya yaitu, kulit normal, kulit kering, kulit berminyak, kulit kombinasi, dan kulit sensitif.

2. Struktur kulit



Gambar 1. Struktur kulit (Mescher, 2010)

Djuanda, (2007) menyatakan bahwa kulit terdiri atas 3 lapisan utama yaitu epidermis, dermis, dan hipodermis. Epidermis merupakan jaringan epitel yang berasal dari ektoderm, sedangkan dermis berupa

jaringan ikat agak padat yang berasal dari mesoderm. Hipodermis adalah bagian bawah lapisan dermis berupa jaringan ikat longgar yang pada beberapa tempat terdiri dari jaringan lemak.

2.1. Lapisan epidermis. Epidermis merupakan lapisan terluar kulit dan terdiri atas epitel berlapis gepeng dengan lapisan tanduk. Epidermis memiliki tebal yang berbeda-beda, yaitu 400-600 μm untuk kulit tebal contohnya kulit pada telapak tangan dan telapak kaki dan 75-150 μm untuk kulit tipis contohnya kulit selain telapak tangan dan kaki yang memiliki rambut. Epidermis hanya terdiri dari jaringan epitel, tidak terdapat pembuluh darah maupun limfa, oleh karena itu semua nutrisi dan oksigen diperoleh dari kapiler yang ada pada lapisan dermis. Lapisan epidermis tersusun oleh lima lapisan yaitu stratum basal, stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lucidum, dan stratum korneum, kelima lapisan ini tersusun secara berurutan.

2.1.1. Stratum basal. Stratum basal disebut juga lapis basal/lapis benih merupakan lapisan yang letak paling dalam dan terdiri atas satu lapis sel yang tersusun berderet-deret di atas membran basal dan melekat pada dermis di bawahnya. Sel-sel pada stratum basal berbentuk kuboid atau silindris, intinya besar, jika dibanding ukuran selnya, dan sitoplasmanya basofilik. Proliferasi sel pada lapisan ini, yang biasanya terlihat pada gambar mitosis sel. Sel-sel pada lapisan ini bermigrasi ke arah permukaan untuk memasok sel-sel pada lapisan yang lebih superfisial. Sel-sel ini berfungsi untuk reproduktif dan akan mengadakan mitosis, yang terdiri atas dua jenis sel-sel yaitu sel pembentuk melanin atau melanosit dan sel-sel berbentuk kolumnar (Kalangi, 2014).

2.1.2. Stratum spinosum. Lapisan ini terdiri atas sel-sel yang besar berbentuk poligonal dengan inti lonjong, serta sitoplasmanya berwarna kebiruan. Pengamatan dengan perbesaran objektif 45x, pada dinding sel akan terlihat taju-taju yang seolah-olah menghubungkan sel yang satu dengan yang lainnya. Lapisan taju terdapat desmosom yang melekatkan sel-sel satu sama lain pada lapisan ini (Kalangi, 2014).

2.1.3. Stratum granulosum. Lapisan ini terbentuk atas 2-4 lapis sel gepeng yang mengandung banyak granula basofilik yang disebut granula keratohialin, yang jika dilihat dengan mikroskop elektron adalah partikel amorf tanpa membran tetapi dikelilingi ribosom. Mikrofilamen melekat pada permukaan granula. Tersusun

oleh sel-sel keratinosit yang berbentuk poligonal, berbutir kasar, dan berinti mengkerut (Kalangi, 2014).

2.1.4. Stratum lusidum. Lapisan ini terdiri oleh 2-3 lapisan sel gepeng yang tembus cahaya, dan agak eosinofilik. Lapisan ini tidak ada inti maupun organel pada sel-selnya. Pada lapisan ini terdapat sedikit desmosom, tetapi adhesi pada lapisan ini kurang sehingga terlihat seperti garis celah yang memisahkan stratum korneum dari lapisan lain di bawahnya (Kalangi, 2014).

2.1.5. Stratum korneum. Lapisan ini adalah lapisan terluar yang terdiri atas banyaknya lapisan sel-sel mati, pipih dan tidak berinti serta sitoplasmanya digantikan oleh keratin. Sel-sel pada lapisan ini selalu terkelupas dan akan tergantikan oleh sel-sel dari stratum basal yang berada di bawahnya (Kalangi, 2014).

2.2. Lapisan dermis. Dermis adalah lapisan kedua kulit. Batas lapisan dermis dengan epidermis ditutupi oleh membran basal, pada batas bawahnya berbatasan dengan subkutis tetapi batas ini tidak jelas hanya yang bisa dilihat sebagai tanda yaitu mulai terdapat sel lemak pada bagian tersebut. Lapisan dermis di dalamnya terdapat adneksa kulit seperti folikel rambut, papila rambut, kelenjar keringat, saluran keringat, kelenjar sebacea, otot pelurus rambut, serat lemak yang ditemukan di lapisan lemak bawah (subkutis/hipodermis), serta ujung pembuluh darah dan terminal saraf (Tranggono & Latifah, 2007). Dermis terdiri dari dua lapisan yaitu bagian atas stratum papilaris dan bagian bawah stratum retikularis.

2.2.1 Stratum papilaris. Lapisan ini memiliki struktur yang lebih longgar dan dibedakan dengan adanya papila dermal, yang jumlahnya bervariasi antara 50 – 250/ mm^2 . Lapisan ini paling banyak pada daerah mengalami tekanan, seperti telapak kaki. Papila mengandung pembuluh-pembuluh kapiler yang memberi nutrisi pada epitel di atasnya. Papila lainnya mengandung badan akhir saraf sensoris yaitu badan *meissner*. Tepat di bawah epidermis serat-serat kolagen tersusun rapat (Kalangi, 2014).

