

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)

1. Klasifikasi Tanaman Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)

Klasifikasi sacha inchi berdasarkan kedudukannya dalam taksonomi tumbuhan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Phylum : Tracheophyta

Class : Magnoliopsida

Order : Malpighiales

Family : Euphorbiaceae

Genus : *Plukenetia* L.

Species : *Plukenetia volubilis* Linnaeus (GBIF,2022).

2. Morfologi

Tumbuhan sacha inchi, yang masuk ke dalam famili Euphorbiaceae merupakan tanaman yang merambat, berumah satu (monoecious), dan tidak menggugurkan daun. Letak atau posisi daun sacha inchi pada tangkai ialah berhadapan. Daunnya berbentuk segitiga-bulat telur dengan Panjang antara 6-13 cm dan lebar daun antara 4- 10 cm. Pangkal daun melebar (berbentuk hati), tepi daun bergerigi, dan terdapat satu tonjolan kelenjar di sisi adaksial di ujung tangkai daun. Bunga sacha inchi merupakan bunga majemuk dengan panjang malai antara 5-18 cm, memanjang, serta berjumlah satu (biseksual). Putiknya soliter pada dasar buku. Sedangkan benang sari berjumlah sekitar 16-30 dengan bentuk kerucut (Panjang 0,5 mm). Kapsul sacha inchi berbentuk tetra atau segitiga, tanpa bulu (halus) dengan diameter 2,5-6 cm. biji sacha inchi memiliki ukuran 1,5-2 cm x 0,7-0,8 cm, berbentuk lenticular, pipih menyamping , dan berwarna coklat dengan bercak gelap tidak beraturan (Dostert *et al* ., 2008). Tumbuhan sacha inchi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman Sacha Inchi *Plukenetia volubilis*. L (Dokumentasi pribadi)

Klasifikasi sachu inchi berdasarkan kedudukannya dalam taksonomi tumbuhan sebagai berikut: Kingdom= : Plantae Phylum= : Tracheophyta Class= : Magnoliopsida Order =K : Malpighiales 10 Family=L : Euphorbiaceae Genus= : *Plukenetia* L. Species=KL : *Plukenetia volubilis* Linnaeus (GBIF, 2022). Habitat alami dari tanaman sachu inchi ini meliputi area vegetasi yang berubah atau tepi hutan basah tropis atau dataran rendah hingga ketinggian 900 m diatas permukaan laut (mdpl). Tanaman sachu inchi dapat tumbuh dan berkembang pada kisaran suhu 10-360C (ciri khas suhu Amazon Peru). Suhu di atas maksimum dapat menyebabkan Bunga dan buah yang masih kecil menjadi rontok atau gugur, terutama pada buah yang baru terbentuk. Dalam intensitas cahaya rendah, tanaman ini membutuhkan lebih banyak waktu untuk menyelesaikan siklus pertumbuhannya. Dengan arti lain, tanaman yang tumbuh di bawah banyak naungan, pembuangan menjadi berkurang sehingga produksi buahnya lebih sedikit (Dostert *et al.* , 2008).

3. Nama Daerah

- **Sachu Inchi:** Nama ini adalah yang paling umum digunakan dan berasal dari bahasa Quechua, bahasa asli suku Inca di Peru. "Sachu" berarti "hutan" atau "liar", sedangkan "inchi" berarti "kacang".
- **Kacang Inca:** Nama ini mengacu pada asal-usul tanaman ini yang telah dibudidayakan oleh suku Inca sejak ribuan tahun lalu.
- **Kacang Gunung:** Nama ini merujuk pada habitat asli tanaman sachu inchi yang sering tumbuh di daerah pegunungan Andes.

4. Kandungan Kimia

Kandungan kimia pada Tanaman Sachu Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) menurut Nuha & Sriwidodo (2022), terdapat kandungan fenolik, volatile, asam lemak, tocopherol, phytosterol, carotenoid, glyceridic polar, gula, asam amino, trigliserida. Beberapa kandungan seperti tocopherol (vitamin E), Flavonoid, Carotenoid, dan Fenolik dapat berpotensi sebagai tabir surya yang dapat melindungi dari sinar UV.

Vitamin E adalah sekelompok senyawa yang terdiri dari tokoferol dan tokotrienol. Vitamin E ditemukan pertama kali oleh Bishop dan Evan pada tahun 1922, merupakan antioksidan lipofilik utama dalam plasma, membran, dan jaringan. Vitamin ini tidak dapat larut dalam air serta dikenal sebagai agen antioksidan. Vitamin E adalah nutrisi penting yang semakin mendapat perhatian dalam dermatologi karena kandungan antioksidannya. Sumber makanan yang memiliki kandungan vitamin E

berupa minyak nabati, kacang-kacangan, biji-bijian, daging dan susu. Komponen vitamin E yang paling aktif adalah alfa tokoferol. Pada usus halus alfa tokoferol diabsorpsi secara difusi, hal ini bergantung ada tidaknya lemak dalam makanan yang dikonsumsi serta fungsi pankreas dan biliar yang baik. Fungsi penting vitamin E adalah sebagai antioksidan. Antioksidan dapat menghalau serangan radikal bebas yang akan merusak sel, dengan demikian tubuh terhindar dari kerusakan akibat serangan radikal bebas. Beberapa penelitian menyatakan vitamin E dapat menurunkan infeksi apabila kadar vitamin E tubuh meningkat. Fungsi lainnya yaitu mampu melawan penuaan dini pada kulit (anti-aging). Riset menunjukkan bahwa vitamin E membantu memberikan kelembapan pada kulit.

