

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kesumba Keling (*Bixa Orellana* L.)

2.1.1 Morfologi Tanaman Kesumba Keling

Kesumba keling adalah pohon kecil dengan tinggi sekitar 2 sampai 8 m. Kesumba keling memiliki daun tunggal dengan tangkai panjang dan besar serta helaian daun berbentuk bulat telur. Ujung daun kesumba keling berbentuk runcing, pangkal rata berbentuk jantung dan tepi daun yang rata. Pertulangan tiap daun kesumba keling menyirip panjang 8 sampai 20 cm, lebar 5 sampai 12 cm berwarna hijau dan berbintik merah. Kesumba keling memiliki bunga majemuk berwarna merah muda atau putih berdiameter 4 sampai 6 cm.



Gambar 2.1. a. Tanaman kesumba keling (*Bixa Orellana* L.), b. perbedaan biologis, c. buah dan d. biji (Raddatz-Mota *et al.*, 2017)

Buah kesumba keling tertutup rambut, berwarna hijau saat muda dan merah tua setelah masak, berbentuk pipih, panjang 2 sampai 4 cm yang berisi biji kecil berwarna merah. Nama daerah kesumba keling antara lain yaitu kasumbo,

kasumba, kusumba, batang kesumba, buah prada, delinggem, gelinggem, kunyit jawa Sumatra, galinggem, galugu, galuga, kesumba king, pacar kling, sombakling, kasoba kleng (jawa), sumba, tuwa, bunga parade, paparada, kusumba wo kayu (sulawesi), taluka, galuga, kesumba, kesupa (Maluku), kasumba kalimantan (Dalimartha, 2009).

Kesumba termasuk tanaman unik karena termasuk satu-satunya spesies dari family Bixaceae dan merupakan satu-satunya sumber bixin. *Bixa orellana* L. diambil dari nama ilmuwan Spanyol, Fransisco *de Orellana*. Kesumba (*Bixa orellana* L.) adalah pohon semak kecil yang berasal dari Amerika Tengah dan Selatan yang menghasilkan buah berwarna merah dalam satu buahnya mengandung sekitar 50 biji merah. Biji kesumba terdiri dari bagian inner seed yang mengandung, minyak, lilin, mineral dan senyawa alkaloid. Biji kesumba mengandung senyawa bixin dan norbixin, yaitu golongan karotenoid. Kandungan *cis*-bixin (metil hidrogen (9'*Z*)-6,6'-apocototene-6,6;-diote atau 9'-*cis*-bixin) merupakan pigmen karotenoid utama pada membran biji mencapai 70-80% dan 20-30% sisanya termasuk *-trans-* dan *cis*-norbixin (Gómez-Ortíz *et al.*, 2010). Bixin (C₂₅H₃₀O₄) adalah suatu asam karboksilat karotenoid dan merupakan pewarna organik yang tidak berbahaya (Souhoka *et al.*, 2019). Dalam sistematika tumbuhan (taksonomi), tanaman kesumba keling diklasifikasikan sebagai berikut (Raddatz-Mota *et al.*, 2017):

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Didivisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Violales</i>
Famili	: <i>Bixaceae</i>
Genus	: <i>Bixa</i>
Spesies	: <i>Bixa orellana</i> L.

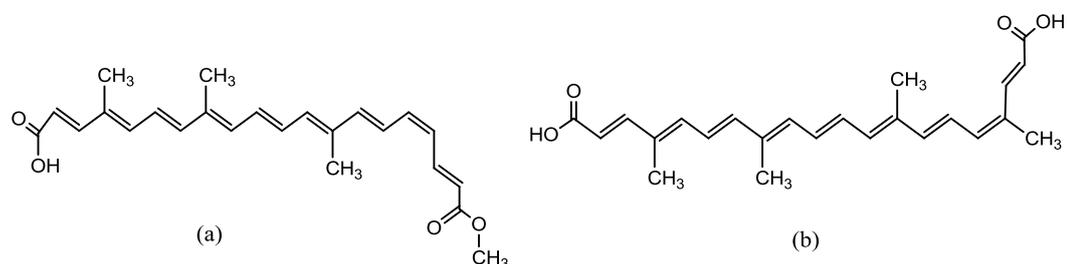
2.1.2 Kandungan Kimia Biji Kesumba

Kandungan kimia yang terdapat dalam biji kesumba dari beberapa hasil penelitian Albuquerque & Meireles (2011) menyatakan bahwa biji kesumba mengandung bixin (4,9±0,2)%, air (12,3±0,1)%, abu (6,2±0,1)%, lipid

($3,7\pm 0,0$)%, protein ($12,1\pm 0,2$)%, dan karbohidrat (65,7%). Selain itu Gupta (2016) dalam penelitiannya menyatakan bahwa biji kesumba (annatto) mengandung selulosa 40-45%, sukrosa 3,5–5,5%, minyak essensial 0,3–0,9%, minyak tetap 3%, pigmen (terdiri dari 70-80% bixin) 4,5-5,5%, protein 13-16%, dan konstituen lainnya. Rodrigues *et al.* (2014) dalam penelitiannya melaporkan bahwa komposisi kimia dari biji kesumba yang telah dihilangkan kandungan lemaknya mengandung air ($12,3\pm 0,7$)%, abu ($5,8\pm 0,2$)%, protein ($9,7\pm 0,0$)%, lipid ($2,7\pm 0,01$)%, karbohidrat 68,9%, dan bixin ($2,5\pm 0,2$)%. Suparmi *et al.* (2008) melaporkan bahwa selaput biji kesumba mengandung pigmen utama dari golongan di-apokarotenoid dengan komposisi bixin ($C_{25}H_{30}O_4$) sebesar $83,41\pm 4,54$ %.