2.2.2 Stratum retikularis. Lapisan ini lebih tebal dan dalam. Lapisan ini membentuk berkas-berkas kolagen yang membentuk jalinan yang padat ireguler. Bagian lebih dalam pada stratum retikularis, terdapat jalinan yang lebih terbuka, rongga-rongga diantaranya berisi jaringan lemak, kelenjar keringat dan sebacea, serta folikel rambut (Kalangi, 2014).

2.3. Hipodermis. Hipodermis adalah sebuah lapisan subkutan di bawah retikularis dermis. Lapisan ini terdiri dari lapisan lemak, berupa jaringan ikat yang longgar dengan serat kolagen halus sejajar terhadap permukaan kulit, dengan beberapa di antaranya menyatu dengan yang dari dermis. Lapisan ini berfungsi menunjang suplai darah ke dermis untuk regenerasi. Lapisan ini memiliki sel-sel lemak lebih banyak daripada lapisan dermis. Jumlah lemak lapisan ini bergantung pada jenis kelamin dan keadaan gizi seseorang. Lemak lapisan ini cenderung mengumpul di daerah tertentu (Kalangi, 2014).

3. Fungsi kulit

Kulit yang mana merupakan bagian tubuh yang paling luar memiliki peranan penting yaitu sebagai pelindung tubuh dari lingkungan luar serta melindungi dari berbagai macam rangsangan dan gangguan dari luar. Kulit juga mempunyai fungsi lain antara lain:

3.1. Fungsi proteksi. Kulit menjaga bagian dalam tubuh terhadap gangguan fisik atau mekanik (tarikan, gesekan, dan tekanan), gangguan kimia (zat-zat kimia yang iritan), dan gangguan bersifat panas (radiasi, sinar *ultraviolet*), dan gangguan infeksi luar, terutama dari gangguan jamur dan bakteri (Djuanda, 2007).

3.2. Fungsi absorpsi. Fungsi absorpsi artinya kulit dapat digunakan sebagai alat penyerap. Kemampuan absorpsi kulit dipengaruhi oleh ketebalan kulit, hidrasi, kelembapan, metabolisme, dan jenis pembawa. Penyerapan juga dapat terjadi melalui saluran pertumbuhan rambut, ruang antar sel, dan saluran kelenjar (Djuanda, 2007).

3.3. Fungsi ekskresi. Kelenjar pada kulit mengeluarkan zat sisa dari metabolisme tubuh. Kelenjar lemak memiliki sebum yang digunakan untuk melindungi kulit agar kulit tidak menjadi kering dengan cara menahan evaporasi air yang berlebihan (Wasitaatmadja, 1997).

3.4. Fungsi persepsi. Kulit memiliki ujung saraf sensorik di dermis dan jaringan subkutan yang memungkinkan kulit merasakan rangsangan panas, dingin, sentuhan, dan tekanan. Rangsangan panas diperankan oleh badan *ruffini*, rangsangan dingin diperankan oleh badan *krause*, rangsangan rabaan diperankan oleh badan *meissner*, dan rangsangan tekanan diperankan oleh badan *paccini* (Djuanda, 2007).

3.5. Fungsi keratinisasi. Fungsi ini memberi perlindungan kulit terhadap infeksi secara mekanis fisiologik. Sel-sel keratinosit di lapisan

basal atau lapisan induk akan berkembang biak, berdiferensiasi, dan terdesak menuju ke permukaan kulit sehingga akhirnya menjadi sel-sel mati, kering dan pipih dalam stratum korneum (Tranggono & Latifah, 2007).

3.6. Fungsi pengaturan suhu tubuh. Kulit melakukan peranan ini dengan cara mengekskresikan keringat dan mengerutkan (otot berkontraksi) pembuluh darah kulit. Pembuluh darah pada suhu dingin, akan menciut agar panas tubuh tidak banyak keluar atau tertahan, sehingga tubuh secara otomatis bisa mengatasi persoalan udara dingin, sedangkan pada saat suhu panas, peredaran darah di kulit meningkat dan keringat akan keluar serta terjadi penguapan keringat dari kelenjar keringat sehingga suhu tubuh dapat dijaga tidak terlalu panas (Djuanda, 2007).

3.7. Fungsi pembentukan pigmen. Sel pembentuk pigmen (melanosit) terletak di lapisan epidermis dan sel ini berasal dari rigi saraf. Proses pembentukan pigmen melanin terjadi pada butir-butir melanosom yang dihasilkan oleh sel-sel melanosit yang terdapat diantara sel-sel basal keratinosit di dalam lapisan basal (Tranggono & Latifah, 2007).

3.8. Fungsi pembentukan vitamin D. Kulit dapat memproduksi vitamin D dari luar tapi tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan sehingga diperlukan vitamin D dari luar. Kulit dapat memproduksi vitamin D dengan mengubah 7-dehidrokolesterol dengan bantuan sinar matahari (Wasitaatmadja, 1997).

B. Kosmetik

1. Definisi kosmetik

Istilah kosmetik berasal dari bahasa Yunani yaitu *kosmein* yang artinya berhias. Kosmetik adalah bahan yang digunakan dalam usaha untuk mempercantik diri, dahulu dibuat dari bahan-bahan alami yang terdapat pada lingkungan sekitar. Kosmetik sekarang ini dibuat manusia tidak hanya dari bahan alami tetapi juga bahan buatan dengan maksud untuk meningkatkan kecantikan (Wasitaatmadja, 1997).

