

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bedak

Bedak tabur merupakan sediaan kosmetik berbentuk bubuk halus lembut, homogen, sehingga mudah ditaburkan ataupun disapukan menyeluruh pada kulit (Rahim, 2018). Bedak adalah salah satu produk kosmetik yang berfungsi untuk menutupi ketidaksempurnaan pada wajah dan membantu wajah nampak bersih dan segar. Dengan kemajuan industri kosmetik, bedak dapat menunjukkan efek menghilangkan minyak dari wajah dan dapat digunakan sebagai perona pipi. (Arifiyana, 2015).

Jenis-jenis bedak sebagai berikut (Mulyawan & Suriana, 2013):

1. Bedak tabur (*loose powder*)

Bedak yang berbentuk tabur atau bubuk, seperti tepung, disebut sebagai bedak tabur. Disarankan untuk menggunakan bedak jenis ini setelah mengaplikasikan alas bedak. Hal ini untuk memastikan bahwa bedak tersebar secara merata di seluruh bagian wajah dan tidak mengumpul di area tertentu. Penggunaan bedak tabur pada kulit berminyak atau berjerawat sering kali tidak menimbulkan rasa tidak nyaman karena biasanya tidak bersifat komedogenik.

2. Bedak padat (*compact powder*)

Bedak tabur yang telah dipadatkan menjadi bentuk padat atau *cake* dikenal sebagai bedak padat. Meskipun mengandung bahan yang sama persis dengan bedak tabur, bedak padat memiliki dampak yang berbeda pada kulit. Bedak tabur dengan bahan dasar dan pengikat tertentu adalah bedak yang dapat dipadatkan menjadi bedak padat.

3. *Two way cake*

Bedak jenis ini sebanding dengan bedak padat, namun demikian, *two way cake* juga mengandung alas bedak. Karena bedak ini sudah memiliki kemampuan sebagai alas bedak, maka tidak perlu menggunakan alas bedak sebelum menambahkan bedak pada kulit wajah saat pengaplikasian.

4. *Shimmering powder*

Bentuk bedak ini meliputi bedak tabur, bedak berwarna dan bedak *glitter*. Bedak ini sering digunakan sebagai pelapis dekoratif akhir. Biasa dipakai

atau dioleskan pada leher, lengan, punggung saat memakai pakaian yang terbuka. Keunggulan dari bedak ini berkat efek kilaunya yaitu membuat wajah dan tubuh terlihat segar dan berseri. Muncul dalam berbagai warna dan dapat diselaraskan dengan tampilan kosmetik. Kelemahannya adalah hanya bisa digunakan saat acara-acara khusus contohnya pesta. Bedak ini memiliki masa simpan maksimal 15 bulan.

5. *Meteorite powder*

Bentuk bedak ini kecil dan berwarna-warni. Sering digunakan setelah riasan sebagai sentuhan akhir. Keunggulan bedak ini yaitu kemampuannya untuk membuat wajah tampak muda dan cantik. Karena kurangnya produsen, bedak ini memiliki kekurangan yaitu harganya yang cukup mahal.

2.2. Komposisi Bedak

Komposisi pada bedak tabur yaitu sebagai berikut (Sharma *et al.*, 2018; Baki & Alexander, 2015):

1. Bahan Penutup (*Covering materials*)

Bahan bahan ini harus mampu menutupi pori-pori yang membesar dan noda kecil pada kulit. Daya *covering* bedak tinggi, jika luas permukaannya lebih besar. Hal ini dapat dicapai jika partikel-partikelnya dalam bentuk yang halus yang dimana bahan-bahan penutup ini tersebar berperan penting untuk memberikan efektivitas pada kulit. Contohnya yaitu titanium dioksida dan zink oksida. Titanium dioksida dan zink oksida memiliki kegunaan yang sama, yaitu sebagai penyamar noda pada kulit dan sebagai *whitening agent*. Kedua bahan ini sering digunakan bersama dalam campuran bedak karena campuran titanium dioksida kurang baik dibandingkan zink oksida, tetapi titanium dioksida 3-4 kali lebih ampuh dalam mencerahkan dan mengurangi ketidaksempurnaan dibandingkan zink oksida. Zink oksida tidak boleh digunakan lebih dari 25%, sedangkan titanium dioksida sering digunakan pada 10-15%. Jika dipakai lebih dari jumlah yang direkomendasikan dapat menyebabkan kulit menjadi mengering.

