

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tamanu (*Calophyllum inophyllum* L.)

1. Morfologi

Calophyllum inophyllum L. merupakan spesies tanaman berukuran sedang hingga besar. Memiliki sebaran yang luas di dunia mulai dari Australia Utara, Asia Tenggara, India, Afrika, dan lain-lain. Di Indonesia dijumpai hampir di seluruh wilayah, terutama pada daerah pesisir (Leksono *et al.*, 2014), yang tumbuh di habitat bukan rawa dan pantai berpasir.



Gambar 1. *Calophyllum inophyllum* L (Leksono *et al.*, 2014).

Pohonnya berwarna gelap, berdaun rimbun, serta tingginya antara 10-30 m. Daunnya tunggal bersilang-berhadapan, berbentuk bulat memanjang maupun bulat telur berwarna hijau tua dan mengkilap pada bagian atas, bagian bawahnya hijau agak kekuningan. Memiliki tipe bunga majemuk dengan bau harum. Buah termasuk kategori buah batu dengan bentuk bulat seperti peluru dan bagian ujung meruncing, panjangnya antara 25-50 mm berwarna hijau dan berwarna kuning ketika tua. Buah muncul 2 kali setahun (Emilda, 2019). Bijinya berukuran relatif besar dengan diameter 2-4 cm berbentuk bulat tebal dan keras. Inti biji mengandung minyak berwarna kuning kecoklatan (Leksono *et al.*, 2014).

2. Sistematika tumbuhan

Taksonomi tanaman tamanu menurut Heyne (1987) adalah sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledone
Bangsa	: Guttiferales
Suku	: Guttiferae
Marga	: Calophyllum
Jenis	: <i>Calophyllum inophyllum</i> L.

3. Nama daerah

Tumbuhan ini memiliki nama yang berbeda pada setiap daerah, seperti di Alor (Pantar), Bima (Mantau), Dayak (Kanaga atau Panaga), Jawa dan Sunda (Nyamplung), Madura (Nyamplong atau Camplong), Minangkabau (Punaga), Ternate (Fitako), serta masih ada berbagai nama di daerah lainnya (Heyne, 1987)

4. Kandungan dan manfaat

Buah tamanu memiliki biji yang berpotensi menghasilkan minyak tamanu, terutama biji yang sudah tua. Buah biji tamanu diketahui mengandung lemak kasar (63,1%), serat kasar (16,64%), ekstrak nitrogen bebas (13,62%), kelembapan (4,15%), protein (3,42%), serta abu (3,22%) (Chandra., *et al*, 2013). Asam lemak yang ditemukan di tamanu adalah sebagai berikut: asam alfa-linoleat ($0,26 \pm 0,05\%$), asam arakidonat ($0,6 \pm 0,09\%$), asam *behenic* ($0,1 \pm 0,15\%$), asam *dihomo-gamma*-linoleat ($<0,1\%$), asam *docosadienoat* ($1,4 \pm 5,08\%$), asam gadoleat ($0,3 \pm 0,1\%$), asam linoleat ($25,5 \pm 3,87\%$), asam oleat ($23,6 \pm 4,77\%$), asam palmitat ($16,5 \pm 1,59\%$), asam palmitoleat ($0,26 \pm 0,11\%$), serta asam stearat ($30,2 \pm 4,36\%$) (Raharivelomanana *et al.*, 2018).

Asam lemak tak jenuh (18-22%) ditemukan dalam jumlah yang baik, asam oleat (20-26%) dan asam linoleat (21-29%). Komposisi minyak tamanu di samping asam lemak umum, yang merupakan karakteristik unik lain adalah terdapat senyawa resin. Bagian resin dari minyak tamanu diketahui mengandung metabolit sekunder bioaktif yang sebagian besar terdiri atas neoflavonoid termasuk turunan piranokumarin. Kandungan senyawa kimia yang beragam, menghasilkan bioaktivitas yang sangat banyak (Raharivelomanana *et al.*, 2018).

Secara tradisional minyak tamanu digunakan untuk aplikasi topikal pada kulit serta lesi selaput lendir. Minyak dapat disarankan dalam menyembuhkan berberapa macam penyakit kulit (luka bakar, *chilblains*, eksim, jerawat, psoriasis, luka diabetes, dan kulit kering). Minyak tamanu memiliki efek menenangkan dan menghilangkan rasa sakit sehingga dapat digunakan untuk memijat, linu panggul dan rematik, penyembuhan luka dan sifat analgesik. Penelitian-penelitian banyak mengeksplor bioaktivitas seperti antibakteri, antiinflamasi, antijamur, serta antioksidan yang menunjukkan efek penyembuhan luka (Raharivelomanana *et al.*, 2018).

Secara signifikan minyak tamanu dapat mengurangi produksi ROS intraseluler. Efek penangkapan radikal yang signifikan dari kandungan neoflavonoid pada resin minyak tamanu ditemukan dari hasil uji DPPH terkait dengan potensi antioksidan dari senyawa ini. Di luar efek antioksidan, di antara minyak nabati lainnya, minyak tamanu adalah satu-satunya yang juga memiliki aktivitas yang baik untuk menyerap sinar UV dalam spektrum penyerapan yang signifikan dari 260 hingga 400 nm (Raharivelomanana *et al.*, 2018).