2.1.3 Bixin ($C_{25}H_{30}O_4$)

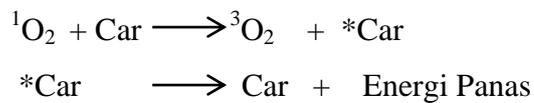
Bixin ($C_{25}H_{30}O_4$) merupakan pigmen berbasis karotenoid yaitu salah satu golongan apokarotenoid yang bersifat tidak larut dalam air tetapi larut dalam sebagian besar pelarut organik polar. Bixin terdiri dari sembilan ikatan rangkap yang terkonjugasi pada strukturnya berperan sebagai gugus kromofor dengan gugus asam karboksilat disalah satu ujung rantai dan gugus metil ester diujung rantai yang lain (Montenegro *et al.*, 2004). Bixin ($C_{25}H_{30}O_4$) memiliki warna jingga kemerahan dan dapat menyerap cahaya pada daerah sinar tampak. Gambar 2.2 adalah struktur bixin dan norbixin.



Gambar 2.2 Struktur (a) *cis*-bixin dan (b) *cis*-norbixin

Berdasarkan sifat bixin yang mampu menyerap pada daerah sinar tampak membuat bixin dapat dimanfaatkan sebagai sensitizer dalam sel surya DSSC (*Dye Sensitized Solar Cell*) (Gómez *et al.*, 2010). Selain itu, bixin juga telah

dimanfaatkan secara luas dalam bidang industri sebagai pewarna makanan, pewarna tekstil dan kosmetik. Bixin ($C_{25}H_{30}O_4$) juga telah dimanfaatkan dalam bidang medis sebagai antioksidan, sensitizer dalam terapi fotodinamik, antibakteri, dan mengobati penyakit diabetes. Bixin ($C_{25}H_{30}O_4$) yang termasuk dalam kelompok karotenoid memiliki mekanisme kerja sebagai antioksidan. Secara umum mekanisme kerja karotenoid sebagai antioksidan adalah sebagai berikut (Kurniawati *et al.*, 2007):



Karotenoid dapat berfungsi sebagai pemadam (*quencher*) singlet oksigen dengan cara mengubahnya menjadi triplet oksigen. Karotenoid yang tereksitasi tersebut akan melepaskan panas kemudian kembali menjadi karotenoid yang stabil. Berdasarkan mekanisme kerja antioksidan karotenoid diatas maka bixin dapat digolongkan kedalam antioksidan sekunder, karena antioksidan sekunder bekerja dengan cara mengikat singlet oksigen dan mengubahnya ke bentuk triplet oksigen (Kurniawati *et al.*, 2007).

2.2 Tanaman Kunyit

2.2.1 Morfologi Tanaman Kunyit (*Curcuma longa* L.)

Kunyit (*Curcuma longa* L.) merupakan tanaman golongan temu-temuan yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku pelengkap bumbu masakan, pewarna makanan, industri jamu, kosmetik, peternakan dan lain sebagainya (Permatananda *et al.*, 2021; Rahmawati, 2021). Tanaman kunyit sendiri terdiri atas bagian-bagian vegetatif dan generatif selama siklus hidupnya. Bagian vegetatif diantaranya adalah daun, batang pendek yang merupakan pangkal munculnya tangkai daun dibagian atas dan juga pada pangkalnya muncul rimpang dibagian bawah. Rimpang merupakan modifikasi dari batang serta bagian akar serabut yang muncul dari batang. Bagian generatifnya yaitu bunga yang muncul diantara tangkai daun. Namun, tidak semua tanaman kunyit menghasilkan bunga pada satu kali siklus hidupnya. Morfologi akar kunyit adalah bentuk rimpangnya yang panjang dan bulat dengan diameter sebesar 1 sampai 2 cm dan panjangnya 3

sampai 6 cm. Tangkai bunga berambut, bersisik, daun kelopak berambut, bentuk lanset. Kelopak bunga berbentuk tabung, panjangnya 3 sampai 13 mm (Rahmah, 2019).



Gambar 2.3 Tanaman kunyit (*Curcuma longa* L.) (Mutiah, 2015)

Sistematika tumbuhan (taksonomi) dari tanaman kunyit diklasifikasikan sebagai berikut (Rahmah, 2019):

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Traheopyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i> (Monocots)
Ordo	: <i>Zingiberales</i>
Famili	: <i>Zingiberaceae</i>
Genus	: <i>Curcuma</i>
Spesies	: <i>Curcuma longa</i> Linn.

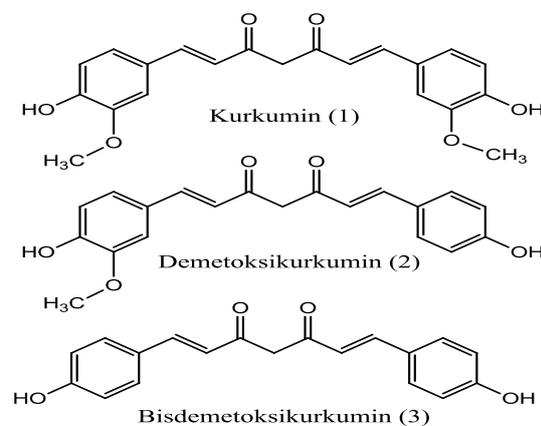
2.2.2 Kandungan Kunyit (*Curcuma longa* L.)