Definisi kosmetik berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan RI Nomor 12 Tahun 2019 tentang Cemarkan dalam Kosmetik menyatakan bahwa kosmetik adalah bahan atau sediaan yang dimaksudkan untuk digunakan pada bagian luar tubuh manusia seperti epidermis, rambut, kuku, bibir, dan organ genital

bagian luar, atau gigi dan membrane mukosa mulut terutama untuk membersihkan, mewangikan, mengubah penampilan, dan/atau memperbaiki bau badan atau melindungi atau memelihara tubuh pada kondisi baik.

Sejak berabad-abad yang lalu, kosmetik telah digunakan dan dikenal masyarakat, hal ini dibuktikan dengan hasil riset serta penyelidikan antropologi, arkeologi, dan etnologi di Mesir dan India yang membuktikan adanya pemakaian ramuan seperti bahan pengawet mayat dan salep-salep *aromatic*, yang dianggap sebagai bentuk awal kosmetik yang kita kenal sekarang ini. Hal ini menunjukkan perkembangan kosmetik di masa itu (Tranggono & Latifah, 2007).

Kosmetik memberikan lebih dari sekedar tujuan estetika, kosmetik juga membantu dalam perawatan dan penyembuhan kulit. Kosmetik bukan merupakan kebutuhan primer, namun kosmetik merupakan salah satu barang yang sering dan terus menerus digunakan oleh masyarakat. Penting untuk dipertimbangkan seberapa aman kosmetik dari zat berbahaya, karena kosmetik merupakan barang yang terbuat dari berbagai bahan kimia dan zat aktif yang akan bereaksi bila dioleskan pada jaringan kulit (Muliyawan & Neti, 2013).

2. Keamanan kosmetik

Kosmetik saat ini merupakan kebutuhan yang penting, terutama untuk kaum wanita. Kosmetik digunakan untuk merawat dan mempercantik penampilan, selama kosmetik tersebut tidak mengandung bahan-bahan berbahaya. Bahan kosmetika adalah bahan atau campuran bahan yang berasal dari alam dan/atau sintetik yang merupakan komponen kosmetika termasuk bahan pewarna, bahan pengawet dan bahan tabir surya. Bahan pembuatan kosmetika harus memenuhi persyaratan mutu sebagaimana tercantum dalam peraturan BPOM RI Nomor 23 Tahun 2019 tentang persyaratan teknis bahan kosmetika.

Kehadiran berbagai macam produk kosmetik sering kali ditemukan tidak mencantumkan bahan aktif yang digunakan. Banyak kosmetik beredar di pasaran yang tidak memiliki nomor izin edar atau menggunakan nomor izin edar fiktif (palsu). Kosmetik yang tidak terdaftar banyak mengandung bahan kimia berbahaya bagi kulit seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), merkuri (Hg), pewarna sintesis (K10 dan K3), hidrokinon, dan asam retinoat (BPOM, 2022). Menurut peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 12 tahun 2019 tentang

cemaran pada kosmetik menyatakan bahwa kandungan timbal (Pb) tidak boleh lebih dari 20 mg/kg atau 20 mg/L (20 ppm) dan kadmium (Cd) kurang dari 5 mg/kg atau 5 mg/L (5 ppm).

Beberapa hal yang dapat dilakukan oleh masyarakat untuk memastikan kosmetik yang digunakan tersebut aman yaitu kemasan tidak rusak maupun cacat, label tercantum jelas serta lengkap, memiliki izin edar dari BPOM, kegunaan dan cara penggunaan yang tercantum pada kemasan, batas kadaluarsa jangan sampai lewat (Alishlah *et al.*, 2022).

C. Krim Pemutih

Menurut Syamsuni, (2006) menyatakan bahwa krim (*cremore*) adalah bentuk sediaan setengah padat berupa emulsi yang mengandung satu atau lebih bahan obat yang terlarut atau terdispersi dalam bahan dasar yang sesuai dan mengandung air tidak kurang dari 60%. Krim ada dua tipe, yaitu krim tipe minyak dalam air (M/A) dan tipe air dalam minyak (A/M), krim yang dapat dicuci dengan air (M/A) ditujukan untuk penggunaan kosmetik dan estetika.

Krim pemutih adalah sediaan kosmetik yang berbentuk krim merupakan campuran bahan kimia dan atau bahan lainnya yang digunakan untuk memucatkan noda hitam atau coklat pada kulit (SNI, 1998). Krim pemutih dalam penggolongan kosmetik, termasuk dalam kosmetik perawatan kulit (*skincare cosmetic*) yang mempunyai tujuan untuk melembabkan kulit serta melindungi kulit dari paparan sinar matahari. Krim pemutih tidak untuk diagnosis pengobatan maupun pencegahan penyakit. Bahan-bahan pemutih kulit yang aman contohnya seperti *niacinamide*, *azelaic acid*, *coenzyme Q10*, vitamin C, dan vitamin B3 (Draelos & Thaman, 2005). Bahan pemutih kulit yang berbahaya contohnya seperti merkuri, hidrokuinon, asam retinoat, *diethylene glycol*, dan resorsinol. Wanita umumnya mudah tergiur dengan krim pemutih berbahaya karena menawarkan hasil putih secara instan dan cepat. Senyawa-senyawa dalam sediaan krim pemutih dapat memutihkan kulit dengan cara menghancurkan melanosit, menghambat pembentukan melanosom, menghambat pembentukan enzim tirosinase, menghambat pembentukan melanin, dan menghambat transfer melanosom ke sel-sel keratinosit (Wasitaatmadja, 1997).

