

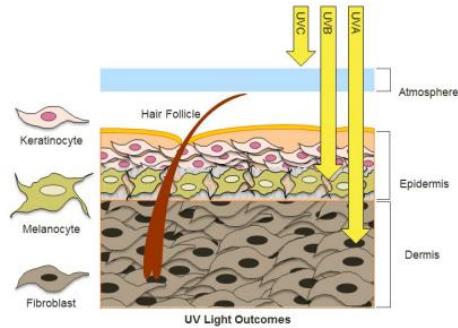
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sinar *Ultraviolet* (UV)

Radiasi elektromagnetik *non-pengion* (EMR) dari matahari terdiri dari ultraviolet (UV) (200 - 400 nm), radiasi infra merah (760–1.000.000 nm) dan sinar tampak (400–740 nm). Sinar matahari menembus kulit sebagian besar dalam bentuk sinar UVA (90 persen hingga 95 persen) dan UVB (5-10 persen). Namun, sinar matahari di sekitarnya sebagian besar berupa sinar UVA (90 persen hingga 95 persen) dan UVB (Amaro-Ortiz *et al.*, 2014). Sinar ultraviolet terbagi menjadi tiga kategori berdasarkan panjang gelombangnya dan dampak fisiologisnya:

1. Sinar UV-A: Panjang gelombang sinar UVA berkisaran antara 320-400nm. Radiasi ini dapat menembus ke dermis, lapisan kulit yang lebih dalam, yang dapat mengakibatkan penggelapan warna kulit secara cepat, penuaan dini, dan kanker kulit karena merusak pembuluh darah kulit.
2. Sinar UV-B: Panjang gelombang sinar UVB adalah 280–320nm, dan mereka berkonsentrasi pada lapisan sel basal epidermis kulit, diserap langsung oleh DNA sel dan dapat menyebabkan penyakit kulit seperti keratosis aktinik dan kanker kulit. Radiasi UVB lebih berbahaya bagi tubuh karena 1.000–10.000 kali lebih kuat daripada radiasi UVA.
3. Sinar UV-C: Panjang gelombang sinar UVC berkisaran antara 100-280nm. Radiasi ini merupakan radiasi terpendek, namun radiasi ini dianggap paling berbahaya karena dapat menyebabkan kerusakan kulit yang fatal karena bersifat mutagenic dan karsinogenik bahkan dengan paparan singkat. Namun, radiasi UV-C disaring oleh lapisan ozon stratosfer sehingga tidak dapat menembus lapisan atmosfer.



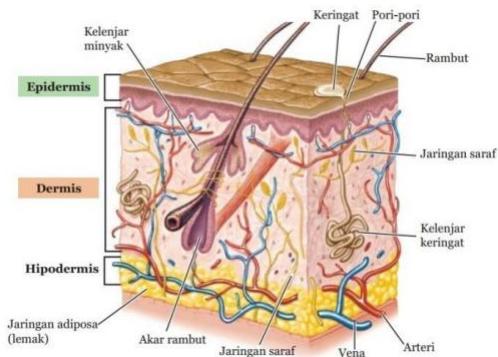
Gambar 2.1 Efek sinar UV pada kulit

Sumber: (Amaro-Ortiz *et al.*, 2014)

Paparan sinar matahari merupakan faktor utama dalam perubahan terkait usia, seperti perkembangan kanker kulit, karena kulit terletak di batas luar tubuh. Paparan sinar matahari dapat menyebabkan kerusakan DNA secara langsung dan tidak langsung, dan masing-masing dapat menyebabkan mutagenesis pada sel-sel kulit (Amaro-Ortiz *et al.*, 2014).

2.2 Kulit

Pada dasarnya, kulit dilindungi dari sinar matahari melalui pigmen melanin yang ditemukan pada epidermis dan protein pada lapisan terluar kulit (Stratum Corneum) yang menyerap radiasi ultraviolet untuk mengurangi jumlah sinar yang menembus kulit (Minerva, 2019). Kulit adalah lapisan jaringan pelindung terluar yang terletak di permukaan tubuh. Selain berfungsi sebagai alat ekskresi, kulit juga berfungsi sebagai indera perasa dan peraba. Selain itu, kulit berfungsi sebagai alat ekskresi karena mampu membuang zat sisa melalui kelenjar keringat (Ummah, 2019). Kulit merupakan indikator visual yang menunjukkan apakah seseorang masih muda atau sudah tua. Masalah kulit wajah sering muncul sejak masa remaja hingga dewasa ditandai dengan kulit berminyak, jerawat, dan kekeringan (Khansa *et al.*, n.d.). Menjaga kesehatan kulit dapat dicapai dengan rutin membersihkan wajah setelah melakukan aktivitas sehari-hari.



