

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Uraian Tanaman Binahong (*Anredera cordifolia*)

1. Klasifikasi Tanaman

Kingdom	: Plantae
Sub kingdom	: Tracheobionta
Superdivisio	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Hamamelidae
Ordo	: Caryophyllales
Familia	: Basellaceae
Genus	: <i>Anredera</i>
Spesies	: <i>Anredera cordifolia</i> (Tenore.) Steenis.

(Hamzah *et al.*, 2022)

2. Nama Daerah

Tanaman binahong atau *Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis merupakan tanaman yang berasal dari Amerika Selatan. Seiring berjalannya waktu, tanaman ini mulai tumbuh di daerah yang memiliki iklim tropis dan sub tropis, seperti di wilayah Asia Tenggara, antara lain Filipina, Malaysia, dan Indonesia (Maharani *et al.*, 2023). Binahong mempunyai nama yang berbeda di beberapa negara. Binahong dikenal dengan nama *teng san chi* di Cina. Binahong dikenal sebagai *heartleaf madeiravine* atau *madeira vine* di Inggris. Indonesia mengenal binahong dengan berbagai nama daerah, antara lain *gendola* di Jawa, *binahong* di Makassar, dan *tatabuwe* di Sulawesi Utara (Surbakti, 2018).

3. Deskripsi Tanaman

Tanaman binahong tumbuh menjalar pada tanaman lain dan mempunyai panjang yang dapat mencapai 5 meter. Tanaman ini mempunyai batang berbentuk silindris dengan permukaan yang halus, bagian dalam yang solid, lunak dan membelit (Suparjo *et al.*, 2016).

Daun tanaman binahong merupakan daun tunggal yang berbentuk hati, dengan panjang 5-10 cm dan lebar 3-7 cm. Permukaan daunnya licin, pangkalnya berlekuk, dan ujungnya runcing (Suparjo *et al.*, 2016).

Bunga binahong memiliki tangkai yang panjang dan bunga yang tersusun berlapis dalam bentuk tandan. Terdapat lima helai bunga yang tumbuh di ketiak daun dan tidak saling melekat. Bagian tengah bunga berwarna cream yang sedikit putih. Mahkota bunga ini memiliki bau harum dan panjangnya antara 0,5 sampai 1 cm (Suparjo *et al.*, 2016).

Tanaman binahong dapat berkembang biak secara generatif melalui biji, namun perbanyakkan lebih umum dilakukan secara vegetatif menggunakan akar rimpang. Binahong mampu tumbuh hingga mencapai panjang sekitar 7 meter pada lingkungan yang teduh dan lembab dengan intensitas cahaya matahari yang rendah (Dadiono & Andayani, 2022). Akar binahong berbentuk rimpang dengan tekstur lunak. Tanaman ini sering dibudidayakan dalam pot sebagai tanaman hias dan dapat tumbuh dengan baik pada wilayah dataran rendah maupun dataran tinggi (Suparjo *et al.*, 2016).



Gambar 1. Tumbuhan binahong (*Anredera cordifolia*) (Wardhani, 2016).

4. Kandungan Tanaman

Kandungan kimia dalam tanaman menjadi dasar utama dalam menentukan potensi terapeutik dan aktivitas biologisnya. Setiap tanaman mempunyai kandungan kimia tersendiri yang dapat berfungsi sebagai antibakteri, antioksidan atau antiinflamasi, tergantung jenis dan konsentrasi senyawa aktif yang terkandung di dalamnya. Daun binahong positif mengandung beberapa senyawa aktif seperti flavonoid, tanin, alkaloid, polifenol, saponin dan steroid (Achmad *et al.*, 2024). Ekstrak etanol daun binahong yang dilarutkan dalam pelarut etanol dengan konsentrasi 60%, 70% dan 96% positif mengandung senyawa flavonoid yang ditandai dengan perubahan warna pada sampel menjadi warna merah atau jingga pada hasil uji Shinoda (Yudhantara dan Rohmawati, 2022). Bagian tanaman binahong seperti daun, batang dan umbi binahong (*Anredera cordifolia*) positif mengandung senyawa saponin. Sampel yang positif mengandung senyawa saponin ditunjukkan adanya warna spot biru-kehijauan pada kromatogram TLC (Hasbullah,

2016). Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak mengandung metabolit sekunder seperti senyawa fenolik, flavonoid, terpenoid (triterpenoid), steroid (β -sitosterol), alkaloid dan saponin. Berdasarkan skrining fitokimia fenolik diperoleh reaksi positif terhadap reagen FeCl_3 yang ditandai dengan terbentuknya warna hitam. FeCl_3 merupakan reagen khusus untuk senyawa turunan fenolik dan flavonoid yang merupakan turunan fenol (Basyuni *et al.*, 2017).

5. Khasiat Tanaman

Berbagai jenis tanaman mempunyai kegunaan yang beragam baik sebagai pangan, obat, maupun bahan kosmetik alami. Kegunaan suatu tanaman ditentukan oleh kandungan senyawa aktif di dalamnya yang memberikan efek fisiologis tertentu pada tubuh manusia. Obat yang berbahan alami dianggap lebih aman dan sudah mulai dikembangkan untuk mempercepat proses penyembuhan luka. Daun binahong (*Anredera cordifolia*) dikenal mempunyai berbagai kegunaan terutama di bidang kesehatan karena kandungan senyawa aktifnya yang berperan sebagai antioksidan, antiinflamasi, antibakteri, antijamur dan antivirus. Kandungan senyawa dalam ekstrak daun binahong dapat diketahui dengan skrining fitokimia. Skrining fitokimia dilakukan untuk mengetahui aktivitas biologisnya. Pengobatan tradisional binahong juga telah digunakan untuk mempercepat penyembuhan luka dengan menempelkan daunnya di atas luka. Binahong juga mengandung metabolit sekunder untuk membantu penyembuhan luka. Senyawa flavonoid berfungsi sebagai antioksidan dengan mencegah kerusakan jaringan, meningkatkan aktivitas antioksidan endogen dan mengurangi kadar MDA serum. Fungsi senyawa flavonoid sebagai antiinflamasi berupa menurunkan volume edema dan menghambat mediator-mediator inflamasi (Husna *et al.*, 2022). Tumbuhan binahong mengandung senyawa fenol, flavonoid, saponin, steroid dan alkaloid. Kandungan senyawa flavonoid dari ekstrak binahong mempunyai gugus benzene aromatis terkonjugasi yang memiliki kemampuan untuk menyerap sinar UV-A dan UV-B yang dapat memberikan efek negatif pada (Septiowardani dan Parmadi, 2021).

B. Simplisia

Bahan baku obat tradisional dapat berupa simplisia dan ekstrak. Simplisia merupakan bahan alam yang sudah dikeringkan yang akan digunakan untuk pengobatan dan belum mengalami pengolahan dari bentuk aslinya. Simplisia bersumber dari tumbuhan (simplisia nabati),

hewan (simplisia hewani) dan mineral (simplisia pelikan) (Maslahah, 2024).

1. Pengumpulan simplisia

Beberapa komponen penting yang harus diperhatikan dalam proses pengumpulan simplisia: bagian tanaman yang digunakan, umur tanaman, waktu panen dan metode panen. Setiap bagian tanaman seperti daun, batang, akar, buah, kulit dan bunga mempunyai waktu panen yang ideal untuk menghasilkan jumlah zat aktif yang paling tinggi. Bagian daun dipanen pada pagi hari setelah embun mengering dengan tujuan untuk mencegah fermentasi. Bagian tanaman yang lain seperti akar biasanya dipanen saat tanaman cukup tua untuk menghasilkan banyak metabolit sekunder (Kemenkes RI, 2017).