2. Bahan Perekat

Bahan perekat sangat penting karena sangat membantu dalam memberikan adhesi yaitu, menempelkan bahan bedak tidak hanya ke permukaan kulit tetapi juga ke *puff* bedak. Contohnya yaitu magnesium dan zink stearat. Magnesium stearat lebih sering digunakan dalam formulasi bedak wajah sebanyak 3-10% dan

memiliki sifat perekat yang lebih baik dibandingkan dengan zink stearat. Sedangkan zink stearat digunakan dalam formulasi bedak tabur. Magnesium dan zink stearat banyak digunakan karena memberikan tekstur warna yang sangat baik dengan bau yang minimum dan juga membantu memberikan kelembutan pada hasil akhir produk. Bahan-bahan ini bersifat kedap air dan membantu dalam mempertahankan kompleks bahkan dalam cuaca lembap.

3. Bahan *Slip*

Bahan ini dapat membantu dalam pengaplikasian yang mudah dan penyebaran bedak pada kulit, yang akhirnya memberikan efek halus pada kulit. Contohnya yaitu talkum dan Aluminium hidroksilat. Talkum atau magnesium silikat ($\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$) banyak digunakan dalam formulasi bedak tabur sebagai bahan dasar dan memiliki sifat ringan atau mudah menyebar dan mudah merata serta tidak dapat menyerap air. Aluminium hidroksilat umumnya digunakan sebagai bahan dasar untuk formulasi bedak. Memiliki sifat halus dan tidak beracun serta dapat memberikan efek dingin saat digunakan. Aluminium hidroksida juga dapat menyerap sekresi lemak dan air dalam jumlah yang kecil.

4. Bahan Penyerap (*Absorbent Materials*)

Bahan ini harus mampu menghilangkan minyak dari permukaan kulit dengan cara menyerap sekresi kulit yaitu sebum dan keringat. Contohnya yaitu kaolin, magnesium karbonat, dan kalsium karbonat. Kaolin merupakan serbuk halus berwarna putih yang bersifat lembut, tidak beracun dan tidak menyebabkan iritasi pada kulit. Kaolin dapat menyerap zat-zat berair dan berminyak yang menunjukkan bahwa kaolin memiliki daya serap yang baik. Magnesium karbonat memiliki daya serap yang baik untuk air dan minyak dan sifatnya kurang basa. Magnesium karbonat digunakan sebagai pengikat (penyerap) dan pembantu dalam penyebaran parfum pada bedak. Kalsium karbonat adalah serbuk halus berwarna putih, yang bersifat lembut dan memiliki sifat yang mirip dengan magnesium karbonat. Kalium karbonat kurang disukai karena dapat mengalami reaksi pada kulit.

5. Bahan *Finishing*

Bahan-bahan ini membantu dalam memberikan kesan cerah dan halus pada kulit. Contohnya yaitu pati beras, silika, dan *powdered silk*. Pati beras digunakan setelah pengeringan untuk mendapatkan efek yang lebih baik. Selain pati beras, dapat juga digunakan pati jagung. Silika adalah bahan yang dapat

memberikan penampilan halus pada kulit. *Powdered silk* merupakan bahan yang diperoleh dari protein sutra. Protein ini mengalami hidrolisis parsial yang menghasilkan hidrolisat. Hidrolisat ini diproses untuk mendapatkan serbuk halus.

6. Pewarna

Bahan-bahan ini digunakan dalam formulasi bedak untuk memberikan warna supaya lebih menarik. Contohnya yaitu *iron oxide*, *ultramarine*, dan *organic lakes and pigments*. *Iron oxide* merupakan pigmen anorganik yang digunakan untuk memberikan warna kuning, merah dan coklat. *Ultramarine* merupakan bahan yang digunakan untuk memberikan warna hijau dan biru. *Organic lakes and pigments* merupakan bahan yang dapat menghasilkan kilau pada kulit yang lebih baik. Bahan ini tidak boleh luntur dalam pelarut minyak dan air.

7. Antioksidan

Penggunaan antioksidan mungkin juga diperlukan untuk melindungi sebagian bahan dari degradasi dan ketengikan. BHA, BHT, atau Vitamin E tingkat rendah dapat digunakan apabila diperlukan.

8. Parfum

Parfum atau pengaroma digunakan dalam formulasi bedak. Parfum harus menyesuaikan dengan bahan-bahan lain dalam formulasi. Jika tidak, karakter parfum akan berubah.