Flavonoid merupakan golongan fenol terbesar yang senyawa yang terdiri dari C6-C3-C6 dan sering ditemukan diberbagai macam tumbuhan dalam bentuk glikosida atau gugusan gula bersenyawa pada satu atau lebih grup hidroksil fenolik (Sirait, 2007; Bhat *et al.* , 2009). Flavonoid merupakan golongan metabolit sekunder yang disintesis dari asam piruvat melalui metabolisme asam amino (Bhat *et al.* , 2009). Flavonoid adalah senyawa fenol, sehingga warnanya berubah bila ditambah basa atau amoniak. Terdapat sekitar 10 jenis flavonoid yaitu antosianin, proantosianidin, flavonol, flavon, glikoflavon, biflavonil, khalkon, auron, flavanon, dan isoflavon (Harborne, 1987).

Karotenoid adalah pigmen larut lemak berwarna kuning sampai merah (Rodrigues, Mariutti, & Mercadante, 2012). Karotenoid merupakan senyawa isoprenoid dengan kerangka poliena yang memiliki ikatan ganda terkonjugasi (Rodriguez-Concepcion *et al.* , 2018). Karotenoid dikenal sebagai senyawa antioksidan yang akan bereaksi dengan senyawa oksigen reaktif. Beberapa jenis karotenoid juga dikenal memiliki aktivitas sebagai pro-vitamin A (Sartori & Silva, 2014) .

Senyawa fenolik dapat berperan sebagai tabir surya untuk mencegah efek yang merugikan akibat radiasi UV pada kulit karena antioksidan sebagai fotoprotektif (Svobodova *et al.* , 2003). Hal ini didukung oleh (Panovska *et al.* . 2005) yang mengungkapkan senyawa antioksidan merupakan suatu inhibitor yang digunakan untuk menghambat autooksidasi. Efek antioksidan senyawa fenolik dikarenakan sifat oksidasi yang berperan dalam menetralisasi radikal bebas.

5. Minyak Sacha Inchi

Minyak sacha inchi berasal dari biji tanaman *Plukenetia volubilis* yang tumbuh di hutan Amazon. Minyak ini dikenal kaya akan asam lemak omega-3, omega-6, omega-9, dan vitamin E, sehingga banyak dimanfaatkan untuk mendukung kesehatan jantung dan kulit (Chirinos et al., 2013).

Kandungan asam lemak tak jenuh, khususnya asam alfa-linolenat (ALA), membantu menurunkan risiko gangguan kardiovaskular dengan mengatur tekanan darah dan kadar kolesterol. Selain itu, sifat antioksidan dalam minyak ini berperan melindungi tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas (Guillen et al., 2003).

Minyak sacha inchi juga bermanfaat dalam perawatan kulit karena kemampuannya untuk melembapkan dan memperbaiki kulit yang rusak. Berkat teksturnya yang ringan dan kandungan vitamin E yang tinggi, minyak ini cocok digunakan secara langsung pada kulit atau sebagai suplemen makanan (Wang et al., 2018).

Minyak ini dapat dimanfaatkan dengan berbagai cara, seperti diminum langsung, ditambahkan ke salad, atau dicampurkan ke dalam smoothie, sehingga memberikan fleksibilitas bagi penggunaannya untuk mendapatkan manfaat kesehatannya (Gutiérrez et al., 2011).

B. Landasan Teori

Penelitian tentang formulasi dan uji stabilitas fisik emulgel berbasis minyak Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) didasari oleh beberapa konsep utama, yaitu penggunaan bahan alami dalam kosmetik, serta karakteristik emulgel sebagai bentuk sediaan topikal.

1. Pemanfaatan Bahan Alami dalam Kosmetik

Bahan alami semakin banyak digunakan dalam industri kosmetik karena dianggap lebih aman, efektif, dan ramah lingkungan. Minyak nabati, termasuk minyak Sacha Inchi, mengandung senyawa aktif yang berpotensi menjadi bahan tabir surya alami. Senyawa-senyawa seperti asam lemak esensial, tokoferol, dan antioksidan dalam minyak nabati membantu melindungi kulit dari efek merusak radikal bebas.