Kunyit (*Curcuma longa* L.) memiliki kandungan senyawa kimia yang penting diantaranya yaitu kurkumin, minyak atsiri, resin, desmetoksikurkumin, oleoresin, dan bidesmetoksikurkumin, dammar, gom, lemak, protein, kalsium, fosfor, dan besi (Rahmah, 2019). Muadifah *et al.* (2019) dalam penelitiannya juga melaporkan bahwa kunyit memiliki berbagai kandungan senyawa seperti alkaloid, flavonoid, kurkumin, minyak atsiri, saponin, tanin dan terpenoid. Senyawa kurkumin merupakan senyawa aktif utama golongan polifenol dalam rimpang

kunyit (Suharsanti *et al.*, 2020). Kandungan senyawa kimia pada kunyit yaitu terdiri atas karbohidrat (69,4%), protein (6,3%), mineral (3,5%), lemak (5,1%), kadar air, pati selulosa, kurkuminoid dan minyak atsiri. Minyak esensial (5,8%) seperti aphellandrene (1%), sabinene (0,6), cineol (1%), borneol (0,5%), zingiberene (25%) dan sesquiterpines (53%). Kurkumin (diferuloylmethane) (3–4%) merupakan komponen aktif dari kunyit yang berperan untuk warna kuning, dan terdiri dari kurkumin I (94%), kurkumin II (6%) and kurkumin III (0.3%) (Athala, 2021)

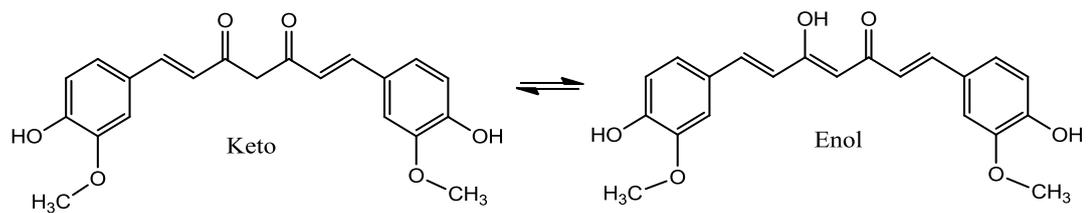
2.2.3 Kurkuminoid

Kurkuminoid adalah senyawa diarilheptaoid yang terdiri atas 75% kurkumin, 20% demetoksikurkumin, dan 5% bisdemetoksikurkumin (Wahyuni *et al.*, 2018). Kurkumin ($C_{12}H_{20}O_6$) merupakan komponen utama yang memberikan warna kuning atau kuning jingga yang khas. Kurkumin ($C_{12}H_{20}O_6$) termasuk golongan senyawa polifenol yang berpotensi sebagai antioksidan dalam menangkal radikal bebas. Kanani *et al.* (2017) melaporkan bahwa senyawa antioksidan dalam kunyit memiliki gugus kromofor dan C-H alifatik yang juga mampu menyerap sinar UV. Senyawa kurkumin ($C_{12}H_{20}O_6$) kurang larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik seperti etanol. Selain itu sifat kimia yang dimiliki kurkumin ($C_{12}H_{20}O_6$) yaitu tidak stabil akibat perubahan pH lingkungan (Wahyuningtyas *et al.*, 2017).



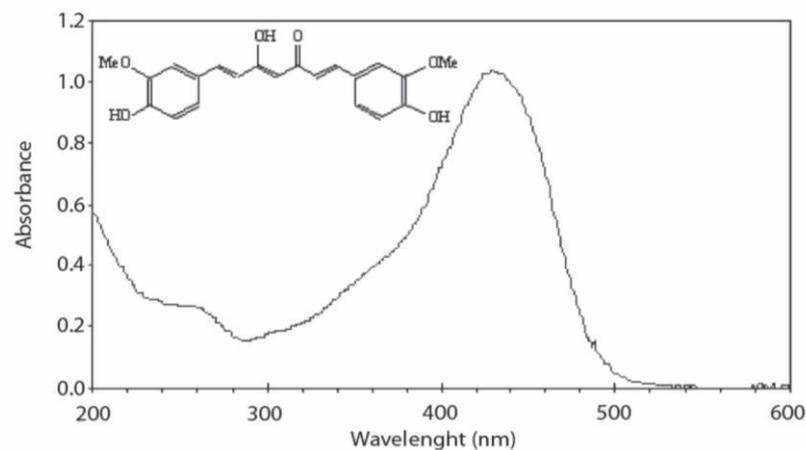
Gambar 2.4 Struktur kimia turunan dari kurkuminoid

Senyawa turunan kurkumin disebut dengan kurkuminoid, yang memiliki gugus fenolik pada ketiga senyawa tersebut yang dilaporkan menyebabkan aktivitas antioksidan kuat pada sistem biologis. Gambar 2.4 adalah struktur turunan kurkuminoid yang mengandung gugus fenolik dan memiliki banyak ikatan rangkap (Wahyuni *et al.*, 2018). Kurkumin memiliki dua bentuk tautomer yaitu keto dan enol. Struktur keto lebih dominan dalam bentuk padat, sedangkan struktur enol ditemukan dalam bentuk cairan (Saputra & Kalalinggi, 2022).