2.3. Logam Berat

Logam berat terbagi menjadi logam esensial dan logam non esensial. Logam esensial adalah logam yang dibutuhkan untuk fungsi biokimia tertentu dalam organisme hidup, seperti aktivitas enzim atau pembuatan sel darah merah. Sedangkan logam non esensial merupakan logam yang dapat menimbulkan efek negatif pada tubuh organisme dan merupakan logam yang dapat membahayakan organ jika konsentrasinya tinggi. Logam yang dapat menyebabkan keracunan adalah jenis logam berat. Logam berat menyebabkan efek khusus pada organisme hidup yaitu menyebabkan keracunan. Contohnya logam air raksa (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb), dan krom (Cr). Namun, meskipun semua logam berat dapat menjadi racun bagi organisme hidup, beberapa logam ini tetap dibutuhkan oleh organisme hidup yang jumlahnya sangat kecil (Palar, 2012).

Namun jika kebutuhan tersebut tidak terpenuhi dalam jumlah yang sangat kecil, maka dapat berakibat fatal bagi keberadaan makhluk hidup manapun. Logam-logam ini

disebut juga sebagai logam esensial atau mineral tubuh, karena kadar yang dibutuhkan sangat penting. Jika logam esensial ini masuk ke dalam tubuh secara berlebihan, maka akan berubah fungsinya dan menjadi racun bagi tubuh (Palar, 2012).

2.3.1. Timbal (Pb)



Gambar 2. 1 Timbal (Pb)

(Sumber: <https://bit.ly/3XvMCoi>)

Timbal (Pb) digunakan untuk melapisi logam agar terhindar dari korosi karena merupakan logam lunak berwarna biru keabu-abuan yang mudah dibentuk dan memiliki karakteristik kimiawi yang aktif. Pb akan menghasilkan paduan jika dikombinasikan dengan logam lain yang lebih unggul dari logam murni. Dalam tabel periodik, timbal memiliki nomor atom 82 dan berat atom 207,2, yang merupakan logam berat lunak berwarna abu-abu kebiruan dengan titik leleh 327,5 °C dan titik didih 1620 °C. Pada suhu 550-600 °C Pb menguap bersama oksigen di udara membentuk timbal oksida. Meskipun Pb lunak dan fleksibel, namun sangat rapuh dan menyusut saat didinginkan, sulit larut dalam asam nitrat, asam asetat, dan asam sulfat pekat (SNI, 2009).

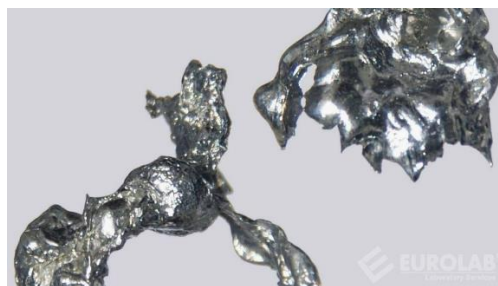
Timbal (Pb) dapat menyebabkan keracunan kronis yang ditandai dengan depresi, sakit kepala, sulit berkonsentrasi, gangguan daya ingat dan sulit tidur. Gejalanya meliputi mual, muntah, sakit perut yang parah, kelainan fungsi otak, anemia berat, dan kerusakan ginjal. Bahkan dapat terjadi kematian dalam 1-2 hari. Timbal dapat menyebabkan berbagai efek samping pada manusia tergantung pada dosis dan durasi paparan. Keracunan menyebabkan penghambatan enzim untuk produksi parah patologi atau kematian. Anak-anak paling sensitif efek pada sistem saraf pusat, sedangkan pada orang dewasa perifer neuropati, nefropati kronis, hipertensi, dan jaringan target lainnya seperti pencernaan, kekebalan tubuh, tulang, dan sistem reproduksi (Casarett *et al.*, 2008).

Karena jumlah timbal dalam kosmetik sangat sedikit dibandingkan dengan jumlah paparan atau asupan air, makanan, dan udara yang dibutuhkan seseorang, maka timbal dalam kosmetik merupakan sumber paparan yang sangat rendah dibandingkan dengan sumber-sumber lainnya. Namun, penggunaan kosmetik yang mengandung timbal secara teratur dan akumulasi timbal dalam tubuh dari waktu ke waktu dapat mengakibatkan paparan yang cukup besar (Arifiyana & Fernanda, 2018).