2. Pembuatan simplisia

Proses pembuatan simplisia yang baik dimulai dengan pengumpulan bahan, sortasi basah, pencucian, penirisan, perajangan, pengeringan, sortasi kering, pengemasan dan penyimpanan (Widyowati *et al.*, 2018). Beberapa tahapan perlu diperhatikan dalam membuat simplisia yang baik. Tahap pertama pengumpulan bahan baku, umur tumbuhan, bagian tumbuhan pada waktu panen dan kondisi tempat tumbuh sangat mempengaruhi kualitas bahan baku simplisia. Tahap kedua sortasi basah digunakan untuk memisahkan kotoran atau bahan asing. Tahap ketiga pembuatan simplisia bahan simplisia harus dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan tanah dan kotoran lainnya. Tahap keempat pengeringan bahan baku simplisia dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan simplisia yang tidak mudah rusak dan dapat disimpan lebih lama. Tahap keenam sortasi kering bertujuan untuk memisahkan benda asing seperti bagian tanaman yang tidak diinginkan dan zat pengotor lain yang tertinggal pada simplisia kering. Tahapan terakhir termasuk proses pengepakan, penyimpanan dan pengepakan dan pemeriksaan mutu (Maslahah, 2024).

2.1 Pengumpulan bahan baku. Pengumpulan bahan baku merupakan tahapan pertama dalam proses pembuatan simplisia yang baik. Beberapa faktor seperti umur tumbuhan, bagian tumbuhan pada waktu panen dan lingkungan atau kondisi tempat tumbuh suatu tumbuhan dapat mempengaruhi kualitas bahan baku simplisia (Maslahah, 2024).

2.2 Sortasi basah dan pencucian. Sortasi basah merupakan tahapan pascapanen yang penting untuk menentukan kualitas simplisia.

Sortasi basah dilakukan sebelum proses pencucian. Sortasi dilakukan untuk menghilangkan kotoran dan bahan asing dari tanaman seperti kerikil, rumput, gulma, tanah dan bagian tanaman yang tidak diinginkan (Widodo dan Subositi, 2021). Penanganan pascapanen termasuk sortasi basah berperan sangat penting untuk bahan yang mudah rusak dalam waktu yang relatif singkat. Proses sortasi dan pencucian bahan simplisia dalam jumlah besar akan memiliki dampak yang besar terhadap jenis dan jumlah mikroba awal simplisia. Jumlah mikroba pada permukaan bahan dapat meningkat apabila air yang digunakan untuk pencucian kotor. Pencucian bahan simplisia harus dilakukan dengan air yang mengalir agar kotoran yang terlepas tidak menempel kembali (Parenti *et al.*, 2015).

2.3 Penirisan. Bahan baku yang telah dicuci bersih selanjutnya dilakukan penirisan pada rak yang diatur sedemikian rupa untuk mencegah pembusukan dan peningkatan kandungan air. Bahan simplisia dibolak-balik selama proses penirisan berlangsung untuk mempercepat penguapan dan dilakukan di tempat teduh dengan aliran udara yang cukup untuk mencegah pembusukan dan fermentasi. Bahan simplisia dikeringkan dengan cara yang tepat setelah air yang menempel di permukaan bahan menguap (Parenti *et al.*, 2015).

2.4 Perajangan. Perajangan dilakukan untuk mempermudah proses selanjutnya seperti tahap pengeringan. Perajangan dapat dilakukan dengan pisau atau dengan alat perajangan khusus untuk membuat potongan atau irisan tipis sesuai dengan yang diinginkan. Proses pengeringan akan dipercepat apabila bahan simplisia semakin tipis. Irisan yang terlalu tipis dapat mengakibatkan berkurangnya zat berkhasiat yang mudah menguap sehingga berdampak pada komposisi, bau dan rasa yang diinginkan (Dewi dan Roni, 2023).

2.5 Pengeringan. Proses pengeringan yang dilakukan secara alami maupun dengan mesin dapat digunakan untuk membuat simplisia nabati. Pembuatan simplisia dengan pengeringan merupakan metode yang paling umum digunakan (Gafur dan Rizki, 2021). Pengeringan dapat dilakukan dengan penjemuran di bawah sinar matahari, diangin-angin, atau menggunakan oven (Wahyuni *et al.*, 2014). Proses pengeringan simplisia dapat mempengaruhi kualitas kandungan senyawa kimia dan kadar air yang terdapat pada tumbuhan. Kadar air yang tidak sesuai dengan persyaratan simplisia dapat mengakibatkan tumbuhnya bakteri dan jamur selama proses penyimpanan simplisia.

Metode pengeringan sangat penting untuk menghasilkan mutu simplisia yang tahan lama dan tidak berubah bahan aktifnya (Wahyuni dan Syamsudin, 2014).

2.6 Sortasi kering. Sortasi kering merupakan proses pemisahan benda-benda termasuk benda asing dan kotoran lain yang tertinggal selama proses pengeringan (Widodo dan Subositi, 2021). Sortasi kering dilakukan setelah pengeringan untuk memilih bagian tanaman seperti daun dengan kualitas yang baik (Gafur dan Rizki, 2021).

2.7 Pengemasan atau pengepakan. Pengepakan merupakan tahapan penting dalam penanganan simplisia yang bertujuan untuk mempertahankan kualitas dan kestabilan zat aktif di dalamnya. Simplisia yang telah dikeringkan harus segera dikemas agar tidak menyerap kembali uap air dari udara sekitar. Bahan kemasan yang digunakan sebaiknya bersifat *inert*, tidak bereaksi dengan isi, serta mampu melindungi dari pengaruh lingkungan seperti plastik tebal, kaca gelap atau aluminium foil terbukti efektif dalam menjaga mutu simplisia selama proses penyimpanan dan distribusi (Gafur dan Rizki, 2021).

2.8 Penyimpanan. Simplisia harus memenuhi persyaratan tertentu agar kandungan senyawa aktif tetap stabil selama proses penyimpanan. Ruang penyimpanan sebaiknya memiliki suhu yang stabil, kelembaban rendah dan terlindung dari sinar matahari langsung. Suhu tinggi dan kelembaban yang tidak terkontrol dapat menyebabkan degradasi zat aktif. Penyimpanan dapat dilakukan dalam ruangan tertutup dengan ventilasi cukup, serta penggunaan kemasan yang kedap udara merupakan strategi yang dianjurkan untuk mempertahankan mutu simplisia (Syarifah *et al.*, 2023).

3. Pembuatan serbuk simplisia

Serbuk simplisia dari dibuat dengan menghaluskan simplisia menggunakan blender sampai ukurannya cukup untuk diekstraksi. Tujuan penyerbukan terhadap simplisia salah satunya untuk memperkecil ukuran partikel. Ukuran partikel yang lebih kecil akan memperluas kontak dan penyari dapat dengan mudah menembus dinding sel sehingga senyawa yang ada dalam simplisia akan terlarut (Fatwami dan Royani, 2023).

C. Ekstrak

Ekstrak adalah bentuk cairan yang pekat yang didapatkan dengan cara menarik zat aktif dari bahan baku tumbuhan atau hewan menggunakan pelarut yang tepat. Semua atau hampir semua pelarut dihilangkan dengan cara menguapkan, dan massa serbuk yang tersisa dikelola agar memenuhi standar yang ditentukan (Kemenkes RI, 2020). Ada tiga macam ekstrak, yaitu ekstrak cair, ekstrak kental, dan ekstrak kering. Ekstrak cair memiliki kadar air lebih dari 30 persen dan ekstrak tersebut masih bisa dituangkan. Ekstrak yang pekat memiliki tingkat kelembapan berkisar antara 5% hingga 30%. Ekstrak kering memiliki kadar air yang lebih rendah dari 5% (Voigt, 1994). Ekstrak tumbuhan obat yang dibuat dari simplisia bisa digunakan sebagai bahan awal, bahan antara, atau hasil akhir produk, sehingga ekstrak tersebut harus memenuhi standar kualitas mulai dari bahan mentah, prosedur pembuatan hingga ujian produk yang dilakukan. Faktor-faktor kimia seperti jenis dan jumlah zat kimia, cara pengambilan ekstrak, serta pelarut yang digunakan bisa memengaruhi kualitas dari ekstrak tersebut. Faktor lain yang memengaruhi kualitas ekstrak mencakup kualitas tanaman itu sendiri, seperti asal genetiknya, keaslian tanaman, kondisi lingkungan tempat tumbuh, penggunaan bahan tambahan yang mendukung pertumbuhannya, waktu saat tanaman dipanen, cara pengolahan setelah panen, teknik ekstraksi, serta teknik pengentalan yang digunakan (Riyanto dan Haryanto, 2023).

D. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan cara untuk memisahkan zat aktif dari bahan alami, baik yang berasal dari tumbuhan maupun hewan, dengan menggunakan cairan khusus yang sesuai berdasarkan kemampuannya melarutkan zat tersebut. Ekstrak sendiri adalah bentuk sediaan yang pekat, dibuat dengan cara menarik zat aktif menggunakan pelarut yang tepat, lalu menguapkan pelarut tersebut hingga tersisa bagian padat atau serbuk. Proses tersebut dilakukan dengan cara tertentu agar memenuhi standar yang telah ditentukan. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan ekstrak yang memiliki kandungan zat aktif dalam jumlah yang cukup dan dengan cara yang sangat efisien (Kemenkes RI, 2020).

Ekstraksi dilakukan dengan cara melarutkan senyawa kimia yang terdapat di dalam jaringan tanaman atau dinding sel. Senyawa yang telah larut dalam pelarut selanjutnya cairan tersebut dipisahkan

dari bahan padat untuk menghasilkan ekstrak. Keberhasilan proses ekstraksi dipengaruhi oleh metode ekstraksi dan jenis pelarut yang dipilih. Kedua faktor tersebut menentukan jumlah dan jenis senyawa yang dapat diambil dari bahan asalnya (Widwastuti *et al.*, 2022).

Ekstraksi bertujuan untuk mengambil komponen bioaktif dari bahan dasar agar dapat dimanfaatkan dalam pembuatan sediaan obat, kosmetik dan produk kesehatan lainnya. Ekstraksi juga berfungsi untuk memusatkan senyawa tertentu sekaligus menghilangkan zat-zat yang tidak diinginkan dari suatu bahan alam (Widwastuti *et al.*, 2022).

1. Metode ekstraksi

Metode ekstraksi simplisia terdiri dari beberapa teknik yang dipilih berdasarkan sifat senyawa aktif dan tujuan ekstraksi. Beberapa metode ekstraksi yang umum digunakan meliputi maserasi, sonikasi, sokhletasi dan refluks. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan tergantung pada sifat senyawa yang diekstraksi dan kondisi operasionalnya (Syamsul dan Lestari, 2020).

Metode ekstraksi maserasi merupakan teknik yang mengekstraksi zat yang berkhasiat atau zat aktif dari bagian tanaman dengan merendam sampel dengan pelarut yang sesuai (Dewatisari, 2020). Metode maserasi merupakan metode konvensional yang masih sering digunakan untuk mendapatkan kandungan kimia atau sediaan awal untuk pengobatan tradisional. Metode maserasi memiliki beberapa keuntungan seperti mudah, sederhana, tidak memerlukan alat khusus, murah dan cocok untuk sampel yang tidak tahan panas atau bersifat termolabil di suhu ruang (Fakhruzy *et al.*, 2020).

Ekstraksi sonikasi memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk mempercepat penetrasi pelarut ke dalam jaringan bahan, sehingga proses ekstraksi menjadi lebih cepat dan efisien. Ekstraksi dengan metode sonikasi merupakan pengembangan dari teknik maserasi yang menggunakan bantuan gelombang ultrasonik berfrekuensi tinggi yang berkisar 20 kHz. Serbuk simplisia dimasukkan ke dalam wadah khusus dan dipaparkan dengan gelombang ultrasound. Proses ini memberikan tekanan mekanis pada jaringan sel sehingga terbentuk rongga di dalam sampel. Pecahnya struktur sel tersebut akan meningkatkan pelepasan senyawa aktif ke dalam pelarut sehingga dapat memperbaiki kelarutan serta meningkatkan efisiensi hasil ekstraksi (Triyanti *et al.*, 2025).

Sokhletasi merupakan metode ekstraksi yang memanfaatkan alat khusus untuk menguapkan dan mengembunkan pelarut secara

berulang. Metode ini efektif digunakan untuk mengekstraksi senyawa yang mudah menguap (Senphan *et al.*, 2024).

Metode ekstraksi modern seperti *Ultrasonic-Assisted Extraction* (UAE), *Supercritical Fluid Extraction* (SFC), *Pressurized Liquid Extraction* (PLE) dan *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) mulai banyak diterapkan dalam isolasi senyawa bioaktif. Metode-metode ini memiliki keunggulan dalam hal efisiensi penggunaan pelarut, waktu ekstraksi yang lebih singkat, serta selektivitas dan produktivitas yang lebih tinggi (Oprescu *et al.*, 2022).

Metode ekstraksi maserasi masih menjadi pilihan umum dari berbagai metode yang tersedia. Maserasi tergolong metode sederhana yang tidak memerlukan pemanasan intensif meskipun waktu yang dibutuhkan cukup lama dan efisiensinya lebih rendah. Keunggulan utama maserasi terletak pada kemampuannya mengekstraksi senyawa yang mudah rusak akibat panas (Oprescu *et al.*, 2022).

Efektivitas maserasi ditentukan oleh beberapa faktor meliputi ukuran partikel, porositas dan kandungan kimia dari bahan padat. Kestabilan dan kelarutan senyawa target ditentukan oleh sifat pelarut seperti polaritas dan viskositas. Suhu dan durasi selama ekstraksi juga akan mempengaruhi hasil akhir. Suhu yang terlalu tinggi dan waktu yang terlalu lama dapat meningkatkan hasil dan juga berisiko merusak senyawa. Laju pengadukan juga harus diperhatikan karena dapat mempercepat kontak antara bahan dan pelarut. Faktor yang terakhir pengaturan *pH* dan kekuatan ionik pelarut juga dapat membantu meningkatkan pelarutan dan stabilitas senyawa aktif selama proses ekstraksi (Sulaiman *et al.*, 2017).

2. Pelarut ekstraksi

Pelarut memiliki peran penting dalam proses ekstraksi karena menentukan efisiensi perolehan senyawa aktif dari bahan alam. Pemilihan pelarut disesuaikan dengan tingkat polaritas senyawa target agar proses berjalan optimal. Senyawa yang bersifat polar akan lebih mudah diekstrak menggunakan pelarut polar seperti etanol dan metanol.

Etanol 95% memberikan rendemen tertinggi serta menghasilkan kadar fenolik dan aktivitas antioksidan yang lebih baik dibandingkan pelarut etil asetat maupun campuran aseton dan air (7:3) pada ekstraksi kulit buah naga merah (Noviyanty *et al.*, 2019). Sejalan dengan penelitian sebelumnya, ekstraksi kulit buah markisa kuning

menggunakan etanol juga menghasilkan kadar flavonoid paling tinggi dibandingkan pelarut lainnya (Priamsari dan Kristanti, 2023).

3. Faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi

Keberhasilan ekstraksi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor utama seperti jenis dan polaritas pelarut. Pelarut yang digunakan harus sesuai dengan sifat polaritas senyawa yang akan diekstraksi agar pelarut tersebut mampu melarutkan senyawa aktif secara efektif. Faktor kedua, ukuran partikel simplisia. Ukuran partikel yang lebih kecil akan meningkatkan luas permukaan simplisia sehingga pelarut lebih mudah melarutkan senyawa aktif yang terkandung di dalamnya. Faktor ketiga, waktu ekstraksi. Lama waktu kontak antara pelarut dan simplisia harus cukup agar proses difusi senyawa aktif dari bahan ke pelarut dapat berlangsung secara maksimal. Faktor terakhir, suhu ekstraksi. Peningkatan suhu dapat mempercepat laju reaksi, tetapi perlu diatur agar tidak merusak senyawa aktif yang tidak tahan terhadap panas (Widwastuti *et al.*, 2022).

