

BAB II

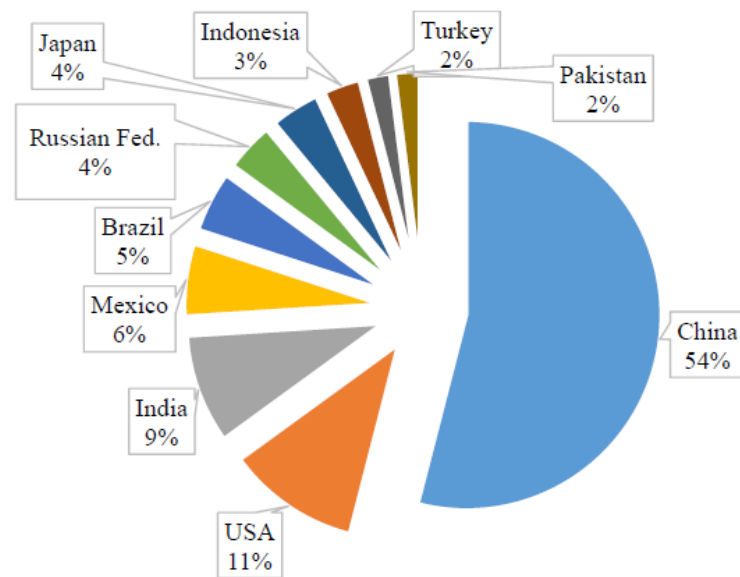
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah

Limbah merupakan bahan terbuang atau dibuang dari suatu kegiatan manusia atau diperoleh dari proses alam yang tidak mempunyai nilai ekonomi, namun dapat memberikan efek yang negatif terhadap lingkungan. Beberapa efek negatif yang ditimbulkan oleh limbah diantaranya proses pembuangan dan pembersihan yang memerlukan biaya banyak, jika tidak limbah dapat mencemari lingkungan. Limbah dapat berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia seperti limbah rumah tangga (Salpiyana, 2019).

Limbah dapat digolongkan menjadi limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik merupakan limbah yang berasal dari alam. Segala bentuk makanan yang berasal dari alam termasuk dalam limbah organik, termasuk cangkang telur. Limbah ini mudah membusuk dan diuraikan sehingga lebih mudah untuk diolah. Limbah anorganik merupakan limbah yang biasanya berasal dari pabrik. Limbah ini merupakan bahan-bahan kimia atau bahan alam yang dicampurkan dengan bahan kimia sehingga limbah jenis ini sulit untuk diuraikan atau perlu waktu yang lama untuk terurai (Midiatama, 2020).

Cangkang telur merupakan salah satu limbah peternakan atau organik yang menjadi masalah bagi masyarakat dan industri pengolahan bahan pangan yang berbahan baku telur. Indonesia merupakan salah satu dari 10 negara yang paling banyak dalam memproduksi telur. Itu artinya jumlah limbah cangkang telur yang dihasilkan juga banyak. Pada tahun 2017, Indonesia memproduksi sekitar 33.940.000 telur yang mana jika berat rata-rata cangkang telur 6,6 g berarti cangkang telur yang didapat seberat 67.201.200 kg. Dengan jumlah konsumsi masyarakat yang sangat besar tentu jumlah limbah cangkang telur juga akan menumpuk dan biasanya dibuang begitu saja (Owuamanam & Cree, 2020).



Gambar 2.1 Negara Penghasil Telur Terbesar Pada Tahun 2017
(Owuamanam & Cree, 2020)

Oleh karena itu, pencemaran akibat limbah dapat diatasi dengan mengolah limbah yang ada di sekitarnya, dengan tujuan agar limbah yang diolah tersebut tidak hanya dapat menjaga kelestarian lingkungan tetapi juga dapat menghasilkan produk yang memiliki nilai jual dan saing yang cukup dengan berpedoman pada produk yang ramah lingkungan (Salpiyana, 2019). Pengolahan limbah cangkang telur menjadi sediaan krim tabir surya, diharapkan tidak hanya sebagai salah satu upaya untuk menjaga kelestarian lingkungan. Tapi juga merupakan suatu cara untuk meningkatkan kesehatan pada manusia, khususnya kesehatan kulit dengan menghindari efek negatif dari sinar matahari.

2.2 Telur

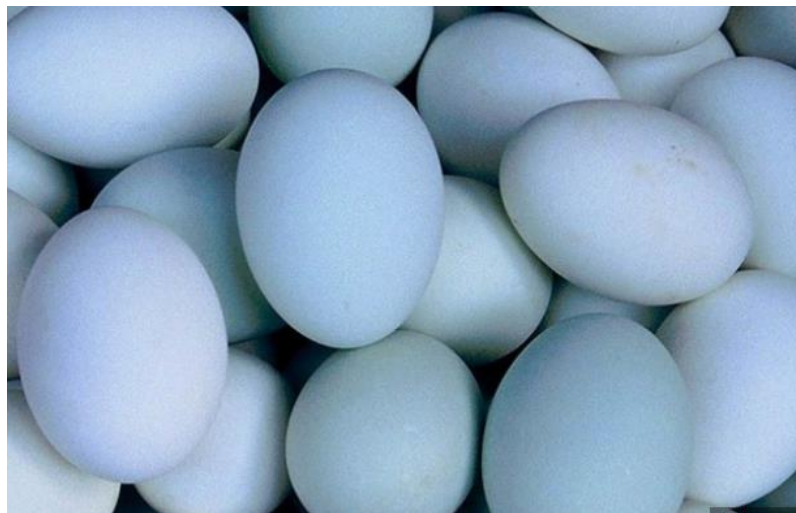
Telur adalah suatu produk dari hewan yang dapat membantu memenuhi keperluan gizi yang diperlukan oleh tubuh. Sebutir telur memiliki kandungan gizi yang cukup sempurna karena mengandung zat-zat gizi yang sangat baik dan mudah dicerna. Oleh karena itu, telur merupakan salah satu bahan pangan yang sangat baik untuk dikonsumsi karena telur memiliki kandungan protein dan mineral yang tinggi, namun kandungan lemak pada telur juga tinggi. Telur sangat dianjurkan untuk dikonsumsi oleh anak-anak yang sedang pada

masa pertumbuhan dan disarankan untuk diberikan kepada orang yang sedang sakit untuk mempercepat proses kesembuhannya (Sudaryani, 2003).

Telur terdiri dari tiga komponen, yaitu cangkang atau kulit telur yang memiliki berat sekitar 10 - 11% dari berat total telur, putih telur yang memiliki berat sekitar 60% dari berat total telur, dan kuning telur yang memiliki berat 30% dari berat total telur. Telur memiliki berat total sekitar 60 – 60,2 g dan cangkang telur memiliki berat sekitar 6,6 – 7,3 g (Owuamanam & Cree, 2020).

2.2.1 Cangkang Telur

Cangkang telur merupakan bagian terluar dari telur yang berfungsi sebagai pelindung bagian dalam telur dari pengaruh luar seperti invasi mikroorganisme maupun kontaminasi gas (Salpiyana, 2019). Cangkang telur memiliki struktur yang kasar, keras, berbau amis dan memiliki warna yang kurang menarik sehingga kurang diminati bila digunakan sebagai bahan pangan (Yonata, *et al.*, 2017).



Gambar 2.2 Cangkang Telur Bebek (Wicaksono, 2018)

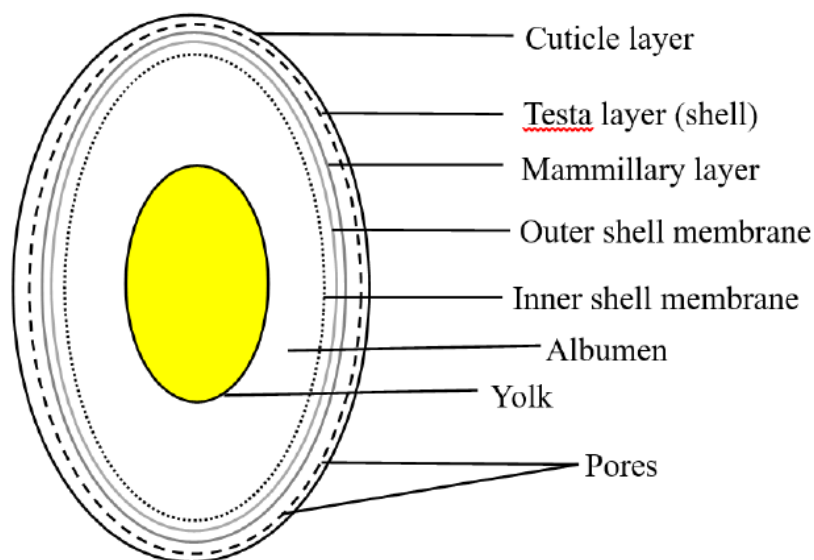
2.2.2 Struktur Cangkang Telur

Dilihat dengan menggunakan mikroskop, cangkang telur terdiri dari 4 lapisan yaitu (Salpiyana, 2019) :

1. Lapisan kultikular, yaitu protein transparan yang melapisi permukaan cangkang telur. Lapisan ini melapisi pori-pori pada cangkang telur,

namun masih bisa dilalui oleh gas sehingga gas dan uap CO_2 masih bisa keluar.