Gambar 2.5 Tautomerisme keto dan enol

Pigmen kurkumin yang memiliki warna jingga–kuning dilaporkan dapat menyerap cahaya pada daerah sinar tampak (*visible*) yaitu pada kisaran panjang gelombang 300-500 nm dengan serapan maksimum pada panjang gelombang 428 nm. Berdasarkan penelitian Waranyoupalin *et al.* (2009) gambar spektrum serapan pigmen kurkumin pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Struktur molekul dan spektrum serapan kurkumin (Waranyoupalin *et al.*, 2009)

Berdasarkan sifat yang dimiliki kurkumin yang dapat menyerap cahaya tampak dapat dimanfaatkan sebagai fotosensitizer dalam reaksi fotokimia.

Kurkumin juga dapat dimanfaatkan sebagai bumbu masakan, pewarna alami dan obat-obatan. Selain itu, senyawa aktif kurkuminoid banyak dimanfaatkan dalam bidang farmasi karena dapat digunakan sebagai antioksidan, antiinflamasi, antikanker, antidiabetes, karsinogenesis, antibakteri dan berkhasiat mengobati Alzheimer (Wahyuni *et al.*, 2018). Kurkumin juga dapat digunakan sebagai tabir surya. Pratiwi *et al.* (2021) melaporkan bahwa penggabungan ekstrak kurkumin 1,1% dan kolagen menghasilkan persen peredaman radikal bebas sebesar 90,526%. Nilai persen peredaman yang dihasilkan tinggi artinya kunyit memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi dan ditambah kolagen sehingga penghambatan radikal bebas meningkat. Ningsih *et al.* (2021) menyatakan bahwa kunyit mengandung kurkumin yang cukup tinggi sebagai zat antioksidan, sehingga kunyit dapat dimanfaatkan sebagai bahan aktif dalam sediaan kosmetik tabir surya. Senyawa antioksidan tersebut dapat meningkatkan efektifitas tabir surya yang sangat berguna untuk melindungi kulit dari pengaruh radikal bebas (Sugihartini, 2010).

2.3 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan suatu proses pemisahan zat aktif dari suatu padatan maupun cairan dengan menggunakan bantuan pelarut. Ekstraksi padat-cair (*leaching*) adalah proses pemisahan zat yang dapat melarut (*solute*) dari campurannya dengan padatan yang tidak dapat larut (*inert*) dengan menggunakan pelarut cair. Proses yang terjadi didalam *leaching* ini biasanya disebut difusi. Ekstraksi dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu metode soxletasi, metode perkolasi dan metode maserasi. Berdasarkan dari ketiga metode tersebut metode maserasi adalah metode yang paling banyak digunakan dalam berbagai jenis ekstraksi (Wahyuningtyas *et al.*, 2017).

Maserasi merupakan proses ekstraksi simplisia dengan menggunakan pelarut yang bertujuan untuk mendapatkan zat-zat yang terkandung di dalam bahan. Kelebihan dari metode maserasi adalah biayanya yang murah, mudah untuk dilakukan, peralatannya sederhana, dan tanpa pemanasan sehingga tidak merusak senyawa (Wahyuningtyas *et al.* 2017). Surya & Luhurningtyas (2021)

menyatakan bahwa efektivitas proses ekstraksi bergantung pada metode ekstraksi, selain itu juga dipengaruhi dari pemilihan jenis pelarut yang digunakan saat ekstraksi. Hal ini sesuai dengan prinsip *like dissolve like* yaitu suatu senyawa akan terlarut pada pelarut dengan sifat kepolaran yang sama. Penggunaan jenis pelarut berkaitan dengan polaritas dari pelarut tersebut. Cara ini baik untuk skala kecil maupun skala industri. Metode ini dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai kedalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antar konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi kemudian pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan (Mukhriani, 2014).

2.4 Lotion

Lotion adalah sediaan kosmetika golongan emolien (pelembut) yang mengandung air lebih banyak. *Lotion* merupakan salah satu sediaan yang paling sering dipakai masyarakat Indonesia baik remaja maupun dewasa. Fungsi *lotion* adalah untuk mempertahankan kelembababan kulit, membersihkan, mencegah kehilangan air atau mempertahankan bahan aktif. Terdapat beberapa komponen yang menyusun dalam sediaan *lotion* diantaranya yaitu pelembab, pengemulsi, bahan pengisi, pembersih, bahan aktif pelarut, pengawet dan pewangi. *Lotion* dapat memberikan beberapa keuntungan diantaranya yaitu menyebar rata, mudah dalam penggunaannya atau mudah dioleskan dan cara kerjanya langsung pada jaringan kulit serta efek terapi yang diharapkan lebih mudah dicapai (Iskandar *et al.*, 2021).

Lotion sebagai produk kosmetik yang diaplikasikan pada kulit bertujuan untuk pelindung dari sinar UV tergantung dari sifat bahan-bahan aktif yang terkandung didalamnya. Salah satu bahan alam yang banyak digunakan dalam sediaan *lotion* adalah bahan yang memiliki sifat aktivitas antioksidan. Ekstrak biji kesumba dan kunyit dapat ditambahkan dalam sediaan *lotion* sebagai bahan aktif karena memiliki sifat antioksidan. Berdasarkan literatur yang diperoleh bahwa kesumba memiliki senyawa bixin dan kunyit memiliki senyawa kurkumin yang berfungsi sebagai sumber antioksidan alami yang memiliki aktivitas antioksidan.