2. Konsep Dasar Emulgel

Emulgel didefinisikan sebagai salah satu bentuk sediaan topikal semipadat yang inovatif, yang dihasilkan dari penggabungan dua sistem penghantaran, yaitu emulsi dan gel (Patel et al., 2018). Integrasi kedua sistem ini bertujuan untuk memberikan karakteristik fisik yang lebih

unggul dibandingkan dengan sediaan konvensional seperti krim atau salep (Patel et al., 2018). Secara struktural, emulgel diformulasi dengan cara melarutkan bahan aktif yang bersifat lipofilik (larut lemak) ke dalam fase minyak dari suatu emulsi. Emulsi yang telah terbentuk kemudian didispersikan ke dalam basis gel. Proses ini menciptakan sediaan dengan stabilitas yang lebih baik dan kenyamanan aplikasi yang tinggi (Kumar et al., 2019). Kombinasi ini krusial karena memungkinkan bahan aktif lipofilik tetap terlarut dalam fase minyak, tetapi berada di dalam matriks hidrofilik (gel). Kondisi ini secara signifikan memudahkan pelepasan bahan aktif ke kulit dan meningkatkan bioavailabilitas topikalnya (Patel et al., 2018).

Stabilitas emulgel dijamin oleh mekanisme penjeratan (penjebakan) di mana tetesan minyak terperangkap dalam jaringan gel (Alves et al., 2020). Penjeratan ini berfungsi membatasi mobilitas droplet, sehingga mencegah terjadinya ketidakstabilan fisik seperti *creaming*, *floculation*, dan *coalescence* (Alves et al., 2020). Jaringan gel yang terbentuk juga berperan penting dalam meningkatkan viskositas sistem dan memberikan kekuatan struktural yang diperlukan agar sediaan mampu mempertahankan stabilitas mekanik selama penyimpanan (Kumar et al., 2019).

Komponen kunci dalam formulasi emulgel meliputi:

- **Gelling agent** (misalnya, Carbopol atau HPMC) yang berfungsi membentuk struktur gel dan meningkatkan konsistensi sediaan.
- **Emulsifier** yang digunakan untuk menurunkan tegangan antarmuka dan menstabilkan sistem emulsi yang didispersikan (Patel et al., 2018).

Keuntungan lain dari emulgel, yang menjadikannya sediaan favorit di industri farmasi, terletak pada aspek aplikasinya. Emulgel menawarkan kemudahan penyebaran (*spreadability*), sensasi dingin saat diaplikasikan, tidak lengket, dan cepat menyerap karena tingginya kandungan udara dalam matriks gel (Alves et al., 2020). Keunggulan-keunggulan ini menjadikan emulgel bentuk sediaan topikal yang ideal untuk berbagai bahan aktif lipofilik, termasuk obat antiinflamasi, antimikroba, hingga ekstrak atau minyak nabati (Kumar et al., 2019). Dengan demikian, emulgel secara konsep sangat sesuai untuk memformulasikan bahan lipofilik, seperti minyak Sacha Inchi, yang memerlukan sistem penghantaran stabil untuk menjaga dan mengoptimalkan aktivitas biologisnya (Silva-Cisneros et al., 2022).

3. Mekanisme Stabilitas Fisik Emulgel

Stabilitas fisik emulgel dicapai melalui **interaksi sinergis** antara fase minyak, fase udara, dan matriks gel, yang bersama-sama membentuk struktur semipadat yang stabil. Stabilitas ini merupakan hasil dari pengendalian beberapa faktor utama:

3.1 Peran Viskositas Matriks Gel. Salah satu penentu utama stabilitas emulgel adalah viskositas dari matriks gel yang terbentuk. Viskositas yang tinggi memainkan peran penting dalam mengurangi pergerakan (mobilitas) droplet minyak (Alves et al., 2020). Pembatasan mobilitas ini sangat efektif dalam menurunkan risiko terjadinya perpecahan seperti *coalescence* (penggabungan droplet) dan *creaming* (pemisahan lapisan) selama penyimpanan (Alves et al., 2020). Dengan kata lain, matriks gel yang kental memastikan distribusi droplet tetap merata di seluruh sediaan (Patel et al., 2018).

3.2 Ukuran Tetesan dan Homogenisasi. Ukuran droplet minyak juga memiliki dampak signifikan terhadap kestabilan emulgel. Droplet yang berukuran kecil memiliki luas permukaan yang lebih besar, yang secara termodinamik menjadikannya lebih stabil dan mengurangi kecenderungan untuk memisahkan atau memisahkan fase (Kumar et al., 2019). Oleh karena itu, penerapan proses homogenisasi yang optimal selama pembuatan emulgel sangat penting untuk menghasilkan tetesan yang seragam dan berukuran kecil, yang pada akhirnya meningkatkan stabilitas sediaan fisik secara keseluruhan (Alves et al., 2020).

3.3 Tegangan Antarmuka dan Fungsi Emulsifier. Tegangan antarmuka (*interfacial tension*) antara fase minyak dan udara merupakan faktor kunci lainnya. Penggunaan emulsifier dengan nilai *Hydrophilic-Lipophilic Balance* (HLB) yang sesuai mampu menurunkan tegangan antarmuka secara drastis, memfasilitasi pembentukan emulsi yang stabil (Patel et al., 2018). Emulsifier berfungsi membentuk lapisan pelindung di sekeliling droplet minyak. Lapisan ini mencegah destabilisasi seperti *flokulasi*, *koalesensi*, atau *retak* (kerusakan struktur), sehingga droplet tidak mudah menyatu atau mengalami kerusakan (Patel et al., 2018; Kumar et al., 2019).