E. Radikal Bebas

Dunia kesehatan penyakit degeneratif seperti stroke, diabetes melitus, penyakit jantung koroner dan penyakit kardiovaskular semakin menjadi topik pembahasan (Kurniawati dan Sutoyo, 2021). Radikal bebas merupakan salah satu penyebab munculnya berbagai penyakit degeneratif tersebut. Sebagai bagian dari proses metabolisme, sel-sel manusia secara konsisten memproduksi radikal bebas dan *Reactive Oxygen Species* (ROS) (Widiasriani *et al.*, 2024). Radikal bebas merupakan molekul atau fragmen molekul tidak stabil dengan satu atau lebih elektron tidak berpasangan yang dapat merusak *lipid* membran sel, DNA dan protein yang dapat menyebabkan berbagai penyakit degeneratif (Kusbandari dan Susanti, 2017). Radikal bebas dalam tubuh juga dapat menyebabkan kerusakan sel dan jaringan. Kerusakan sel dan jaringan ini dapat menyebabkan kerusakan organ lebih lanjut sehingga menimbulkan penyakit jangka panjang (Ladeska *et al.*, 2022). Peningkatan radikal bebas akan menyebabkan peningkatan *pathogenesis* beberapa penyakit meskipun tubuh manusia memiliki pertahanan alami melawan peningkatan radikal bebas dalam batas normal. Senyawa antioksidan dapat digunakan untuk mengatasi radikal bebas tersebut (Purnamasari *et al.*, 2021).

F. SPF

Sun Protection Faktor (SPF) merupakan ukuran kuantitatif yang menunjukkan kemampuan suatu produk tabir surya dalam melindungi kulit dari paparan sinar *ultraviolet* B (UV-B). Nilai SPF menunjukkan seberapa lama kulit yang telah diaplikasikan tabir surya mampu bertahan terhadap eritema atau kemerahan akibat sinar UV-B dibandingkan dengan kulit tanpa perlindungan (Pratama dan Zulkarnain, 2015).

Penentuan nilai SPF dapat dilakukan melalui metode *in vitro* menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Metode ini mengukur seberapa besar cahaya UV yang diserap oleh sediaan tabir surya dalam rentang panjang gelombang UV-B 290-320 nm. Data absorbansi yang diperoleh dimasukkan dalam persamaan SPF dan menggunakan konstanta yang telah ditetapkan. Rumus penentuan nilai SPF sebagai berikut :

Persamaan 1. Perhitungan nilai SPF

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

Keterangan:

CF : *Correction factor* = 10

EE : *Erythema effect spectrum*

I : Intensitas spektrum matahari pada panjang gelombang

Abs : Absorbansi produk tabir surya

Nilai EE x I merupakan suatu ketetapan (Luthfi *et al.*, 2024) ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 1. Konstanta normalisasi EE (λ) x I (λ)

Panjang gelombang (nm)	EE (λ) x I (λ)
290	0,015
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0837
320	0,018
Jumlah	1

Tabel 2. Keefektifan Tabir Surya berdasarkan Nilai SPF (Juliadi *et al.*, 2023)

No	Nilai SPF	Kategori Proteksi Tabir Surya
1	1 – 4	Proteksi minimal
2	4 – 6	Proteksi sedang
3	6 – 8	Proteksi ekstra
4	8 – 15	Proteksi maksimal
5	≥ 15	Proteksi ultra

Nilai SPF yang semakin tinggi maka semakin besar kemampuan produk dalam mencegah terjadinya kerusakan kulit akibat paparan sinar UV-B. Penggunaan produk tabir surya dengan nilai SPF yang sesuai sangat penting, terutama bagi individu yang sering terpapar sinar matahari secara langsung. Pemilihan produk berdasarkan nilai SPF harus mempertimbangkan jenis aktivitas, durasi paparan, serta jenis kulit agar perlindungan maksimal dapat tercapai (Sulistyowati *et al.*, 2022).

G. Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang berperan sebagai inhibitor yang menghambat proses autooksidasi. Senyawa ini menekan aktivitas radikal bebas dengan membentuk reaksi radikal bebas yang tidak reaktif dan lebih stabil (Islamiyati *et al.*, 2024). Senyawa antioksidan dapat ditemukan secara alami di dalam tubuh, tetapi jumlahnya tidak selalu cukup untuk melawan stress oksidatif yang meningkat. Asupan tambahan dari luar menjadi sumber utama antioksidan eksternal dapat mendukung perlindungan sel. Antioksidan eksogen berasal dari bahan alam seperti tanaman obat, sayuran dan buah-buahan yang mengandung senyawa fenolik dan flavonoid (Nathania *et al.*, 2020).

Antioksidan terbagi menjadi dua jenis, antioksidan enzimatis dan non-enzimatis. Antioksidan enzimatis merupakan molekul kompleks seperti superoksida dismutase, katalase dan peroksiredoksin yang berfungsi melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas. Antioksidan non-enzimatis terdiri dari senyawa yang lebih sederhana seperti glutathion, vitamin A, C, E β -karoten, serta senyawa lain seperti flavonoid, albumin, bilirubin dan serumplasmin. Antioksidan non-enzimatis dapat berasal dari nutrisi maupun non-nutrisi. Antioksidan non-enzimatis umumnya ditemukan dalam bahan alami seperti buah, sayuran, biji-bijian dan kacang-kacangan. Senyawa yang tergolong antioksidan dari tanaman umumnya berasal dari golongan polifenol, bioflavonoid, vitamin C, vitamin E, β -karoten dan katekin yang memiliki peran penting dalam menangkalkan stress oksidatif (Pratiwi *et al.*, 2023).

1. Mekanisme Kerja Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menangkalkan efek merusak dari radikal bebas melalui mekanisme penyerahan elektron

untuk menstabilkan molekul reaktif. Mekanisme kerja antioksidan berlangsung melalui pemberian elektron atau atom hidrogen kepada oksigen reaktif seperti hidroksil, superoksida dan radikal peroksi. Donor ini berasal dari molekul antioksidan yang mampu mencegah terjadinya proses oksidasi pada oksigen maupun sel (Hajar *et al.*, 2021). Senyawa antioksidan mencegah kerusakan oksidatif pada *lipid*, protein dan DNA yang dapat menyebabkan berbagai penyakit degeneratif seperti kanker, penuaan dini dan gangguan kardiovaskular (Mareta, 2020).

2. Uji aktivitas antioksidan

Aktivitas antioksidan dapat diukur dengan berbagai metode, antara lain uji TBARS (*Thiobarbituric Acid Reactive Substances*), FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), ABTS (*2,2-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)*) dan DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*) (Gupta, 2015). Metode DPPH dipilih untuk pengujian aktivitas penangkapan radikal bebas karena mempunyai sejumlah keunggulan seperti tingkat sensitivitas yang tinggi, mudah digunakan, mampu menganalisis banyak sampel dalam waktu singkat, teknis sederhana dan hanya memerlukan spektrofotometer UV-Vis. Metode yang paling sering digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan termasuk metode DPPH. Metode ini memberikan informasi mengenai kemampuan senyawa uji dalam bereaksi dengan radikal bebas yang stabil (Ikhrar *et al.*, 2019).

Prinsip metode DPPH didasarkan pada reaksi antara DPPH dan senyawa antioksidan dimana DPPH menangkap atom hidrogen dari antioksidan. Senyawa radikal bebas yang umum digunakan sebagai model untuk mengukur kemampuan penangkapan radikal bebas misalnya DPPH (*1,1-Diphenil-2-pikrilhidrazil*). DPPH dapat mengalami reduksi setelah menerima atom hidrogen dari senyawa antioksidan seperti antioksidan, polifenol dan flavonoid yang ditandai dengan perubahan warna larutan dari ungu tua menjadi kuning pucat. Perubahan warna yang terjadi menunjukkan adanya aktivitas antioksidan pada sampel yang diuji (Mohamed *et al.*, 2016).

Aktivitas antioksidan dievaluasi melalui nilai IC_{50} (*Inhibitor Concentration 50%*). IC_{50} merupakan konsentrasi ekstrak yang dibutuhkan untuk mereduksi 50% radikal bebas yang ada (Melsi *et al.*, 2022). Nilai IC_{50} merupakan konsentrasi ekstrak dan vitamin C yang mampu menghasilkan aktivitas penangkapan radikal bebas sebesar 50%

dibandingkan dengan kontrol. Nilai IC_{50} yang rendah atau kurang dari 50 ppm menunjukkan tingkat aktivitas antioksidan tinggi. Nilai IC_{50} yang tinggi menunjukkan aktivitas antioksidan yang rendah. Nilai ini diperoleh melalui persamaan regresi linier antara konsentrasi terhadap persentase penangkapan radikal (Niah dan Baharsyah, 2018).