Rahman *et al.* (2021) melaporkan bahwa antioksidan berpotensi sebagai penangkal radikal bebas yang disebabkan oleh sinar UV, karena sifat antioksidan dapat menetralkan radikal bebas yang tidak stabil dengan cara mendonorkan satu elektronnya pada radikal bebas, sehingga mampu mengurangi efek kerusakan kulit. Menurut Hiendro *et al.* (2012) bixin merupakan molekul dengan ikatan rangkap terkonjugasi yang memberikan kemampuan untuk menangkap energi matahari, sehingga dapat berperan sebagai tabir surya karena mampu menyerap spektrum sinar UV-Vis. Kurkumin merupakan senyawa fenolik yang memiliki gugus kromofor, ausokrom, memiliki ikatan rangkap terkonjugasi serta fenol merupakan senyawa aromatik yang dilaporkan dapat menyerap cahaya, sehingga dapat digunakan sebagai tabir surya (Ulfa *et al.*, 2018).

Pemilihan sediaan *lotion* dikarenakan bentuknya emulsi sehingga mudah dicuci dengan menggunakan air dan tidak lengket jika dibandingkan dengan topikal lainnya serta pemakaian *lotion* memberikan rasa dingin karena evaporasi komponen air. Sediaan kosmetik dibuat dalam bentuk emulsi karena harga yang lebih murah, lebih mudah dalam proses pembuatan, lebih nyaman digunakan dan lebih cepat menyebar rata ke permukaan kulit (Rasydy *et al.*, 2021).

2.5 Sun Protector Factor (SPF), Persen Transmisi Eritema (%Te) dan Persen Transmisi Pigmentasi (%Tp)

Sun Protector Factor (SPF) adalah indikator universal yang menjelaskan tentang keefektifan dari suatu produk atau zat yang bersifat proteksi UV. Kulit adalah pertahanan pertama untuk tubuh secara pemaparan eksternal. Upaya yang dilakukan untuk melindungi kulit terhadap radiasi UV yang berbahaya dari matahari seringkali digunakan suatu tabir surya untuk membantu mekanisme dalam pertahanan alami tubuh. Kulit merupakan organ tubuh terbesar yang memiliki fungsi utama sebagai pelindung antara tubuh bagian dalam dan bagian luar. Perlindungan kulit dari sinar UV dapat membantu mencegah efek penuaan dini dan kerusakan kulit lainnya seperti kanker kulit. Oleh karena itu, pada pemilihan produk perlindungan sinar UV, sebaiknya harus memperhatikan nilai SPF yang terdapat dalam setiap produk yang memiliki efek perlindungan sinar

UV. Nilai SPF tersebut menggambarkan kekuatan tabir surya dalam memberikan efek perlindungan kulit dari sengatan sinar UV, dimana nilai SPF yang tinggi dalam suatu tabir surya maka kemampuan dalam melindungi kulit dari *sunburn* juga semakin besar (Suhaenah *et al.*, 2019). Penentuan SPF mengacu pada ketentuan FDA (Food and Drugs Administration) yang mengelompokkan keefektifan sediaan tabir surya berdasarkan nilai SPF (Damgalad *et al.*, 2013).

Tabel 2.1 Kategori perlindungan tabir surya (Damogalad *et al.*, 2013).

Nilai SPF	Kategori Perlindungan Tabir Surya
2-4	Proteksi minimal
4-6	Proteksi sedang
6-8	Proteksi ekstra
8-15	Proteksi maksimal
>15	Proteksi ultra

Penentuan efektivitas tabir surya (nilai SPF) dilakukan secara *in vitro* menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kemudian, hasil absorbansi dicatat dan dihitung nilai SPF dengan menggunakan rumus:

$$SPF = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda) \quad (1)$$

Dimana EE merupakan spektrum efek eritema, I merupakan spektrum intensitas sinar, Abs adalah absorbansi dan CF merupakan faktor koreksi yang dikalikan dengan nilai 10 (Himawan *et al.*, 2018). Jangka waktu kulit terlindungi oleh tabir surya sangat ditentukan oleh nilai SPF yang tertera pada produk tersebut. Mekanisme SPF dapat menangkal radikal bebas dengan cara menyerap dan menghambat pigmen melanin yang dapat terakumulasi sehingga dapat menghambat munculnya bintik-bintik hitam yang disebabkan oleh paparan sinar UV yang berlebih. Perlindungan sinar UV dapat menyerap sedikitnya 85% sinar matahari pada panjang gelombang 290-320 nm untuk UV B, tetapi dapat meneruskan sinar pada panjang gelombang lebih dari 320 nm UV A (Suhaenah *et al.*, 2019).

Penetapan potensi tabir surya juga ditinjau dari persentase eritema (%Te) dan pigmentasinya (%Tp) sehingga sediaan tabir surya dapat dikategorikan *fast tanning*, *suntan*, proteksi ekstra dan *sunblock*.

Tabe 2.2 Klasifikasi tabir surya persentase transmisi eritema dan pigmentasi (Suharsanti *et al.*, 2019).