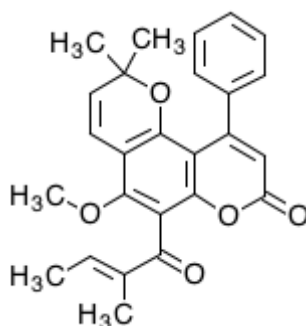
Aktivitas antibakteri minyak tamanu yang tinggi ditunjukkan pada strain bakteri yang terlibat dalam jerawat, sehingga berpotensi sebagai anti jerawat (Léguillier *et al.*, 2015). Manfaat lain dari minyak tamanu adalah sebagai anti inflamasi yang dibandingkan dengan hidrokortison 10 mg sebagai kontrol positif pada peradangan arthritis yang diinduksi formaldehida. Minyak tamanu telah terbukti mencegah proses inflamasi yang berkepanjangan. Aktivitas yang berkaitan dengan kegunaannya sebagai anti inflamasi adalah dalam mempercepat proses penyembuhan luka melalui mekanisme aktivitas anti-inflamasi (Nguyen *et al.*, 2017)

B. Minyak Tamanu

Minyak tamanu adalah minyak berbentuk cair, berwarna kuning kecoklatan hingga kehijauan, berbau khas kacang-kacangan seperti kenari (Cahya *et al.*, 2022). Buah matang dari tanaman tamanu pertama-tama dikeringkan dengan sinar matahari selama 1-2 bulan untuk memungkinkan biosintesis dan akumulasi minyak di dalam kacang. Kacang kering dikupas kulitnya kemudian diolah dengan alat *cold press* untuk menghasilkan minyak tamanu yang murni (Raharivelomanana *et al.*, 2018). Rendemen minyak nyamplung (40-

70%) tergolong lebih tinggi dibandingkan jenis tanaman lainnya, seperti jarak pagar (40-60%) dan sawit (46-54%) (Suyono *et al.*, 2017).

Minyak biji tamanu adalah satu-satunya sampel dari empat belas minyak nabati yang diuji yang menunjukkan profil penyerapan yang menarik dalam kisaran UV B (Ácsová *et al.*, 2021). Resin pada minyak tamanu mengandung senyawa chalophyllolide di mana senyawa ini mengandung setidaknya satu struktur aromatik atau bahkan sistem ikatan terkonjugasi lain dalam molekulnya yang dapat bertindak sebagai agen fotoprotektif UV B alami (Ácsová *et al.*, 2021). Senyawa flavonoid dan tanin menyerap sinar UV baik UV A maupun UV B diakibatkan oleh adanya gugus kromofor (ikatan rangkap terkonjugasi) sehingga dapat dimanfaatkan sebagai tabir surya pada (Shovyana dan Zulkarnain, 2013)



Gambar 2. Struktur chalophyllolida (Ácsová *et al.*, 2021).

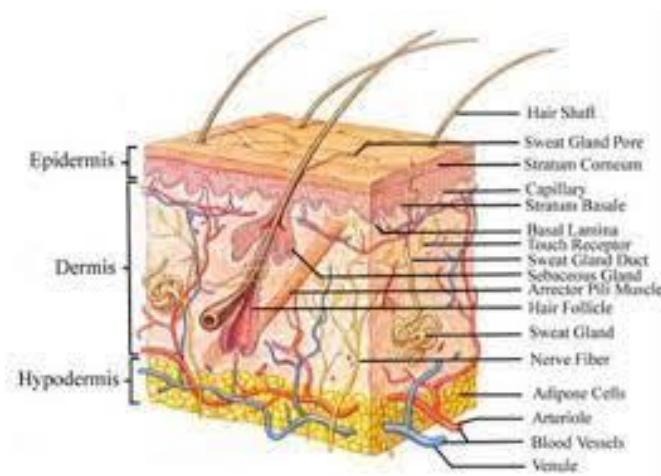
C. Kulit

Kulit merupakan bagian dari panca indera manusia yang menunjang hidup manusia sebagai indera peraba dan sebagai penunjang penampilan (Fadhilah *et al.*, 2012). Kulit memiliki peran yang penting untuk kesehatan karena fungsi kulit sebagai penghalang (*barrier*) pada manusia terutama saat tubuh terpapar radiasi UV. Ketebalan kulit bervariasi sesuai dengan fungsi dan luas tubuh. Ketebalan kulit manusia pada umumnya adalah setebal 1-2 mm (McLafferty *et al.*, 2012)

1. Struktur kulit

Kulit tersusun atas 3 lapisan utama berurutan dari luar ke dalam yaitu epidermis (lapisan epitel yang terbentuk dari ektoderm), dermis (lapisan jaringan ikat yang terbentuk dari mesoderm), dan hypodermis

(jaringan ikat longgar yang terdiri atas sel-sel adiposit). (Mescher, 2016)



Gambar 3. Anatomi kulit (Mescher, 2016)

1.1 Epidermis. Yakni jaringan terluar kulit yang tersusun atas jaringan epitel berlapis tipis serta lapisan tanduk. Pada jaringan epidermis tidak dijumpai pembuluh darah maupun limfe, sehingga seluruh nutrien dan oksigen diperoleh dari kapiler yang terdapat pada lapisan dermis. Epitel berlapis tipis pada epidermis terdiri atas banyak lapis sel yang disebut keratinosit dan diperbaharui melalui proses mitosis sel dalam lapisan basal yang secara perlahan ke permukaan epitel (Kalangi, 2013)

Terdapat empat jenis sel utama pada lapisan epidermis, yakni melanosit, Langerhans, keratinosit, dan merkel. Sel keratinosit membentuk 90% lapisan ini, melanosit hanya membentuk sebanyak 8% sel epidermis dan berfungsi untuk menghasilkan pigmen dan melanin (McLafferty *et al.*, 2012). Terdapat 5 lapisan dari bawah ke atas pada lapisan epidermis, yaitu stratum basal, stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lusidum, dan stratum korneum (Kalangi, 2013)

1.1.1 Stratum basal. Berada di bagian paling bawah dan mengandung granul melanosit yang dapat memproduksi melanin, yakni suatu pigmen yang melindungi kulit dari bahaya radiasi sinar UV. Tidak hanya sel melanosit, sel merkel juga dapat ditemukan pada lapisan stratum basal (McLafferty *et al.*, 2012)

1.1.2 Stratum spinosum. Merupakan lapisan di atas lapisan basal yang terdiri atas lapisan sel dengan bentuk poligonal. Semakin ke atas bentuk dari sel tersebut, maka akan semakin pipih (Kalangi, 2013).