Kemampuan untuk meredam radikal DPPH (inhibisi) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

Persamaan 2. Perhitungan %inhibisi aktivitas antioksidan

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{Abs DPPH} - \text{Abs Sampel}}{\text{Abs DPPH}} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

Abs DPPH = Absorbansi DPPH

Abs Sampel = Absorbansi Sampel

Inhibisi = Aktivitas Antioksidan

Semakin kecil nilai IC_{50} maka kemampuan senyawa sebagai penangkal radikal bebas semakin besar. Berikut tabel ketentuan antioksidan :

Tabel 3. Ketentuan antioksidan

Nilai IC_{50} (ppm)	Intensitas
<50	Sangat kuat
50-100	Kuat
100-150	Sedang
150-200	Lemah
>200	Sangat lemah

H. Tabir Surya

Tabir surya merupakan formulasi yang diterapkan pada kulit untuk melindungi dari efek merugikan sinar *ultraviolet* (UV) terutama UV-A dan UV-B. Paparan sinar UV dapat menyebabkan kerusakan kulit seperti penuaan dini, eritema dan meningkatkan risiko kanker kulit. Tabir surya bekerja dengan cara menyerap, memantulkan atau menghamburkan sinar UV agar tidak menembus lapisan kulit yang lebih dalam (Salsabila dan Wardhana, 2024).

Bahan aktif dalam tabir surya terbagi menjadi dua jenis utama meliputi filter kimiawi (organik) dan filter fisik (anorganik). Filter kimiawi seperti *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* berfungsi menyerap radiasi UV dan mengubahnya menjadi panas. Filter fisik seperti titanium dioksida dan seng oksida bertugas memantulkan serta menghamburkan sinar UV sehingga memberikan perlindungan mekanis terhadap kulit (Avianka *et al.*, 2022)

I. Emulgel

Emulgel merupakan sediaan topikal semi padat yang tersusun dari kombinasi sistem emulsi dan basis gel. Sediaan emulgel dibuat dengan menambahkan zat pengental seperti *carbopol* atau *Hydroxy Propyl Methyl Cellulose* (HPMC) ke dalam sistem emulsi sehingga menghasilkan konsistensi yang stabil dan mudah diaplikasikan pada permukaan kulit. Jenis emulsi yang digunakan dapat berupa minyak dalam air (*oil in water*) atau air dalam minyak (*water in oil*) tergantung sifat bahan aktif dan tujuan penggunaan. Keberhasilan formulasi emulgel ditentukan oleh beberapa faktor antara lain pemilihan tipe emulsi, viskositas gel, *pH* sediaan, dan jenis surfaktan yang digunakan (Kurniawan *et al.*, 2019).

1. Keuntungan emulgel

Karakteristik fisik emulgel memberikan keuntungan dalam penghantaran zat aktif khususnya dalam sediaan topikal. Tekstur lembut, tidak lengket dan mudah meresap membuat emulgel lebih disukai dibandingkan sediaan krim atau salep konvensional. Keberadaan sistem ganda dalam emulgel memungkinkan pelepasan zat aktif berlangsung lebih perlahan serta meningkatkan penetrasi ke dalam lapisan kulit. Struktur emulgel yang stabil dapat memperpanjang waktu kontak antara bahan aktif dan kulit sehingga meningkatkan efektivitas kerja zat tersebut. Keuntungan lain emulgel seperti tidak meninggalkan noda, tiksotropik dan mudah dibersihkan. Formulasi ini telah banyak diterapkan untuk penghantaran zat aktif bersifat antiinflamasi, antimikroba, maupun bahan kosmetik seperti antioksidan dan tabir surya. Emulgel yang terdiri dari dua fase dapat terbentuk gelembung saat formulasi (Dhawas *et al.*, 2020).

2. Uji mutu fisik emulgel

Sediaan emulgel perlu dilakukan uji mutu fisik antara lain uji organoleptik, homogenitas, tipe emulsi, pemisahan fase, daya sebar, *pH* dan viskositas oleh (Puspitasari *et al.*, 2023).

2.1 Uji organoleptis. Uji organoleptis merupakan uji yang didasarkan pada proses penginderaan. Proses penginderaan yang digunakan meliputi pengamatan pada warna, bau, tekstur dan konsistensi. Sediaan biasanya berwarna jernih dengan konsistensi semi padat (Arman *et al.*, 2021).

2.2 Uji homogenitas. Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui sediaan homogen atau tidak. Homogenitas ditunjukkan

dengan tidak adanya butiran kasar. Homogenitas penting dalam sediaan karena berkaitan dengan keseragaman kandungan jumlah zat aktif dalam setiap penggunaan. Homogenitas dilakukan dengan mengoleskan sediaan pada kaca objek (Saryanti *et al.*, 2019).

2.3 Uji pH. Uji pH dilakukan untuk melihat tingkat keasaman sediaan. Uji pH dilakukan untuk menjamin sediaan tidak menyebabkan iritasi pada kulit. pH sediaan *gel* diukur menggunakan pH meter. pH sediaan yang memenuhi kriteria pH kulit berada pada interval 4,5-7 (Anindhita dan Oktaviani, 2020).

2.4 Uji viskositas. Viskositas merupakan pernyataan tahanan dari suatu sediaan yang berpengaruh pada sifat alir sediaan (Puspitasari *et al.*, 2023). Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui besarnya suatu viskositas atau kekentalan dimana menyatakan besarnya tahanan suatu cairan untuk mengalir.

2.5 Uji daya sebar. Uji daya sebar bertujuan untuk menjamin pemerataan *gel* saat diaplikasikan pada kulit dan mengetahui penyebaran *gel* diatas kulit, semakin besar luas penyebaran maka semakin mudah diaplikasikan pada kulit sehingga absorpsi pada kulit semakin maksimal. Berdasarkan persyaratan daya sebar haruslah dalam parameter 5 cm – 7 cm (Shan dan Wicaksono, 2018).

2.6 Uji daya lekat. Daya lekat ditentukan berdasarkan waktu yang diperlukan sampai kedua *object glass* terlepas. Syarat daya lekat yaitu lebih dari 1 detik. Kemampuan *gel* yang semakin besar untuk melekat maka akan semakin baik penghantaran obatnya (Yusuf *et al.*, 2017).

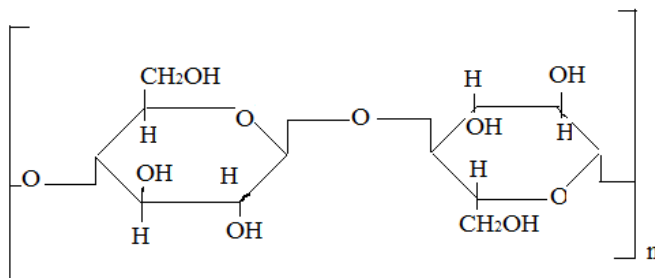
3. Komposisi Sediaan Emulgel

3.1 Hydroxy Propyl Methyl Cellulose (HPMC). *Hydroxy Propyl Methyl Cellulose* (HPMC) dikenal sebagai nama resmi dari bahan yang juga memiliki beberapa nama dagang atau sinonim seperti *Hypermellose*, *Tylose*, *Metolose*, *Hypromellose*, *Methocel*, *Methylcellulose propylene glycol ether* dan *Pharmacoat*. Senyawa ini memiliki rumus kimia $C_8H_{15}O_8$ dan berat molekul sekitar 324,28 g/mol (Rowe *et al.*, 2009).

Pemerian HPMC sendiri berupa serbuk hablur putih tanpa bau. Kelarutan HPMC tergolong baik dalam air dingin yang akan membentuk larutan kental seperti koloid. HPMC hampir tidak larut dalam air panas, etanol 95%, kloroform maupun eter. Pelarut yang

sesuai untuk HPMC antara lain campuran air-etanol, etanol-diklorometana, serta metanol-diklorometana (Rowe *et al.*, 2009).