Kategori Penilaian	Rentang Sinar UV yang Ditransmisikan	
	% Te	% Tp
Sunblock	<1	3-40
Proteksi ekstra	1-6	40-86
Suntan Ekstra	6-12	45-86
Fast Tunning	10-18	45-86

Kategori *fast tanning* adalah tabir surya yang dapat menggelapkan kulit secara cepat tanpa ada menimbulkan eritema dengan mampu memberikan transmisi penuh pada radiasi UV A untuk memberikan efek penggelapan yang maksimal. Kategori *suntan* ekstra menyerap sebagian besar sinar UV B dan menyerap sedikit sinar UV A sehingga dapat menyebabkan pigmentasi tanpa terjadinya eritema. Suntan standar mampu mencegah terjadinya eritema pada kulit normal atau jenis kulit yang tidak sensitif. Kategori proteksi ekstra adalah kemampuan ekstrak sebagai bahan tabir surya yang memberikan perlindungan terhadap eritema dengan mengabsorpsi kurang dari 85% radiasi sinar UV B serta mencega terjadinya pigmentasi dan kategori ini untuk melindungi jenis kulit yang sensitif. Kategori *sunblock* merupakan kemampuan untuk memproteksi secara total kulit yang sangat sensitif terhadap sinar UV A dan UV B sehingga melindungi kulit dari terjadinya eritema dan pigmentasi (Lolo *et al.*, 2017).

Persen transmisi eritema (%Te) menggambarkan jumlah sinar matahari yang diteruskan setelah mengenai tabir surya, sehingga dapat menyebabkan eritema kulit (kulit menjadi kemerahan). Demikian juga persen transmisi pigmentasi (%Tp) menggambarkan jumlah sinar matahari yang diteruskan setelah mengenai tabir surya sehingga dapat menyebabkan pigmentasi kulit (kulit menjadi gelap)

(Rijar *et al.*, 2022). Persen transmisi eritema (%Te) dan transmisi pigmentasi (%Tp) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Suharsanti *et al.*, 2019):

$$\% Te \frac{Ee}{\Sigma Fe} = \frac{\Sigma (T \times Fe)}{\Sigma Fe} \quad (2)$$

Keterangan:

T = Nilai transmisi pada berbagai panjang gelombang 292,5-317,5 nm,

Fe = Fluks eritema,

Ee = $\Sigma T \cdot Fe$ = banyaknya fluks eritema.

Nilai persen transmisi eritema (%Tp) dapat dihitung dengan rumus:

$$\% Te \frac{Ep}{\Sigma Fp} = \frac{\Sigma (T \times Fp)}{\Sigma Fp} \quad (3)$$

Keterangan:

T = nilai transmisi pada berbagai panjang gelombang 292,5-317,5 nm,

Fp = fluks pigmentasi,

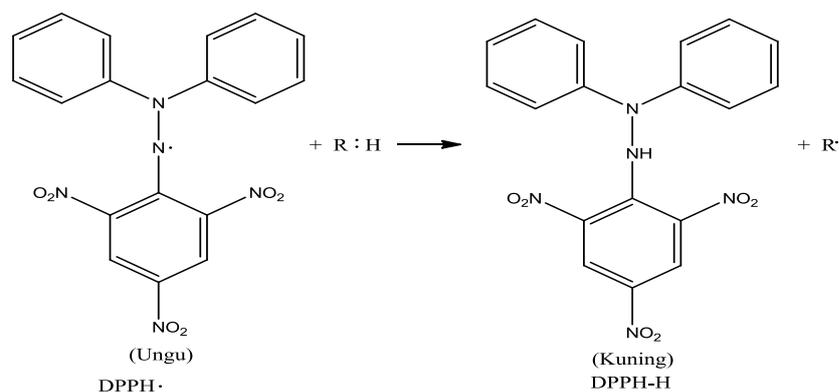
Ep = $\Sigma T \cdot Fp$ = banyaknya fluks pigmentasi.

2.6 Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkap radikal bebas. Radikal bebas dapat dihasilkan dari beberapa faktor diantaranya yaitu asap, debu, polusi, kebiasaan mengkonsumsi makanan cepat saji yang tidak seimbang antara karbohidrat, protein dan lemaknya serta dari paparan sinar matahari. Antioksidan memiliki beberapa peran dalam kesehatan seperti menunda, memperlambat dan mencegah terjadinya reaksi oksidasi radikal bebas dalam oksidasi lipid. Selain itu, antioksidan juga memiliki peranan lain yaitu dapat mengatasi implikasi reaksi oksidasi dalam tubuh yang dapat menyebabkan penyakit kardiovaskuler, kanker dan penuaan. Paparan dari sinar UV dapat memberikan efek buruk pada kulit karena dapat menyebabkan kulit rusak sehingga mengganggu kesehatan manusia.

Senyawa antioksidan akan mendonorkan satu elektronnya pada radikal bebas yang tidak stabil sehingga antioksidan dapat menetralkan radikal bebas dan tidak mengganggu metabolisme tubuh (Rahmi, 2017).