3.4 Sinergi Gelling Agent dan Emulsifier. Stabilitas fisik emulgel diperkuat oleh interaksi antara emulsifier dan *gelling agent* (seperti Carbopol atau HPMC) yang bekerja untuk membentuk jaringan tiga dimensi dalam fase gel (Alves et al., 2020). Kombinasi ini menghasilkan struktur viskoelastik yang meningkatkan kemampuan

retensi droplet serta menambah konsistensi sediaan (Alves et al., 2020). *Gelling agent* bertindak sebagai penstabil sekunder dengan memperkuat viskositas dan struktur matriks, yang efektif menghambat pemisahan fase, bahkan saat terpapar variasi suhu atau selama penyimpanan jangka panjang (Patel et al., 2018).

4. Relevansi Minyak Sacha Inchi dalam Formulasi Emulgel

Minyak Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) adalah minyak nabati yang sangat bernilai karena kekayaannya akan asam lemak tak jenuh seperti omega-3 Asamalpha-linolenat (ALA), omega-6 (linoleat), dan omega-9 (oleat) (Gutiérrez et al., 2019). Asam lemak ini sangat penting dalam memperkuat integritas *skin barrier* dengan meningkatkan perbaikan lapisan lipid kulit. Selain itu, kandungan asam lemaknya berfungsi sebagai emolien , menjaga kulit tetap lembap, halus, dan terlindungi dari kondisi kering (Silva-Cisneros et al., 2022).

Potensi Antioksidan dan Kerentanan Oksidatif di samping profil asam lemaknya, Minyak Sacha Inchi mengandung tokoferol dalam kadar tinggi, khususnya α -tokoferol, yang dikenal sebagai antioksidan kuat . Senyawa ini efektif dalam menangkal radikal bebas dan mengurangi stres oksidatif pada kulit (Gutiérrez et al., 2019). Keberadaan antioksidan alami ini menjadikan minyak Sacha Inchi sangat potensial dalam aplikasi dermatologis dan kosmetik, terutama sebagai agen anti-aging, pelembap, dan pelindung kulit dari kerusakan oksidatif akibat polusi atau paparan sinar UV (Silva-Cisneros et al., 2022).

Namun, aktivitas biologi minyak ini berbanding aneh dengan kerentanannya; tingginya kadar *asam lemak tak jenuh ganda* (PUFA) membuat Minyak Sacha Inchi mudah teroksidasi (Gutiérrez et al., 2019). Oksidasi ini dapat menurunkan kualitas sediaan, menyebabkan perubahan warna dan bau, serta mengurangi efektivitas biologinya (Gutiérrez et al., 2019).

Emulgel sebagai Solusi Stabilisasi, mengingat kerentanan oksidatif ini, diperlukan sistem penghantaran yang stabil. Emulgel menjadi solusi ideal karena struktur viskoelastiknya (Patel et al., 2018). Matriks gel yang terbentuk dapat menghambat difusi oksigen ke dalam droplet minyak, membantu menjaga stabilitas kimia minyak Sacha Inchi selama penyimpanan (Patel et al., 2018).

Selain melindungi dari oksidasi, komponen formulasi emulgel, yaitu emulsifier dan *gelling agent* , bekerja secara sinergis untuk

memperbaiki stabilitas fisik sediaan secara keseluruhan. Ini mencegah batas waktu dan memastikan sediaan tetap homogen dan berkualitas baik (Kumar et al., 2019; Alves et al., 2020).

5. Parameter Mutu Fisik sebagai Indikator Stabilitas Emulgel

Evaluasi kualitas fisik adalah langkah krusial untuk memastikan bahwa sediaan emulgel memiliki karakteristik yang sesuai dan mampu mempertahankan stabilitasnya selama penyimpanan. Beberapa parameter mutu fisik yang digunakan sebagai indikator stabilitas meliputi:

5.1 pH. Nilai pH sediaan harus dipertahankan dalam rentang aman 4,5-6,5 yang sesuai untuk kulit. Stabilitas pH selama penyimpanan sangatlah penting, sebab perubahan signifikan pada pH dapat mengindikasikan adanya ketidakstabilan kimia pada komponen formulasi, seperti degradasi bahan aktif atau oksidasi (Patel et al., 2018).

5.2 Viskositas. Viskositas adalah parameter kunci yang mencerminkan konsistensi dan integritas struktur internal emulgel. Nilai viskositas yang stabil menunjukkan bahwa matriks gel dan sistem emulsi yang ada di dalamnya terjaga dengan baik (Alves et al., 2020). Sebaliknya, fluktuasi (penurunan atau peningkatan) viskositas dapat menjadi indikasi degradasi matriks gel, koalesensi tetesan minyak, atau penurunan fase selama penyimpanan (Alves et al., 2020). Viskositas yang optimal juga secara langsung mempengaruhi kenyamanan pemakaian, kemampuan melekat pada kulit, dan stabilitas fisik secara keseluruhan.

5.3 Daya Sebar (*Daya Sebar*). Daya sebar menilai kemudahan sediaan untuk diratakan di permukaan kulit. Daya sebar yang mencerminkan tekstur sediaan yang stabil dan kemampuan untuk menyebar secara merata tanpa memerlukan tekanan berlebihan (Kumar et al., 2019). Oleh karena itu, perubahan pada daya sebar dapat dijadikan petunjuk adanya modifikasi struktur emulgel akibat proses penyimpanan.