1.1.3 Stratum granulosum. Merupakan lapisan yang granula keratohialin terdiri atas 2-4 lapis sel pipih. Dengan mikroskop elektron granul tersebut dikelilingi ribosom dan merupakan partikel amorf serta pada permukaan granul terdapat mikrofilamen yang menempel (Kalangi, 2013)

1.1.4 Stratum lusidum. Lapisan ini tersusun atas 2, 3, sampai 5 lapis sel keratinosit yang bentuknya pipih. Lapisan ini hanya ditemukan pada daerah kulit yang memiliki ketebalan tipis seperti pada telapak tangan dan telapak kaki (McLafferty, 2012).

1.1.5 Stratum korneum. Dikenal juga sebagai lapisan tanduk dan terletak pada bagian paling atas pada lapisan epidermis dan mengandung protein keratin. Lapisan ini berfungsi untuk melindungi kulit dari mikroorganisme, panas, serta senyawa kimia. Sel pada lapisan ini dapat mengalami penurunan fungsi perlekatanannya dan akan lepas atau bertumpuk (McLafferty, 2012).

1.2 Dermis. Yakni lapisan yang berada di bawah lapisan epidermis dan di atas lapisan subkutan. Di lapisan ini terdapat kelenjar, *lymph vessel*, *nerve endings*, serta pori-pori rambut. Dermis terususun atas dua lapisan yaitu *reticular* dan *papillary*. Lapisan *reticular* mengandung kolagen dan serat elastin, sedangkan pada lapisan *papillary* terdapat pembuluh darah serta saraf (McLafferty, 2012).

1.3 Sub Kutan (Hipodermis). Merupakan jaringan ikat dan lemak yang letaknya dibawah dermis. Lapisan ini tersusun atas jaringan ikat yang longgar dan berfungsi untuk menghubungkan kulit dengan organ lain. Lapisan ini mengandung banyak lemak yang jumlahnya bervariasi jumlahnya bergantung pada area tubuh (Mescher, 2016).

2. Efek radiasi terhadap kulit

Radiasi UV A yang mampu masuk ke bumi adalah sebesar 95-99% sedangkan UV B yang masuk ke permukaan bumi hanya sebesar 1-5%. UV B diserap sepenuhnya oleh stratum korneum pada lapisan epidermis sedangkan sebanyak 50% UV A diserap di lapisan dermis. Paparan radiasi UV A dan UV B memberikan dampak buruk terhadap kulit seperti *sunburn*, penuaan dini, resiko kanker kulit, dan imunosupresi (Kale *et al.*, 2011).

Sunburn timbul akibat penebalan lapisan stratum korneum serta adanya pembengkakan pada pembuluh darah sehingga menyebabkan kulit terlihat merah dan menimbulkan rasa sakit ketika disentuh. Penuaan merupakan hasil dari penebalan lapisan stratum korneum,

kerusakan protein struktur pendukung kulit terutama kolagen dan elastin. Paparan sinar UV yang terus menerus berdampak pada kerusakan DNA, secara alamiah sel normal mampu mengatasi kerusakan tersebut dengan mekanisme perbaikan DNA. Kerusakan DNA berpengaruh pada terjadinya kanker akibat adanya perubahan genetik. Imunosupresi (penekanan sistem kekebalan) juga merupakan dampak dari paparan sinar UV, terjadinya penekanan kekebalan pada lapisan kulit dapat memudahkan sel kanker untuk terus berkembang dan menjadi semakin berbahaya. Proses perbaikan DNA oleh sel normal tidak mampu lagi melakukan perbaikan ketika telah terjadi kerusakan yang terlalu banyak sehingga diperlukan upaya pencegahan (Trivedi dan Murase, 2017).

Tipe kulit manusia berbeda setiap individunya bergantung pada perbedaan genetik pada manusia. Perbedaan tipe kulit tersebut menimbulkan reaksi yang berbeda pula terhadap paparan sinar matahari. Fitzpatrick (1975) mengklasifikasikan tipe kulit berdasarkan warna kulit dengan reaksi terhadap paparan sinar matahari dan kemampuan kulit terbakar atau tidak (Sachdeva, 2009).

Tabel 1. Tipe kulit (Fitzpatrick, 1975)

Tipe kulit	<i>Sunburn tanning</i>	Warna kulit	UV A MED	UV B MED
I	Mudah terbakar, tanning (-)	Putih ivory	20-35	15-30
II	Mudah terbakar, tanning minimal	Putih	30-45	25-4
III	Terbakar sedang, tanning minimal	Putih	40-55	30-50
IV	Terbakar minimal, tanning sedang	Beige	50-80	40-60
V	Jarang terbakar, tanning cepat	Coklat	70-100	60-90
VI	Tidak mudah terbakar tanning cepat	Coklat gelap	100	90-150

Keterangan:

MED: *Minimal Erythema Dose*

D. Tabir Surya

1. Definisi tabir surya

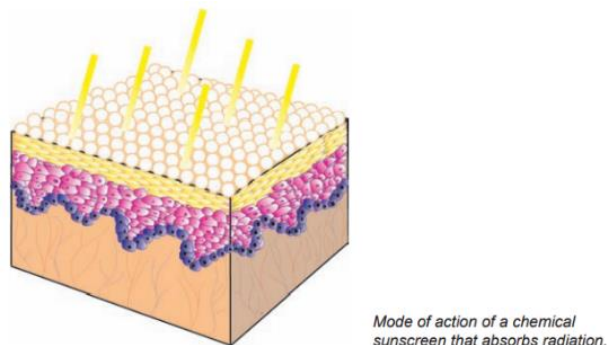
Tabir surya merupakan salah satu sediaan kosmetik yang mampu melindungi kulit dari paparan radiasi sinar UV A maupun UV B (Rosita, 2014). Menurut *Food and Drug administration*, zat aktif tabir surya merupakan bahan kimia yang mampu menyerap,

menghamburkan, dan memantulkan radiasi ultraviolet dengan panjang gelombang 290-400 nm.