Gambar 2.2 Struktur lapisan kulit

Sumber: (Ummah, 2019)

2.2.1 Struktur Kulit

Kulit terdiri dari tiga lapisan utama yaitu :

1. Lapisan Epidermis

Epidermis, lapisan terluar yang sangat tipis, terdiri dari *stratum korneum* dan *stratum skuamosa*. *Stratum korneum* Terdiri dari sel-sel mati yang mudah terkelupas dan tidak memiliki pembuluh darah atau serabut saraf, sehingga tidak dapat berdarah jika terkelupas. *Stratum skuamosa*, di bawah *stratum korneum*, terdiri dari sel-sel hidup yang dapat membelah. (Ummah, 2019)

2. Lapisan Dermis

Lapisan kulit yang lebih tebal di bawah lapisan epidermis disebut dermis. Dermis tubuh manusia berfungsi sebagai pelindung, dan terdiri dari dua lapisan: lapisan retikuler (lapisan dalam yang tebal) dan lapisan papiler (lapisan atas yang tipis). Dermis terdiri dari berbagai jenis sel dalam struktur ikat, termasuk fibroblas, sel mast, sel lemak, dan beberapa makrofag.

Tabel 2.1 Lapisan Dermis dari beberapa jaringan

(Ummah, 2019)

Jaringan Lapisan Dermis	Fungsi
Pembuluh kapiler	Menyampaikan nutrisi pada akar rambut dan sel kulit

Kelenjar keringat	Menghasilkan keringat
Kelenjar minyak	Menghasilkan minyak agar kulit dan rambut tidak kering
Pembuluh darah	Mengedarkan darah ke seluruh sel atau jaringan
Ujung-ujung saraf	Meliputi ujung saraf perasa, peraba, rasa nyeri, rasa panas dan rasa sentuhan
Kantong rambut	Tempat akar, batang, dan kelenjar minyak rambut

3. Lapisan Hipodermis

Hipodermis adalah lapisan terdalam dari kulit dan terdiri dari campuran lemak dan serat elastis yang membentuk jaringan ikat berserat. Lobulus yang membentuk jaringan lemak pada hipodermis berfungsi sebagai penyimpanan energi dan insulator panas. Hipodermis terhubung ke dermis dengan menghubungkan serat kolagen dan elastin (Kalangi, 2014).

Paparan sinar matahari yang berlebihan atau berkepanjangan dapat menyebabkan kerusakan kulit, baik akut (cepat) maupun kronis (jangka panjang), sehingga tabir surya sangat penting untuk melindungi kulit dari paparan sinar matahari secara langsung. Dengan menggunakan tabir surya dapat menyerap, menyebarkan serta memantulkan radiasi sinar ultraviolet ke area tubuh yang sering terpapar (Minerva, 2019).

2.3 Tabir Surya

Nilai SPF (*Sun Protection Factor*) atau nilai lain yang mendukung fungsi tabir surya disebut sebagai perlindungan matahari. Tabir surya terdiri dari bahan organik dan anorganik berdasarkan bahan aktifnya. Ada juga bahan aktif yang berasal dari produk sintesis dan bahan alam. Menurut Ghalla *et al.*, (2021), tabir surya telah terbukti sebagai agen fotoprotektif yang efektif untuk mencegah pengaruh berbahaya dari paparan sinar matahari.

2.3.1 Mekanisme Kerja Tabir Surya

Tabir surya adalah sediaan kosmetik yang melindungi kulit manusia dari paparan sinar matahari yang tidak diinginkan. Tabir surya dapat dibuat dalam berbagai bentuk, seperti krim, lotion, dan salep. Sediaan yang diaplikasikan secara topikal, tabir surya terbagi menjadi dua fungsi, yaitu menyerap sinar

matahari (absorpsi) dan menghamburkan atau memantulkan sinar matahari (difusi/refleksi) (Putriana *et al.*, 2021).

a. Tabir surya fisik yang menghamburkan/memantulkan cahaya matahari (*Physical sunscreen*)

Tabir surya jenis ini memiliki kemampuan untuk melindungi kulit manusia dari paparan sinar matahari melalui mekanisme yang menghamburkan dan memantulkan radiasi ultraviolet pada spektrum luas (290-400 nm). Senyawa yang mempunyai mekanisme kerja seperti ini juga disebut agen senyawa anorganik (filter UV anorganik), contohnya yaitu zink oksida (ZnO), titanium oksida (TiO₂), kalsium karbonat (CaCO₃), magnesium oksida (MgO), kaolin, talk, kalamin, dan sebagainya. Kelebihan tabir surya anorganik memiliki keunggulan relative aman, stabil, dan tidak menyebabkan iritasi, memiliki fotostabilitas yang tinggi sehingga tabir surya jenis ini sangat berguna bagi pengguna dengan kulit tidak dapat mentolerir tabir surya kimawi (Ghalla *et al.*, 2021). Kelemahan jenis ini menghasilkan warna keputihan pada kulit pengguna, yang juga dikenal sebagai *whitecast* (Putriana *et al.*, 2021)

b. Tabir surya kimiawi yang menyerap cahaya matahari (*Chemical sunscreen*)