5.4 Daya Lekat (*Kelengketan*). Daya lekat mengukur kemampuan sediaan untuk mempertahankan kontak dengan permukaan kulit dalam jangka waktu tertentu. Nilai daya lekat yang stabil menunjukkan interaksi yang terjaga antara jaringan gel dan fase minyak. Stabilitas daya lekat penting karena mempengaruhi efektivitas penghantaran bahan aktif dan memastikan sediaan tidak mudah terlepas setelah aplikasi (Patel et al., 2018).

5.5 Homogenitas. Homogenitas adalah indikator kualitas yang menunjukkan keseragaman distribusi dari semua komponen formulasi dan bahan aktif di seluruh sediaan. Homogenitas yang baik dan stabil membuktikan bahwa tidak terjadi perpecahan fase, pembentukan agregat, atau gumpalan selama penyimpanan, sehingga mutu sediaan tetap konsisten (Alves et al., 2020). Secara keseluruhan, pemantauan terhadap parameter kualitas fisik seperti pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, dan homogenitas memberikan gambaran komprehensif tentang kualitas dan kestabilan emulgel (Kumar et al., 2019). Adanya perubahan pada salah satu parameter tersebut wajib diwaspadai karena dapat mengindikasikan ketidakstabilan sistem formulasi.

C. Hipotesis

1. H_1 (Hipotesis Alternatif) :

Variasi konsentrasi minyak Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) dalam formulasi emulgel berpengaruh terhadap stabilitas fisik sediaan, yang meliputi pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, dan homogenitas.

2. H_0 (Hipotesis Nol) :

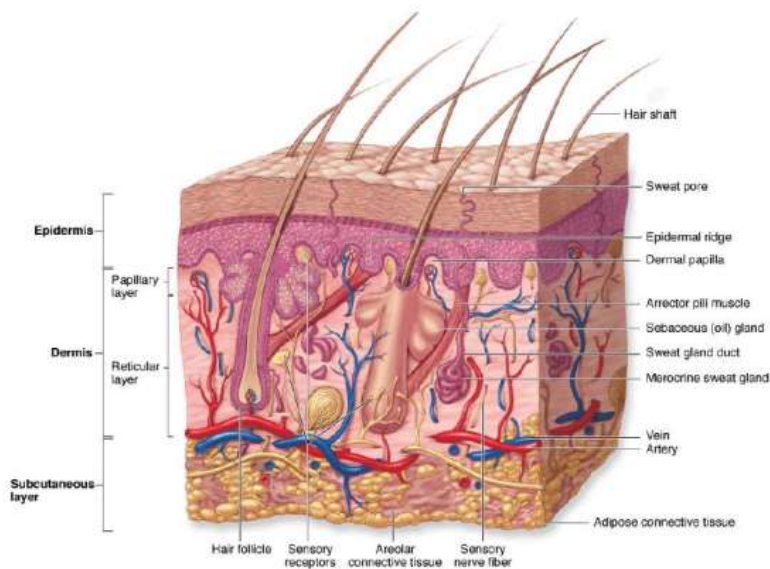
Variasi konsentrasi minyak Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) dalam formulasi emulgel tidak berpengaruh terhadap stabilitas fisik sediaan, baik pada parameter pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, maupun homogenitas.

D. Kulit

Kulit adalah permukaan luar tubuh yang berfungsi sebagai pelindung utama dari berbagai rangsangan dan gangguan luar. Fungsi perlindungan ini dicapai melalui berbagai mekanisme biologis, termasuk keratinasi, respirasi dan pengaturan suhu tubuh, produksi sebum dan keringat, dan pembentukan pigmen melanin. Selain itu, kulit dilindungi dari sinar matahari sebagai peraba dan perasa, serta dari tekanan dan infeksi dari luar (Tranggono 2007).

1. Struktur Kulit

Kulit terdiri atas 2 lapisan utama yaitu epidermis dan dermis. Epidermis merupakan jaringan epitel yang berasal dari ektoderm, sedangkan dermis berupa jaringan ikat agak padat yang berasal dari mesoderm. Di bawah dermis terdapat selapis jaringan ikat longgar yaitu hipodermis, yang pada beberapa tempat terutama terdiri dari jaringan lemak.



Gambar 2. Lapisan-lapisan dan apendiks kulit. Diagram lapisan kulit memperlihatkan saling hubung dan lokasi apendiks dermal (folikel rambut, kelenjar keringat, dan kelenjar sebacea). Sumber: Mescher AL, 2010.