Penggunaan tabir surya sangat penting untuk melindungi kulit dari radiasi UV. Pemakaian tabir surya secara rutin dapat menurunkan peluang terjadinya kanker kulit. Sediaan tabir surya harus mampu memberikan efek yang maksimal tanpa mengakibatkan gangguan yang berakibat membatasi kepraktisannya atau yang akan menimbulkan iritasi dan toksik, memiliki sifat yang mudah larut supaya sesuai dengan formulasi kosmetik yang akan diberikan, resisten terhadap air keringat dan tidak mudah menguap, tidak menimbulkan bau yang menyengat, mampu konsisten terhadap daya proteksinya selama beberapa jam serta memiliki kestabilan dalam penggunaannya (Pratama dan Zulkarnain, 2015). Bahan dalam tabir surya disebut dengan filter UV, terdapat dua tipe filter UV yaitu filter UV organik (*chemical absorber*) dan filter UV anorganik (*physical blocker*). Kedua tipe filter UV tersebut dibedakan atas mekanisme kerjanya sebagai tabir surya (Avianka *et al.*, 2022)

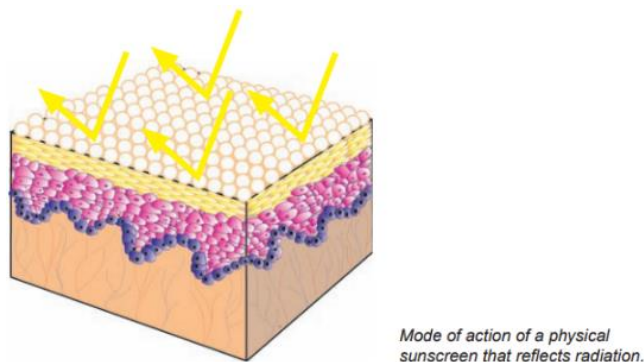
2. Mekanisme filter UV

2.1 Filter UV organik. Disebut juga dengan *chemical absorber* yang bekerja dengan mekanisme kerja menyerap radiasi UV dan mengkonversinya menjadi panas. *Octyl methoxycinnamate* dan *avobenzene* merupakan contoh filter UV organik (Avianka *et al.*, 2022).



Gambar 4. Mekanisme kerja tabir surya kimia (Shai *et al.*, 2009)

2.2 Filter UV anorganik. Biasa disebut dengan istilah *physical blockers*, bekerja dengan memantulkan dan menyebarkan sinar UV. Contoh filter UV anorganik adalah Zinc oxide dan titanium dioxide (Avianka *et al.*, 2022).



Gambar 5. Mekanisme kerja tabir surya fisik (Shai *et al.*, 2009)

2.2.1 Titanium dioksida. Titanium dioksida merupakan filter UV anorganik dengan mekanisme kerja pemblok sinar UV sehingga dapat melindungi kulit dari radiasi sinar UV dengan memantulkan sinar UV (Avianka *et al.*, 2022). *Food and Drug Administration* (FDA) telah menyetujui penggunaan titanium dioksida sebagai tabir surya karena dianggap memiliki spektrum yang luas. Penggunaan titanium dioksida sebagai zat aktif untuk tabir surya yang sering digunakan yaitu pada konsentrasi 2-15% (Morsella *et al.*, 2016). Konsentrasi maksimum TiO_2 yang boleh digunakan menurut regulasi adalah 25% (El-Boury *et al.*, 2007). Titanium dioksida adalah zat yang banyak digunakan disebabkan oleh bersifat inert ketika dikombinasikan dengan tabir surya organik dan bahan lain, biaya yang relatif rendah, kemudahan produksi massal, serta sifat kimianya yang nyaman (Trivedi dan Murase, 2017).

3. Sun Protection Factor

Untuk memperkirakan efektivitas tabir surya dapat dilakukan dengan menentukan nilai *Sun protection factor* (SPF), yakni suatu indikator yang umum digunakan dan mampu menjelaskan tentang keefektifan dari suatu produk atau zat sebagai tabir surya. SPF dihitung sebagai rasio jumlah radiasi ultraviolet yang dibutuhkan untuk menyebabkan kulit MED (*Minimal Erythema Dose*) saat kulit dilindungi dengan tabir surya tertentu dengan jumlah radiasi ultraviolet yang dibutuhkan untuk menyebabkan MED (*Minimal Erythema Dose*). MED sendiri diartikan sebagai jangka waktu minimal atau dosis sinar UV yang diperlukan sehingga eritema terjadi. SPF yang biasa tertulis pada sediaan tabir surya menunjukkan kemampuan tabir surya pada saat melakukan perlindungan kulit. Nilai SPF dapat dikonfirmasi secara *in vivo* dan *in vitro* (Zulkarnain *et al.*, 2013).

Pengukuran nilai SPF dapat dilakukan secara *in vitro*. Umumnya, terdapat dua metode pengukuran SPF secara *in vitro* yang dapat dilakukan, yakni pengukuran serapan radiasi UV melalui lapisan tabir surya yang diuji pada biomembran atau plat kuarsa dan dengan menentukan karakteristik serapan tabir surya dengan analisis spektrofotometri larutan hasil pengenceran dari sediaan (Pratama dan Zulkarnain, 2015).

Food and Drug Administration (FDA) mengelompokkan tingkat efektivitas tabir surya suatu zat berdasarkan nilai SPFnya yaitu (Indawati *et al.*, 2019):

Tabel 2. Efektivitas tabir surya berdasarkan nilai SPF

Tabir surya	Nilai SPF
Proteksi minimal	2-4
Proteksi sedang	4-6
Proteksi ekstra	6-8
Proteksi maksimum	8-15
Proteksi ultra	>15

Perbedaan jenis kulit mempengaruhi lamanya perhitungan tabir surya. Ketahanan kulit dengan warna putih dari cahaya matahari adalah 10 menit, kulit dengan warna kuning langsung adalah 15 menit, kulit dengan warna coklat hingga hitam memiliki ketahanan tertinggi terhadap cahaya matahari yaitu selama 20 menit hal tersebut disebabkan oleh adanya pigmen melanin pada jenis kulit dengan warna coklat hingga hitam. Perhitungan lama penggunaan tabir surya dihitung dengan mengalikan nilai SPF dengan lama kulit bertahan tanpa tabir surya. Apabila nilai SPF tabir surya yang digunakan sebesar 15 pada tipe kulit putih yang memiliki ketahanan terhadap sinar matahari selama 10 menit maka lama penggunaan tabir surya pada jenis kulit tersebut adalah 150 menit, begitu seterusnya pada setiap jenis kulit (Wiluajeng, 2018)