Tabir surya tipe ini disebut tabir surya kimia atau bahan organik, yang dapat menyerap radiasi UV pada panjang gelombang berbeda, oleh karena itu dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu tabir surya UVA, UVB, dan tabir surya spektrum luas yang menyerap panjang gelombang 290 hingga 400 nm. Biasanya tabir surya ini memiliki struktur cincin aromatik yang terikat pada gugus karbonil. Perlindungan tabir surya UV-A contoh bahan aktifnya yaitu benzophenone-3 dan avobenzone. Sedangkan bahan aktif tabir surya UV-B yaitu oktil salisilat dan oktil metoksisinamat (Putriana *et al.*, 2021). Tabir surya ini menawarkan estetika lebih baik saat diaplikasikan, jadi bisa lebih diterima secara luas oleh pengguna, namun tabir surya ini memiliki potensi penyerapan sistemik, sensitivitas, kemungkinan alergi dan efek samping lainnya (Ghalla *et al.*, 2021)

c. Tabir surya *Hybrid*

Tabir Surya *hybrid* sunscreen merupakan inovasi terbaru dalam tabir surya.

Tabir surya *hybrid* menggabungkan tabir surya mineral (*Physical* sunscreen) dan kimia (*Chemical* sunscreen) tabir surya. Tabir surya *hybrid* dinilai lebih baik dibandingkan kedua jenis tabir surya tersebut karena memiliki perlindungan seperti *physical* sunscreen tapi diformulasikan dengan tekstur yang ringan seperti *chemical* sunscreen (Ulfa *et al.*, 2024).

Nilai SPF tabir surya menentukan kekuatan tabir surya, idealnya gunakan tabir surya berspektrum luas yang mampu melindungi dari sinar UV A dan UV B dengan nilai SPF di atas 15, tetapi tabir surya ini tidak sepenuhnya melindungi kulit dari paparan sinar UV. (Minerva, 2019).

2.4 Sun Protection Factor (SPF)

Nilai SPF dihitung untuk UVB (Ultraviolet B) dengan panjang gelombang 290–320 nm; namun, nilai PA (*Protection Grade of UVA*) dengan panjang gelombang 320–400 nm dan pengujian eritema *in vivo* tidak dihitung (Miranti *et al.*, 2024). Faktor perlindungan matahari (SPF) adalah indikator universal yang menunjukkan seberapa efektif suatu produk atau zat aktif tabir surya untuk melindungi kulit dari sinar ultraviolet. Semakin tinggi nilai SPF suatu produk atau zat aktif tabir surya, semakin efektif untuk melindungi kulit dari efek buruk sinar matahari. Nilai SPF suatu produk atau zat aktif tabir surya dapat ditentukan dengan menghitungnya. Nilai SPF adalah perbandingan numerik antara dosis eritema minimum kulit yang dilindungi tabir surya dengan bobot 2 mg/cm² dan dosis eritema minimum 16 kulit yang tidak terlindungi. Nilai SPF yang lebih tinggi menunjukkan bahwa sediaan tabir surya memberikan perlindungan yang lebih baik. (Ghalla *et al.*, 2021). Kategori proteksi tabir surya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2.2 Keefektifan tabir surya berdasarkan nilai SPF
(Azzahra *et al.*, 2023)

SPF	Kategori Proteksi Tabir Surya
2-4	Proteksi minimal
4-6	Proteksi sedang

6-8	Proteksi ekstra
8-15	Proteksi maksimal
≥ 15	Proteksi ultra

Nilai SPF dihitung tiga kali pada setiap formulasi dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 290–320 nm untuk mengukur serapan larutan. Selanjutnya, data yang dikumpulkan diolah menggunakan persamaan berikut:

$$\text{spektrofotometri SPF} = CF \times \sum_{290}^{320} EE \lambda \times 1 \times Abs$$

Keterangan:

EE = Spektrum efek eritema

I = Spektrum intensitas sinar

Abs = Absorbansi

CF = Faktor koreksi (=10)

Nilai EE x I adalah konstan yang terdapat pada tabel 3.

Tabel 2.3 Nilai EE x 1 pada panjang gelombang 290-320
(Azzahra *et al.*, 2023)

Panjang Gelombang (λ nm)	EE x I
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180
Total	1

Untuk melihat potensi suatu produk tabir surya dalam menyerap sinar ultraviolet maka dapat diketahui dengan menentukan nilai SPF, dengan menggunakan salah satu bahan alam yang dapat digunakan sebagai tabir surya yaitu daun pegagan (*Centella asiatica L*).