Senyawa logam Pb dapat menimbulkan keracunan jika senyawa tersebut masuk ke dalam tubuh. Bentuk-bentuk kimia dan senyawa-senyawa Pb, merupakan faktor penting yang mempengaruhi Pb dalam tubuh manusia. Senyawa-senyawa Pb organik relatif lebih mudah diserap melalui lapisan epidermis tubuh dibandingkan senyawa Pb anorganik. Tubuh hanya akan menyerap sekitar 5-10% dari jumlah timbal yang ada dalam makanan atau 30% dari timbal yang dihirup, yang berarti tidak semua senyawa Pb dapat diserap oleh tubuh. Hanya 15% dari jumlah yang dihirup terakumulasi dalam jaringan dan sisanya diekskresikan melalui produk sisa metabolisme seperti urin dan feses (Palar, 2012).

Penelitian telah menunjukkan bahwa selain tertelan dan terhirup, timbal juga dapat masuk ke dalam tubuh melalui penyerapan kulit. Pb karbonat dan Pb sulfat merupakan bentuk lebih lanjut dari Pb yang digunakan sebagai pewarna atau pigmen dalam kosmetik. Peralatan dan perkakas yang digunakan dalam proses produksi berpotensi menimbulkan kontaminasi lebih lanjut (Arifiyana & Fernanda, 2018).

2.3.2. Kadmium (Cd)



Gambar 2. 2 Kadmium (Cd)

(Sumber: <https://bit.ly/3X6fBzm>)

Kadmium merupakan logam berwarna putih keperakan, lunak, dan mengkilap, mudah beraksi, tidak larut dalam basa, dan menghasilkan kadmium oksida ketika dipanaskan. Kadmium (Cd) sering ditemukan dalam campuran dengan belerang atau klorin (Cd klorida) (Cd sulfida). Cd^{2+} yang tidak stabil dihasilkan oleh kadmium. Cd

memiliki densitas $8,642 \text{ g/cm}^3$, berat atom 112,41, titik leleh 321°C , dan titik didih 767°C (SNI, 2009).

Karena toksisitas senyawa Cd terhadap tubuh, kadmium sangat berbahaya. Keracunan Cd dapat menyebabkan gejala akut dan kronis dari waktu ke waktu. Sesak dada, sesak napas, sakit kepala, dan menggigil adalah beberapa gejala akut. Gejala kronis meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular, kanker payudara, sakit gigi, dan kurang nafsu makan. Keracunan kronis juga memengaruhi sistem pencernaan, ginjal, hati, dan tulang selain sistem pernapasan (Isnaini *et al.*, 2019).

Penyerapan kadmium dalam tubuh biasanya rata-rata 30 mg, dengan 33% di ginjal, 14% di hati, 2% di paru-paru dan 0,3% di pankreas. Sisanya dikeluarkan melalui saluran cerna. Efeknya pada sistem pernapasan berupa edema paru (Isnaini *et al.*, 2019).

2.4. Destruksi

Salah satu syarat dalam analisis logam adalah sampel harus dalam bentuk larutan, maka sebelum dilakukan analisis kandungan logam dalam sampel terlebih dahulu dilakukan proses destruksi untuk menghilangkan atau memisahkan kandungan ion lain dengan perlakuan awal sehingga kesalahan diharapkan dapat diminimalkan selama analisis. Destruksi adalah proses mengubah atau melarutkan sampel menjadi bentuk yang dapat diukur sehingga komponen esensialnya dapat dianalisis. (Asmorowati *et al.*, 2020)

Untuk mengidentifikasi analit anorganik atau untuk memutus ikatan dengan logam, bahan organik harus didestruksi terlebih dahulu secara oksidatif. Pengaruh matriks pada sampel dihilangkan dengan menggunakan destruksi (Dewi, 2012). Destruksi dapat dibagi menjadi dua kategori dasar: destruksi kering (oksida kering) dan destruksi basah (oksida basah). Kedua destruksi ini menggunakan berbagai metode pengolahan, dan waktu pemanasan atau penghancuran yang berbeda-beda (Kristianingrum, 2012).

2.4.1. Destruksi Kering

Destruksi kering adalah proses yang melibatkan pengujian sampel dalam *muffle furnace* untuk mengubahnya menjadi logam anorganik yang membutuhkan suhu pemanasan tertentu. Kisaran suhu pemanasan yang umum untuk destruksi kering adalah antara $400\text{--}800^\circ\text{C}$, namun suhu yang tepat yang dibutuhkan dapat bervariasi tergantung pada jenis sampel yang dianalisis. Periksa jenis logam yang akan diteliti

terlebih dahulu sebelum menggunakan teknik ini untuk menghitung suhu abu (Kristianingrum, 2012).