D. Logam Berat

Logam berat (*heavy metal* atau *trace metal*) adalah unsur logam yang mempunyai massa jenis lebih besar dari 5 g/cm^3 (Darmono, 2005). Logam berat dikenal sebagai logam non esensial dan pada tingkat tertentu menjadi racun bagi makhluk hidup. Logam berat (*heavy metals*) merupakan sekelompok elemen-elemen logam yang dikategorikan berbahaya jika masuk ke dalam tubuh makhluk hidup. Logam berat adalah komponen alami yang berasal dari tanah. Logam berat tidak bisa terdegradasi atau dimusnahkan. Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, air minum, udara, dan kosmetik (Witkowska *et al.*, 2021).

Merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), dan nikel (Ni) adalah beberapa contoh logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan. Logam berat dalam jumlah yang sangat kecil masih dibutuhkan makhluk hidup sebagai pengatur berbagai fungsi kimia dan fisiologi tubuh. Logam berat yang dibutuhkan dalam jumlah yang sangat kecil biasa dikenal dalam istilah *trace element*. Logam berat yang diperlukan dalam jumlah yang kecil contohnya adalah tembaga (Cu), seng (Zn), dan nikel (Ni) adalah beberapa nama logam berat yang dibutuhkan makhluk hidup (Yatim *et al.*, 1979)

Logam berat berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan karena logam berat yang sulit untuk diuraikan, sehingga sering terakumulasi di lingkungan, logam berat juga dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup, dan konsentrasinya akan semakin tinggi. Logam berat terakumulasi di dalam tubuh suatu makhluk hidup akan tetap berada dalam tubuh untuk jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi (Soemirat, 2003). Logam berat yang sudah terabsorpsi ke dalam tubuh tidak dapat dihancurkan, tetapi akan tinggal di dalam tubuh hingga nantinya dibuang melalui proses ekskresi. Logam berat diekskresikan oleh tubuh melalui ginjal dalam bentuk ion sehingga dapat menyebabkan gangguan fungsi pada ginjal (Aaseth *et al.*, 2021)

E. Timbal

1. Definisi timbal

Timbal atau dalam keseharian dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum*, dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk ke dalam kelompok

logam-logam golongan IV-A Tabel Periodik unsur kimia (Palar, 1994). Timbal atau timah hitam adalah sejenis logam berwarna kebiru-biruan atau abu-abu keperakan dengan nomor atom 82, berat atom 207,19, titik cair 327,5°C, titik didih 1725°C, massa jenis 11,34 g/cm³. Logam ini mudah dimurnikan sehingga banyak digunakan oleh manusia pada berbagai kegiatan misalnya pertambangan, industri dan rumah tangga (Chaerunnisa & U.S, 2021). Timbal banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifatnya yaitu logam lunak yang dapat diubah menjadi berbagai bentuk dengan mudah, timbal dapat digunakan sebagai lapisan pelindung saat bersentuhan dengan udara, densitas timbal lebih tinggi daripada semua logam lainnya, kecuali emas dan merkuri, dan timbal juga memiliki titik leleh yang rendah, sehingga penggunaannya dalam bentuk cair relatif mudah dan terjangkau (Fardiaz, 1992).

2. Efek toksik timbal pada manusia

Tubuh dapat menyerap timbal (Pb) melalui kulit atau selaput lendir. Timbal yang telah diserap melalui sistem pencernaan dialirkan ke jaringan melalui darah. Timbal terakumulasi di rambut dan kuku setelah diekskresikan oleh manusia melalui urin, feses, keringat, dan ASI. Penyerapan timbal yang meningkat setiap hari dan jika diekskresikan dalam jumlah yang sangat sedikit, dapat meningkatkan konsentrasi timbal dalam tubuh. Timbal pada sistem syaraf dapat mengakibatkan epilepsi, halusinasi, dilerium, dan kerusakan otak besar. Keracunan timbal secara akut berkaitan dengan paparan dosis tinggi dengan waktu paparan yang relatif singkat, baik dalam hitungan hari atau bulan. Keracunan timbal secara akut dapat menyebabkan kematian yang tiba-tiba, kram perut yang parah, anemia, perubahan perilaku, dan kehilangan nafsu makan. Kejadian keracunan timbal pada beberapa orang biasanya tidak semua gejala dapat terlihat, tetapi hanya sebagian gejala saja yang dapat muncul dengan jelas (Markowitz, 2000). Keracunan timbal secara kronis dapat menyebabkan munculnya keterbelakangan mental, cacat lahir, psikosis, autisme, alergi, disleksia, penurunan berat badan, hiperaktif, kelumpuhan, kelemahan otot, kerusakan otak, kerusakan ginjal dan bahkan dapat menyebabkan kematian (Fang *et al.*, 2016)

Gejala keracunan timbal pada anak-anak berbeda dengan gejala orang dewasa. Orang dewasa lebih rentan terhadap kerusakan saraf perifer sedangkan pada anak-anak rentan terhadap kerusakan saraf pusat. Gejala yang terlihat antara lain kehilangan nafsu makan, mual

dan muntah, kaku saat bergerak, lemas, tersandung saat bergerak, dan tidak sadarkan diri (Darmono, 2005).