2. Lapisan busa, merupakan bagian terbesar dari lapisan cangkang telur. Lapisan ini terbentuk dari protein dan lapisan kapur yang terdiri dari kalsium karbonat, kalsium fosfat, magnesium karbonat dan magnesium fosfat.
3. Lapisan *mamillary*, merupakan lapisan ketiga dari kulit telur. Lapisan ini sangat tipis dan terdiri dari anyaman protein dan mineral yang berbentuk kerucut dengan penampang bulat atau lonjong.
4. Lapisan membran, merupakan bagian lapisan kulit telur yang terletak paling dalam. Terdiri dari dua lapisan selaput yang menyelubungi seluruh isi telur. Lapisan ini memiliki ketebalan lebih kurang 65 mikron.



Gambar 2.3 Struktur Cangkang Telur (Owuamanam & Cree, 2020)

2.2.3 Komposisi Cangkang Telur

Cangkang telur merupakan salah satu sumber kalsium yang baik, bahkan lebih baik dari susu. Komposisi utama pada cangkang telur terdiri dari 94% kalsium karbonat berupa kalsit (bentuk kristalin dari kalsium karbonat), 1% kalsium fosfor, 1% magnesium karbonat dan 4% zat-zat organik. Selain itu, ada beberapa kandungan lain yang teridentifikasi walaupun jumlahnya kecil seperti; MgO (0,83%), SO_3 (0,66%), P_2O_5 (0,43%), Al_2O_3 (0,15%), K_2O

(0,08%), SiO_2 (0,07%), Cl_2O_3 (0,06%) dan SrO (0,04%) (Owuamanam & Cree, 2020).

Tabel 2.1 Komposisi Nutrisi Cangkang Telur (Zulti, 2008)

Komposisi	Cangkang Telur (% Berat)
Air	29 - 35
Protein	1,4 - 4
Lemak murni	0,10 - 0,20
Abu	89,9 - 91,1
Kalsium	35,1 - 36,4
Kalsium karbonat	90,9
Fosfor	0,12
Sodium	0,15 - 0,17
Magnesium	0,37 - 0,40
Pottasium	0,10 - 0,13
Sulfur	0,09 - 0,19
Alanin	0,45
Arginin	0,56 - 0,57

2.2.4 Kalsium Karbonat (CaCO_3)

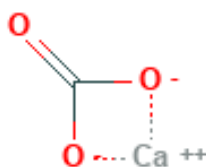
Kalsium karbonat (CaCO_3) merupakan senyawa yang dapat ditemukan dalam batuan kapur dalam jumlah besar. Kalsium karbonat memiliki karakteristik berupa berbentuk serbuk, hablur mikro, putih, tidak berbau dan berasa. Senyawa ini merupakan mineral paling sederhana yang tidak mengandung silikon dan merupakan sumber pembuatan senyawa kalsium terbesar secara komersial (Warsy, *et al.*, 2016).



Gambar 2.4 Kalsium Karbonat (CaCO_3) (Wikipedia, 2021)

Kalsium karbonat (CaCO_3) biasa digunakan pada industri sebagai salah satu bahan cat, karet dan kertas yang harus mempunyai mutu yang tinggi, terutama kemurnian dan kehalusannya (0,15 – 0,25 μ). Penggunaan kalsium karbonat pada industri makanan, kosmetik, farmasi dan antibiotik

mempunyai persyaratan yang lebih berat. Sehingga, kalsium karbonat biasanya dibuat melalui proses kimia. Kalsium karbonat yang diperoleh umumnya berasal dari suspensi kapur padam dalam air dan gas karbon dioksida. Batu kapur dikalsinasi terlebih dahulu pada suhu $1.050^{\circ} \pm 50^{\circ} \text{ C}$ dan kalsium oksida yang diperoleh dipadatkan dan diencerkan dengan air, kemudian disaring dengan ayakan dengan ukuran lubang tertentu untuk mendapatkan suspensi yang memenuhi syarat. Pada kalsinasi batu kapur dihasilkan pula gas karbon dioksida yang digelembungkan ke dalam suspensi kapur padam dalam reaktor karbonatasi untuk membentuk kalsium karbonat (Warsy, *et al.*, 2016).



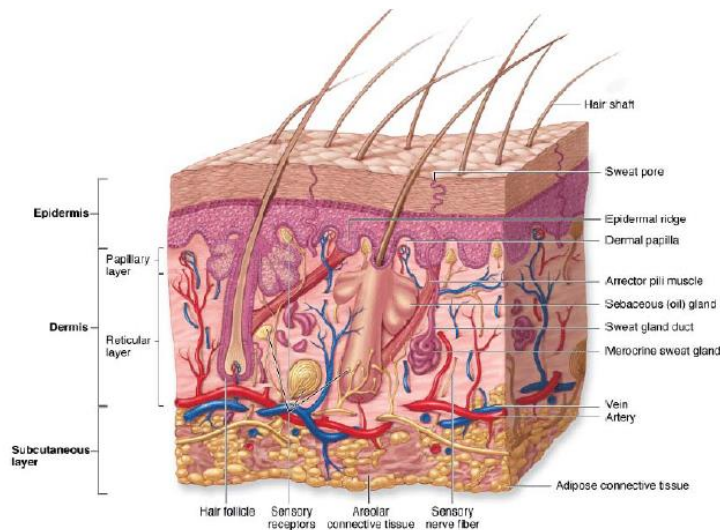
Gambar 2.5 Struktur Molekul Kalsium Karbonat (CaCO_3)
(PubChem, 2021)

2.3 Anatomi dan Fisiologi Kulit

Kulit merupakan suatu organ paling luar yang membungkus seluruh permukaan luar tubuh. Beberapa fungsi kulit yaitu sebagai sistem perlindungan dari berbagai macam gangguan dan rangsangan dari lingkungan hidup manusia melalui beberapa mekanisme biologis seperti keratinasi, respirasi dan pengaturan suhu tubuh, produksi sebum dan keringat, dan pembentukan pigmen melanin untuk melindungi kulit dari bahaya sinar ultraviolet (UV) matahari. Fungsi lain kulit yaitu sebagai peraba dan perasa, serta pertahanan terhadap tekanan dan infeksi dari luar (Tranggono & Latifah, 2007).

Kulit memiliki berat sekitar 16% dari total berat tubuh, pada orang dewasa berat kulit sekitar 2,7 – 3,6 kg dengan luas sekitar 1,5 – 1,9 m^2 . Ketebalan kulit bervariasi mulai 0,5 mm sampai 6 mm tergantung dari letak, umur, dan jenis kelamin. Kulit yang tipis terletak pada kelopak mata, penis, labium minus dan kulit bagian medial lengan atas. Sedangkan kulit yang tebal

terdapat pada telapak tangan, telapak kaki, punggung, bahu dan bokong. Secara embriologis, kulit berasal dari dua lapis yang berbeda, lapisan luar yaitu epidermis yang merupakan lapisan epitel berasal dari ektoderm sedangkan lapisan dalam yaitu dermis atau korium yang merupakan suatu lapisan jaringan ikat berasal dari mesoderm (Perdanakusuma, 2007).



Gambar 2.6 Struktur kulit (Kusantati, 2008)

2.3.1 Struktur Kulit

2.3.1.1 Epidermis

Epidermis merupakan bagian terluar dari kulit. Lapisan ini terdiri dari beberapa jenis lapisan epitel pipih bertanduk yang mempunyai ketebalan 40 μm sampai 1,6 mm. Epidermis yang paling tipis terdapat di kelopak mata dan yang paling kuat terdapat pada bagian yang paling tebal digunakan yaitu pada telapak tangan dan kaki. Epidermis melekat erat dengan dermis karena secara fungsional epidermis memperoleh zat-zat makanan dari dermis melalui papilla yang berbentuk bulat dan melalui kelenjar dan folikel rambut (Tranggono & Latifah, 2007).