2.5 Tanaman pegagan (*Centella asiatica L*)

2.5.1 Klasifikasi



Gambar 2.3 Tanaman Pegagan (*Centella asiatica L*)

Kingdom	:	<i>Plantae</i>
Subkingdom	:	<i>Tracheobionta</i>
Divisi	:	<i>Magnoliophyta</i>
Kelas	:	<i>Magnoliopsida</i>
Subkelas	:	<i>Rosidae</i>
Ordo	:	<i>Apiales</i>
Famili	:	<i>Apiaceae</i>
Genus	:	<i>Centella</i>
Spesies	:	<i>Centella Asiatica (L) Urb</i>

Sumber : (Mishra, 2015)

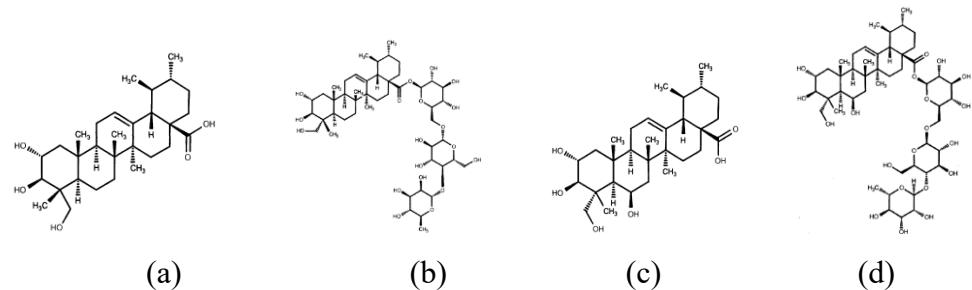
2.5.2 Morfologi Tanaman pegagan (*Centella asiatica L*)

Centella asiatica (L.) Urban adalah tanaman tropis dari famili Apiaceae yang berasal dari berbagai negara di benua Asia, seperti Cina, India, Sri Lanka, Indonesia, Malaysia, dan Afrika Selatan. Selain mendapat cukup sinar matahari atau sedikit terlindung, pegagan tumbuh baik di tanah yang sedikit lembab. Tanaman ini berasal dari tempat yang lebih hangat di kedua belahan bumi. Tempat yang lembab dan teduh hingga ketinggian 7000 kaki dapat menjadi tempat tanaman ini tumbuh liar yang dapat terlihat secara umum di sepanjang tepi sungai, aliran sungai, kolam, dan ladang irigasi. Pegagan juga tumbuh di sepanjang dinding batu atau daerah berbatu lainnya pada ketinggian sekitar 2000 kaki di India dan Sri Lanka (Chandrika & Prasad Kumara, 2015). Tanaman ini tidak berbatang tumbuh merayap menutupi tanah, mencapai tinggi hingga 15 cm (6 inci), memiliki helai daun tunggal, berbentuk ginjal, agak bundar dan lebar, permukaan dan punggungnya licin, kadang agak berambut.

Tangkai daun menyerupai pelepas dengan ukuran Panjang 2- 6cm dan lebar 1,5-5cm. Pegagan memiliki rimpang pendek, berwarna kemerahan berkelompok, dan menutupi tanah. Bunga tanaman ini berbentuk bundar lonjong, cekung, dan berujung runcing. Bunga pegagan sangat kecil berwarna putih atau kemerahan tersusun dalam karangan berbentuk payung yang muncul dari ketiak daun. Tanaman ini memiliki buah yang menggantung dengan ukuran yang kecil (diameter 2-2,5mm, lebar 7 mm), berbentuk pipih atau lonjong (Mishra, 2015)

2.5.3 Kandungan Bioaktif serta Khasiat Tanaman Pegagan

Komponen terpenting pegagan antara lain asam asiatik, asiatikosida, asam madekasat madekosida, thankunisida, brahmosida, brahminosida dan asam brahmik 0,097%. Asiatikosida dan madekasosida mendominasi terutama pada daun dan lebih sedikit terdapat pada akar. Asiatikosida memiliki aktivitas kuratif pada hewan normal dan diabetes. Madekasosida dan sebagian besar triterpenoid lainnya juga memiliki aktivitas yang sama. Triterpenoid dalam pegagan mengurangi waktu imobilitas dan memperbaiki ketidakseimbangan kadar asam amino yang mengkonfirmasi aktivitas antidepresan. Pegagan memiliki aktivitas antibakteri yang signifikan dan penelitian menunjukkan bahwa hal ini disebabkan oleh triterpen asiatikosida (Chandrika & Prasad Kumara, 2015)

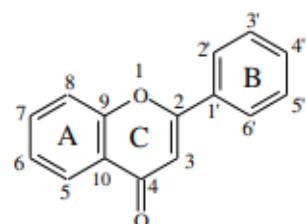


Gambar 2.4 Struktur Kimia dari (a) Asam Asiatik; (b) Asiatikosida; (c) Asam Madekasik; dan (d) Madekasosida (Chandrika & Prasad Kumara, 2015)