E. Spektrofotometri UV-Vis

1. Definisi

Spektrofotometri UV-Vis merupakan metode yang digunakan dalam pengukuran panjang gelombang dan intensitas cahaya tampak dan sinar ultraviolet yang diabsorpsi oleh sampel. Sinar ultraviolet berada pada panjang gelombang 200-400 nm sedangkan sinar tampak

berada pada panjang gelombang 400-800 nm (Pratama dan Zulkarnain, 2015).

2. Prinsip Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri digunakan untuk mengukur konsentrasi suatu zat yang terdapat pada suatu sampel. Molekul pada sampel tersebut akan disinari cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Sebagian cahaya akan diserap, sebagian akan dihamburkan, serta sebagiannya lagi akan diteruskan. Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) dan cahaya yang dihamburkan diukur sebagai transmitansi (T). Nilai absorbansi merupakan perbandingan antara intensitas sinar yang diserap dan intensitas sinar datang. Kadar zat yang terkandung dalam suatu sampel mempengaruhi nilai absorbansi, nilai absorbansi akan semakin meningkat apabila kadar zat yang terkandung semakin banyak. Molekul yang terkandung dalam suatu sampel yang kadarnya tinggi akan semakin banyak sehingga akan semakin banyak cahaya yang diserap pada panjang gelombang tertentu, hal itu menyebabkan kadar zat yang terkandung pada suatu sampel berbanding lurus dengan absorbansi (Neldawati *et al.*, 2013).

F. Kromatografi Gas-Spektrometri Massa

1. Definisi

Analisis kromatografi gas spektrometri massa (GC/MS) merupakan analisis untuk sampel campuran yang mudah menguap dan kompleks. Efektivitas dan kepekaannya untuk mendeteksi komponen analit membuatnya dapat diterapkan dalam berbagai tujuan. Teknik ini dapat digunakan untuk melakukan analisis kuantitatif maupun kualitatif. Kromatografi gas dan spektrometri massa memberikan hasil yang berbeda tetapi saling melengkapi. Kromatografi gas memisahkan komponen dari suatu campuran dan spektrometri massa dapat menganalisis dan mengidentifikasi komponen tersebut (Nugraha dan Nandiyanto, 2021).

2. Prinsip Kromatografi Gas- Spektrometri Massa

Prinsip kerja dari kromatografi gas yakni fase gerak yang berbentuk gas dialirkan dengan tekanan melalui pipa, kemudian dipanaskan dan disalut dengan fase diam cair. Fase diam cair tersebut disalut di suatu penyangga padat. Analit tersebut dimuatkan ke bagian atas kolom melalui suatu portal injeksi yang dipanaskan. Suhu oven

dijaga supaya meningkat secara bertahap. Ketika sudah berada dalam kolom, terjadi proses pemisahan antar komponen.

Spektrometer massa diperlukan untuk identifikasi senyawa dalam penentuan bobot molekul dan penentuan rumus molekul.

Prinsip dari spektrometri massa yaitu pengionan kumpulan senyawa kimia untuk menghasilkan molekul bermuatan atau fragmen molekul serta mengukur rasio massa/muatan. Penembakan elektron berenergi tinggi tersebut membuat molekul terionisasi dan menghasilkan ion dengan muatan positif, kemudian ion tersebut diarahkan menuju medan magnet (medan listrik) dengan kecepatan tinggi. Ion tersebut akan dibelokkan oleh medan magnet sehingga bobot molekul dan bobot molekul semua fragmen yang dihasilkan dapat ditentukan nilainya. Kemudian detektor akan menghitung muatan yang terinduksi atau arus yang dihasilkan ketika ion dilewatkan atau mengenai permukaan, scanning massa dan menghitung ion sebagai *mass to charge ratio* (m/z). Derivatisasi merupakan proses kimiawi untuk mengubah suatu senyawa menjadi senyawa lainnya dengan berbagai sifat yang sesuai untuk dilakukan analisis menggunakan kromatografi gas maupun menjadi lebih mudah menguap (Darmapati *et al.*, 2016).

G. Emulgel

1. Definisi

Emulgel merupakan bentuk sediaan dengan rute topikal yang merupakan kombinasi antara emulsi dan gel. Sediaan emulgel dibuat dengan mencampurkan emulsi baik tipe minyak dalam air (M/A) atau air dalam minyak (A/M) ke dalam basis gel. Tipe emulsi minyak dalam air digunakan untuk obat yang bersifat lipofilik, sedangkan emulsi obat yang bersifat hidrofilik dibuat dengan tipe emulsi air dalam minyak (Mohammed *et al.*, 2013)

Sediaan emulgel dikembangkan dari sediaan gel dimana emulgel terdiri atas fase gel dan fase kecil minyak emulsi. Adanya fase minyak menyebabkan emulgel lebih unggul dibandingkan sediaan gel karena daya lekatnya akan lebih lama di kulit serta daya sebar yang lebih baik. Keunggulan sediaan emulgel adalah waktu kontak bahan aktif dengan kulit cukup lama karena terdapat fase minyak di dalamnya, selain itu bentuk sediaan ini memberikan rasa nyaman pada

penggunaanya, mudah dioleskan, serta memiliki daya sebar yang baik (Sari *et al.*, 2015).

2. Komponen penyusun emulgel

2.1. Fase minyak. Pada emulgel fase minyak harus dapat berfungsi sebagai pembawa yang baik pada zat aktif (Megesha, 2015). Untuk produk farmasi & kosmetik, fase minyak dapat mencakup berbagai macam lipid yang berasal dari alam atau sintetis (Ajazuddin *et al.*, 2013).