2.3.1.2 Dermis atau Korium

Dermis atau korium adalah bagian kulit yang terletak di bawah epidermis dan keduanya dipisahkan oleh membran basal. Dermis terdiri dari serabut kolagen dan elastin, berada dalam substansi dasar yang bersifat koloid dan terbuat dari gelatin mukopolisakarida. Dermis merupakan bagian yang paling penting dari kulit dan sering dikenal dengan sebutan “*true skin*”. Dermis terdiri atas jaringan ikat yang menyokong epidermis dan menghubungkannya dengan jaringan subkutis. Dermis memiliki ketebalan yang bervariasi sekitar 15 sampai 40 kali dari ketebalan epidermis dengan daerah yang paling tebal yaitu pada telapak kaki dengan tebal sekitar 3 mm (Perdanakusuma, 2007).

Dermis memiliki banyak jaringan pembuluh darah. Dermis juga mengandung beberapa derivat epidermis yaitu folikel rambut, kelenjar sebacea dan kelenjar keringat. Kualitas kulit tergantung banyak tidaknya derivat epidermis di dalam dermis (Perdanakusuma, 2007).

2.3.1.3 Hipodermis

Hipodermis merupakan lapisan yang berada di bagian bawah dermis yang terdiri dari lapisan lemak yang mengandung jaringan adiposa. Pada lapisan ini terdapat jaringan ikat yang menghubungkan kulit secara longgar dengan jaringan di bawahnya. Jumlah dan ukurannya berbeda-beda menurut daerah di tubuh dan keadaan nutrisi individu (Perdanakusuma, 2007). Hipodermis berfungsi untuk menunjang kebutuhan suplai darah ke dermis (karena terdapat pembuluh darah) yang digunakan untuk meregenerasi dan sebagai bantalan atau penyangga benturan bagi organ-organ tubuh bagian dalam, membentuk kontur tubuh dan sebagai cadangan makanan (Harien, 2010).

2.3.2 Fungsi Kulit

Kulit memiliki fungsi penting bagi tubuh. Fungsi tersebut antara lain (Mitsui, 1997) :

1) Fungsi perlindungan

Kulit memiliki fungsi perlindungan untuk melindungi tubuh dari berbagai gangguan eksternal, baik berupa fisik, kimiawi, maupun biologis. Serabut elastis pada dermis dan jaringan lemak subkutan berfungsi mencegah trauma mekanik langsung terhadap tubuh bagian dalam. Lapisan tanduk dan mantel lemak kulit menjaga kadar air dengan mencegah masuknya air dari luar tubuh dan mencegah penguapan air, serta sebagai *barrier* terhadap racun dari luar. Mantel asam kulit yang terdapat pada *stratum corneum* dapat mencegah pertumbuhan bakteri di kulit.

2) Fungsi pengaturan suhu

Pengaturan suhu pada tubuh diatur dengan cara pengeluaran keringat dan dilatasi atau konstiksi pembuluh darah kapiler kulit. Ketika suhu tubuh menurun terjadi vasokonstriksi untuk mencegah pelepasan panas berlebih, sedangkan ketika suhu tubuh meningkat keringat akan dikeluarkan dan terjadi vasodilatasi untuk meningkatkan pembuangan panas.

3) Fungsi sensoris

Kulit bertanggung jawab sebagai indera terhadap adanya rangsangan luar (indra peraba dan perasa). Rangsangan tersebut kemudian diterima oleh reseptor dan diteruskan ke sistem saraf pusat yang selanjutnya diinterpretasi oleh korteks serebri. Reseptor-reseptor yang bertanggung jawab terhadap adanya rangsangan tersebut, antara lain *Meissner* sebagai reseptor raba, *Pacini* sebagai reseptor tekanan, *Ruffini* dan *Krauss* sebagai reseptor suhu, dan *Nervus End Plate* sebagai reseptor nyeri.

4) Fungsi absorpsi

Absorpsi melalui kulit terdiri dari dua jalur, yaitu melalui epidermis dan melalui kelenjar sebacea. Bahan-bahan yang mudah larut dalam lemak akan lebih mudah diabsorpsi dibandingkan dengan air ataupun bahan yang dapat larut dalam air.

5) Fungsi lain

Kulit dapat menggambarkan status emosional seseorang dengan memerah, memucat, maupun kontraksi otot penegak rambut.

2.3.3 Warna Kulit

Warna kulit pada manusia sangat beragam, ada yang berkulit terang, coklat, bahkan gelap. Warna kulit ditentukan oleh oksihemoglobin berwarna merah, hemoglobin tereduksi berwarna merah kebiruan, melanin berwarna coklat, keratohialin berwarna putih kekuningan atau keabu-abuan pada lapisan *stratum corneum*, karoten yang merupakan pigmen warna kuning dengan jumlah dan efek yang sedikit, serta *eleidin* pada *stratum lucidum* yang hanya terlihat pada kulit yang menebal pada telapak kaki bagian tumit. Warna kulit ini dipengaruhi oleh distribusi pigmen, dapat berupa jumlah pigmen, tipe, dan distribusi melanin ke kulit, rambut, dan mata. Banyaknya pigmen di kulit dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti genetik, lingkungan, dan ras atau bangsa (Tranggono & Latifah, 2007).

2.4 Sinar Matahari

Sinar matahari memancarkan radiasi yang dinamakan radiasi ultraviolet (UV) yang tidak dapat dilihat dan dirasakan secara langsung oleh diri manusia. Sinar matahari memberikan efek yang positif bagi manusia, yaitu berguna dalam pembentukan vitamin D yang berperan dalam metabolisme pembentukan tulang dan menjaga sistem imun tubuh. Selain itu, radiasi sinar UV dalam waktu yang cukup dan rutin seringkali digunakan untuk terapi penyakit tuberkulosis, psoriasis, dan vitiligo. Tetapi apabila terkena paparan sinar matahari yang berlebihan maka dapat menimbulkan efek negatif bagi tubuh seperti kemerahan, pigmentasi yang berlebihan, dan penuaan kulit. Paparan sinar matahari berlebih bahkan dapat menyebabkan kanker kulit (Pratiwi & Husni, 2017).

Kulit yang terpapar sinar matahari selama 6 - 20 jam akan menghasilkan eritema yang cepat atau lambat menimbulkan pencoklatan kulit (*tanning*). Pencoklatan kulit yang cepat terlihat 1 jam setelah kulit terpapar dan kemudian hilang dalam waktu 4 jam, serta tidak tampak adanya pembentukan melanosom baru. *Tanning* yang lambat disebabkan karena pembentukan melanosom baru secara perlahan dan baru terlihat dalam 72 jam pada paparan

dengan panjang gelombang 320 - 500 nm. Reaksi serupa terjadi juga pada *sunburn* (290 - 320 nm) (Tranggono & Latifah, 2007).

2.4.1.1 Melanin dan Mekanisme Pigmentasi

Melanin adalah pigmen alami kulit yang memberikan warna cokelat. Melanin dibuat dari tirosin sejenis asam amino dan dengan oksidasi tirosin diubah menjadi butiran-butiran melanin yang berwarna coklat, serta untuk proses ini perlu adanya enzim tirosinase dan oksigen. Oksidasi tirosin menjadi melanin berlangsung lebih lancar pada suhu yang lebih tinggi atau dibawah sinar ultraviolet. Jumlah, tipe, ukuran dan distribusi pigmen melanin kulit terjadi pada butir-butir melanosom yang dihasilkan oleh sel-sel melanosit yang terdapat di antara sel-sel basal keratinosit di dalam lapisan-lapisan benih (Kusantati, 2008).

Pembentukan melanosom di dalam melanosit melalui 4 fase yaitu (Tranggono & Latifah, 2007) :

- Fase I : Permulaan pembentukan melanosom dari matriks protein dan tirosinase, diliputi membran dan berbentuk vesikula bulat.
- Fase II : Disebut pramelanosom, pembentukan belum sempurna belum terlihat adanya pembentukan melanin.
- Fase III : Mulai nampak adanya deposit melanin di dalam membran vesikula. Disini mulai terjadi melanisasi melanosom.
- Fase IV : Deposit melanin memenuhi melanosom yang merupakan partikel-partikel padat dan berbentuk sama. Proses melanisasi melanosom terjadi di fase III dan fase IV sebelum melanosom dieksresikan ke keratinosit.

