

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sabun

Kosmetik adalah bahan atau sediaan untuk digunakan pada bagian luar tubuh manusia seperti epidermis, rambut, kuku, bibir, dan organ genital bagian luar, atau gigi dan membran mukosa mulut terutama untuk membersihkan, mewangikan, mengubah penampilan, dan/atau memperbaiki bau badan atau melindungi atau memelihara tubuh pada kondisi baik (BPOM, 2019). Produk kosmetik mencakup berbagai jenis, seperti pasta gigi, sampo, kondisioner, maskara, lotion setelah bercukur, gel penata rambut, krim, losion, bedak, parfum, sabun, lipstik, cat kuku, riasan mata dan wajah, pengatur bentuk rambut, pewarna rambut, semprotan rambut, deodoran, serta antiperspiran (Draelos, 2015).

Pertumbuhan dan peminatan terhadap pembersih tubuh telah meningkat, salah satu pembersih tubuh yang dikembangkan dan digunakan secara luas adalah sabun mandi. Sabun mandi adalah sediaan pembersih kulit yang dibuat dari proses saponifikasi atau netralisasi dari lemak, minyak, wax, rosin atau asam dengan basa organik atau anorganik tanpa menimbulkan iritasi pada kulit (SNI, 2016). Jenis sabun yang banyak dikenal yaitu sabun padat (batangan) dan sabun cair (Nurhajawarsi, 2023). Sabun dapat digunakan sebagai bahan pembersih tubuh sehingga dapat mengangkat kotoran yang menempel pada permukaan kulit, mengangkat sel-sel kulit yang telah mati, sisa-sisa kosmetik dan bahkan dapat menghambat pertumbuhan mikroba yang merugikan bagi kulit (Wirasti, 2018). Sabun berperan menurunkan tegangan permukaan air, sehingga mampu melarutkan minyak dan kotoran (Baehaki *et.al*, 2019).

2.2 Sulfur

Sulfur (S) adalah unsur kimia non-logam yang dikenal juga sebagai belerang. Sulfur memiliki berbagai bentuk anorganik penting seperti sulfur elemental (S₈), sulfat (SO₄²⁻), sulfida (S²⁻), sulfit (SO₃²⁻), tiosulfat (S₂O₃²⁻), dan politionat (S₃O₆²⁻, S₄O₆²⁻) (Sosa *et.al*, 2020).

Sulfur dapat bersifat anti seboroik, anti-akne, anti skabies, anti bakteri Gram positif, dan anti jamur (Arif, 2015). Sulfur membantu mengelupas sel-sel kulit mati, yang dapat membantu dalam pengobatan kondisi kulit yang melibatkan penumpukan sel kulit mati, seperti jerawat dan ketombe (Wirasti, 2018). Senyawa sulfur seperti sulfuretin dan methylsulfonylmethane (MSM) telah terbukti mengurangi tanda-tanda penuaan kulit. Sulfuretin menghambat aktivitas kinase keluarga Src yang terlibat dalam penuaan kulit akibat paparan sinar UV (Han *et.al*, 2019).

Penggunaan zat aktif bahan alam bagi kesehatan pada sabun perlu dikembangkan untuk memberikan kesan halus, lembut, melembabkan kulit dan memiliki aktivitas antibakteri. Salah satu bahan alam yang dapat digunakan yaitu sulfur atau belerang. Sabun sulfur berguna untuk mengatasi infeksi kulit, skabies, jerawat vulgaris, ketombe, mengurangi rasa gatal pada kulit dan mengangkat sel kulit kering (Sutejo & Rosyidi, 2016). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tahun 1998 menetapkan bahwa kandungan sulfur dalam sabun mandi adalah antara 2-10% (Permenkes, 1998).

2.1.1 Sifat fisika kimia sulfur

Menurut Farmakope Indonesia Edisi VI sulfur (S) atau belerang endap mengandung tidak kurang dari 99,5% dan tidak lebih dari 100,5%, dihitung terhadap zat anhidrat. Dengan pemeriaan serbuk amorf atau serbuk hablur renik; sangat halus; warna kuning pucat; tidak berbau dan tidak berasa. Kelarutan, praktis tidak larut dalam air; sangat mudah larut dalam karbon disulfida; sukar larut dalam minyak zaitun; praktis tidak larut dalam etanol (Depkes, 2020).