2.5.4 Flavonoid Sebagai Bahan Aktif Tabir surya

Pegagan mengandung senyawa aktif secara farmakologi seperti flavonoid, tanin, alkaloid, gula tereduksi, terpenoid, dan gula pereduksi. Flavonoid adalah

polifenol dengan konfigurasi Co-C,-Co yang terdiri dari dua gugus karbon (cincin benzena tersubstitusi) yang dihubungkan oleh rantai alifatik tiga karbon. (Wang *et al.*, 2018). Dengan kemampuannya dalam menyerap panjang gelombang radiasi ultraviolet yang paling besar dan meningkatkan nilai SPF, flavonoid pada pegagan dapat berfungsi sebagai bahan aktif alami dalam produk tabir surya. Senyawa ini memiliki kemampuan untuk menyerap dan memantulkan radiasi UV, dapat berkontribusi pada efek perlindungan kulit. Kehadiran gugus kromofor pada flavonoid mampu menyerap sinar UVA dan UVB serta mengurangi intensitas kerusakan kulit akibat sinar (Dianursanti *et al.*, 2020).



Gambar 2.5 Struktur umum Flavonoid

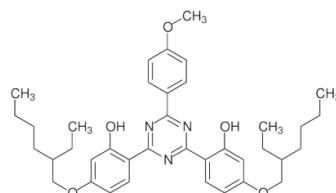
(Zhao *et al.*, 2020)

Selain bahan alam yang berpotensi sebagai tabir surya, terdapat juga bahan kimia sebagai kombinasi dari ekstrak daun pegagan, yang dapat berfungsi sebagai tabir surya untuk meningkatkan nilai SPF yaitu bemotrizinol.

2.6 Bemotrizinol (Tinosorb)

Bemotrizinol (Tinosorb) merupakan spektrum luas yang larut dalam minyak senyawa organik yang ditambahkan ke tabir surya untuk menyerap sinar UV sinar, sinar UVB (290–320), serta sinar UVA (320–400). Sangat efisien pada konsentrasi rendah dan cocok untuk produk perawatan matahari dan perawatan wajah yang menawarkan keistimewaan pengalaman sensorik. Bemotrizol memiliki dua puncak serapan, yaitu 310 dan 340nm yang tidak menembus kulit. Bemotrizol memiliki efek sinergis yang kuat pada faktor perlindungan matahari (SPF) bila diformulasikan dengan bemotrizinol (Jana & Mahanti, 2020). Bemotrizinol memiliki lebih sedikit efek samping dan jarang menyebabkan dermatitis kontak alergi, penyerapan sistemik, atau efek seperti

endokrin dan penurunan permeabilitas kulit. Formula ini dipilih sebagai formula optimal karena memiliki nilai SPF in vitro yaitu sebesar $16.08 \pm 0,39$ (Hashim *et al.*, 2019).



Gambar 2.6 Struktur Kimia Bemotrizinol (bis-ethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazine)

Sumber : (Jana & Mahanti, 2020)

Berat molekul : 627,81 g/mol

rumus molekul : C₃₈H₄₉N₃O₅

Pada kombinasi bahan alam dan bahan kimia dapat diformulasikan kedalam sediaan krim, untuk penentuan nilai SPF krim tabir surya dilakukan untuk mengetahui kemampuan sediaan krim tabir surya dalam menahan sinar ultraviolet.

2.7 Krim

Istilah "krim" digunakan untuk sediaan semi padat yang relatif cair yang dibuat dari emulsi minyak dalam air atau air dalam minyak dan ditujukan untuk pemakaian luar. Krim adalah sediaan semi padat yang mengandung satu atau lebih bahan obat yang dilarutkan atau didispersikan dalam bahan dasar yang sesuai dan berbentuk emulsi kental yang mengandung air paling sedikit 60% (Amini *et al.*, 2020).

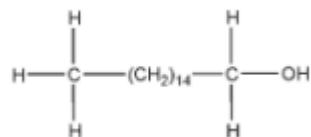
Ada dua jenis krim yaitu emulsi air dalam minyak (water in oil, w/o), seperti *cold cream* dan minyak dalam air (o/w), seperti *vanishing cream*. Minyak krim dalam air (o/w) dipilih untuk penelitian ini karena memiliki kandungan air yang tinggi sehingga dapat memberikan efek melembapkan dan meningkatkan penetrasi zat aktif dalam sediaan. Keunggulan krim ini dibandingkan dengan produk lain adalah mudah digunakan, mudah diaplikasikan pada kulit, mudah dicuci dengan air, dan tidak lengket. Itu sebabnya penggunaan krim ini banyak

diminati. Selain itu, krim juga mampu menempel lebih lama pada permukaan yang dioleskan sebelum diangkat atau dicuci (Pokhrel, 2024).