F. Kadmium

1. Definisi kadmium

Kadmium (Cd) merupakan metal berbentuk kristal putih keperakan yang memiliki massa atom 112,41, dengan nomor atom 48, serta memiliki massa jenis $8,64 \text{ g/cm}^3$. Logam ini tergolong logam transisi pada periode V dengan titik didihnya $765 \text{ }^\circ\text{C}$, dan titik lelehnya $320,9 \text{ }^\circ\text{C}$ (Slamet, 2004). Kadmium adalah senyawa yang stabil, berupa padatan yang tidak mudah menguap, namun *cadmium oxide* sering dijumpai sebagai partikel kecil dalam udara, dalam air dapat bergerak dengan mudah. Logam kadmium jenis logam bivalen berwarna putih keperakan yang lunak, elastis, serta dapat ditempa. Kadmium tahan terhadap korosi, oleh karena itu digunakan sebagai lapisan pelindung ketika diendapkan pada logam lain. Kadmium merupakan bahan alami yang terdapat dalam kerak bumi, dapat ditemukan dalam bentuk mineral. Kadmium merupakan produk samping dalam pengecoran seng, timah atau tembaga (Jeyaratnam & Koh, 2010).

Kadmium dalam bentuk logam curah, tidak dapat larut dalam air dan tidak mudah terbakar, sedangkan dalam bentuk serbuk, kadmium dapat terbakar dan melepaskan asap beracun. Kadmium adalah logam yang digunakan untuk elektrolisis, bahan pigmen untuk industri cat, enamel dan plastik. Kadmium merupakan logam yang bersifat kronis dan pada manusia yang dapat terakumulasi dalam ginjal. Keracunan Cd dalam waktu yang lama membahayakan kesehatan paru-paru, tulang, hati, kelenjar reproduksi, ginjal, dan merusak indera penciuman (Aji *et al.*, 2018)

2. Efek toksik kadmium pada manusia

Kadmium (Cd) merupakan jenis logam berat yang berbahaya karena berpengaruh pada pembuluh darah, kadmium berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada ginjal (Palar, 1994).

Efek toksik kadmium yaitu dapat merusak sistem saraf dan ginjal manusia. Kadmium dapat menyebabkan tekanan darah tinggi, kerusakan ginjal, kerusakan jaringan testis, dan kerusakan sel pada sel darah merah, nyeri pada otot pinggang dan kaki (Prasasti, 2023).

Efek paparan akut kadmium (Cd) antara lain adalah mual, muntah, diare, kram otot, anemia, dermatitis, keterlambatan pertumbuhan, kerusakan ginjal dan hati, gangguan kardiovaskuler, emphysema, dan degenerasi testis. Manusia yang terpapar kadmium sekitar 500 ppm akan nampak efek toksik jika terabsorpsi 0,043 ppm per hari. Gejala akut yang dirasakan ketika terpapar kadmium antara lain dada terasa sesak, kesulitan bernapas, stres, bisa berkembang ke arah penyakit radang paru-paru, sakit kepala dan menggigil, bahkan dapat diikuti dengan kematian. Gejala kronis keracunan kadmium adalah nafas pendek, kemampuan mencium bau perlahan-lahan menghilang, penurunan berat badan, gigi terasa ngilu, dan gigi menguning (Istarani & Pandebesie, 2014).

G. Destruksi Basah

Destruksi basah adalah proses penghancuran sampel dengan asam-asam kuat, baik tunggal maupun campuran, kemudian dioksidasi dengan menggunakan zat oksidator. Pelarut-pelarut yang dapat digunakan untuk destruksi basah antara lain asam nitrat (HNO_3), asam sulfat (H_2SO_4), asam perklorat (HClO_4), dan asam klorida (HCl) atau campurannya (Kristianingrum, 2012). Kesempurnaan destruksi basah ditandai dengan hilangnya asap coklat yang muncul setelah pemanasan dan diperolehnya larutan jernih pada larutan hasil destruksi, yang menunjukkan bahwa semua konstituen yang ada telah larut sempurna atau perombakan senyawa-senyawa organik telah berjalan dengan baik. Senyawa-senyawa garam yang terbentuk setelah destruksi merupakan senyawa garam yang stabil dan disimpan beberapa hari. Metode destruksi basah lebih baik daripada cara kering karena tidak banyak bahan yang hilang dengan suhu pengabuan yang sangat tinggi (Faqihuddin & Ubaydillah, 2021).

Metode destruksi basah bekerja dengan memutuskan ikatan unsur logam dengan komponen lain dalam matriks sehingga unsur tersebut berada dalam keadaan bebas kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometri serapan atom karena pengerjaannya cepat, sensitif, spesifik untuk unsur yang ditentukan, dan dapat digunakan untuk penentuan kadar unsur yang konsentrasinya sangat kecil tanpa harus dipisahkan terlebih dahulu (Murtini *et al.*, 2017). Penggunaan *aqua regia* dalam proses destruksi basah logam berat memiliki banyak keunggulan yaitu *aqua regia* efektif untuk melarutkan

sejumlah besar logam, termasuk logam mulia seperti emas dan platina, serta logam berat seperti timah, merkuri, dan timbal, *aqua regia* memungkinkan reaksi kimia yang cepat dan efisien untuk melarutkan logam-logam target, kehadiran asam nitrat (HNO_3) sebagai agen pengoksidasi dalam *aqua regia* memberikan kemampuan untuk merangsang reaksi oksidasi logam, membantu pelarutan logam yang mungkin sulit larut dengan asam klorida saja, asam klorida (HCl) membantu mencegah pembentukan senyawa inert yang mungkin terbentuk selama proses pelarutan, sehingga memastikan pelarutan logam yang optimal (Yunan Hasbi *et al.*, 2016).