Keuntungan dari destruksi kering yaitu selain sederhana, dapat menghindari pengotor yang ada pada metode destruksi basah. Satu kemungkinan yang mungkin timbul adalah adanya reaksi antara unsur dan wadah silikat. Unsur-unsur dalam sampel dapat teradsorpsi pada permukaan wadah membentuk senyawa silikat. (Dewi, 2012).

Karena proses pembakaran sampel, destruksi kering membutuhkan waktu yang lebih lama daripada destruksi basah. Namun, dibandingkan dengan destruksi basah, proses destruksi kering membutuhkan waktu yang lebih lama dan menghasilkan komposisi sampel yang lebih murni karena komposisi sampel dipengaruhi oleh keberadaan komponen organik. Komponen organik dalam sampel diuapkan menjadi abu selama proses tanur dalam dekonstruksi kering pada suhu tinggi. (Habibi, 2020).

2.4.2. Destruksi Basah

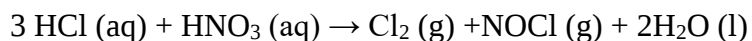
Destruksi basah dilakukan dengan cara bahan organik dilarutkan dalam asam oksidator yang panas dan pekat seperti H_2SO_4 , HNO_3 , H_2O_2 dan HClO_4 dan dipanaskan hingga jernih. Asam kuat digunakan untuk memecah sampel dalam proses yang dikenal sebagai destruksi basah, yang diikuti dengan oksidasi sampel menggunakan zat pengoksidasi. (Kristianingrum, 2012). Mineral yang bersifat anorganik tidak dilarutkan dan tertinggal. Mineral berada dalam bentuk kation logam dan ikatan kimia dengan senyawa organik terputus. Kemudian larutan disaring dan siap dianalisis (Dewi, 2012).

Adanya larutan jernih dalam larutan destruksi, yang dalam hal ini berarti bahwa semua komponen telah larut sepenuhnya atau penguraian senyawa organik berjalan sebagaimana mestinya, merupakan tanda destruksi basah. Destruksi menghasilkan senyawa garam yang stabil yang dapat disimpan selama berhari-hari. (Kristianingrum, 2012).

Menurut Faqihuddin & Ubaydillah, (2021) karena lebih sedikit komponen yang dihancurkan pada suhu abu yang sangat tinggi, destruksi basah lebih disukai daripada destruksi kering. Destruksi basah biasanya digunakan untuk mempercepat destruksi kering, yang memerlukan waktu lama. Ciri-ciri dan kualitas asam pendestruksi yang umum digunakan yaitu (Dewi, 2012):

- 1) Untuk mempercepat oksidasi, asam sulfat pekat sering ditambahkan ke dalam sampel. Asam sulfat pekat memiliki efek pengoksidasi yang kuat. Namun demikian, proses destruksi masih memerlukan banyak waktu.

- 2) Penguraian sampel dapat dipercepat dengan menggabungkan asam sulfat pekat dengan kalium sulfat pekat. Konsentrasi kalium sulfat akan menaikkan titik didih.
- 3) Untuk mempercepat proses destruksi, larutan asam sulfat pekat dan asam nitrat pekat sering digunakan. Kedua asam tersebut termasuk kedalam oksidator kuat. Akibat dari penambahan oksidator ini, suhu destruksi sampel akan diturunkan menjadi 350°C, sehingga komponen yang dapat menguap atau larut pada suhu tinggi tetap berada di dalam abu dan meningkatkan keakuratan pengukuran kadar abu.
- 4) Karena asam perklorat pekat merupakan zat pengoksidasi yang sangat kuat, maka asam perklorat pekat dapat digunakan untuk mengoksidasi bahan yang sulit untuk dioksidasi. Perklorat pekat memiliki kelemahan karena mudah meledak dan sangat berbahaya, sehingga harus sangat berhati-hati saat menggunakannya.
- 5) Aqua regia, campuran antara asam nitrat pekat dan asam klorida pekat dengan perbandingan 1:3, dapat melarutkan logam berharga seperti platina dan emas yang sulit larut dalam HCl pekat dan HNO₃ pekat. Ketika 3 volume HCl pekat digabungkan dengan 1 volume HNO₃ pekat, maka akan terjadi reaksi sebagai berikut:

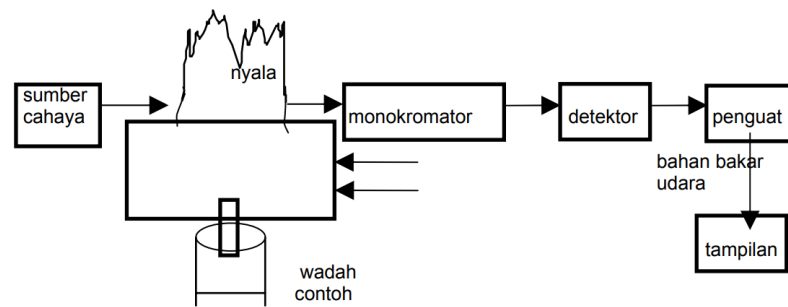


Logam diubah menjadi senyawa logam klorida karena gas klor (Cl₂) dan gas nitrosyl klorida (NOCl) yang kemudian menjadi kompleks anion stabil dan berikutnya bereaksi dengan Cl.

2.5. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) didasarkan pada bagaimana energi radiasi diserap oleh atom dalam kondisi dasar (*ground state*). Elektron kulit atom didorong ke tingkat energi yang lebih tinggi sebagai hasil dari penyerapan ini. Prinsip dari metode ini adalah cara atom menyerap cahaya. Tergantung pada elemennya, atom hanya menyerap cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Suhu bukanlah faktor dalam metode penyerapan atom, hanya rasionya saja. Dalam SSA energi panas, elektromagnetik, kimia, dan listrik berinteraksi dengan atom bebas. Setiap atom bebas memiliki panjang gelombang tertentu dalam radiasi yang dipancarkan. Perpindahan elektron dalam atom dari satu tingkat energi ke tingkat energi lainnya, atau penyerapan atau pemancarnya, dikenal sebagai transisi elektron (Nasir, 2019).

2.5.1. Instrumentasi Spektrofotometri Serapan Atom



Gambar 2. 3 Skema Umum Komponen Pada Alat SSA

(Haswel, 1991)

1. Sumber Radiasi Resonansi

Tabung pelepasan tanpa elektroda (EDT) atau lampu katoda berongga (*Hollow Cathode Lamp*) digunakan sebagai sumber radiasi resonansi. Katoda berongga lampu katoda berongga sering dilapisi dengan elemen murni yang sesuai atau kombinasi elemen murni, sedangkan elektroda biasanya terbuat dari tungsten. Gas pengisi yang dapat diionisasi dikelilingi oleh tabung lampu silika atau kuarsa dan jendela. Gas pengisi Ne, Ar, atau He sering digunakan. Ketika dua elektroda diberi tegangan, radiasi resonansi dipancarkan sehingga menghasilkan arus yang mengionisasi gas pengisi. Atom-atom di katoda diberi energi ketika gas bermuatan positif ini mengarah ke atom tersebut. Atom-atom yang tidak stabil dan tereksitasi ini melepaskan energi eksitasi mereka sebagai radiasi saat mereka jatuh kembali ke tanah. Atom-atom dalam nyala api terpapar oleh radiasi ini.

2. Tabung Gas

Pada SSA, tabung gas untuk gas pembakaran sering digunakan untuk gas pembakaran dalam gas pengoksidasi (oksidan), termasuk udara dan nitrogen oksida (N₂O). suhu tertinggi yang dapat dicapai ketika berbagai campuran gas pembakaran dibakar dalam tabung gas yang juga mengandung gas asetilena. Kisaran suhu gas asetilena di SSA adalah 30000 K. Laju aliran gas pembawa yang akan dikeluarkan dari tabung dikelola oleh regulator tabung gas. Tabel 2.1 mencantumkan berbagai jenis gas pembakaran yang sering digunakan dalam SSA.

Tabel 2. 1 jenis-jenis gas pembakar pada SSA

Gas Pembakar	Gas Oksidan	Temperatur (K)
Asetilen	Udara	2400 – 2700
Asetilen	Dinitrogen Oksida	2900 – 3100
Asetilen	Oksigen	3300 – 3400
Hidrogen	Udara	2300 – 2400
Hidrogen	Oksigen	2800 – 3000

3. Atomizer

Atomizer terdiri atas *nebulizer* (sistem pengabut), *spray chamber*, dan *burner* (sistem pembakar). *Nebulizer* bekerja dengan cara menghisap larutan melalui tabung kapiler (dengan aliran udara) yang menghisap bahan bakar gas dan oksidan, kemudian mengubah larutan tersebut menjadi aerosol (partikel berukuran 15-20 μm) kemudian disemprotkan ke ruang pengabut. Partikel kabut halus kemudian mengalir ke dalam api bersama dengan campuran gas bahan bakar, sedangkan partikel kabut besar dikirim melalui saluran pembuangan. *Spray chamber* digunakan untuk menghasilkan campuran sampel homogen yang mengandung gas pengoksidasi, bahan bakar dan aerosol sebelum memasuki pembakar (*burner*). Atomisasi dalam nyala api adalah proses di mana kabut atau uap garam unsur berubah menjadi atom-atom biasa yang terbentuk di *burner*. *Chopper* adalah alat yang digunakan untuk membedakan antara radiasi nyala api dan radiasi dari sumber radiasi.