Kegunaan HPMC yang utama antara lain sebagai agen pembentuk gel, pembentuk film dan peningkat viskositas. Konsentrasi optimal untuk membentuk *gel* berkisar antara 5-15% (Voigt, 1994). HPMC dapat meningkatkan kekentalan sediaan pada konsentrasi 2-4% (Wade dan Weller, 1994). Konsentrasi antara 2-10% umumnya digunakan untuk mendukung struktur *gel* yang stabil. Konsentrasi efektif HPMC sebagai *gelling agent* berkisar antara 1 hingga 5%. Stabilitas fisik HPMC dapat terjaga apabila disimpan dalam wadah tertutup rapat, kering dan bersuhu rendah (Rowe *et al.*, 2009). Penggunaan HPMC cukup luas dalam berbagai jenis sediaan farmasi seperti tablet, sediaan topikal, sediaan steril mata (optalmik), sediaan hidung (nasal), serta dalam formulasi kosmetik dan makanan. Fungsi HPMC meliputi agen pengental, pengikat tablet, agen pelepas lambat (*sustained release*), penstabil emulsi, zat pendispersi, serta agen pensuspensi. Karakteristik HPMC yang stabil menjadikannya bahan yang cocok digunakan dalam formulasi meskipun bersifat higroskopis setelah melalui proses pengeringan (Rowe *et al.*, 2009).

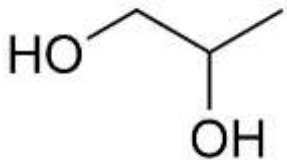


Gambar 2. Struktur HPMC (Rowe *et al.*, 2009).

3.2 Paraffin Liquid (Parafin cair). Parafin cair merupakan campuran hidrokarbon hasil pemurnian dari minyak mineral dalam bentuk cair. Zat ini memiliki karakteristik berupa cairan kental, tidak berwarna, tidak memiliki bau maupun rasa dan bersifat stabil. Kelarutan parafin cair sangat rendah dalam air dan etanol. Kelarutan parafin cukup baik dalam kloroform, eter dan minyak atsiri. Kelarutan rendah juga tercatat dalam etanol absolut. Penggunaan parafin cair umum ditemukan dalam berbagai sediaan topikal seperti gel, salep dan emulgel. Fungsi utama dari parafin cair sendiri salah satunya sebagai emolien. Emolien merupakan komponen aktif dalam pelembab (*moisturizer*) yang bekerja dengan melembutkan dan menenangkan

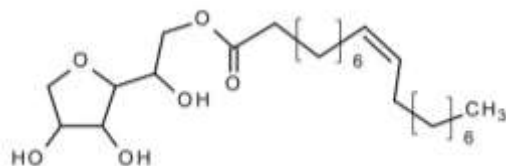
permukaan kulit kering atau mengalami pecah-pecah (Rowe *et al.*, 2009).

3.3 Propilenglikol. Propilenglikol berperan sebagai humektan dalam sediaan semisolid seperti sediaan gel, emulgel dan krim. Fungsi humektan propilenglikol menarik dan mempertahankan kelembaban pada sediaan sehingga teksturnya menjadi lebih lembut dan nyaman saat diaplikasikan ke kulit. Peran lain propilenglikol sebagai pelarut yang efektif untuk berbagai zat aktif meningkatkan homogenitas sediaan serta membantu menjaga kestabilan formulasi (Zendrato *et al.*, 2025).



Gambar 3. Struktur propilenglikol (Rowe *et al.*, 2009).

3.4 Span 80. Span juga dikenal dengan nama sorbitan monooleate atau sorbitan esters (Rowe *et al.*, 2009). Span 80 berwarna kuning gading, berbentuk cairan kental menyerupai minyak, memiliki bau khas tajam dan bertekstur lunak. Senyawa ini tidak larut dalam air, namun dapat terdispersi dengan baik; larut dalam hampir semua jenis minyak mineral dan nabati; serta sedikit larut dalam eter. Span 80 mempunyai berat jenis 1 gram pada suhu 20°C. Nilai HLB Span 80 tercatat 4,3. Viskositas span 80 mencapai 1000 cP pada suhu 25°C (Molinske, 1992) Umumnya digunakan bersama polysorbate dalam pembuatan krim, salep, serta emulsi tipe minyak dalam air (M/A) maupun air dalam minyak (A/M). Span 80 dapat ditambahkan ke dalam basis parafin untuk menghasilkan basis anhidrat yang mampu menyerap air dalam jumlah besar.

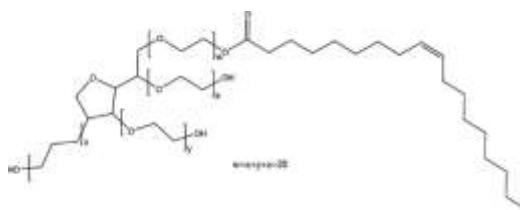


Gambar 4. Struktur span 80 (Rowe *et al.*, 2009).

3.5 Tween 80. Tween 80 merupakan cairan kental berwarna kuning muda hingga kuning sawo. Tween 80 memiliki rasa pahit yang dapat muncul saat terkena panas. Tween 80 tergolong sebagai surfaktan nonionik yang tidak memiliki muatan listrik. Zat tambahan ini

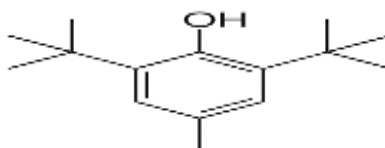
mempunyai sifat hidrofil yang berasal dari gugus hidroksil dan grup etilen oksida. Sifat lipofil pada tween 80 muncul akibat adanya rantai karbon panjang yang berasal dari asam lemak penyusunnya. Tween dikenal juga sebagai polysorbate 80. Senyawa ini merupakan ester oleat dari sorbitol dimana setiap molekul anhidrida sorbitol terkopolimerisasi dengan 20 molekul etilen oksida (1:20). Polysorbate 80 memiliki kelarutan sangat baik dalam air, larut dalam etanol 95% dan etilasetat, serta tidak larut dalam parafin cair. Senyawa ini memiliki titik lebur pada kisaran suhu 5-6 °C, nilai pH antara 6,0 dan 8,0, serta tetap stabil pada larutan dengan pH 2 hingga 12. Penggunaan tween 80 secara kombinasi dengan emulsifier lain memiliki kisaran konsentrasi efektif antara 1% hingga 10% (Rowe *et al.*, 2009).

Tween 80 sering digunakan sebagai pengemulsi yang dipadukan dengan Span 80. Tween 80 termasuk agen pengemulsi tipe M/A karena kelarutannya dalam air, sedangkan Span 80 memiliki sifat nonionik dengan gugus lipofil yang lebih dominan. Perpaduan tween 80 dan span 80 dapat menghasilkan emulsi yang lebih stabil. Berdasarkan teori interfacial film, penggabungan emulgator yang larut dalam air dengan emulgator yang larut dalam lemak mampu menciptakan sediaan emulsi yang lebih stabil dibandingkan penggunaan emulgator tunggal (Daud *et al.*, 2018).



Gambar 5. Struktur Tween 80 (Rowe *et al.*, 2009).

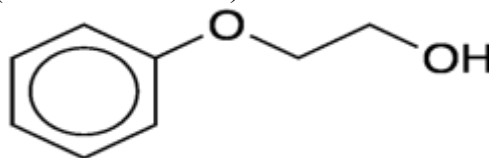
3.6 Butil Hidroksitoluen (BHT). BHT mempunyai pemerian berupa hablur padat berwarna putih dengan bau has lemah. BHT tidak larut dalam air dan propilenglikol, namun mudah larut dalam etanol, kloroform dan eter (Kementerian Kesehatan RI, 2014). BHT digunakan sebagai antioksidan dalam sediaan kosmetik untuk mencegah terjadinya reaksi oksidasi pada bahan dan produk akhir (Rowe *et al.*, 2009).



Gambar 6. Struktur Butil Hidroksitoluen (Rowe *et al.*, 2009).

3.7 *Phenoxyetanol*. *Phenoxyetanol* merupakan bahan pengawet antibakteri yang banyak digunakan dalam sediaan topikal pada konsentrasi 0,2-1%. *Phenoxyethanol* berbentuk cair tidak berwarna dengan konsistensi agak kental dan mempunyai aroma yang sedikit ringan. *Phenoxyetanol* dapat memberikan sensasi hangat pada kulit. *Phenoxyetanol* mempunyai titik leleh pada suhu sekitar 14°C.