Metode destruksi basah dengan *aqua regia* memiliki beberapa risiko dan harus digunakan dengan hati-hati di bawah kondisi yang terkendali dan dengan penggunaan perlengkapan pelindung diri yang sesuai, karena *aqua regia* sifatnya beracun dan korosif.

H. Spektrofotometri Serapan Atom

1. Definisi Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Metode spektrofotometri serapan atom diperkenalkan pertama kali oleh Wals pada tahun 1953 dan pada tahun 1954 dipublikasikan karena dikembangkan di *Exhibition of Physical Melbourne*. Spektrometri Serapan Atom (SSA) merupakan suatu metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas (Skoog *et al.*, 2000). Spektrofotometri serapan atom digunakan untuk menentukan kadar logam dalam suatu dengan kepekaan, ketelitian serta selektifitas yang tinggi. Metode Spektroskopi Serapan Atom digunakan untuk menganalisis unsur berupa logam seperti logam alkali, alkali tanah, maupun logam berat. Kandungan logam dapat dideteksi dengan spektrofotometri serapan atom pada jumlah yang sangat rendah, hingga *part per million* (ppm) (Haris & Gunawan, 1992).

Ada tiga proses metode atomisasi pada SSA antara lain atomisasi dengan nyala, atomisasi dengan metode penguapan (*Vapor Generation Methode*), Atom dengan furnace (*furnace atomisasi*).

1.1 Atomisasi dengan nyala. Metode spektrofotometri nyala api serapan atom (FAAS = *flame atomic absorption spectrophotometry*), sampel akan disediakan dalam bentuk larutan atau atomisasi dilakukan dengan memasukkan sampel ke dalam nyala gas

bakar. Transisi terjadi pada pemasukkan larutan yang mengandung unsur logam M ke dalam nyala. Populasi atom di dalam nyala bergantung pada suhu nyala, sedangkan suhu nyala bergantung pada jenis dan perbandingan gas bahan bakar dan gas oksidan. Untuk eksitasi termal jumlah atom tereksitasi ke tingkat tenaga eksitasi berada dalam kesetimbangan dengan jumlah atom pada tingkat tenaga dasar (Darmono, 2005).

1.2 Atomisasi dengan metode penguapan (*Vapor Generation Methode*). Metode ini digunakan untuk sembilan unsur yaitu As, Bi, Sn, Sc., Te, Ge, dan Hg. Metode ini menggunakan beberapa pereaksi kimia dalam prosedur atomisasinya, sehingga logam yang akan dianalisis dalam larutan cuplikan dalam bentuk molekuler sederhana kecuali untuk Hg dalam bentuk atom-atom bebas (Darmono, 2005).

1.3 Atom dengan *furnace* (*furnace atomisasi*). Atomisasi dengan tanur (*Furnace Atomization*) dengan mengukur batang listrik pada karbon (*CR4 : Carbon Red Atomizer*) yang biasanya berbentuk tabung grafit. Sampel diletakan pada tabung grafit dan arus listrik dialirkan melalui tabung tersebut kemudian tabung dipanaskan sampai suhu yang tinggi sehingga sampel akan teratomisasi. Suhu tabung grafit dapat dinaikan dengan cara menaikkan arus listrik sehingga suhu optimum untuk setiap unsur yang ditentukan dapat dicapai dengan mudah (Darmono, 2005).

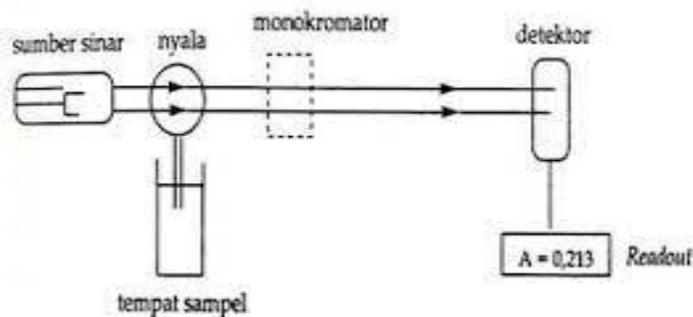
2. Prinsip Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Prinsip kerja spektrofotometri serapan atom adalah melalui cahaya yang diserap oleh atom. Sebagian dari cahaya yang dilepaskan oleh sumber cahaya akan diserap oleh atom sampel. Penyerapan energi oleh atom terjadi pada panjang gelombang tertentu bergantung pada energi yang dibutuhkan oleh atom tersebut. Analisis sampel diawali dengan larutan sampel yang akan menguap, kemudian logam yang dikandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya radiasi yang diserap kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Darmono, 2005).

Sumber cahaya dari lampu katoda yang berasal dari elemen yang sedang diukur. Sumber cahaya dilewatkan ke dalam nyala api yang berisi sampel yang telah teratomisasi, kemudian radiasi tersebut dikirim melalui monokromator ke detektor. Detektor, yang hanya mengukur

arus bolak-balik dari sumber radiasi atau sampel, menolak arah arus dari pancaran api dan digunakan untuk mengukur kecerahan cahaya. Setelah radiasi meninggalkan detektor, dikirim ke perajang atau perangkat penguat, yang digunakan untuk memisahkan radiasi balik yang berasal dari sumber radiasi dan nyala api. Cahaya juga memasuki pembacaan, yang digunakan untuk merekam hasil. Angka atau kurva yang menggambarkan absorbansi atau intensitas pancaran dapat menjadi hasil pembacaan (Kusuma et al., 2019).