4. Monokromator

Energi radiasi resonansi dari lampu katoda berongga sebagian diserap dan sebagian lagi ditransmisikan setelah melewati populasi atom dalam nyala api. Yang dipisahkan dari radiasi yang tersisa adalah bagian yang ditransfer. Monokromator memilih atau memisahkan radiasi yang akan digunakan. Dalam spektroskopi serapan atom, peran monokromator adalah menghilangkan garis resonansi dari semua garis yang tidak terserap yang telah dihasilkan oleh sumber radiasi. Kisi difraksi digunakan pada sebagian besar instrumen komersial karena hamburannya lebih seragam daripada hamburan prisma dan karena instrumen kisi dapat mempertahankan daya pemisahan yang lebih tinggi.

5. Detektor

Detektor digunakan untuk mengukur energi listrik dari radiasi yang dipancarkan sampel, serta intensitasnya. Inti foton digunakan dalam SSA, semakin baik sensitivitas spektralnya maka semakin baik perawatannya. Dalam konteks ini, harus ditekankan bahwa radiasi yang diterima oleh detektor berasal dari radiasi dan garis resonansi yang sudah dipilih. *Output* detektor dikirim ke sistem *imaging* yang sesuai. Emisi ini mungkin berasal dari atom yang sedang diteliti atau dari emisi pita molekul.

6. Recorder

Alat yang secara otomatis dapat menggambar kurva serapan merekam sinyal listrik dari detektor. Sinyal yang diterima dikonversi ke dalam bentuk digital dengan satuan absorbansi menggunakan perekam pada perangkat SSA. Untuk membaca penyerapan atom, perekam menukar sinyal berbasis energi listrik dari detektor.

2.6. Validasi Metode Analisis

Validasi metode adalah proses menentukan apakah suatu teknik analisis memenuhi persyaratan untuk penggunaannya berdasarkan studi laboratorium. Untuk mendapatkan data yang sesuai dengan tujuan analisis, teknik analisis harus divalidasi. Seorang analis harus mengetahui prosedur yang berlangsung selama analisis untuk mendapatkan hasil yang akurat (Harmita, 2004).

Hasil dari validasi metode tersebut dapat digunakan untuk menilai kualitas, reliabilitas, dan konsistensi dari hasil analisis. Validasi metode meliputi lima parameter yaitu akurasi, presisi, linieritas, batas deteksi (*limit of detection*, LOD), dan batas kuantifikasi (*limit of quantification*, LOQ) (Huber, 2007).

2.6.1. Linieritas

Linieritas adalah kemampuan suatu teknik analisis untuk memberikan respons yang sebanding dengan konsentrasi analit dalam sampel, baik secara langsung maupun melalui penggunaan transformasi matematis yang tepat.. Linieritas ini dilihat dari kurva kalibrasi yang terlihat linier Ketika ditarik garis lurus dan menggunakan perhitungan regresi linier pun akan menghasilkan nilai r , dimana nilai r tersebut harus mendekati 1 itu yang dapat dikatakan linieritas dari kurva kalibrasi tersebut baik.

Syarat dari linieritas yaitu (Harmita, 2004) :

- 1) Koefisien korelasi (R) $\geq 0,9990$
- 2) Jumlah kuadrat sisa masing-masing titik temu (R_i) mendekati nol atau nilai (R_i)² sekecil mungkin (mendekati 1)
- 3) Koefisien fungsi regresi (V_{x0}) $\leq 5,0\%$
- 4) Kepekaan analisis ($\Delta x/\Delta y$) saling mendekati satu sama lain.

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{\sum (y - y_i)^2}{n - 2}}$$

$$S_{x0} = \frac{S_{y/x}}{b}$$

$$V_{x0} = \frac{S_{x0}}{x} \times 100\%$$

Pada SSA mempersyaratkan larutan standar yang digunakan minimal 5 buah yang ditujukan untuk memperoleh pembacaan kadar logam lebih maksimal yang dimana range tersebut adalah 0-1 bpj ataupun lebih.