2.1.2 Analisis sulfur

Analisis kandungan sulfur dapat dilakukan menggunakan beberapa metode yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu. Beberapa metode yang digunakan sebagai berikut: Analisis kadar sulfur pada sampel pupuk menggunakan spektrofotometri Uv-Vis secara turbidimetri (Fitrani, 2021), analisis kadar sulfat pada air minum menggunakan spektrofotometri Uv-Vis secara turbidimetri (Darni

et.al, 2020), analisis kadar sulfur pada liquified petroleum gas (LPG) menggunakan instrument total sulfur analyzer (Fitri *et.al*, 2024), penentuan kandungan sulfur pada sampel batubara menggunakan alat furnace total sulphur (Artiningsih *et.al*, 2015). Dalam penelitian yang telah disebutkan, analisis kandungan sulfur dapat dilakukan menggunakan alat khusus seperti *Total Sulfur Analyzer* dan *Furnace TS*. Namun, beberapa metode juga memerlukan tahap preparasi sampel terlebih dahulu agar sulfur dapat dianalisis dalam bentuk senyawa (SO_4^{2-}).

Preparasi sampel sediaan sabun yang mengandung sulfur hingga terbentuknya SO_4^{2-} dengan ditambahkan larutan hidrogen peroksida (H_2O_2) lalu dipanaskan dan diaduk pada suhu (70°C) hingga semua sulfur teroksidasi dan terionisasi menjadi ion SO_4^{2-} . Berikut reaksi yang terjadi (Svehla, 1990):



Analisis kualitatif kandungan SO_4^{2-} dilakukan dengan menambahkan BaCl_2 , sehingga ion SO_4^{2-} bereaksi dengan ion barium membentuk endapan putih berupa BaSO_4 (Erviana *et.al*, 2018). Koloid yang terbentuk dilakukan analisis dengan mengacu pada prinsip kerja metode turbidimetri (kekeruhan) dan dianalisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis dengan Panjang gelombang 420 nm (Fitrani, 2021). Berikut reaksi sulfat dengan barium klorida (Erviana *et.al*, 2018):



2.3 Spektrofotometri Uv-Vis

Spektrum fotometer berfungsi untuk mengukur transmitansi (%T) atau absorbansi (A) suatu sampel berdasarkan panjang gelombangnya. Spektrofotometri merupakan metode analisis yang memanfaatkan alat spektrofotometer. Teknik ini dapat digunakan untuk analisis kuantitatif maupun kualitatif, terutama dalam spektrofotometri UV-Vis. Dalam analisis kuantitatif, spektrofotometri bermanfaat untuk menentukan konsentrasi analit dalam sampel, mengevaluasi stabilitas ion

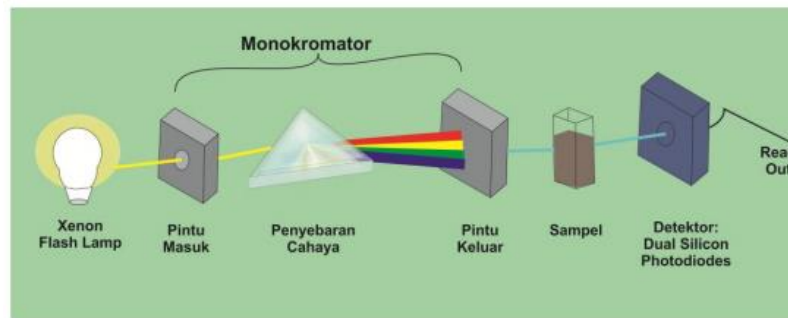
kompleks, mengidentifikasi titik isosbestik, serta menghitung konstanta disosiasi asam atau basa lemah.

Dalam analisis kimia, spektrofotometer UV-Vis adalah instrumen yang umum digunakan untuk mengidentifikasi zat, baik dalam bentuk padat maupun cair, berdasarkan penyerapan foton. Karena sampel mampu menyerap foton pada rentang panjang gelombang antara 200 hingga 700 nm, sering kali diperlukan proses derivatisasi sampel, seperti penambahan bahan kimia untuk membentuk garam kompleks (Irawan, 2019).