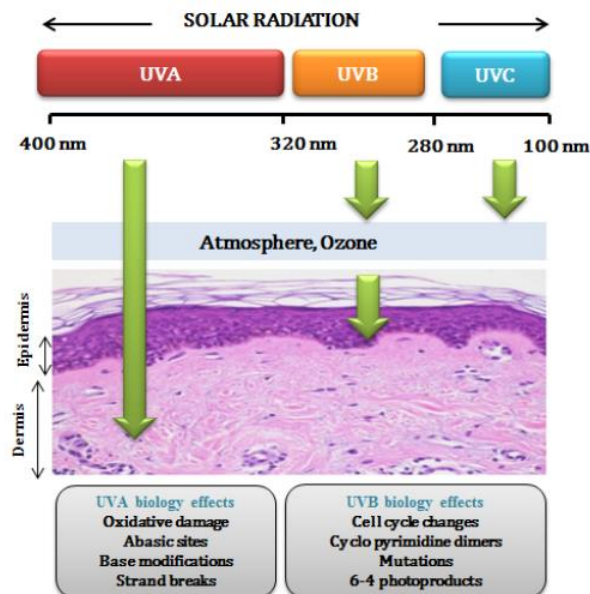
2.5 Sinar Ultraviolet (UV)

Matahari memancarkan radiasi elektromagnetik non-pengion (EMR) terdiri dari UV (100 - 400 nm), *visible* (400 - 780 nm) dan radiasi infra merah (780 - 5.000 nm). Terkait dengan kesehatan manusia, bentuk EMR yang paling relevan dan mengkhawatirkan adalah sinar ultraviolet (UV). Sinar ultraviolet (UV) adalah radiasi gelombang elektromagnetik yang berasal dari matahari. Sinar ultraviolet (UV) terbagi menjadi tiga berdasarkan panjang

gelombang dan efek fisiologisnya yaitu sebagai berikut (Gasparro, *et al.*, 1998) :

- 1) Radiasi UV-A : Radiasi ini berkisar antara 320 - 400 nm. UV-A adalah radiasi yang paling bertanggung jawab terhadap penggelapan kulit karena produksi berlebihan melanin di epidermis, penuaan dini, penekanan fungsi imunologis, bahkan nekrosis sel endotel dan kerusakan pembuluh darah kulit.
- 2) Radiasi UV-B : Radiasi ini berkisar antara 280 - 320 nm. Radiasi UV-B dikenal sebagai "*Burning rays*" karena 1000 kali lebih mampu menyebabkan kulit terbakar daripada UV-A. Sinar UV-B bekerja terutama pada lapisan sel basal epidermis kulit, namun lebih bersifat genotoksik daripada radiasi UV-A. Sinar ultraviolet B (UV-B) yang berubah-ubah sesuai waktu dan musim merupakan penyebab utama kulit terbakar.
- 3) Radiasi UV-C : Radiasi ini berkisar antara 200 - 280 nm. Radiasi ini merupakan radiasi yang paling berbahaya paparan secara singkat radiasi UV-C dapat mengakibatkan kerusakan yang parah pada kulit. Namun, radiasi UV-C disaring oleh lapisan stratosfer ozon sehingga kurang tidak dapat mencapai permukaan bumi.

Dari segi geografis, Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki iklim tropis yang memperoleh sinar matahari dengan intensitas lebih besar, sehingga resiko kerusakan kulit akibat paparan sinar matahari menjadi lebih besar (Hassan, *et al.*, 2013). Efek dari paparan sinar matahari bergantung pada intensitas sinar matahari, frekuensi penyinaran, lama penyinaran, luas permukaan kulit yang terpapar dan kepekaan masing-masing individu terhadap sinar matahari (Tranggono & Latifah, 2007).



Gambar 2.7 Sinar Ultraviolet (UV) dan efeknya terhadap kulit (Ngoc, *et al.*, 2019)

2.5.1 Efek Sinar Ultraviolet (UV) Pada Kulit

Energi dari radiasi sinar ultraviolet yang mencapai permukaan bumi dapat memberikan tanda dan gejala terbakarnya kulit. Efek radiasi UV pada kulit dibagi menjadi akut (*sunburn* atau *erythema*, *phototoxic reactions*, *photoallergy* dan *photosensitivity*) dan kronik (*photoaging*, kanker kulit, dan *immunosuppression*). Harus diingat kalau paparan Sinar UV menghasilkan lebih banyak kerusakan pada kulit yang tidak dilindungi dengan tabir surya karena efek akut dan kronis dari sinar UV bergantung pada dosis, waktu dan panjang gelombang, dan tabir surya berfungsi untuk mengurangi paparan sinar UV yang berlebih tersebut (Gasparro, *et al.*, 1998).

Sinar UV seringkali disebut sebagai *sunburn spectrum* yang mampu merusak membran sel. UV-B sangat berperan dalam menyebabkan luka bakar (*sunburn*) dan kanker kulit, sedangkan UV-A berperan dalam menyebabkan kulit hitam (*tanning*) dan fotosensitivitas. Sinar UV-A juga bisa menimbulkan efek terbakar pada kulit namun lebih lemah jika dibandingkan dengan efek paparan sinar UV-B. Radiasi UV-B memiliki sifat lebih karsinogenik 1.000 – 10.000 kali dibanding UV-A, karena sinar ultraviolet UV-B memiliki kekuatan 1.000 kali lebih kuat daripada UV-A pada peristiwa pembentukan eritema pada kulit (Pratiwi & Husni, 2017).

2.6 Sediaan Krim

Krim yaitu sediaan setengah padat yang mengandung air tidak kurang dari 60% berupa emulsi yang mengandung satu atau lebih bahan obat yang terlarut atau terdispersi dalam bahan yang sesuai (Syamsuni, 2007). Sedangkan menurut Farmakope Indonesia Edisi III, Krim adalah sediaan setengah padat, berupa emulsi yang mengandung air tidak kurang dari 60% dan dimaksudkan untuk pemakaian luar.

Sifat umum sediaan krim yaitu mampu melekat pada permukaan tempat diaplikasikannya dalam waktu yang cukup lama sebelum sediaan dicuci atau dihilangkan. Krim dapat memberikan efek mengkilap, berminyak, melembapkan, dan mudah tersebar merata, mudah berpenetrasi pada kulit, mudah/sulit diusap, mudah/sulit dicuci air (Anwar, 2012).

2.6.1 Fungsi Krim

Beberapa fungsi dari krim yaitu sebagai bahan pembawa substansi obat untuk pengobatan pada kulit, sebagai bahan pelumas untuk kulit, dan sebagai pelindung kulit untuk mencegah kontak permukaan kulit dengan larutan berair dan rangsangan kulit. Menurut *British Pharmacopoeia*, krim diformulasikan untuk sediaan yang dapat bercampur dengan sekresi kulit. Sediaan krim dapat diaplikasikan pada kulit atau membran mukosa sebagai pelindung, efek terapeutik, atau profilaksis yang tidak membutuhkan efek oklusif (Wardiyah, 2015).

2.6.2 Persyaratan Krim

Krim sebagai obat luar harus memenuhi beberapa persyaratan, yaitu (Widodo, 2013) :

- 1) Stabil. Selama penyimpanan, krim harus stabil pada suhu kamar dan bebas dari inkompatibilitas.
- 2) Lunak. Semua zat yang ada pada krim harus pada keadaan halus dan seluruh produk yang dihasilkan menjadi lunak dan homogen.
- 3) Mudah dipakai. Umumnya, krim tipe emulsi yang paling mudah dipakai dan dihilangkan dari kulit.

- 4) Terdistribusi. Kandungan zat aktif pada krim harus terdistribusi secara merata saat pengolesan pada kulit.

2.6.3 Tipe Krim

Berdasarkan tipe emulsinya, krim terbagi atas dua tipe yaitu (Maulida, 2015) :

1) Tipe minyak dalam air (M/A)

Jika fase lipofil terdispersi dalam fase hidrofil maka sistem ini disebut emulsi minyak dalam air. Krim tipe M/A disebut juga sebagai “*vanishing cream*” karena sifatnya yang bila dioleskan pada kulit dapat menghilang dari permukaan dan akan memberikan efek dingin pada kulit. Hal ini terjadi karena air sebagai fase kontinyu akan menguap dan akan meningkatkan konsentrasi zat larut air pada lapisan yang melekat.

2) Tipe air dalam minyak (A/M)

Jika fase hidrofil terdispersi dalam fase lipofil maka sistem ini disebut emulsi air dalam minyak. Konsistensi krim tipe A/M dapat bervariasi dan tergantung pada komposisi fase minyak, fase air dan campuran zat pengemulsi yang dipakai. Perbandingan relatif kedua fase dan sifat fase masing-masing zat menunjukkan pengaruh yang nyata.