Pengujian aktivitas antioksidan dapat dianalisis menggunakan metode DPPH (1,1 difenil-2-pikrilhidrazil). Metode DPPH yang paling efektif dalam menentukan aktivitas anti radikal bebas dan paling sering digunakan karena sederhana, cepat dan biaya murah. Radikal DPPH (1,1 difenil-2-pikrilhidrazil) adalah suatu senyawa organik yang mengandung nitrogen yang tidak stabil berwarna ungu gelap dan memiliki panjang gelombang 517 nm (Souhoka *et al.*, 2019). Reaksi penghambatan radikal DPPH oleh antioksidan dapat dilihat pada Gambar 2.7 sebagai berikut (Souhoka *et al.*, 2019).



Gambar 2.7 Reaksi DPPH dan Antioksidan (Souhoka *et al.*, 2019)

Berdasarkan reaksi diatas menunjukkan perubahan warna larutan dari ungu menjadi kuning. Perubahan warna menunjukkan bahwa DPPH telah mengalami reduksi oleh proses donasi hidrogen atau elektron dari senyawa antioksidan menjadi berpasangan sehingga warnanya berubah dari ungu ke kuning (Souhoka *et al.*, 2019).

Persentase aktivitas antioksidan dengan metode peredaman radikal bebas DPPH (1,1 difenil-2-pikrilhidrazil) dinyatakan dalam bentuk persentase peredaman, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana A_0 adalah rata-rata absorbansi kontrol (tanpa ekstrak) dan A_t adalah rata-rata absorbansi sampel uji (dengan ekstrak). Konsentrasi antara persen

peredaman dengan konsentrasi ekstrak diplotkan dan nilai IC_{50} dihitung kedalam persamaan regresi linier $y = ax + b$, dimana y sebesar 50 yang merupakan penghambatan 50% oksidasi dan x sebagai nilai IC_{50} . Parameter yang digunakan untuk uji peredaman radikal DPPH adalah nilai IC_{50} (*Inhibition Concentration* 50%) yang merupakan konsentrasi sampel uji yang dibutuhkan untuk menangkal radikal DPPH sebesar 50%. Kategori dalam penentuan kekuatan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tingkat kekuatan antioksidan (Putri & Hidajati, 2015)

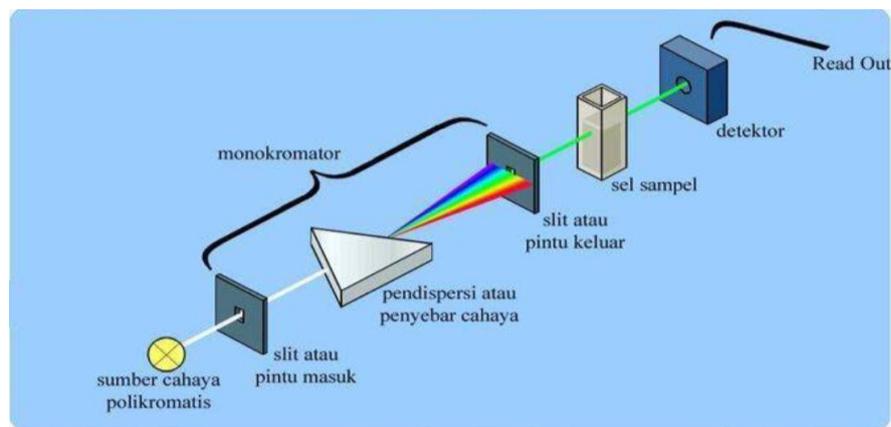
Kategori	Nilai IC_{50}
Sangat kuat	< 50 mg/L
Kuat	50-100 mg/L
Sedang	100-250 mg/L
Lemah	250-500 mg/L

Berdasarkan kategori nilai IC_{50} tersebut dapat diketahui bahwa semakin kecil nilai IC_{50} yang diperoleh maka senyawa tersebut semakin efektif sebagai penangkal radikal bebas (Zuliani *et al.*, 2019).

2.7 Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu metode instrumen yang paling sering diterapkan dalam analisis kimia secara kualitatif dan kuantitatif senyawa organik dan anorganik. Prinsip dasar metode spektrofotometri ini untuk mengukur panjang gelombang dan intensitas sinar ultraviolet dan cahaya tampak yang diserap oleh suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Sampel diberi radiasi UV (*ultraviolet*) pada panjang gelombang 180-380 nm atau cahaya tampak (*visible light*) pada panjang gelombang 380-780 nm (Pratiwi *et al.*, 2022). Penyerapan radiasi menyebabkan promosi elektron dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi dalam gugus fungsi yang disebut kromofor. Kromofor adalah bagian dari molekul yang dapat mengabsorpsi sinar dengan kuat di daerah UV-Vis. Data serapan ini akan dihasilkan oleh spektrofotometri UV-Vis berupa transmittan atau absorbansi yang dapat dibaca oleh spektrofotometer sebagai spektrum UV-Vis (Skoog *et al.*, 2016).

Spektrofotometri sesuai dengan namanya adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Pada fotometer filter dari berbagai warna yang mempunyai spesifikasi melewati trayek pada gelombang tertentu. Spektrum elektromagnetik dibagi dalam beberapa daerah cahaya. Suatu daerah akan diabsorpsi oleh atom atau molekul dan panjang gelombang cahaya yang diabsorpsi dapat menunjukkan struktur senyawa yang diteliti. Keuntungan utama metode spektrofotometri yaitu memberikan cara sederhana untuk menetapkan kuantitas zat yang sangat kecil. Selain itu, hasil yang diperoleh cukup akurat, dimana angka yang terbaca langsung dicatat oleh detektor dan tercetak dalam bentuk angka digital ataupun grafik yang sudah diregresikan. Secara sederhana instrument spektrofotometer dapat dilihat pada Gambar 2.8 (Putri, 2017).