Phenoxyetanol dalam bentuk larutan memiliki kestabilan yang baik dalam air dan dapat disterilkan menggunakan autoklaf. Penyimpanan senyawa ini dianjurkan dalam wadah tertutup rapat serta ditempatkan di area yang kering dan sejuk. *Phenoxyetanol* mempunyai kekentalan yang ringan sehingga memudahkan proses aplikasi dalam sediaan topikal (Rowe *et al.*, 2009).



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

3.8 *Aquadest*. *Aquadest* berfungsi sebagai pelarut utama dalam fase air sediaan emulgel. *Aquadest* melarutkan bahan-bahan hidrofilik seperti zat aktif, pengawet, humektan, serta *gelling agent*. Keberadaannya membantu membentuk sistem emulsi yang stabil dan homogen. *Aquadest* banyak digunakan dalam bahan baku dan pelarut sampai dengan konsentrasi 100% (Rowe *et al.*, 2009).

J. Spektrofotometri UV-Vis

1. Mekanisme Kerja Spektro UV-Vis

Spektrofotometer digunakan sebagai alat untuk mengukur energi secara relatif berdasarkan transmisi, refleksi dan emisi energi pada panjang gelombang tertentu. Fotometer berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diserap oleh suatu zat. Spektrofotometri serapan merupakan teknik analisis berdasarkan interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan molekul atau atom suatu senyawa. Panjang gelombang daerah *ultraviolet* berada pada rentang 190-380 nm, daerah tampak 380-780 nm, inframerah dekat 780-3000 nm dan inframerah 2,5-4,0 μm (Kemenkes RI, 2020). Molekul yang menyerap sinar tampak atau *ultraviolet* akan mengalami eksitasi dari tingkat energi dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi. Radiasi *ultraviolet* diserap oleh elektron-elektron yang terlibat dalam

ikatan antar atom serta oleh pasangan elektron bebas pada unsur-unsur seperti oksigen, nitrogen, halogen dan belerang.

2. Bagian-bagian Spektrofotometri UV-Vis

Spektro terdiri atas beberapa bagian utama yang berperan dalam proses pengukuran. Bagian-bagian tersebut meliputi :

2.1 Sumber Radiasi. Sumber radiasi berperan penting dalam proses pengukuran retensi absorpsi. Sumber yang ideal harus mampu menghasilkan spektrum daya yang kontinu dan merata di seluruh rentang panjang gelombang yang dianalisis. Energi radiasi tersebut berasal dari suatu zat yang mengalami eksitasi ke tingkat energi lebih tinggi, baik akibat paparan sumber energi tinggi maupun pemanasan listrik (Rahim, 2011).

2.2 Monokromator. Monokromator berfungsi untuk menghasilkan radiasi monokromatis dari sumber radiasi yang awalnya bersifat polikromatis. Alat ini bersama dengan penyaring (filter) digunakan untuk mengurangi radiasi polikromatik yang tidak diinginkan. Filter terbuat dari bahan tertentu yang hanya memungkinkan radiasi dengan panjang gelombang spesifik untuk melewati, sementara panjang gelombang lainnya diserap. Monokromator sendiri merupakan perangkat optik yang mampu memisahkan radiasi polikromatik menjadi pita cahaya dengan panjang gelombang tertentu, kemudian mengarahkan cahaya tersebut secara presisi ke jalur yang telah ditentukan (Rahim, 2011).

2.3 Tempat Sampel (Cuplikan). Sampel yang dianalisis dalam spektrofotometri, baik pada wilayah *ultraviolet* maupun sinar tampak, umumnya berbentuk gas atau larutan dan ditempatkan dalam sel atau kuvet. Analisis di wilayah *ultraviolet* digunakan sel berbahan dasar silika hasil peleburan, sedangkan pada wilayah tampak digunakan sel yang terbuat dari kaca biasa. Sel untuk sampel gas memiliki panjang gelombang antara 0,1 hingga 100 mm, sedangkan sel untuk larutan memiliki panjang lintasan cahaya antara 1 hingga 10 cm. Sebelum digunakan, sel harus dibersihkan terlebih dahulu menggunakan air, deterjen panas, atau larutan asam nitrat untuk memastikan keakuratan hasil analisis (Rahim, 2011).

2.4 Detektor. Detektor berfungsi menangkap energi foton yang mengenainya dan mengubah energi tersebut menjadi sinyal kuantitatif, seperti arus listrik atau perubahan suhu. Sebagian besar detektor menghasilkan sinyal listrik yang kemudian digunakan untuk

mengaktifkan meter atau alat perekam. Alat perekam harus mampu memberikan sinyal yang secara kuantitatif merepresentasikan besarnya energi cahaya yang diterima (Rahim, 2011).

Pemeriksaan spektrofotometri cahaya terdiri dari empat tahap pengerjaan meliputi pembentukan molekul yang dapat menyerap sinar di daerah sinar tampak (pewarnaan), pemilihan fase gelombang, pembuatan kurva kalibrasi dan pengukuran absorbansi cuplikan (Rahim, 2011).

K. Landasan Teori

Daun binahong merupakan tanaman yang memiliki berbagai manfaat di bidang kesehatan karena mengandung senyawa aktif yang berfungsi sebagai antioksidan, antiinflamasi, antibakteri, antijamur dan antivirus. Daun ini dimanfaatkan untuk mempercepat penyembuhan luka dengan cara ditempelkan langsung pada area yang terluka. Kandungan metabolit sekunder seperti senyawa flavonoid turut berperan dalam proses penyembuhan luka. Senyawa flavonoid yang terdapat dalam binahong berkontribusi sebagai antiinflamasi dan antioksidan dengan cara meningkatkan proses mitogenesis, interaksi antarsel, serta adhesi molekul selama tahap proliferasi sel (Satria *et al.*, 2022). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Parwati *et al.* (2014), ekstrak etanol daun binahong menghasilkan IC_{50} sebesar 40,27 ppm yang menunjukkan aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan vitamin C yang memiliki nilai IC_{50} sebesar 49,2 ppm. Penambahan ekstrak daun binahong dalam sediaan mempengaruhi aktivitas antioksidan. Pengujian terhadap sediaan masker *gel peel-off* dengan konsentrasi ekstrak 0,8% menghasilkan nilai IC_{50} sebesar 70,135 ppm untuk Formula I dan 54,215 ppm untuk Formula III dengan konsentrasi ekstrak sebesar 1,2%. Kedua hasil tersebut termasuk dalam kategori antioksidan kuat berada pada rentang 50 hingga 100 ppm (Lestari dan Kurniawati, 2024).

Kandungan senyawa flavonoid pada daun binahong juga mempunyai aktivitas fotoprotektor yang baik, sehingga senyawa ini berpotensi untuk dijadikan tabir surya (Nafiisah *et al.*, 2024). Ekstrak daun binahong menunjukkan nilai *Sun Protecton Factor* (SPF) sebesar 4,36 dan 5,82 pada konsentrasi 300 ppm dan 350 ppm yang tergolong dalam kategori proteksi sedang. Nilai SPF meningkat menjadi 7,44 pada konsentrasi 400 ppm dan termasuk dalam kategori proteksi ekstra.

Proteksi maksimal tercapai pada konsentrasi 450 ppm dengan nilai SPF sebesar 10,45 (Tahar *et al.*, 2019). Ekstrak daun binahong menunjukkan nilai SPF tertinggi pada konsentrasi 1% yaitu sebesar $59,70 \pm 1,45$ (proteksi ultra) dengan (%Tp) sebesar $3,89 \pm 1,38$ (proteksi ekstra) dan (%Te) sebesar $5,95 \pm 2,13$ (*sunblock*). Formula III sediaan krim ekstrak etanol daun binahong diperoleh nilai SPF sebesar $43,8 \pm 1,88$ (proteksi ultra) dengan (%Tp) sebesar $28,00 \pm 1,65$ (proteksi ekstra) dan (%Te) sebesar $18,96 \pm 1,04$ (Amin *et al.*, 2024). Peningkatan konsentrasi larutan sampel berkorelasi dengan peningkatan nilai SPF (Nurluthfiana *et al.*, 2025).