2.6.4 Komponen Krim

2.6.4.1 Emulgator

Emulgator merupakan senyawa pengemulsi yang dapat mengurangi tegangan antarmuka antara air dan minyak, sehingga didapat sediaan yang stabil. Emulgator merupakan senyawa amfifilik atau senyawa yang terdiri dari gugus polar dan gugus nonpolar. Mekanisme kerja dari emulgator yaitu dengan mengikat air pada gugus polar dan mengikat senyawa non polar pada gugus non polarnya. Contoh dari emulgator yaitu gom arab, tragacant, asam stearat dan trietanolamin (Lachman, *et al.*, 2008).

2.6.4.2 Humektan atau Emolien

Humektan adalah bahan tambahan pada sediaan krim yang dapat menyerap lembab, sehingga kadar air dalam krim dapat dipertahankan dan

menjadikan krim tetap lembut. Humektan juga dapat membantu proses pengabsorbsian senyawa aktif ke dalam lapisan kulit. Humektan bekerja dengan cara menyerap air dari udara atau lapisan di bawahnya dan menarik molekul air tersebut ke permukaan kulit. Humektan dapat mempertahankan kadar air pada sediaan yang dioleskan di permukaan kulit dan mendistribusikan kelembapan tersebut ke epidermis sampai pada suhu dan derajat kelembapan tertentu. Kemampuan tersebut tergantung pada jenis humektan dan kelembapan lingkungan sekitarnya. Contoh dari humektan yaitu sorbitol, propilenglikol dan gliserol (Soeratri, *et al.*, 2004)

2.6.4.3 Pengawet

Pada emulsi biasanya terkandung bahan seperti karbohidrat, protein, sterol, dan campuran lemak dan air yang menunjang pertumbuhan berbagai mikroorganisme yang dapat menyebabkan bau tengik pada krim. Oleh karena itu, penambahan pengawet sangat diperlukan dalam proses formulasi. Golongan paraben merupakan salah satu pengawet yang paling umum digunakan dan terbukti lebih efektif dalam berbagai sediaan farmasi maupun kosmetik. Contoh golongan paraben yaitu metil paraben (nipagin) 0,12 – 0,18% dan propil paraben (nipasol) 0,02 – 0,05% (Restika, 2017).

2.6.5 Evaluasi Sediaan Krim

2.6.5.1 Uji Organoleptis

Uji organoleptis dilakukan secara visual, komponen - komponen yang di evaluasi yaitu bau, warna, bentuk dan tekstur sediaan krim. Sediaan krim harus memiliki konsistensi lembut, warna sediaan homogen, dan baunya harum (Safitri, *et al.*, 2016),

2.6.5.2 Uji Tipe Emulsi

Sediaan krim memiliki dua tipe emulsi yaitu tipe emulsi minyak dalam air (M/A) dan air dalam minyak (A/M) dan tujuan uji tipe emulsi yaitu untuk mengetahui tipe emulsi pada sediaan krim tersebut. Krim tipe minyak dalam air (M/A) atau *vanishing cream* memiliki kelebihan yaitu mudah dicuci dengan air dan dapat meningkatkan absorpsi zat aktif pada obat karena saat

pengolesan pada kulit krim akan menguap yang membuat kandungan air pada krim berkurang dan meningkatkan konsentrasi zat aktif sehingga meningkatkan absorpsi zat aktif pada kulit. Krim tipe air dalam minyak (A/M) memiliki kelebihan yaitu dapat memberikan rasa dingin pada kulit karena lambatnya penguapan air pada krim, memiliki daya sebar yang lebih baik (Ansel, 2005). Metode uji tipe emulsi dapat dilakukan menggunakan pengenceran dengan aquadest, penyaringan dengan kertas saring, daya hantar listrik, dan dispersi larutan zat warna (Usman & Muin, 2020).

2.6.5.3 Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk melihat dan mengetahui apakah bahan-bahan sediaan krim sudah tercampur dengan baik. Uji homogenitas krim dilakukan secara visual dengan mengamati warna krim dan ada tidaknya bagian-bagian yang tidak tercampurkan dengan baik (Azkiya, *et al.*, 2017).

2.6.5.4 Uji Viskositas

Uji viskositas bertujuan untuk mengetahui tingkat kekentalan dari sediaan yang dibuat. Viskositas adalah kemampuan suatu cairan untuk mengalir, semakin tinggi viskositasnya maka makin sulit untuk mengalir atau semakin besar tahanannya, sebaliknya semakin rendah viskositasnya maka semakin mudah untuk mengalir atau semakin kecil tahanannya (Azkiya, *et al.*, 2017).

2.6.5.5 Uji pH

Uji pH bertujuan mengetahui keamanan sediaan krim saat digunakan sehingga tidak mengiritasi kulit. Apabila sediaan krim memiliki pH yang terlalu asam maka dapat mengakibatkan iritasi pada kulit, sedangkan apabila pH sediaan terlalu basa maka dapat mengakibatkan kulit menjadi kering saat penggunaan (Azkiya, *et al.*, 2017).

2.6.5.6 Uji Daya Sebar

Uji daya sebar bertujuan untuk mengetahui luasnya penyebaran krim pada kulit ketika dioleskan, sehingga dapat dilihat kemudahan pengolesan

sediaan ke kulit. Permukaan penyebaran yang dihasilkan dengan menaiknya pembebanan ditujukan untuk menggambarkan karakteristik daya sebar (Azkiya, *et al.*, 2017).

2.6.5.7 Uji Daya Lekat

Uji daya lekat bertujuan untuk mengetahui lamanya sediaan dapat melekat pada kulit, semakin lama waktu yang didapat maka semakin lama daya kerja obat. Daya lekat krim dipengaruhi oleh viskositas, semakin tinggi viskositas maka semakin lama waktu melekat krim pada kulit (Azkiya, *et al.*, 2017).

2.7 Tabir Surya

Tabir surya merupakan sediaan yang mengandung senyawa yang dapat melindungi kulit dari pengaruh sinar ultraviolet (UV) yang dipancarkan oleh sinar matahari. Tabir surya merupakan bahan-bahan kosmetik yang secara fisik atau kimia dapat menghambat penetrasi sinar ultraviolet ke dalam kulit (Oroh & Harun, 2001). Senyawa yang terkandung dalam tabir surya secara fisik maupun kimia dapat memantulkan atau menyerap sinar matahari untuk mencegah timbulnya berbagai penyakit pada kulit dan untuk melindungi kesehatan kulit manusia dari pengaruh negatif sinar UV (Handayani & Arty, 2009).

Kulit mampu melindungi dirinya dan organ di bawahnya secara alami, yaitu dengan membentuk butir-butir pigmen (melanin) yang akan memantulkan kembali sinar matahari, penebalan *stratum corneum*, dan pengeluaran keringat. Ada dua tipe reaksi melanin ketika kulit terpapar sinar matahari, yaitu yang pertama dengan perubahan melanin secara cepat ke permukaan kulit dan pembentukkan tambahan melanin baru, yang kedua dengan pembentukkan tambahan melanin yang berlebihan dan terus-menerus akan membentuk noda hitam pada kulit (Tranggono & Latifah, 2007).

2.7.1 Mekanisme Tabir Surya

Bahan tabir surya terbagi menjadi bahan anorganik dan bahan organik, kedua bahan tersebut memiliki mekanisme yang berbeda. Bahan anorganik

memiliki mekanisme secara fisik yang berkerja dengan cara memantulkan radiasi sinar ultraviolet, kemampuannya didasarkan pada ukuran partikel dan ketebalan lapisan, bisa menembus lapisan dermis hingga subkutan atau hipodermis dan efektif pada spektrum radiasi UV-A, UV-B dan sinar tampak. Sedangkan bahan organik memiliki mekanisme secara kimia yang bekerja dengan cara mengabsorbsi radiasi sinar ultraviolet dan mengubahnya menjadi bentuk energi panas, dapat mengabsorbsi hampir 95% radiasi sinar UV-B yang dapat menyebabkan *sunburn* (Lavi, 2013).

2.7.2 Jenis Bahan Tabir Surya

A. Senyawa Organik (*Organic UV Filters*)

Senyawa organik diklasifikasikan menjadi filter UV-A (antranilat, dibenzoilmetana, dan benzofenon) dan filter UV-B (salisilat, sinamat, turunan asam para-aminobenzoat (PABA), dan turunan kamper), yang berperan penting dalam aktivitas penyerapan tabir surya. Agen-agen ini menunjukkan keamanan dan estetika yang baik, termasuk stabilitas, tidak mengiritasi, tidak menguap, tidak fotosensitif, dan tidak menimbulkan noda pada kulit manusia jika dibandingkan dengan senyawa anorganik. Selain itu, sebagian besar sudah digunakan dalam bentuk kombinasi yang diizinkan oleh FDA untuk memberikan penyerapan spektrum yang lebih luas dan peningkatan nilai SPF. (Ngoc, et al., 2019).