3. Komponen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)



Gambar 2. Komponen Spektrofotometri Serapan Atom (Gandjar dan Rohman, 2007)

3.1. Sumber sinar. Sumber sinar berupa lampu yang dapat memancarkan energi yang cukup. Sumber sinar yang lazim dipakai adalah lampu katoda berongga (*hollow cathode lamp*). *Hollow Cathode lamp* akan memancarkan energi radiasi yang sesuai dengan energi yang diperlukan untuk transisi elektron atom. Lampu ini terdiri atas tabung kaca tertutup yang mengandung suatu katoda cakung yang silindris yang terbuat dari unsur yang sama dengan yang akan dianalisis dan anoda yang terbuat dari tungsten. Pemberian tegangan pada arus tertentu, akan memijar logam dan atom-atom logam katodanya akan teruapkan dengan pemercikan. Atom kemudian akan tereksitasi, lalu mengemisi radiasi pada panjang gelombang tertentu (Khopkar, 1990).

3.2. Atomizer (sumber atomisasi). *Atomizer* terdiri dari *Nebuliser* (sistem pengabut) dan *Burner* (sistem pembakar), sehingga sistem *atomizer* biasa disebut sistem pengabut pembakar (*Burner Nebulizer System*).

3.2.1. Nebulizer system. Sistem ini berfungsi mengubah larutan menjadi butir-butir kabut dengan cara menarik larutan melalui kapiler dengan pengisapan pancaran gas bahan bakar dan gas oksidan, disemprotkan ke ruang pengabut. Partikel-partikel kabut yang halus

kemudian bersama-sama aliran gas bahan masuk ke dalam nyala, sedangkan titik-titik kabut yang besar dialirkan melalui saluran pembuangan (Gandjar & Rohman, 2007).

3.2.2. Burner. *Burner* adalah sistem tempat terjadi atomisasi yaitu pengubahan kabut uap garam unsur yang akan dianalisa menjadi atom-atom normal di dalam nyala (Gandjar & Rohman, 2007).

3.3. Monokromator. Monokromator adalah alat yang berguna untuk memisahkan radiasi yang tidak diperlukan dari spektrum radiasi lain yang dihasilkan oleh *Hollow Cathode Lamp* (Gandjar & Rohman, 2007).

3.4. Detektor. Detektor adalah suatu alat yang dapat mengubah energi cahaya menjadi energi listrik yang kemudian memberikan suatu isyarat listrik berhubungan dengan daya radiasi yang diserap oleh permukaan yang peka (Gandjar & Rohman, 2007).

3.5. Readout. *Readout* merupakan suatu alat penunjuk atau dapat juga diartikan sebagai sistem pencatat hasil. Pencatatan hasil dilakukan dengan suatu alat yang telah terkalibrasi untuk pembacaan suatu transmisi atau absorpsi. Hasil pembacaan dapat berupa angka atau berupa kurva dari suatu *recorder* yang menggambarkan absorbansi atau intensitas emisi (Gandjar & Rohman, 2007).

I. Verifikasi Metode Analisis

1. Definisi verifikasi metode analisis

Verifikasi metode analisis bertujuan untuk membuktikan bahwa laboratorium yang tempat pengujian mampu melakukan pengujian dengan hasil pengujian yang valid. Setiap laboratorium memiliki kondisi, kompetensi, dan kemampuan peralatan yang berbeda, maka untuk itulah diperlukan suatu verifikasi metode analisis yang dapat digunakan untuk membuktikan bahwa suatu laboratorium memiliki data kinerja yang valid (Kartikasari & Utami, 2018).

2. Parameter-parameter verifikasi metode analisis

2.1 Linieritas. Linieritas adalah kemampuan untuk menghasilkan hasil uji yang sebanding/berbanding lurus terhadap konsentrasi analit dalam sampel pada kisaran konsentrasi tertentu. Linearitas menentukan kemampuan suatu metode untuk mendapatkan respon yang proporsional terhadap konsentrasi analit. Linieritas suatu metode merupakan seberapa baik kurva kalibrasi yang menghubungkan antara respon (y) dengan konsentrasi (x). Linieritas dapat diukur

dengan melakukan pengukuran tunggal pada konsentrasi yang berbeda-beda. Data yang diperoleh selanjutnya diproses dengan metode kuadrat kecil, untuk selanjutnya dapat ditentukan nilai kemiringan (*slope*), *intercept*, dan koefisien korelasinya (Gandjar & Rohman, 2007).

2.2 Akurasi. Akurasi merupakan ketepatan metode analisis atau kedekatan antara nilai terukur dengan nilai yang diterima baik nilai konvensi, nilai sebenarnya, atau nilai rujukan. Akurasi diukur sebagai banyaknya analit yang diperoleh kembali pada suatu pengukuran dengan melakukan spiking pada suatu sampel. Pengujian menggunakan senyawa obat, akurasi diperbolehkan dengan membandingkan hasil pengukuran dengan bahan rujukan standar (Gandjar & Rohman, 2007).

2.3 Presisi. Presisi adalah perhitungan rata-rata penyebaran dari serangkaian pengukuran yang dilakukan berulang. Uji presisi dilakukan dengan cara mengukur ulang konsentrasi pada larutan sampel dari ukuran yang sama, pengulangan dilakukan sebanyak 6 kali kemudian dihitung nilai simpangan baku relatifnya (Gandjar & Rohman, 2007).

2.4 LoD dan LoQ. LoD (*Limit of Detection*) atau batas deteksi didefinisikan sebagai konsentrasi terendah atau berat analit yang akan diukur pada tingkat kepercayaan tertentu (Mitra, 2003). LoQ (*Limit of quantification*) atau batas kuantitasi adalah tingkat konsentrasi terendah sampel yang dapat dilihat dari tingkat akurasi dan presisi (Mitra, 2003).