Gambar 2.8 Pembacaan Spektrofotometer (Putri, 2017)

Fungsi masing-masing bagian spektrofotometer yang pertama adalah sumber sinar polikromatis berfungsi sebagai sumber sinar dengan berbagai macam rentang panjang gelombang, kedua yaitu monokromator yang berfungsi sebagai penyeleksi panjang gelombang yaitu mengubah cahaya yang berasal dari sumber sinar polikromatis menjadi cahaya monokromatis. Pada gambar di atas disebut sebagai pendispersi atau penyebar cahaya, dengan adanya pendispersi hanya satu jenis cahaya atau cahaya dengan panjang gelombang tunggal yang mengenai sel sampel. Pada gambar di atas hanya cahaya hijau yang melewati pintu keluar, ketiga yaitu sel sampel yang berfungsi sebagai tempat meletakkan sampel UV, VIS

dan UV-Vis menggunakan kuvet sebagai tempat sampel, keempat yaitu detektor berfungsi untuk menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik dan kelima yaitu read out merupakan suatu sistem baca yang menangkap besarnya isyarat listrik yang berasal dari detektor (Putri, 2017).

Spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan untuk menentukan sampel dalam bentuk larutan, gas, atau uap. Sampel harus diubah menjadi larutan bening. Persyaratan pelarut yang digunakan dalam sampel berupa larutan adalah pelarut yang harus dilakukan secara sempurna, pelarut yang digunakan tidak mengandung ikatan rangkap terkonjugasi dan tidak berwarna, tidak ada interaksi dengan molekul senyawa yang dianalisis dan memiliki kemurnian tinggi (Pratiwi & Wardanianti., 2022).

Penerapan metode ini berfungsi untuk menentukan jenis kromofor, ikatan rangkap terkonjugasi dan ausokrom suatu senyawa organik, dan menjelaskan informasi dari struktur berdasarkan panjang gelombang maksimum suatu senyawa serta menganalisis senyawa organik secara kuantitatif menggunakan hukum Lambert-Beer yang dinyatakan dengan persamaan dibawah ini:

$$A = \epsilon \times b \times C \quad (4)$$

di mana A adalah absorbansi, ϵ adalah koefisien eksklusi molar ($M^{-1} \text{ cm}^{-1}$), b adalah tebal kuvet (cm), dan C adalah konsentrasi (M) (Pratiwi, 2022).

Tabel 2.4 Perkiraan panjang gelombang warna diwilayah cahaya tampak (Kristianingrum & Susila, 2013)

Panjang gelombang (nm)	Warna Terserap	Warna yang dipantulkan
340-450	Ungu	Kuning Hijau
450-495	Biru	Kuning
495-570	Hijau	Ungu
570-590	Kuning	Biru
590-620	Orange	Hijau Biru
620-750	Merah	Biru Hijau

Keadaan serapan maksimum dari pita dilambangkan sebagai λ_{maks} . Molekul yang memiliki satu gugus kromofor dapat mengalami perubahan panjang gelombang. Pengukuran panjang gelombang, warna pada cahaya tampak mempengaruhi besaran panjang gelombang. Jika cahaya polikromatis (cahaya putih) yang mengandung seluruh spektrum panjang gelombang melewati suatu medium tertentu akan menyerap panjang gelombang lain, sehingga medium tersebut akan tampak berwarna (Pratiwi, 2022).

BAB III

METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental selama 5 bulan dari April hingga Agustus 2022 di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Tanjungpura Pontianak.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu aluminium foil, ayakan 80 *mesh*, beaker glass, blender, batang pengaduk, bulb, corong pemisah, cawan petri, *chamber* KLT, *hote plate*, kaca arloji, kertas saring, kertas label, kolorimeter, labu ukur, neraca analitik, pipet volume, pipet tetes, pisau, plat KLT silica gel $60 F_{254}$, rak tabung reaksi, *rotary evaporator*, saringan, spatula, tabung reaksi, tisu, termometer, vortex, wrapping, sonikasi (Branson-3510) dan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV 2600).

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuades (H_2O), aseton (C_3H_6O) (Smart-Lab), etanol 96%, etanol (C_2H_6O) (Supelco), asam stearat ($CH_3(CH_2)_{16}COOH$), biji kesumba, DPPH (1,1 difenil-2-pikrilhidrazil) (Himedia), etil asetat ($CH_3COOCH_2CH_3$) (Full time), diklorometana, gliserin ($C_3H_8O_3$), kunyit, klorofom ($CHCl_3$) (Supelco), minyak tengkawang, metanol (Supelco), n-heksana (C_6H_{14}) (Full time), parafin ($C_{12}H_{26}$), setil alkohol ($C_{16}H_{34}O$), sodium benzoate ($C_7H_5NaO_2$) dan TEA (triethylamina).

3.3 Prosedur Kerja

3.3.1 Preparasi Sampel Biji Kesumba

Preparasi biji kesumba pada penelitian ini mengadopsi metode Naselia *et al.* (2020) yang telah dimodifikasi. Biji kesumba keling dipisahkan dari kulit buahnya dan dikeringkan dalam oven pada suhu $50^\circ C$ selama 7 jam.

3.3.2 Preparasi Sampel Kunyit