2.7.1 Preformulasi Sediaan Krim

1. Setil alkohol

Setil alkohol ($C_{16}H_{34}O$) dengan BM 242,22 g/mol berbentuk lilin, serpihan putih, butiran, kubus atau coran. Ini memiliki bau khas yang ringan dan rasa hambar. Setil alkohol memiliki titik leleh 45 hingga 52°C. Sangat larut dalam 95% etanol dan eter, kelarutan akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu dan hampir tidak larut dalam air, jika dicairkan dengan lemak, paraffin cair dan isopropil miristat dapat larut. Setil alkohol digunakan sebagai *emollient* dan *emulsifying agent* (Rowe *et al.*, 2017).

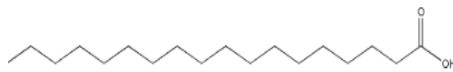


Gambar 2.7 Struktur kimia Setil alkohol

Setil alkohol tidak cocok dengan zat pengoksidasi kuat, Setil alkohol mempercepat pelapisan kristal ibuprofen dengan menurunkan titik lelehnya (Rowe *et al.*, 2017).

2. Asam stearat

Asam stearate ($C_{18}H_{36}O_2$) dengan nama lain *Acidum Stearicum* dengan BM 284,47 g/mol. mempunyai bentuk berupa bubuk putih atau putih kekuningan atau padatan kristal yang keras, putih atau agak kuning, mengkilat. Asam stearat ada rasa lemak hewani dan sedikit bau (batas bau 20 ppm). Larutan ini hanya larut dalam benzena, karbon tetraklorida, kloroform, dan eter; namun, hampir tidak larut dalam air, etanol (95%), heksana, dan propilenglikol. Titik di mana asam stearate meleleh pada suhu 60–70°C. Asam stearat digunakan sebagai *zat pengemulsi* dan *zat pengoksidasi* (Rowe *et al.*, 2017).

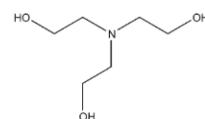


Gambar 2.8 Struktur kimia Asam stearate

Asam stearat tidak kompatibel dengan sebagian besar logam hidroksida itu juga mungkin tidak kompatibel dengan basa, zat pereduksi, dan zat oksidator (Rowe *et al.*, 2017).

3. Trietanolamin (TEA)

Trietanolamina ($C_6H_{15}NO_3$) dengan BM 149,19 g/mol mengandung sekitar 99,0% dan 107,4% trietanolamin anhidrat, yang merupakan zat kental bening, tidak berwarna, dan kuning pucat dengan bau amonia yang sedikit. Pada suhu 20°C, trietanolamin dapat larut dengan air, metanol, karbon tetraklorida, dan aseton. Trietanolamin bekerja sebagai *emulsifying agent* dan *alkalizing agent* pada konsentrasi 2-4% (Rowe *et al.*, 2017)



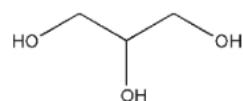
Gambar 2.9 Struktur kimia Trietanolamin (TEA)

Trietanolamin berinteraksi dengan asam mineral untuk menghasilkan garam kristal, dan ester dengan asam lemak konsentrasi tinggi untuk menghasilkan garam yang larut dalam air. Garam yang larut dalam air memiliki karakteristik yang mirip dengan sabun dan dapat mengendapkan atau mengubah warna (Rowe *et al.*, 2017).

4. Gliserin

Gliserin ($C_3H_8O_3$) dengan BM 92,09 berbentuk cairan bening, tidak berwarna, tidak berbau, padat, dan higroskopis, rasanya sekitar enam kali lebih manis daripada sukrosa. Gliserin memiliki sifat higroskopis. Meskipun gliserin murni tidak rentan terhadap oksidasi atmosfer dalam kondisi penyimpanan normal, ketika dipanaskan akrolein beracun dilepaskan. Etanol (95%) dan propilen glikol, yang mudah larut dalam air,

stabil secara kimia. Gliserin berfungsi sebagai *emollient* dan *humectant* (Rowe *et al.*, 2017).

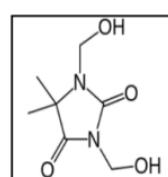


Gambar 2.10 Struktur kimia Gliserin

Jika dicampur dengan zat yang dapat mengoksidasi, seperti kalium permanganat, kalium klorat, atau kromium trioksida, gliserin dapat meledak. Beberapa produk oksidasi terbentuk dan reaksi berlangsung lebih lambat dalam larutan encer. Jika gliserin terkena cahaya atau bersentuhan dengan seng oksida atau bismut nitrat basa, akan menjadi hitam. Pewarna campuran yang mengandung fenol, salisilat, dan tanin dipecahkan oleh pengotor besi gliserin. Asam gliseroborat, yang lebih kuat dari asam borat, dibentuk dengan gliserin (Rowe *et al.*, 2017).