1.1 Epidermis. Epidermis adalah lapisan terluar kulit yang terdiri dari epitel berlapis gepeng dengan lapisan tanduk. Lapisan ini hanya tersusun dari jaringan epitel tanpa pembuluh darah maupun limfatik, sehingga nutrisi dan oksigen diperoleh dari kapiler di lapisan dermis. Epidermis tersusun dari beberapa lapisan sel yang dikenal sebagai keratinosit. Sel-sel ini terus diperbarui melalui proses mitosis pada lapisan basal, lalu secara perlahan bergerak menuju permukaan kulit. Selama perjalanan tersebut, keratinosit mengalami diferensiasi, membesar, dan mengakumulasi filamen keratin dalam sitoplasmanya. Ketika mendekati permukaan, sel-sel ini mati dan terlepas secara alami (mengelupas). Proses ini memakan waktu sekitar 20–30 hari. Perubahan struktural selama perjalanan ini disebut sitomorfosis, di mana bentuk sel berubah pada tingkat yang berbeda, memungkinkan identifikasi lapisan epidermis dalam potongan histologis tegak lurus terhadap permukaan kulit. Epidermis terdiri dari lima lapisan, yang disusun dari bagian terdalam hingga terluar sebagai berikut: stratum basal, stratum spinosum, stratum granulosum, stratum luidum, dan stratum korneum.

a. Stratum basal (lapisan basal, lapisan benih):

Lapisan ini adalah lapisan terdalam epidermis, terdiri dari satu lapis sel yang tersusun rapi di atas membran basal dan terhubung dengan

dermis di bawahnya. Sel-selnya berbentuk kuboid atau silindris dengan inti besar relatif terhadap ukuran sel, serta sitoplasma yang basofilik. Di lapisan ini sering terlihat proses mitosis, yang menunjukkan peran aktif dalam regenerasi epitel. Sel-sel pada lapisan basal bergerak ke permukaan untuk menggantikan sel-sel pada lapisan yang lebih atas. Proses ini dipercepat saat terjadi luka, dan regenerasi dalam kondisi normal berlangsung dengan cepat.

b. Stratum spinosum (lapisan taju):

Lapisan ini terdiri dari beberapa lapis sel berukuran besar berbentuk poligonal dengan inti lonjong dan sitoplasma kebiruan. Pada pembesaran mikroskopik (objektif 45x), tampak struktur seperti taju pada dinding sel yang menghubungkan satu sel dengan sel lainnya. Struktur ini merupakan desmosom yang berfungsi sebagai penghubung antar sel. Semakin mendekati lapisan atas, bentuk sel menjadi lebih gepeng.

c. Stratum granulosum (lapisan berbutir):

Lapisan ini tersusun dari 2–4 lapis sel gepeng yang mengandung banyak granula basofilik, dikenal sebagai granula keratohialin. Dengan mikroskop elektron, granula ini terlihat sebagai partikel amorf tanpa membran yang dikelilingi oleh ribosom. Mikrofilamen pada sel melekat pada permukaan granula ini.

d. Stratum lusidum (lapisan bening):

Lapisan ini terdiri dari 2–3 lapis sel gepeng yang tembus cahaya dan agak eosinofilik. Sel-sel pada lapisan ini tidak memiliki inti maupun organel. Meskipun terdapat sedikit desmosom, adhesi antar sel di lapisan ini lemah, sehingga sering terlihat celah antara stratum korneum dan lapisan di bawahnya pada preparat histologis.

e. Stratum korneum (lapisan tanduk):

Lapisan paling luar ini terdiri dari banyak lapisan sel mati yang pipih, tidak berinti, dan sitoplasmanya telah digantikan oleh keratin. Sel-sel di permukaan berupa sisik tanduk yang terdehidrasi dan secara terus-menerus terkelupas.

1.2 Jenis-jenis sel epidermis. Epidermis terdiri dari empat jenis sel utama, yaitu: Keratinosit, Melanosit, Sel Langerhans, dan Sel Merkel.

a. Keratinosit

Keratinosit merupakan sel terbanyak (85-95%), berasal dari ektoderm permukaan. Merupakan sel epitel yang mengalami

keratinisasi, menghasilkan lapisan kedap air dan perisai pelindung tubuh. Proses keratinisasi berlangsung 2-3 minggu mulai dari proliferasi mitosis, diferensiasi, kematian sel, dan pengelupasan (deskuamasi). Pada tahap akhir diferensiasi terjadi proses penuaan sel diikuti penebalan membran sel, kehilangan inti organel lainnya. Keratinosit merupakan sel induk bagi sel epitel di atasnya dan derivat kulit lain.

b. Melanosit

Melanosit meliputi 7-10% sel epidermis, merupakan sel kecil dengan cabang dendritik panjang tipis dan berakhir pada keratinosit di stratum basal dan spinosum. Terletak di antara sel pada stratum basal, folikel rambut dan sedikit dalam dermis. Dengan pewarnaan rutin sulit dikenali. Dengan reagen DOPA (3,4- dihidroksi-fenilalanin), melanosit akan terlihat hitam. Pembentukan melanin terjadi dalam melanosom, salah satu organel sel melanosit yang mengandung asam amino tirosin dan enzim tirosinase. Melalui serentetan reaksi, tirosin akan diubah menjadi melanin yang berfungsi sebagai tirai penahan radiasi ultraviolet yang berbahaya.