Dalam spektrofotometri, saat cahaya monokromatik melewati medium (larutan), sebagian cahaya akan diserap, dipantulkan, dan dipancarkan. Untuk pengukuran kuantitatif, digunakan persamaan yang mengacu pada kurva kalibrasi, yaitu hubungan antara konsentrasi larutan seri dengan alat yang digunakan untuk analisis kuantitatif maupun kualitatif. Dalam pengukuran kualitatif, faktor utama yang memengaruhi adalah konsentrasi rendah dan hubungannya dengan karakteristik larutan. Meski begitu, pengukuran kuantitatif dilakukan dengan mengamati nilai absorbansi yang dihasilkan oleh spektrum, terutama pada komponen yang memiliki senyawa kompleks. Prinsip ini berlandaskan Hukum Lambert-Beer, yang menjelaskan bahwa ketika cahaya monokromatik melewati medium, fenomena tersebut dapat diamati melalui spektrofotometer (Yanlinastuti & Fatimah, 2016).

2.3.1 Bagian-bagian spektrofotometer

Spektrofotometer terdiri dari empat bagian utama, yaitu sumber cahaya, monokromator, kuvet, dan detektor. Berikut adalah Komponen spektrofotometer dapat dilihat pada Gambar 1:



Gambar 1 Komponen spektrofotometer Uv-Vis (Wahyudi, 2018)

Cahaya dari sumber akan diarahkan ke monokromator untuk dipisahkan berdasarkan panjang gelombangnya, sehingga dihasilkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Cahaya ini kemudian melewati sampel dalam kuvet dan diteruskan ke detektor, yang akan mengubah energi radiasi menjadi sinyal listrik (Skoog *et.al*, 2007). Secara umum, beberapa komponen spektrofotometer:

1. Sumber Cahaya

Sumber cahaya lampu pijar yang digunakan pada kawat rambut yang terbuat dari wolfram (tungsten) adalah ultraviolet dekat dan inframerah dekat. Panjang gelombang bola lampu pijar biasa adalah 350–2200 nm.

2. Monokromator

Dengan menggunakan monokromator, cahaya polikromatis dapat digerakkan menjadi beberapa komponen yang terdispersi dalam panjang gelombang tertentu (monokromatis).

3. Kuvet

Kuvet spektrofotometer adalah instrumen yang berfungsi sebagai tempat cuplikan atau sampel yang akan diperiksa. Kuvet biasanya berbentuk tabung persegi dengan panjang 1 x 1 cm dan tinggi 5 cm, terbuat dari kuarsa, kaca plexiglass, kaca, atau plastik. Kuvet kaca tidak dapat digunakan untuk pengukuran sinar ultraviolet karena kaca mengabsorpsi sinar ultraviolet. Namun, semua jenis kuvet dapat digunakan untuk pengukuran di daerah sinar tampak (Khopkar, 1990).

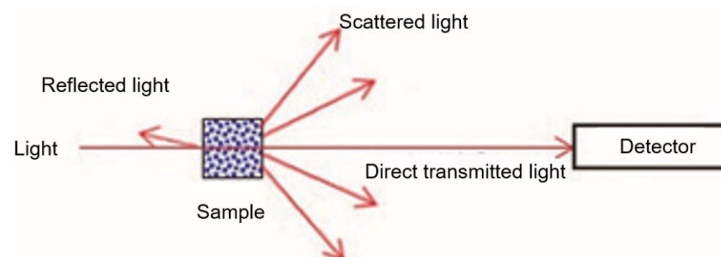
4. Detektor

Detektor mengubah cahaya menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik ini kemudian ditampilkan oleh penampil data dalam bentuk jarum penunjuk atau angka digital (Hasibuan, 2015).

2.3.2 Spektrofotometri secara turbidimetri

Prinsip spektrofotometri UV-Vis menggunakan radiasi ultraviolet (UV) dan cahaya tampak (visible) sebagai sumber sinar yang dipancarkan melalui sampel, kemudian mengukur intensitas sinar yang ditransmisikan atau diabsorpsi oleh sampel tersebut (Yanlinastuti & Fatimah, 2016).