2.6.2. Batas Deteksi

Batas deteksi adalah jumlah analit terkecil yang dapat dideteksi dalam sampel yang masih reaktif secara signifikan dibandingkan dengan blanko. Batas deteksi termasuk parameter uji batasan Jumlah paling sedikit analit yang dapat diidentifikasi dalam sampel sementara masih secara substansial reaktif dibandingkan dengan blanko dikenal sebagai batas deteksi. Parameter uji batas adalah bagian dari batas deteksi (Harmita, 2004).

Tergantung pada apakah teknik analisis melibatkan instrumen atau tidak, penentuan batas deteksi metode bervariasi. Batas deteksi ditetapkan dengan menggunakan analit dalam sampel pada pengenceran progresif dalam analisis tanpa peralatan. Batas deteksi dalam analisis dengan instrumen dapat diperkirakan dengan mengukur respons blanko berkali-kali dan kemudian menghitung deviasi standarnya. Rumus di bawah ini dapat digunakan untuk mendapatkan simpangan baku blanko (S_b), yang sama dengan simpangan baku residu ($S_{y/x}$):

$$\text{Batas Deteksi (LOD)} = \frac{3 \times S_{y/x}}{b}$$

2.6.3. Batas Kuantitasi

Jumlah analit paling sedikit dalam sampel yang masih dapat memenuhi standar akurasi dan kehati-hatian dikenal sebagai batas kuantitasi (Harmita, 2004).

Metode pendekatan non-instrumental visual dan metode penghitungan adalah dua cara yang lebih disukai oleh ICH (*International Conference on Harmonization*). Metode perhitungan didasarkan pada standar deviasi respon (SD) dan slope (b) kurva baku. Standar deviasi respon dapat ditentukan berdasarkan standar deviasi blanko pada standar deviasi residual garis regresi linier atau dengan standar deviasi intersep-y pada garis regresi. Batas kuantitasi dapat menggunakan rumus:

$$\text{Batas Kuantitasi (LOQ)} = \frac{10 \times S_{y/x}}{b}$$

2.6.4. Akurasi

Akurasi atau kecermatan adalah sejauh mana hasil analisis mendekati tingkat analit yang sebenarnya. Akurasi ditentukan oleh jumlah analit yang diperoleh kembali selama pengukuran spiking sampel. Akurasi untuk pengujian senyawa obat dapat dilakukan dengan membandingkan temuan pengukuran dengan bahan referensi atau standar yang disetujui. ICH menyarankan untuk mengumpulkan data dari sembilan kali pengukuran dengan 3 konsentrasi yang berbeda (misalnya 3 kali replikasi dengan 3 konsentrasi). Tiga konsentrasi tersebut adalah yang paling dekat dengan batas kuantifikasi, di tengah kisaran, dan di atas kisaran. Biasanya direpresentasikan sebagai persen perolehan Kembali atau *recovery* (Huber, 2007).

Rasio antara hasil kadar yang diperoleh dengan kadar yang sebenarnya digunakan untuk menentukan persen perolehan kembali. Akurasi dapat ditentukan dengan rumus:

$$\% \text{ recovery} = \frac{C_F - C_A}{C_A^0} \times 100\%$$

Keterangan:

C_F = Konsentrasi total sampel yang diperoleh dari pengukuran

C_A = Konsentrasi sampel sebenarnya

C_A^0 = Konsentrasi analit yang ditambahkan

2.6.5. Presisi

Presisi (keseksamaan) merupakan ukuran yang menggambarkan tingkat kesesuaian antara hasil pengujian individual, Jika proses ini secara teratur digunakan pada sampel yang dikumpulkan dari campuran homogen. Presisi dinilai dari dispersi hasil individual dari rata-rata. Presisi dihitung dengan menggunakan deviasi standar, deviasi standar relatif, atau koefisien variasi. Presisi dapat dilihat dari nilai RSD. Semakin kecil nilai RSD maka ketelitiannya semakin tinggi karena derajat penyimpangannya terlalu jauh. Menurut Riyadi 2009, syarat dari presisi yaitu jika nilai RSD <1% berarti sangat teliti, RSD 1-2% berarti teliti, RSD 2-5% berarti ketelitian sedang, dan RSD >5% berarti tidak teliti (Saadah *et al.*, 2014). Presisi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$RSD = \frac{SD}{X} \times 100\%$$