c. Sel Langerhans

Sel Langerhans merupakan sel dendritik yang bentuknya ireguler, ditemukan terutama di antara keratinosit dalam stratum spinosum. Tidak berwarna baik dengan HE. Sel ini berperan dalam respon imun kulit, merupakan sel pembawa-antigen yang merangsang reaksi hipersensitivitas tipe lambat pada kulit.

d. Sel Merkel

Jumlah sel jenis ini paling sedikit, berasal dari krista neuralis dan ditemukan pada lapisan basal kulit tebal, folikel rambut, dan membran mukosa mulut. Merupakan sel besar dengan cabang sitoplasma pendek. Serat saraf tak bermielin menembus membran basal, melebar seperti cakram dan berakhir pada bagian bawah sel Merkel. Kemungkinan badan Merkel ini merupakan mekanoreseptor atau reseptor rasa sentuh. (Kalangi, 2014)

1.3 Dermis. Dermis terdiri atas stratum papilaris dan stratum retikularis, batas antara kedua lapisan tidak tegas, serat antaranya saling menjalin.

a. Stratum papilaris

Lapisan ini tersusun lebih longgar, ditandai oleh adanya papila dermis yang jumlahnya bervariasi antara 50 – 250/mm² . Jumlahnya terbanyak dan lebih dalam pada daerah di mana tekanan paling besar,

seperti pada telapak kaki. Sebagian besar papila mengandung pembuluh-pembuluh kapiler yang memberi nutrisi pada epitel di atasnya. Papila lainnya mengandung badan akhir saraf sensoris yaitu badan Meissner. Tepat di bawah epidermis serat-serat kolagen tersusun rapat.

b. Stratum retikularis

Lapisan ini lebih tebal dan dalam. Berkas-berkas kolagen kasar dan sejumlah kecil serat elastin membentuk jalinan yang padat ireguler. Pada bagian lebih dalam, jalinan lebih terbuka, rongga-rongga di antaranya terisi jaringan lemak, kelenjar keringat dan sebacea, serta folikel rambut. Serat otot polos juga ditemukan pada tempat-tempat tertentu, seperti folikel rambut, skrotum, preputium, dan puting payudara. Pada kulit wajah dan leher, serat otot skelet menyusupi jaringan ikat pada dermis. Otot-otot ini berperan untuk ekspresi wajah. Lapisan retikular menyatu dengan hipodermis/fasia superfisial di bawahnya yaitu jaringan ikat longgar yang banyak mengandung sel lemak.

1.4 Sel-sel dermis. Jumlah sel dalam dermis relatif sedikit. Sel-sel dermis merupakan sel-sel jaringan ikat seperti fibroblas, sel lemak, sedikit makrofag dan sel mast. (Kalangi, 2014)

1.5 Hipodermis. Sebuah lapisan subkutan di bawah retikularis dermis disebut hipodermis. Ia berupa jaringan ikat lebih longgar dengan serat kolagen halus terorientasi terutama sejajar terhadap permukaan kulit, dengan beberapa di antaranya menyatu dengan yang dari dermis. Pada daerah tertentu, seperti punggung tangan, lapis ini memungkinkan gerakan kulit di atas struktur di bawahnya. Di daerah lain, serat-serat yang masuk ke dermis lebih banyak dan kulit relatif sukar digerakkan. Sel-sel lemak lebih banyak daripada dalam dermis. Jumlahnya tergantung jenis kelamin dan keadaan gizinya. Lemak subkutan cenderung mengumpul di daerah tertentu. Tidak ada atau sedikit lemak ditemukan dalam jaringan subkutan kelopak mata atau penis, namun di abdomen, paha, dan bokong, dapat mencapai ketebalan 3 cm atau lebih. Lapisan lemak ini disebut pannikulus adiposus (Kalangi, 2014).

2. Warna Kulit

Warna kulit ditentukan oleh tiga faktor, yaitu: pigmen melanin berwarna coklat dalam stratum basal, derajat oksigenasi darah dan keadaan pembuluh darah dalam dermis yang memberi warna merah serta pigmen empedu dan karoten dalam lemak subkutan yang memberi warna kekuningan. Perbedaan warna kulit tidak berhubungan dengan jumlah

melanosit tetapi disebabkan oleh jumlah granul-granul melanin yang ditemukan dalam keratinosit (Kalangi, 2014).

E. Emulgel

Emulgel merupakan sistem penghantaran obat topikal yang mengombinasikan karakteristik emulsi dan gel. Teknologi ini dikembangkan untuk meningkatkan stabilitas formulasi dan efektivitas biologis obat yang diaplikasikan secara lokal. Komposisi emulgel meliputi fase minyak (lipofilik) yang terdispersi dalam fase air (hidrofilik) dengan bantuan surfaktan atau emulsifier, serta ditambah agen pengental untuk membentuk gel (Panwar et al., 2011).

Salah satu keunggulan utama emulgel adalah kemampuan penetrasinya yang lebih baik ke dalam kulit dibandingkan dengan krim atau salep biasa. Hal ini dimungkinkan oleh struktur gel hidrofilik yang mendukung pelepasan obat dari fase minyak ke jaringan kulit, sehingga meningkatkan efektivitas terapi (Akhter et al., 2016).