B. Senyawa Anorganik (*Inorganic UV Filters*)

Senyawa anorganik dapat melindungi kulit manusia dari paparan sinar matahari dengan mekanisme memantulkan atau menyebarkan radiasi UV pada spektrum yang luas. Contoh senyawa anorganik yaitu ZnO, TiO₂, CaCO₃, MgO, calamine, ichthammol, dan talk. Senyawa tabir surya anorganik misalnya CaCO₃ umumnya dipakai dalam konsentrasi yang besar yaitu 10 - 100% (Usman & Muin, 2020).

Meskipun umumnya lebih tidak beracun, lebih stabil, dan lebih aman bagi manusia daripada bahan organik, bahan anorganik memiliki residu pigmen putih yang tertinggal di kulit dan dapat meninggalkan noda pada pakaian. Sejak awal 1990-an, logam oksida telah disintesis dalam bentuk

partikel mikro dan skala nano (10 - 50 nm), yang dapat mengurangi pantulan cahaya *visible* dan membuatnya tampak transparan di seluruh kulit, sehingga meningkatkan estetika pada kulit. TiO₂ dan ZnO ukuran mikro telah menggantikan TiO₂ dan ZnO ukuran nano di tabir surya karena dapat menghilangkan kekeruhan yang tidak diinginkan dan meningkatkan nilai SPF (Ngoc, *et al.*, 2019).

2.7.3 Syarat Tabir Surya

Menurut Wilkinson dan Moore (1982), Untuk mendapatkan sediaan tabir surya yang sesuai terdapat beberapa syarat yang diperlukan yaitu :

- 1) Efektif dalam menyerap sinar eritmogenik pada rentang panjang gelombang 290 - 320 nm tanpa menimbulkan gangguan yang akan mengurangi efisiensinya atau yang akan menimbulkan toksik atau iritasi.
- 2) Memberikan transmisi penuh pada rentang panjang gelombang 300 - 400 nm untuk memberikan efek terhadap *tanning* maksimum.
- 3) Tidak mudah menguap dan resisten terhadap air dan keringat.
- 4) Memiliki sifat-sifat mudah larut yang sesuai untuk memberikan formulasi kosmetik yang sesuai.
- 5) Tidak berbau dan memiliki sifat-sifat yang memuaskan, misalnya daya lengketnya, dan lain-lain.
- 6) Tidak menyebabkan toksik, tidak iritan, dan tidak menimbulkan sensitisas.
- 7) Dapat mempertahankan daya proteksinya selama beberapa jam.
- 8) Stabil dalam penggunaan.
- 9) Tidak memberikan noda pada pakaian.

Tidak toksik dan dapat diterima secara dermatologis merupakan hal yang penting. Sebagai kosmetik, tabir surya sering digunakan dalam penggunaan harian pada daerah permukaan tubuh yang luas. Selain itu, tabir surya juga dapat digunakan pada bagian kulit yang telah rusak karena matahari. Tabir surya mungkin juga digunakan pada semua kelompok umur dan kondisi kesehatan yang bervariasi (Wilkinson & Moore, 1982).

2.7.4 Sun Protection Factor (SPF)

Potensi dari suatu sediaan tabir surya biasanya dapat dilihat dari nilai SPF-nya yang didefinisikan sebagai jumlah energi UV yang dibutuhkan untuk mencapai *minimal erythema dose* (MED) pada kulit yang dilindungi oleh suatu tabir surya, dibagi dengan jumlah energi UV yang diperlukan untuk mencapai MED pada kulit yang diberikan perlindungan. *Minimal erythema dose* (MED) didefinisikan sebagai interval waktu terendah atau dosis radiasi sinar UV yang diperlukan untuk menghasilkan eritema pada kulit yang tidak terlindungi. Semakin tinggi nilai SPF, maka semakin besar perlindungan yang didapat dari sediaan tabir surya tersebut (Zarkogianni & Nikolaidis, 2016).

$$SPF = \frac{\text{minimal erythema dose in sunscreen-protected skin}}{\text{minimal erythema dose in nonsunscreen-protected skin}}$$

2.7.4.1 Penentuan Nilai Potensi Tabir Surya

Pengukuran efektivitas sediaan tabir surya secara *in vitro* dapat ditentukan dengan menentukan Faktor Perlindungan Matahari (FPM) atau dengan nama lain “*Sun Protection Factor*” (SPF), nilai persen transmisi eritema (%Te) dan persen transmisi pigmentasi (%Tp) secara spektrofotometrik. Penentuan nilai SPF dan % Te dilakukan untuk menunjukkan efektivitas tabir surya terhadap sinar UV-B, sedangkan penentuan nilai % Tp dilakukan untuk melihat efektifitas tabir surya terhadap sinar UV-A. Sediaan tabir surya dikatakan memiliki efektivitas yang baik bila memiliki nilai SPF yang tinggi, serta % Te dan % Tp yang rendah (Widyastuti, *et al.*, 2015).

2.7.4.2 Penentuan Nilai Sun Protection Factor (SPF)

Penentuan nilai *Sun Protection Factor* (SPF) sediaan tabir surya dapat dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan spektrofotometer. Mansur *et al.* (1986) menemukan metode perhitungan sederhana untuk menggantikan metode yang ditemukan oleh Sayre *et al* (1979) dalam menentukan nilai SPF

menggunakan spektrofotometer. Penentuan nilai SPF dapat dilakukan menggunakan persamaan berikut :

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

Keterangan :

CF = Faktor koreksi (10)

EE = Spektrum efek eritema

I = Intensitas spektrum sinar

Abs = Serapan sediaan tabir surya

Nilai dari EE x I yaitu konstanta. Nilai dari panjang gelombang 290 - 320 nm dengan selisih 5 nm telah ditentukan oleh Sayre *et al.* (1979) yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2 Nilai EE x I pada panjang gelombang 290 - 320 nm (Sayre, *et al.*, 1979)

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

Ket : EE = Spektrum efek eritema,
I = Intensitas spectrum sinar

Menurut Food Drug Administration (FDA) Amerika Serikat, efektivitas tabir surya suatu sediaan dibagi atas lima kelompok berdasarkan harga SPF-nya, antara lain (Maulida, 2015) :

- 1) Proteksi minimal : SPF 2 - <4
- 2) Proteksi sedang : SPF 4 - <6
- 3) Proteksi ekstra : SPF 6 - <8
- 4) Proteksi maksimum : SPF 8 - <15
- 5) Proteksi ultra : SPF $\geq$ 15

2.7.4.3 Konversi Nilai SPF Ke Menit

SPF biasaya terdapat pada *sunblock* atau *sunscreen* yang digunakan dengan tujuan sebagai pelindung dari efek negatif sinar matahari. Nilai dari

SPF ini menentukan berapa kali waktu yang dibutuhkan untuk melindungi kulit. Berikut ini merupakan perbedaan nilai SPF dengan berapa banyak sinar UV-B yang diabsorpsi (Mana, 2020) :

- 1) SPF 10 dapat menahan hingga 90% radiasi sinar UV-B.
- 2) SPF 15 dapat menahan hingga 93% radiasi sinar UV-B.
- 3) SPF 25 dapat menahan hingga 95% radiasi sinar UV-B.
- 4) SPF 30 dapat menahan hingga 97% radiasi sinar UV-B.
- 5) SPF 50 dapat menahan hingga 98% radiasi sinar UV-B.

SPF jika dikonversikan ke menit maka nilainya 15 menit. Jadi jika SPF 10 di konversikan ke menit maka didapat 150 menit atau 2,5 jam. SPF 15 di konversikan ke menit maka didapat 225 menit atau 3,75 jam. Waktu yang didapat diartikan berapa lama tabir surya bertahan di kulit sebelum diperlukannya pengolesan kembali (Wunary, 2019).