Penerapan untuk melakukan pengukuran kekeruhan (turbidimetri) seperti ditunjukkan pada Gambar 2, spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan untuk mendeteksi pengukuran intensitas cahaya akibat hamburan oleh partikel tersuspensi. Hamburan cahaya oleh partikel membuat jumlah cahaya yang melewati sampel menurun, dan hubungan antara absorbansi dan konsentrasi partikel dapat digunakan secara kuantitatif (Jas.co, 2025)



Gambar 2 Pengukuran kekeruhan (Sumber: Jas.co)

Zat pengendap digunakan untuk membentuk koloid padat yang menyebabkan kekeruhan pada sampel, sehingga intensitas cahaya yang melewati larutan berkurang secara kuantitatif. Berikut contoh pengendap yang dapat digunakan untuk turbidimetri, dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1 Pemilihan pengendap yang digunakan untuk turbidimetri

Analit	Pengendap	Endapan
Ag^+	NaCl	AgCl
Ca^{2+}	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	CaC_2O_4
Cl^-	AgNO_3	AgCl
CN^-	AgNO_3	AgCN
CO_3^{2-}	BaCl_2	BaCO_3
F^-	CaCl_2	CaF_2
SO_4^{2-}	BaCl_2	BaSO_4

Sumber: (Yudono, 2017)

Penelitian yang telah dilakukan oleh Fitriani (2021) menjelaskan bahwa turbidimetri adalah analisis kuantitatif berdasarkan pengukuran hamburan cahaya dari suatu larutan yang disebabkan oleh partikel-partikel koloid. Apabila spektrofotometer mengukur sinar yang diteruskan maka turbidimetri mengukur sinar yang dibelokkan (BSN, 2019).

2.4 Validasi Metode

Validasi metode analisis adalah suatu tindakan parameter tertentu, berdasarkan percobaan laboratorium untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan dalam penggunaannya. Secara umum, beberapa parameter validasi metode, yaitu: (Harmita, 2004).

2.4.1 Selektivitas

Selektivitas adalah kemampuan untuk mengukur hanya zat tertentu untuk menentukan apakah ada komponen lain dalam sampel. Ini dilakukan dengan membandingkan hasil analisis sampel yang mengandung bahan tambah, seperti pengotor, produk degradasi, analog, dan senyawa lainnya. Selektivitas biasanya diukur dalam derajat (Harmita, 2004).

2.4.2 Linieritas

Linieritas adalah kemampuan suatu metode analisis untuk memberikan respons yang secara langsung atau melalui transformasi matematika yang efektif, yang proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Rentang metode disisi lain adalah pernyataan mengenai batas terendah dan tertinggi analit yang telah ditunjukkan dapat ditetapkan dengan tingkat kecermatan, kesesuaian, dan linieritas yang dapat diterima.

Sebagai parameter untuk menentukan adanya hubungan linier, koefisien korelasi (r) digunakan dalam analisis regresi linier $y = a + bx$. Hubungan linear yang optimal terjadi jika nilai $b = 0$ dan $r = +1$ atau -1 , tergantung pada arah garis. Sementara nilai a mencerminkan Tingkat kepekaan analisis, terutama terhadap instrumen yang digunakan. Parameter lain yang perlu dihitung adalah simpangan baku residual (Sy). Dari data yang diperoleh, nilai koefisien korelasi (r) yang baik atau yang memenuhi persyaratan yaitu yang mendekati 1 atau $r = 1$ (Harmita, 2004).

$$Sy = \sqrt{\frac{\sum(y-y')^2}{n-2}} \quad (1)$$

$$Sx0 = \frac{Sy}{b} \quad (2)$$

$$Vx0 = \frac{Sx0}{\bar{x}} \quad (3)$$

Keterangan:

$b = slope$

$a = intersep$ atau perpotongan sumbu y

2.4.3 Sensitivitas

Penentuan sensitivitas dapat ditentukan menggunakan batas kuantitas dan batas deteksi. Batas kuantitas adalah parameter analisis mikroskopis, dan batas deteksi adalah jumlah analit terkecil yang dapat ditemukan dalam sampel dan masih menunjukkan reaksi yang signifikan dibandingkan dengan nilai blanko. Batas deteksi juga dikenal sebagai parameter uji batas.