Selain itu, emulgel memiliki stabilitas fisik yang lebih tinggi terhadap variasi suhu dan proses oksidasi dibandingkan emulsi standar.

Karakteristik ini membuatnya lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang beragam, sehingga menjadi pilihan yang diandalkan di industri farmasi dan kosmetik (Rachakonda et al., 2012).

Dari segi kenyamanan, emulgel unggul karena teksturnya yang ringan, mudah digunakan, dan tidak meninggalkan rasa berminyak pada kulit. Faktor-faktor ini menjadikannya lebih praktis dan meningkatkan kepatuhan pasien dalam menggunakan obat topikal (Sharma et al., 2014).

F. Uji Mutu Fisik

Uji mutu fisik merupakan langkah penting dalam mengevaluasi kualitas dan stabilitas sediaan emulgel. Beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam uji mutu fisik emulgel antara lain:

1. Uji organoleptis

Uji organoleptis adalah pengujian yang dilakukan untuk menilai sifat-sifat yang dapat dirasakan oleh indra manusia, seperti warna, bau, tekstur, dan rasa (jika diperlukan). Uji organoleptis pada sediaan emulgel bertujuan untuk memastikan bahwa produk memiliki sifat yang sesuai dengan harapan konsumen, serta untuk memastikan kenyamanan dan penerimaan pengguna terhadap produk tersebut. Misalnya, warna produk yang tidak berubah dan aroma yang tidak mengganggu adalah dua

contoh penting dari uji organoleptis. Selain itu, tekstur emulgel yang halus dan tidak lengket juga penting untuk kenyamanan saat diaplikasikan pada kulit. Pengujian ini dilakukan secara langsung oleh panelis terlatih atau konsumen, dengan memberikan penilaian berdasarkan pengamatan langsung (Singh *et al.*, 2016).

2. Uji homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk memastikan bahwa sediaan emulgel memiliki distribusi yang merata dari bahan aktif dan bahan pembantu di seluruh massa sediaan. Ketidakmerataan dalam formulasi dapat menyebabkan perbedaan efikasi atau bahkan ketidaknyamanan saat digunakan. Pengujian homogenitas pada emulgel dapat dilakukan dengan cara visual, yaitu memeriksa apakah terdapat pemisahan fase antara minyak dan air, atau dengan menggunakan metode analisis laboratorium seperti spektrofotometri untuk menilai konsentrasi zat aktif dalam sampel emulgel dari berbagai bagian produk. Sediaan yang homogen akan memberikan distribusi yang merata dari zat aktif, sehingga efektivitas dan kestabilannya dapat dipastikan (Baskaran *et al.*, 2019).

3. Uji viskositas

Viskositas adalah ukuran ketahanan terhadap aliran dan penting dalam menentukan tekstur dan kenyamanan penggunaan emulgel. Sediaan yang ideal harus memiliki viskositas yang cukup untuk memastikan aplikasi yang mudah tanpa tumpah (Baskaran *et al.*, 2019).

4. Uji pH

Uji pH pada sediaan emulgel bertujuan untuk memastikan bahwa pH produk sesuai dengan pH kulit manusia, yang berkisar antara 4.5 hingga 5.5. Jika pH emulgel terlalu asam atau terlalu basa, hal ini dapat menyebabkan iritasi pada kulit atau merusak integritas lapisan pelindung kulit. Oleh karena itu, pH yang sesuai sangat penting untuk menjamin kenyamanan dan keamanan penggunaan produk. Untuk memastikan bahwa pH sediaan emulgel berada dalam kisaran yang aman, pengujian pH dapat dilakukan dengan menggunakan pH.

5. Uji daya menyebar

Uji daya menyebar dilakukan untuk menilai sejauh mana sediaan emulgel dapat tersebar dengan baik saat diaplikasikan pada kulit. Uji ini penting untuk memastikan bahwa sediaan mudah dibaurkan di area yang lebih luas, sehingga dapat memberikan perlindungan atau efektivitas secara merata. Daya sebar sediaan dipengaruhi oleh konsistensi dan

viskositasnya, yang mana sediaan yang lebih cair atau kurang kental cenderung memiliki daya sebar yang lebih baik. Uji ini dapat dilakukan dengan mengukur diameter penyebaran sediaan setelah diletakkan di atas permukaan yang datar dan kemudian didiamkan dalam waktu tertentu (Singh *et al.*, 2016).

6. Uji daya lekat

Uji daya lekat mengukur sejauh mana sediaan emulgel dapat bertahan di permukaan kulit setelah diaplikasikan. Daya lekat yang baik penting untuk memastikan bahwa emulgel tidak mudah hilang atau terhapus oleh keringat, air, atau gesekan. Uji ini dapat dilakukan dengan mengukur waktu atau kekuatan adhesi antara emulgel dan permukaan kulit. Sediaan dengan daya lekat yang baik akan tetap bertahan lebih lama di kulit, sehingga dapat memberikan perlindungan atau manfaat terapeutik yang lebih efektif. Faktor-faktor yang mempengaruhi daya lekat meliputi: viskositas, konsentrasi bahan pengikat, serta kandungan air dan minyak dalam emulgel (Baskaran *et al.*, 2019).