J. Landasan Teori

Erasiska *et al.*, (2015) melakukan analisis kandungan logam timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) dalam produk krim pemutih wajah. Sampel krim pemutih wajah yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari krim siang dan krim malam. Sebanyak 6 sampel (3 krim siang dan 3 krim malam) yang dibeli secara acak di Pasar Pekanbaru dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom. Hasil penelitian menunjukkan kandungan logam Pb tertinggi terlihat pada sampel krim pemutih siang C1 34,91 $\mu\text{g/g}$, kandungan logam Cd tertinggi terlihat pada sampel krim pemutih malam C2 1,55 $\mu\text{g/g}$ dan kandungan logam Hg tertinggi ditunjukkan oleh sampel krim pemutih malam B2 4,18 $\mu\text{g/g}$. Hasil tersebut berada di atas ambang batas yang ditetapkan oleh BPOM RI No. HK 03.1.23.08.11.6662

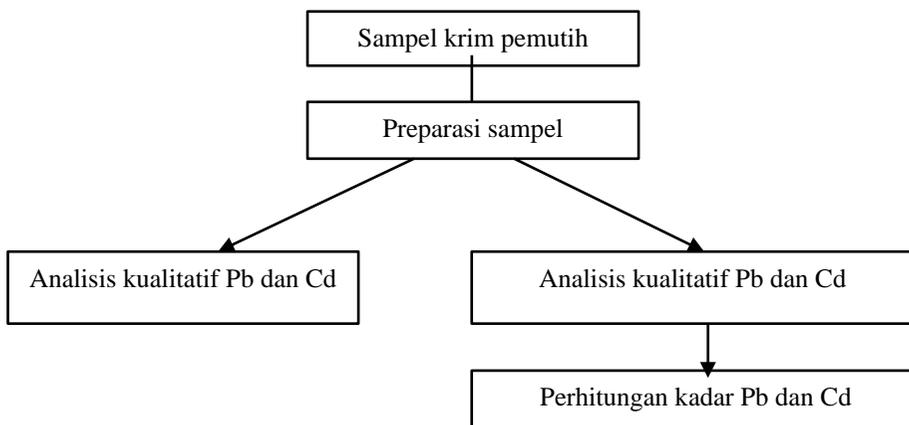
tahun 2011 tentang persyaratan cemaran mikroba dan logam berat dalam kosmetik.

Agustina *et al.*, (2021) melakukan penelitian untuk menentukan konsentrasi Timbal (Pb) dan Logam Cadmium (Cd) terkandung dalam krim pemutih wajah yang ada dijual di toko-toko sekitar Sleman, Yogyakarta. Konsentrasi analisis kadar Pb dan Cd pada krim pemutih yang dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) dengan 5 sampel krim pemutih wajah yang diambil secara acak dengan kisaran harga ribuan rupiah. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa pada sampel A mengandung 0,729 ppm Pb dan 1,199 ppm Cd; sampel B meliputi 0,017 ppm Pb dan 1,274 ppm Cd; di dalam sampel C terdiri dari 1,082 ppm Pb dan 1,254 ppm Cd; dalam sampel D mengandung total 1.242 ppm Pb dan 1.215 ppm Cd; dan masuk sampel E terdiri dari 0,409 Pb dan 1,232 ppm Cd. Hasil dari penelitian ini berguna sebagai dasar logam berat mereka konsentrasi, sehingga kemungkinan pemalsuan produk bahan dapat dihindari.

Ashraf *et al.*, (2020) melakukan penelitian untuk mengetahui kandungan logam seperti merkuri (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb), arsen (As), krom (Cr), nikel (Ni), kobalt (Co), tembaga (Cu), seng (Zn), dan besi (Fe) pada lima belas krim pemutih kulit yang dipasarkan di toko-toko lokal di Islamabad, Pakistan. Krim pemutih kulit ditemukan memiliki konsentrasi logam ppm dalam kisaran berikut: Hg (1,0–18.210 ppm), Co (0,1992–1,9931 ppm), Cr (1,0453–2,7455 ppm), Cu (0,6987 –0,1997 ppm), Fe (8,8868–28,6213 ppm), Ni (0,7487–1,5958 ppm), Pb (0,2997–4,7287 ppm), dan Zn (7819,2–39.696,7 ppm).

Ningsih, (2022) telah melakukan analisis logam berat timbal pada beberapa krim pemutih, analisis dilakukan dengan menggunakan cara destruksi basah dan diuji menggunakan instrumen spektrofotometer serapan atom (SSA). Sebanyak 4 sampel (2 sampel krim siang dan 2 sampel krim malam) diuji untuk mengetahui adanya logam berat timbal dalam kosmetik krim pemutih wajah, namun penelitian dalam penelitian ini, sampel krim pemutih tidak terdeteksi adanya logam berat timbal dalam sampel.

K. Kerangka Konsep



Gambar 3. Skema kerangka konsep.

L. Hipotesis

Pertama, sediaan krim pemutih yang beredar di toko *online* mengandung logam berat timbal (Pb).

Kedua, kadar timbal (Pb) pada sediaan krim pemutih yang beredar di toko *online* memiliki kadar timbal (Pb) yang cukup tinggi.

Ketiga, kadar logam berat timbal (Pb) pada beberapa krim pemutih yang beredar di toko *online* tidak melebihi batas kadar yang ditetapkan BPOM RI Nomor 12 tahun 2019.