2.2. Fase air. Bahan yang umum digunakan sebagai fase air yakni air, alkohol dan zat lain digunakan sebagai fase air (Vikas *et al.*, 2012).

2.3. Emulgator. Emulsi adalah sistem yang tidak stabil secara termodinamika namun dengan menggunakan emulgator yang tepat tegangan antarmuka dapat dikurangi sehingga stabilitas dapat ditingkatkan secara signifikan (Ajazuddin *et al.*, 2013).

2.4. Gelling agent. Yakni salah satu faktor formula yang penting pada pembuatan emulgel karena *gelling agent* akan membentuk basis gel dalam sediaan emulgel. Terdapat dua jenis *gelling agent* yaitu alami dan sintesis (Ajazuddin *et al.*, 2013). *Gelling agent* alami dapat berupa turunan selulosa seperti metil selulosa, *carboxy metil celulosa* (CMC), *hydroxyl propilomethyl celulosa* (HMPC) sedangkan untuk *gelling agent* sintetis adalah karbopol. Setiap *gelling agent* memiliki sifat dan karakteristik masing-masing (Usman, 2018)

H. Monografi Bahan

1. Titanum dioksida

Titanium dioksida mempunyai rumus molekul TiO_2 dengan berat molekul 79,87 gram/mol pemerian berwarna putih berbentuk *amorf*, tidak berbau, dan tidak berasa. Kelarutan dari TiO_2 adalah praktis tidak larut dalam asam sulfat encer, asam hidroklorat, asam nitrat, pelarut organik, dan air serta larut dalam asam fluorida dan asam sulfat pekat panas (Rowe *et al.*, 2009).

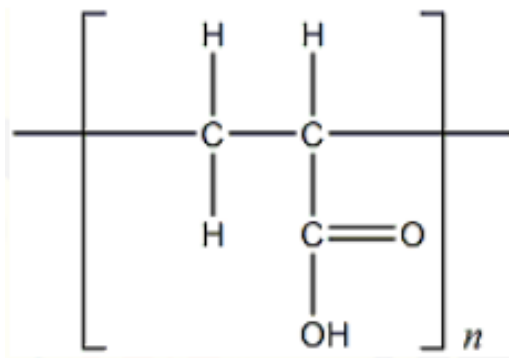


Gambar 6. Struktur titanium dioksida

2. Karbopol 940

Karbopol merupakan *gelling agent* polimer asam akrilat atau disebut juga karbomer yang memiliki bobot molekul tinggi (Ansel *et*

al., 1999). Rumus molekul karbopol adalah $C_3H_8O_3$ dan berat molekulnya adalah 104.400 gram/mol.



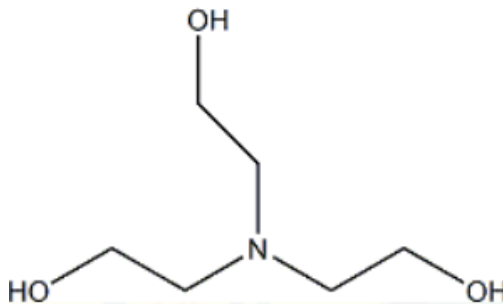
Gambar 7. Struktur kimia karbopol (Rowe *et al.*, 2009)

Karbopol disebut juga *acrypol*, *acritamer*, *acrylic acid polymer*, *carbomer*, *karbopol*, *carboxypolymethylene*, *polyacrylic acid*, *carboxyvinyl polymer*, pemulen, tego carbomer. Pemerian karbopol yaitu berbentuk serbuk berwarna putih, ringan bersifat asam, higroskopis dengan sedikit bau khas. Kelarutan karbopol yaitu dapat dibasahi dengan air, gliserin, dan dengan etanol 95% jika telah dinetralkan. Karbomer hanya membengkakan dan tidak larut (Rowe *et al.*, 2009). Karbopol akan mengalami proses hidrasi dan sebagian terurai yang bersifat asam ketika didispersikan dalam air, adanya proses perubahan dari asam menjadi garam akan menyebabkan pembentukan gel yang sempurna sehingga perlu ditambahkan zat pembasa seperti trietanolamin (TEA) (Walters, 2002)

Gel dengan konsistensi yang baik diperoleh ketika konsentrasi karbopol yang digunakan pada konsentrasi 0,5% - 2% (Rowe *et al.*, 2009). Sediaan gel dengan karbopol sebagai *gelling agent* akan dihasilkan sediaan yang jernih dan viskositasnya tinggi (Ansel *et al.*, 2011)

3. Trietanolamin (TEA)

Trietanolamin (TEA) dengan rumus molekul $C_6H_{15}NO_3$ dan merupakan amin tersier yang mengandung hidroksi, memiliki berat molekul 149,19 gram/mol. TEA dapat disebut juga dengan daltogen, TEA, Tealan, trietilolamin, trihidroksitrietilamin, dan tri (hidroksi) etilamin. Memiliki pemerian berupa cairan kental, jernih, bau ammonia, tidak berwarna hingga kuning pucat

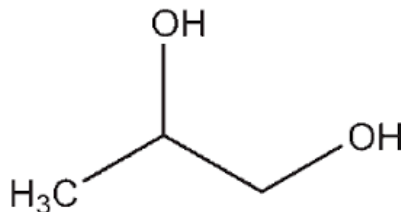


Gambar 8. Struktur kimia TEA (Rowe et al., 2009)

Secara luas TEA dijadikan *alkalizing agent* dan *emulsifying agent* dapat juga digunakan sebagai *pH Adjusting agent*, buffer, pelarut, humektan dan polimer *plasticizer*. Penambahan TEA pada karbopol akan membentuk garam yang larut (Rowe et al., 2009).

4. Propilen glikol

Propilen glikol memiliki nama lain yaitu 1,2-propanadiol, metil etil glikol, *methyl ethylene glycol* 1,2-dihydroxypropane, *lfa-propylene glycol*. Rumus molekul dari propilen glikol adalah $C_3H_8O_2$ dengan berat molekul 76,09 gram/mol. Pemerian propilen glikol adalah cairan kental, jernih, tidak berbau, rasa khas, praktis tidak berbau, menyerap air pada udara lembab (Voigt, 1995).