5. DMDM Hydantoin

DM DM Hydantoin ($C_7H_{12}N_2O_4$) dengan BM 188,18 g/mol berbentuk kristal putih dengan sedikit atau tanpa bau. Larutan ini larut dalam air pada suhu ruang, tetapi dapat dipanaskan hingga 80°C jika diperlukan. Penggunaan DMDM hydantoin dalam kosmetik umumnya hingga 1%. Konsentrasi yang lebih tinggi dapat meningkatkan pelepasan formaldehida, yang berpotensi menyebabkan iritasi kulit (Anusree, *et al.*, 2020).



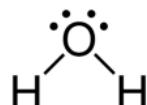
Gambar 2.11 Struktur Kimia DMDM Hydantoin

DMDM hydantoin dapat mengalami inkompatibilitas dalam kondisi penyimpanan dengan suhu dan kelembaban tinggi, yang mempengaruhi stabilitas fisik dan kimia sediaan kosmetik (Sutjahjokartiko, 2017).

DMDM hydantoin dapat berinteraksi dengan bahan tertentu dalam formulasi kosmetik, yang dapat mempengaruhi stabilitas dan efektivitas produk. Misalnya, penggunaan bahan peningkat penetrasi dalam kombinasi dengan DMDM hydantoin memerlukan evaluasi yang cermat untuk memastikan kompatibilitas dan stabilitas sediaan (Anusree, *et al.*, 2020).

6. Aquadest

Aquadest (H_2O) dengan BM 18,02, Pelarut yang khas dengan cairan encer, tidak berwarna, tidak berasa yang dapat bercampur dengan baik dengan alkohol (Rowe *et al.*, 2017).



Gambar 2.12 Struktur kimia Aquadest

Pada suhu sekitar dan suhu tinggi, air dapat bereaksi dengan obat-obatan dan senyawa lain yang rentan terhadap hidrolisis. Ini juga dapat bereaksi dengan logam alkali dan oksida, seperti kalsium oksida dan magnesium oksida. Air juga dapat bereaksi dengan garam anhidrat untuk membentuk hidrat yang memiliki komposisi berbeda, seperti dengan beberapa bahan organik dan kalsium karbonat (Rowe *et al.*, 2017).

2.7.2 Evaluasi Sediaan Krim

1. Uji Organoleptis

Uji organoleptik bertujuan untuk mengetahui seberapa suka pelanggan dengan warna, rasa, aroma, dan tekstur produk. Uji visual melihat warna, tekstur, dan aroma krim yang dibuat. (Saryanti *et al.*, 2019).

2. Uji pH

Untuk menjamin sediaan tidak mengiritasi kulit dengan melihat tingkat keasaman dari sediaan krim. Syarat sediaan topikal yang baik bagi kulit menurut SNI 16-3449-1996 yaitu 4,5-8,0 pH ini tidak akan membuat kulit menjadi iritasi (Syam *et al.*, 2021).

3. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk melihat keseragaman sediaan. Ketidak homogenan sampel ditunjukkan oleh tingkat butiran sampel yang tinggi. Berdasarkan SNI 06- 4085-1996 sediaannya harus homogen (Nelda & Minerva, 2024).

4. Uji Stabilitas (Bernal-Chávez *et al.*, 2023)

a. Uji stabilitas dipercepat (Freeze Thaw)

Tujuan uji stabilitas dipercepat untuk mempercepat proses degradasi kimia atau perubahan fisik suatu produk obat dalam jangka waktu yang lebih cepat, sehingga dapat menentukan perkiraan masa kadaluwarsa produk.

b. Uji Stabilitas (*real time*)

Uji ini untuk menilai kestabilan produk dalam kondisi penyimpanan yang sesuai dengan kondisi nyata (seperti suhu dan kelembapan yang biasa terjadi selama distribusi dan penyimpanan).

Tabel 2.4 Perbedaan utama antara Uji *Freeze-Thaw* dan *Real-Time*

Fitur	Uji <i>Freeze-Thaw</i>	Uji <i>Real-Time</i>
Kondisi Simpan	Siklus pembekuan dan pencairan	Kondisi penyimpanan sebenarnya
Tujuan Utama	Mengetahui kemampuan produk bertahan terhadap siklus pembekuan-pencairan	Menentukan masa simpan yang akurat
Waktu pengujian	Relatif singkat (beberapa siklus)	Jangka panjang (sesuai masa simpan yang diharapkan)

5. Uji Viskositas

Uji viskositas dilakukan untuk menentukan kekentalan sediaan krim yang diinginkan agar mudah dioleskan. Krim yang cukup kental dan tidak terlalu cair adalah contoh viskositas yang baik (Saryanti *et al.*, 2019).