2.7.4.4 Nilai Transmisi Eritema dan Nilai Transmisi Pigmentasi

Efektivitas tabir surya dapat ditentukan dengan melihat nilai persen transmisi eritema dan persen transmisi pigmentasi dengan menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis. Persen transmisi eritema (% T_e) menggambarkan jumlah sinar matahari yang diteruskan setelah mengenai tabir surya, sehingga dapat menyebabkan kulit menjadi kemerahan. Sedangkan persen transmisi pigmentasi (% T_p) menggambarkan jumlah sinar matahari yang diteruskan setelah mengenai tabir surya sehingga dapat menyebabkan kulit menjadi lebih gelap (Sugihartini, 2013)

Bahan tabir surya diukur absorbansinya pada panjang gelombang 292 - 372 nm. Dari nilai serapan yang diperoleh dihitung nilai serapan dan nilai persen transmitannya dengan rumus $A = -\log T$. Nilai transmisi eritema dihitung dengan cara mengalikan nilai transmisi dengan faktor efektivitas eritema (F_e) pada panjang gelombang 292 - 372 nm. Nilai transmisi pigmentasi dihitung dengan cara mengalikan nilai transmisi (T) dengan faktor efektivitas pigmentasi (F_p) pada panjang gelombang 292 - 372 nm. Selanjutnya nilai persen transmisi eritema dihitung dengan rumus (Aisyah & Mufidah, 2006).

$$\% Te = \frac{Ee}{\sum fe} = \frac{\sum(T \times Fe)}{\sum Fe}$$

$$\% Tp = \frac{Ep}{\sum fp} = \frac{\sum(T \times Fp)}{\sum Fp}$$

Keterangan:

% Te = Nilai persen transmisi eritema

% Tp = Nilai persen transmisi pigmentasi

T = Nilai transmisi

Fe = Fluks eritema

Fp = Fluks pigmentasi

Ee = $\sum(T \times Fe)$ = Banyaknya fluks eritema yang diteruskan

Ep = $\sum(T \times Fp)$ = Banyaknya fluks pigmentasi yang diteruskan

Nilai fluks eritema (Fe) dan fluks pigmentasi (Fp) untuk sediaan tabir surya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.3 Transmisi Eritema dan Pigmentasi Sediaan Tabir Surya (Maulida, 2015)

Rentang Panjang Gelombang (nm)	Fluks Eritema (Fe)
290 - 295	0,1105
295 - 300	0,6720
300 - 305	1,0000
305 - 310	0,2008
310 - 315	0,1364
315 - 320	0,1125
Total Fluks Eritema	2,2322

Ket : nm = nanometer

Fe = Fluks eritema

Rentang Panjang Gelombang (nm)	Fluks Pigmentasi (Fp)
320 - 325	0,1079
325 - 330	0,1020
330 - 335	0,0936
335 - 340	0,0798
340 - 345	0,0669
345 - 350	0,0570
350 - 355	0,0488
355 - 360	0,0456
360 - 365	0,0356
365 - 370	0,0310
370 - 375	0,0260
Fluks Total Pigmentasi 290 - 375 nm	2,9264

Ket : nm = nanometer

Fp = Fluks pigmentasi

Tabel 2.4 Kategori Penilaian Tabir Surya (Sugihartini, 2013).

% Te	% Tp	Kategori Penilaian Tabir Surya
< 1	3 - 40	<i>Sunblock</i>
1 - 6	42 - 86	Proteksi Ultra
6 - 12	45 - 86	<i>Suntan</i>
10 - 18	45 - 86	<i>Fast Tanning</i>

Ket : Te = Transmisi eritema

Tp = Transmisi pigmentasi

A. *Sunblock*

Sunblock merupakan kemampuan senyawa untuk memproteksi secara total kulit yang sangat sensitif terhadap sinar UV-A dan UV-B. Aktivitas tabir surya sebagai *sunblock* mampu menghalangi paparan sinar UV penyebab eritema dan pigmentasi ke dalam kulit (Restika, 2017).

B. Proteksi ekstra

Proteksi ekstra merupakan kemampuan senyawa bahan tabir surya yang memberikan perlindungan terhadap eritema dengan mengabsorbsi kurang dari 85% radiasi sinar UV-B serta mencegah terjadinya pigmentasi. Kemampuan bahan pada kategori ini akan menghasilkan sedikit eritema tanpa menimbulkan rasa sakit. (Restika, 2017).

C. *Suntan*

Suntan merupakan kemampuan senyawa bahan tabir surya yang mampu mencegah sengatan sinar matahari dengan mengabsorbsi 95% atau lebih radiasi UV-B dan menyerap sedikit sinar UV-A untuk memproteksi kulit normal atau yang tidak sensitif. Kategori ini dapat menyebabkan pigmentasi tanpa terjadinya eritema dan menghasilkan kulit coklat ringan yang bersifat sementara (Restika, 2017).

D. *Fast Tanning*

Fast tanning merupakan kemampuan senyawa tabir surya yang menyerap sinar UV A dan UV B paling sedikit. *Fast tanning* mampu meneruskan sebesar 15% sinar UV B penyebab eritema. Syarat *fast tanning* yaitu harus mampu memberikan transmisi penuh pada rentang panjang gelombang 300 - 400 nm untuk memberikan efek terhadap penggelapan maksimum pada kulit (Restika, 2017).

2.8 Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri merupakan suatu ilmu yang mempelajari teknik pengukuran interaksi materi dalam bentuk molekul dengan energi atau sinar yang berwujud sinar tampak atau ultraviolet yang dapat menyebabkan eksitasi elektron dalam orbital molekul tersebut dari tingkat energi dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi sebagai fungsi panjang gelombang (Hart, *et al.*, 2011). Spektrofotometer terdiri atas spektrometer dan fotometer. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditranmisikan atau yang diabsorpsi. (Khopkar, 2007).

Sinar ultraviolet mempunyai panjang gelombang dengan rentang 200 - 400 nm, sedangkan sinar tampak (*Visible*) mempunyai panjang gelombang dengan rentang 400 - 800 nm. Sesuai dengan namanya, spektrofotometer UV-Vis merupakan gabungan antara spektrofotometer UV dan Visible. Spektrofotometer UV-Vis menggunakan dua buah sumber cahaya yang berbeda, yaitu sumber cahaya Ultraviolet dan sumber cahaya Visible (Hart, *et al.*, 2011). Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif ketimbang kualitatif (Suhartati, 2017).

2.9 Preformulasi

2.9.1 Lanolin (Rowe, *et al.*, 2009)

A. Sinonim

Adeps lanae; cera lanae; lanolina; lanolin anhydrous; Protalan anhydrous; purified lanolin.

B. Fungsi

Bahan pengemulsi dan basis salep.

C. Deskripsi

Lanolin adalah zat lilin berwarna kuning pucat, tidak beraturan, memiliki bau khas. Lanolin yang meleleh berwarna bening atau hampir bening sedikit kuning.

D. Sifat Khas dan Kelarutan

Lanolin memiliki nilai asam ≤ 1 dan titik leleh 4,5 - 55°C. Lanolin larut bebas dalam benzena, kloroform, eter, dan Petroleum alkohol, larut dalam etanol dingin (95%), lebih banyak larut dalam etanol mendidih (95%); praktis tidak larut dalam air.

E. Inkompabilitas

Lanolin mungkin mengandung prooksidan, yang dapat mempengaruhi stabilitas zat aktif tertentu.

2.9.2 Asam Stearat (Rowe, *et al.*, 2009)

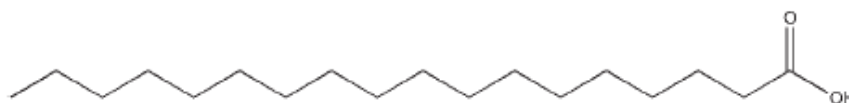
A. Sinonim

Acidum stearicum; cetylacetic acid; Crodacid.

B. Rumus empiris dan Berat Molekul

$C_{18}H_{36}O_2$, BM : 284,47

C. Struktur Molekul



Gambar 2.8 Struktur Molekul Asam Stearat

D. Fungsi

Bahan pengemulsi, bahan pelarut, lubrikan pada tablet dan kapsul.

E. Deskripsi

Asam stearat berbentuk serbuk keras, putih atau sedikit berwarna kuning, sedikit mengkilap, kristal padat putih atau bubuk putih atau kekuningan, memiliki sedikit bau dan rasa seperti lemak.

F. Sifat Khas dan Kelarutan

Asam stearat memiliki titik didih 383°C dan titik lebur 69 - 70°C. Asam stearat terlarut bebas dalam benzena, karbon tetraklorida, kloroform, dan eter; larut dalam etanol (95%), heksana, dan propilen glikol; praktis tidak larut dalam air.

G. Inkompatibilitas

Asam stearat tidak kompatibel dengan kebanyakan logam hidroksida dan juga mungkin tidak kompatibel dengan basa, zat pereduksi, dan zat oksidator.

2.9.3 Setil Alkohol (Rowe, *et al.*, 2009)

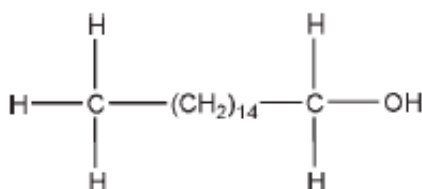
A. Sinonim

Alcohol cetylicus; Avol; Cachalot; Crodacol C70.