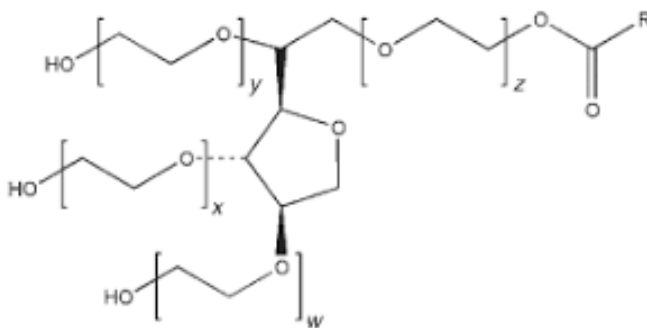


Gambar 9. Struktur kimia propilen glikol (Rowe et al., 2009)

Fungsi dari propilen glikol adalah sebagai humektan, pelarut, dan pengawet dalam produk makanan dan produk tembakau. Propilen glikol dapat dijadikan sebagai pelembab/humektan dalam konsentrasi sebanyak 10-20 % (Voigt 1995). Propilen glikol dapat bercampur dengan air, aseton, serta kloroform, larut dalam eter dan dalam beberapa minyak esensial, tidak dapat bercampur dengan minyak lemak. Penyimpanan dalam wadah tertutup rapat (Depkes RI, 2020).

5. Tween 80

Tween (polysorbate 80) memiliki rumus molekul $C_{64}H_{24}O_{26}$ dan berat molekul 1310 gram/mol dan merupakan ester oleat yang berasal dari sorbitol dan anhidratnya berkopolimerisasi dengan ± 20 molekul etilen oksida untuk tiap molekul sorbitol dan anhidra sorbitol.

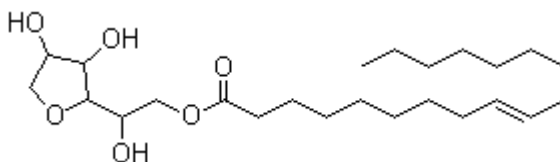


Gambar 10. Struktur kimia tween 80 (Rowe *et al.*, 2009)

Pemerian Tween 80 yaitu beraroma yang khas, berbentuk cair, berminyak, berwarna kekuningan, serta memiliki rasa pahit. Tween dapat menurunkan tegangan permukaan sehingga berfungsi sebagai *emulsifying agent*. Penggunaan tween sebagai *emulsifying agent* sebanyak 15 % (Rowe *et al.*, 2009). Kelarutan tween sangat mudah larut dalam air larutan tidak berbau dan praktis tidak berwarna, larut dalam etanol serta etil asetat, dan tidak larut dalam minyak mineral (Depkes RI, 2020).

6. Span 80

Span 80 atau sorbitan 80 memiliki rumus molekul $C_{24}H_{44}O_6$ dan berat molekul 429 gram/mol. Berfungsi sebagai surfaktan dan merupakan jenis surfaktan nonionic dengan nilai HLB 4,3. Memiliki pemerian yaitu larutan berminyak, berwarna kuning, dan bau khas asam lemak. Sifat kelarutan span adalah praktis tidak larut dalam air tetapi terdispersi dalam air, dan dapat bercampur dengan alkohol (Rowe *et al.*, 2009).



Gambar 11. Struktur kimia span 80 (Rowe *et al.*, 2009)

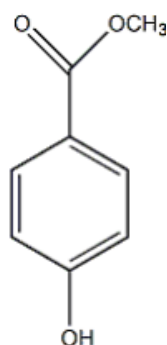
7. Parafin cair

Yakni campuran cairan jernih jenuh alifatik dan hidrokarbon siklis dari petroleum, nama lain petroleum adalah minyak mineral. Pemerian dari parafin cair yakni berbentuk cairan minyak kental transparan, tidak berwarna, serta tidak memiliki rasa. Kelarutan parafin cair yaitu praktis tidak larut dalam air namun larut dalam benzene, aseton, kloroform, karbon disulfide eter, dan petroleum eter. Kelarutan parafin cair yaitu praktis tidak larut dalam air, dan larut dalam aseton,

benzene, kloroform, karbon disulfide eter, dan petroleum eter. Parafin cair berfungsi sebagai emolien, pelarut, dan *vaccine adjuvant*. Pada penggunaan emulsi topikal konsentrasi parafin cair yang digunakan adalah 1,0 - 32,0% (Rowe *et al.*, 2009)

8. Nipagin (Methylparaben)

Nipagin atau metil paraben dengan rumus molekul $C_8H_8O_3$ mempunyai berat molekul 152,15 gram/mol. Pemerian nipagin yaitu hablur kecil yang tidak berwarna atau serbuk hablur, putih, tidak berbau atau berbau khas lemah, sedikit rasa terbakar. Nipagin dapat berfungsi sebagai pengawet antimikroba. Sifat kelarutan nipagin yaitu sukar larut dalam air, benzene, dan karbon tetraklorida, mudah larut dalam etanol dan eter (Depkes RI, 2014).

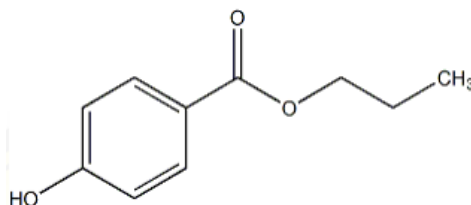


Gambar 12. Struktur kimia nipagin (Rowe *et al.*, 2006)

Penggunaan nipagin sebagai pengawet dapat digunakan sendiri atau dikombinasikan dengan jenis paraben lain dengan zat aktif mikroba lainnya. Kombinasi yang sering digunakan yaitu metil-, propil-, dan butyl paraben (Rowe *et al.*, 2009). Berdasarkan keputusan kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Republik Indonesia No. HK.00.05.4.1745 tahun 2003 tentang kosmetik, menyebutkan bahwa batas maksimum kadar metilparaben dan propilparaben adalah 0,4 % sebagai pengawet tunggal dan 0,8 % sebagai pengawet campuran.