6. Uji Daya Sebar

Untuk mengetahui seberapa cepat krim menyebar ke kulit saat dioleskan. Penyebaran sediaan topikal harus dilakukan pada 5-7 cm (Wasiaturrahmah & Jannah, 2018).

7. Uji Daya Lekat

Pengujian daya lekat mengukur berapa lama krim menempel pada kulit. Standar daya lekat sediaan topikal adalah lebih dari 4 detik (Nurvianti *et al.*, 2023).

8. Uji Iritasi

Pengujian iritasi dilakukan untuk menilai potensi suatu sediaan terhadap iritasi pada kulit seperti eritema atau edema setelah pemakaian. Uji ini bertujuan untuk memastikan bahwa produk kosmetik atau obat tidak menyebabkan reaksi yang merugikan pada pengguna (Nelda & Minerva, 2024). Uji iritas/korosi kulit akut merupakan pengujian yang dilakukan pada kelinci albino untuk mengidentifikasi efek toksik yang terjadi setelah kulit hewan uji terkena sediaan uji. Metode uji iritasi menggunakan paparan dosis sediaan uji pada kulit hewan uji tanpa perlakuan sebagai kontrol. Tujuan dari uji iritasi ini adalah untuk mengetahui apakah iritasi berdampak pada kulit dan untuk menilai dan mengevaluasi sifat zat saat terkena kulit (BPOM RI, 2022). Selanjutnya, pedoman skor iritasi digunakan untuk menentukan indeks iritasi primer sebagai berikut :

Tabel 2.5 Penilaian eritema dan udem pada uji iritasi kulit (BPOM RI, 2022)

Pengamatan		
Eritema	Edema	Skor
Tidak ada eritema	Tidak ada edema	0
Eritema kecil (hampir tidak tampak)	Edema sangat ringan (hampir tidak tampak)	1
Eritema terlihat jelas	Edema ringan (tepi dan pembesaran jelas)	2
Eritema sedang sampai kuat	Edema sedang (ketebalan ± 1 mm)	3
Eritema parah (merah ungu)	Edema parah (ketebalan melebihi 1 mm)	4

Tabel 2.6 Kategori Respon Iritasi pada Kelinci (BPOM RI, 2022)

Nilai Rata-rata	Kategori respon
0,0 – 0,04	Iritan sangat ringan (<i>negligible</i>)
0,5 – 1,9	Iritan ringan (<i>slight</i>)
2,0 – 4,9	Iritan sedang (<i>moderate</i>)
5,0 – 8,0	Iritan kuat (<i>severe</i>)

Penentuan indeks iritasi primer dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Indeks iritasi primer} = \frac{A-B}{C}$$

Keterangan:

A = Menunjukkan skor eritema dan edema total pada seluruh titik pengamatan sampel pada jam 24, 48 dan 72

B = Menunjukkan skor eritema dan edema total pada seluruh titik pengamatan kontrol pada jam 24, 48 dan 72

C = Menunjukkan jumlah hewan total

2.7.3 Evaluasi Kestabilan Fisik

1. *Sun Protection Factor SPF*

Untuk menguji aktivitas sebagai tabir surya, nilai faktor perlindungan sinar matahari (SPF) diukur secara *in vitro* dengan spektrofotometer UV-Vis *double beam*. Setelah sampel dilarutkan dalam metanol p.a dan larutan dibuat dengan konsentrasi 30 ppm hingga 150 ppm, absorbansi diukur pada panjang gelombang 290–320 nm. Nilai SPF dihitung berdasarkan persamaan Mansur serta ditentukan jenis perlindungan tabir surya (Reis Mansur *et al.*, 2016).

2. Presentase Transmisi Eritema (%TE)

Nilai persentase transmisi eritema (% Te) menunjukkan kemampuan suatu molekul kimia untuk melindungi kulit dari radiasi ultraviolet yang dapat menyebabkan eritema, yaitu besarnya energi sinar ultraviolet yang diteruskan pada radiasi ultraviolet B (292,5–337,5) (Hasanah *et al.*, n.d.).

3. Presentase Transmisi Pigmentasi (%TP)

Nilai persentase transmisi pigmentasi (%Tp) menunjukkan kemampuan suatu molekul kimia untuk melindungi kulit dari radiasi ultraviolet yang dapat menyebabkan pigmentasi, yaitu besarnya energi sinar ultraviolet yang diteruskan pada radiasi ultraviolet A (322,5-372,5 nm) (Hasanah *et al.*, n.d.).

Tabel 2.7 Penggolongan potensi tabir surya (Widyawati *et al.*, 2019)

Kategori	%Transmisi	
	Eritema	Pigmentasi
Sunblock/total block	<1%	3-40%
Potensi ekstrak	1-6%	42-86%
Suntan standar	6-12%	45-86%
Fast tanning	10-18%	45-86%