B. Rumus Empiris dan Berat Molekul

$C_{16}H_{34}O$, BM : 242,44

C. Struktur Molekul



Gambar 2.9 Struktur Molekul Setil Alkohol

D. Fungsi

Agen pengemulsi dan agen pengental.

E. Deskripsi

Setil alkohol berbentuk lilin, serpihan putih, butiran, atau kubus. Memiliki bau khas yang samar dan rasa hambar.

F. Sifat Khas dan Kelarutan

Setil alkohol memiliki titik didih 316 - 344°C dan titik leleh 45 - 52°C. Setil alcohol terlarut bebas dalam etanol (95%) dan ether, kelarutan meningkat dengan meningkatnya suhu; praktis tidak larut dalam air. Larut bila dilelehkan dengan lemak, paraffin cair dan padat, dan isopropil miristat.

G. Inkompatibilitas

Tidak kompatibel dengan oksidator kuat.

2.9.4 Trietanolamin (Rowe, *et al.*, 2009)

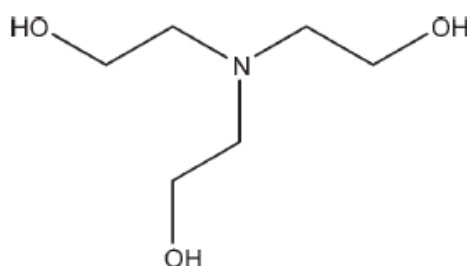
A. Sinonim

TEA; Tealan; triethylolamine; trihydroxytriethylamine; tris (hydroxyethyl) amine; trolaminum.

B. Rumus Empiris dan Berat Molekul

$C_6H_{15}NO_3$, BM : 149,19

C. Struktur Molekul



Gambar 2.10 Struktur Molekul Trietanolamin

D. Fungsi

Agen pengemulsi dan agen pengalkali.

E. Deskripsi

Trietanolamin yaitu cairan kental berwarna kuning jernih, tidak berwarna pucat, memiliki bau sedikit ammonia.

F. Sifat Khas dan Kelarutan

TEA memiliki titik didih 335°C , titik beku : $21,6^{\circ}\text{C}$, dan titik leleh $20 - 21^{\circ}\text{C}$. TEA dapat bercampur dengan aseton, karbon tetraklorida, methanol dan air.

G. Inkompatibilitas

Trietanolamin adalah amina tersier yang mengandung gugus hidroksi, dapat menjalani reaksi khas amina tersier dan alkohol. Triethanolamin akan bereaksi dengan asam mineral untuk membentuk garam kristal dan ester. Dengan asam lemak, trietanolamin membentuk garam yang larut dalam air dan memiliki karakteristik sabun. Triethanolamin juga akan bereaksi dengan tembaga untuk membentuk garam kompleks. Perubahan warna dapat terjadi dengan adanya garam logam berat.

2.9.5 Propilenglikol (Rowe, *et al.*, 2009)

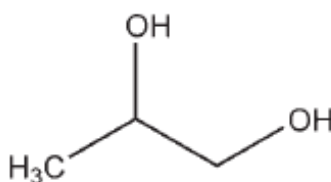
A. Sinonim

1,2-Dihydroxypropane; 2-hydroxypropanol; methyl ethylene glycol; methyl glycol; propane-1,2-diol; propylenglycolum.

B. Rumus Empiris dan Berat Molekul

$C_3H_8O_2$, BM : 76,09

C. Struktur Molekul



Gambar 2.11 Struktur Molekul Propilenglikol

D. Fungsi

Antimikroba, disinfektan, humektan, pelarut, dan zat penstabil.

E. Deskripsi

Propilenglikol adalah cairan berwarna jernih, tidak berbau, memiliki rasa manis sedikit asam yang menyerupai gliserin.

F. Sifat Khas dan Kelarutan

Propilenglikol memiliki titik didih 188°C , dan titik leleh -59°C . Propilenglikol dapat bercampur dengan aseton, kloroform, ethanol (95%), gliserin, dan air. Tidak larut dengan minyak mineral, namun dapat bercampur dengan minyak essensial.

G. Inkompatibilitas

Propilenglikol tidak kompatibel dengan reagen oksidator seperti potassium permanganat.

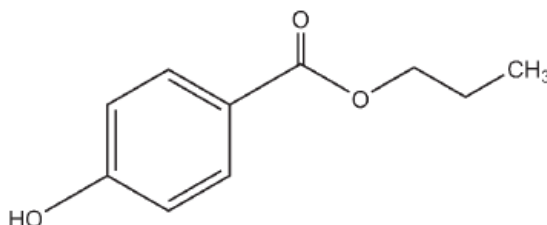
2.9.6 Propil Paraben (Rowe, *et al.*, 2009)

A. Sinonim

Aseptoform P; CoSept P; 4-hydroxybenzoic acid propyl ester; Nipagin P; Nipasol M; propagin.

B. Rumus Empiris dan Berat Molekul

$C_{10}H_{12}O_3$, BM : 180,20

C. Struktur Molekul

Gambar 2.12 Struktur Molekul Propil Paraben

D. Fungsi

Pengawet, Antimikroba

E. Deskripsi

Propil paraben adalah serbuk putih, berbentuk kristal, tidak berbau dan tidak berasa.

F. Sifat Khas dan Kelarutan

Propil paraben memiliki titik didih 295°C dan stabil pada pH 3 - 6. Propil paraben terlarut bebas pada aseton dan eter, terlarut dalam 1,1 bagian etanol (95%) dan 5,6 bagian etanol (50%), terlarut dalam 250 bagian gliserin, larut dalam 3,9 bagian propilenglikol, larut dalam 2.500 bagian air, 225 bagian air pada suhu 80°C dan 4.350 bagian air pada suhu 15°C.

G. Inkompatibilitas

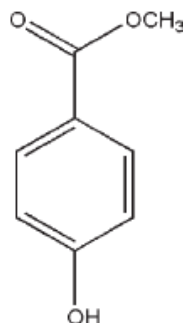
Aktivitas antimikroba dari propil paraben berkurang jauh di pada surfaktan non-ionik akibat dari *micellization*. Magnesium aluminium silikat, magnesium trisilikat, oksida besi kuning, dan *Ultramarine* biru juga telah dilaporkan dapat menyerap propil paraben, sehingga mengurangi efektivitas pengawet.

2.9.7 Metil Paraben (Rowe, et al., 2009)**A. Sinonim**

Aseptoform M; CoSept M; E218; 4-hydroxybenzoic acid methyl ester; metagin.

B. Rumus Empiris dan Berat Molekul

$C_8H_8O_3$, BM : 152,25

C. Struktur Molekul

Gambar 2.13 Struktur Molekul Metil Paraben

D. Fungsi

Pengawet, antimikroba

E. Deskripsi

Metil Paraben merupakan kristal tidak berwarna atau bubuk kristal putih, tidak berbau atau hampir tidak berbau dan memiliki rasa seperti dibakar.

F. Sifat Khas dan Kelarutan

Metil paraben memiliki titik leleh 125 - 128°C. Metil paraben praktis tidak larut dalam minyak mineral, terlarut dalam 3 bagian etanol (95%) dan 6 bagian etanol (50%), larut dalam 5 bagian propilenglikol, larut dalam 400 bagian air, 50 bagian air pada suhu 50°C dan 30 bagian air pada suhu 80°C.

G. Inkompatibilitas

Aktivitas antimikroba dari metil paraben berkurang jauh di pada surfaktan non-ionik seperti polisorbat 80 akibat dari *micellization*. Magnesium aluminium silikat, magnesium trisilikat, oksida besi kuning, dan *Ultramarine* biru juga telah dilaporkan dapat menyerap propil paraben, sehingga mengurangi efektivitas pengawet. Methylparaben berubah warna apabila ada kehadiran besi dan terjadi hidrolisis oleh basa lemah dan asam kuat.

2.9.8 Aquadest (Rowe, *et al.*, 2009)

A. Sinonim

Aqua, aqua purificata, hydrogen oxide.

B. Rumus Empiris dan Berat Molekul

H₂O, BM : 18,02

C. Fungsi

Pelarut

D. Sifat Khas

Titik didih 100°C

E. Inkompatibilitas

Dalam formulasi farmasi, air dapat bereaksi dengan obat dan eksipien lain yang rentan terhadap hidrolisis (penguraian dalam keberadaan air atau lembab). Air dapat bereaksi dengan logam alkali, seperti kalsium oksida dan magnesium oksida. Air juga bereaksi dengan garam anhidrat untuk membentuk hidrat dari berbagai komposisi, dan dengan bahan organik tertentu dan kalsium karbid.