9. Nipasol (Propylparaben)

Nipasol atau propil paraben mempunyai rumus molekul $C_{10}H_{12}O_3$ dan berat molekul 180,20 gram/mol. Pemerian nipasol yaitu yakni serbuk atau hablur kecil yang tidak berwarna. Nipasol mudah larut dalam etanol dan eter, sukar larut dalam air mendidih, serta sangat sukar larut dalam air. Nipasol dapat berfungsi sebagai pengawet antimikroba (Depkes, RI 2014).



Gambar 13. Struktur kimia nipasol (Rowe *et al.*, 2006)

Berdasarkan keputusan kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Republik Indonesia No. HK.00.05.4.1745 tahun 2003 tentang kosmetik, menyebutkan bahwa batas maksimum kadar metilparaben dan propilparaben adalah 0,4 % sebagai pengawet tunggal dan 0,8 % sebagai pengawet campuran.

I. Landasan Teori

Efek jangka panjang dari paparan sinar matahari memberikan banyak dampak negatif termasuk peningkatan resiko kanker kulit baik jenis non-melanoma serta melanoma (Trivedi dan Murase, 2017). Sediaan tabir surya berguna untuk melindungi kulit dari paparan radiasi sinar UV (Rosita *et al.*, 2014).

Kombinasi filter UV anorganik dan organik mampu memberikan perlindungan UV pada spektrum luas (Shi *et al.*, 2012). Filter UV dengan mekanisme kimia seperti oxybenzone dan trigliserida kaprilat dapat memberikan dampak negatif pada sistem endokrin manusia dan hewan (Ramos *et al.*, 2015). Selain itu, Ruszkiewicz *et al.* (2017) melaporkan bahwa benzofenon (oxybenzone) dan turunan sinamat (komponen octinoxate) mengalami gangguan pada sistem hormone estrogen dan progesterone pada ikan zebra.

Peningkatan kerja tabir surya dilakukan dengan menambahkan bahan alam yang berpotensi meningkatkan nilai SPF filter UV. Penelitian mengenai penambahan bahan alam untuk meningkatkan nilai SPF filter UV dalam tabir surya telah menunjukkan bahwa bahan alam dapat digunakan untuk meningkatkan nilai SPF pada tabir surya (Avianka *et al.*, 2022).

Titanium dioksida merupakan filter UV anorganik yang bekerja dengan cara *physical blocker*. Penggunaan TiO₂ dinilai mampu memberikan perlindungan yang efektif terhadap kulit dari bahaya radiasi sinar UV. Indeks bias TiO₂ yang tinggi menyebabkan mekanisme kerjanya lebih baik, karena semakin tinggi indeks bias

maka kemampuan untuk merefleksikan dan menghamburkan radiasi ultra violet semakin meningkat (Trivedi dan Murase, 2017).

Minyak tamanu memiliki potensi sebagai tabir surya dilihat dari kandungan dan mekanisme kerjanya. Kandungan asam oleat dan asam linoleat memiliki sifat menyerap sinar UV (Nzali *et al.*, 2016). Senyawa neoflavonoid yang terkandung pada resin minyak tamanu dapat berfungsi sebagai antioksidan dan memiliki kemampuan sebagai fotoprotektif terhadap sinar UV (Ácsová *et al.*, 2021). Nilai SPF pada sediaan gel yang mengandung 50% minyak tamanu menghasilkan SPF sebesar 30,46 (Rejeki, 2015).

Penelitian yang dilakukan Rosado *et al* (2019) menunjukkan bahwa ada peningkatan SPF pada sediaan emulsi (M/A) tabir surya dengan ethylhexyl methoxycinnamate (7.5%), avobenzone (3,0%) dan titanium dioksida (5,0%) yang ditambahkan 2,5% kafein. Keberhasilan penelitian yang telah dilakukan Rosado *et al* (2019) pada pembuatan sediaan emulsi (M/A) tabir surya dengan mengkombinasikan filter UV dan bahan alam dapat membuktikan jika filter UV dapat dikombinasikan dengan minyak tamanu menjadi sediaan tabir surya karena menggunakan filter UV yang sama yaitu TiO_2 . Menurut Gunawan *et al* (2021) minyak tamanu memiliki spektrum penyerapan yang luas terhadap sinar UV yaitu pada panjang gelombang 260 sampai 400 nm, hal ini memungkinkan kombinasi minyak tamanu dan TiO_2 dapat menghasilkan SPF yang lebih baik.

Emulgel merupakan sediaan topikal kombinasi antara emulsi dan gel. Sediaan emulgel dibuat dengan mencampurkan emulsi baik tipe minyak dalam air (M/A) atau air dalam minyak (A/M) ke dalam basis gel. Sediaan emulgel memiliki keunggulan berupa rasa nyaman dan daya lekat yang baik (Sari *et al.*, 2015). Penelitian Rosado *et al* (2019) menunjukkan bahwa sediaan tabir surya tabir surya kombinasi filter UV dan bahan alam dibuat dalam bentuk sediaan emulsi (M/A). Hal tersebut menunjukkan bahwa kombinasi TiO_2 dan minyak tamanu dapat dibuat dalam bentuk emulgel.

J. Hipotesis

Berdasarkan landasan teori di atas, maka dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

1. Tabir surya kombinasi minyak tamanu (*Calophyllum inophyllum* L.) dan TiO_2 dapat diformulasikan dalam bentuk sediaan emulgel dengan mutu fisik dan stabilitas yang baik.
3. Konsentrasi minyak tamanu (*Calophyllum inophyllum* L.) pada sediaan kombinasi dengan TiO_2 yang menghasilkan nilai *Sun protection factor* (SPF), mutu fisik dan stabilitas yang paling baik adalah konsentrasi 20% pada formula.