Penetapan batas deteksi suatu metode dapat bervariasi tergantung pada apakah metode analisis tersebut menggunakan instrument atau tidak. Pada analisis

yang tidak melibatkan instrument, batas deteksi dapat ditetapkan dengan mendeteksi analit dalam sampel melalui serangkaian pengenceran bertingkat. Sementara pada analisis yang melibatkan instrument, batas deteksi dapat dihitung secara statistik menggunakan garis regresi linier dan kurva kalibrasi. Nilai pengukuran akan setara dengan nilai b pada persamaan garis linear $y = a + bx$, dan simpangan baku blanko akan sebanding dengan simpangan baku residual (Sy/x): (Harmita, 2004).

$$BD = \frac{3 \times SD}{b} \quad (4)$$

$$BK = \frac{10 \times SD}{b} \quad (5)$$

Keterangan:

SD = Standar deviasi kurva standar (Sy/x)

$b = Slope$

2.4.4 Akurasi

Akurasi mengacu pada sejauh mana hasil analisis mendekati nilai sebenarnya dari kadar analit. Kecermatan ini dinyatakan sebagai persentase perolehan kembali (*% recovery*) dari analit yang ditambahkan. Tingkat akurasi dipengaruhi oleh galat sistematis yang terjadi selama proses analisis. Untuk meningkatkan akurasi, penting untuk mengurangi galat tersebut dengan cara menggunakan peralatan yang terkalibrasi, memastikan kualitas reagen dan pelarut, menjaga suhu dengan baik, serta menjalankan prosedur secara teliti sesuai dengan prinsip yang berlaku (Harmita, 2004).

Kriteria akurasi sangat bergantung pada konsentrasi analit dalam matriks sampel dan tingkat kesesuaian metode (RSD), rumusnya adalah:

$$\% Recovery = \frac{Ch}{Cs} \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan:

% Recovery = % perolehan kembali

Ch = Kadar analit yang diperoleh

Cs = Kadar analit teoritis

2.4.5 Presisi

Presisi merupakan kesesuaian ukuran derajat antara hasil pengujian individu, diukur dengan menerapkan teknik ini pada sampel yang diambil dari campuran yang homogen atau seragam untuk menyebarkan hasil individu dari rata-rata (Harmita, 2004).

Presisi diukur menggunakan simpangan baku atau simpangan baku relatif (SBR), yang juga dikenal sebagai koefisien variasi (KV). Presisi terbagi menjadi dua aspek utama, yaitu keterulangan (repeatability) dan ketertiruan (reproducibility). Keterulangan merujuk pada konsistensi metode ketika diulang oleh analis yang sama, dalam kondisi identik, dan dalam waktu singkat. Penilaian keterulangan dilakukan melalui serangkaian pengukuran terpisah pada sampel identik dari batch yang sama untuk menilai keseragaman hasil dalam kondisi normal. Sebaliknya, ketertiruan mengevaluasi konsistensi metode saat digunakan dalam kondisi berbeda, seperti di laboratorium yang berbeda, dengan peralatan, reagen, dan analis yang berbeda, atau di laboratorium yang sama tetapi dengan variabel yang berubah.

Kriteria presisi umumnya menetapkan simpangan baku relatif atau koefisien variasi sebesar 2% atau kurang. Namun, batas ini bersifat fleksibel tergantung pada konsentrasi analit, jumlah sampel, dan kondisi laboratorium. Penelitian menunjukkan bahwa koefisien variasi cenderung meningkat saat konsentrasi analit menurun, dengan nilai RSD umumnya diharapkan tetap di bawah 2%, meskipun dapat bervariasi berdasarkan kadar analit yang diuji (Harmita, 2004).

$$\% RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan:

RSD = Standar Deviasi Relatif/ simpangan baku relative

SD = Standar Deviasi/ simpangan baku

\bar{x} = Rata-rata kadar hasil pengukuran