Ekstrak etanol yang diformulasikan menjadi sediaan emulgel menghasilkan mutu fisik yang baik berdasarkan hasil pengujian organoleptis, homogenitas, pH, viskositas dan daya sebar (Priani *et al.*, 2021). Sediaan emulgel memiliki sejumlah keunggulan diantaranya stabilitas dan kemampuan pelepasan obat yang optimal, kemudahan penetrasi melalui kulit karena memiliki sifat ganda hidrofobik sekaligus hidrofilik, serta kemampuan memperpanjang efek kerja obat yang memiliki waktu paruh pendek (Mohite *et al.*, 2019).

Penggunaan HPMC dapat menjadi alternatif sebagai basis *gel* sediaan topikal. HPMC menjadi alternatif yang layak digunakan karena sifatnya yang *inert* dan kemampuannya membentuk emulgel yang lebih stabil dibandingkan dengan karbopol (Mita *et al.*, 2020). Penggunaan HPMC dalam konsentrasi 0,5% pada sediaan *gel* ekstrak daun binahong menghasilkan formula terbaik dengan stabilitas dan sifat fisik yang sesuai untuk penggunaan topikal. Konsentrasi HPMC sebagai *gelling agent* berada pada rentang konsentrasi 1% - 5% (Rowe *et al.*, 2009). Konsentrasi HPMC 3% menghasilkan viskositas tinggi yang dapat menghambat pelepasan zat aktif dari sediaan. Viskositas tinggi menurunkan koefisien difusi obat dalam basis dan mengurangi laju pelepasan zat aktif. Formula dengan konsentrasi HPMC 1% memiliki viskositas paling rendah, daya sebar lebih baik di permukaan kulit, tetapi daya lekat menurun. Waktu kontak antara zat aktif dan kulit menjadi lebih singkat akibat rendahnya daya lekat. Kemampuan sebar yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menurunkan kenyamanan dan efektivitas sediaan. Viskositas emulgel yang dipengaruhi oleh variasi konsentrasi HPMC berperan penting dalam menentukan kualitas sediaan. Peningkatan konsentrasi HPMC meningkatkan viskositas, memperbesar hambatan difusi, dan menurunkan pelepasan zat aktif di area aplikasi (Cahya *et al.*, 2022).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sediaan emulgel dengan konsentrasi HPMC 2% memiliki mutu fisik paling optimal dibandingkan formula dengan konsentrasi HPMC 1,5% dan 1%. Sediaan ini memiliki viskositas yang lebih rendah, sehingga lebih mudah diratakan di kulit dan menghasilkan daya sebar lebih luas, yaitu sebesar 6 cm. Karakteristik fisik lainnya juga baik, seperti homogenitas yang merata serta nilai *pH* yang sesuai dengan rentang *pH* kulit, yaitu sebesar 6,0. Hasil pengujian *cycling test* formula ini tetap stabil tanpa terjadi pemisahan fase. Berdasarkan uji hedonik, mayoritas responden menyukai formula ini, terutama karena mudah diratakan dan dibersihkan. Konsentrasi HPMC 2% dinilai paling sesuai untuk digunakan sebagai *gelling agent* dalam formulasi emulgel (Nurdianti *et al.*, 2018).

Penelitian ini dibuat formulasi sediaan emulgel menggunakan zat aktif dari bahan alam yaitu daun binahong. Pada penelitian ini dilakukan variasi konsentrasi penggunaan basis HPMC untuk mengetahui pada konsentrasi berapa sediaan emulgel menghasilkan stabilitas yang baik. Konsentrasi HPMC yang divariasi antara lain 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%. Masing-masing formula dibuat kemudian diuji aktivitas antioksidan, diuji mutu fisik dan ditentukan nilai SPF sediaan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variasi konsentrasi penggunaan basis HPMC terhadap mutu fisik, nilai SPF dan aktivitas antioksidan sediaan.

L. Hipotesis

Berdasarkan landasan teori dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

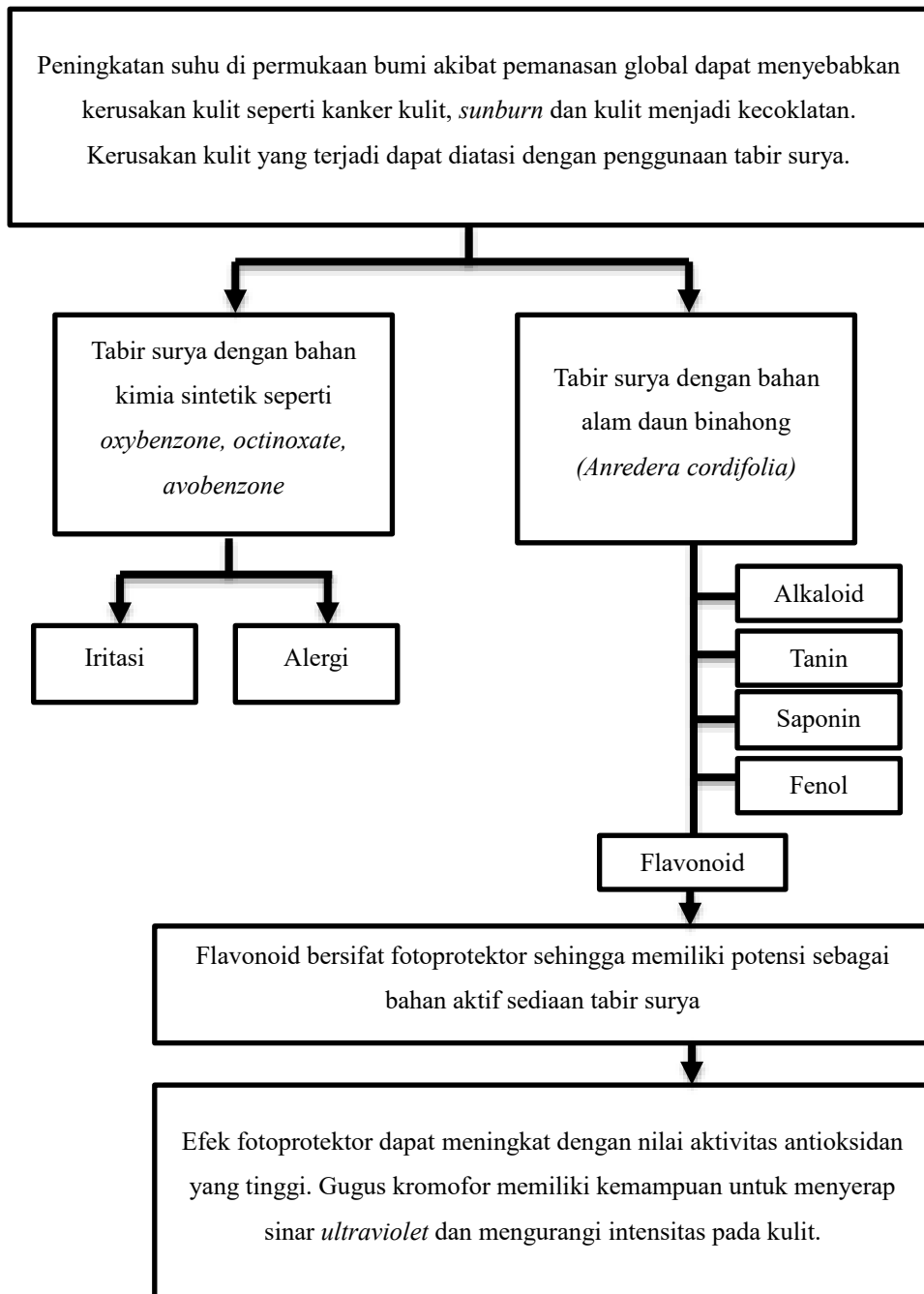
Pertama, variasi konsentrasi HPMC dapat mempengaruhi mutu fisik emulgel ekstrak etanol daun binahong yang dihasilkan.

Kedua, konsentrasi HPMC 2,5% menghasilkan mutu fisik yang baik sebagai *gelling agent* sediaan emulgel ekstrak etanol daun binahong.

Ketiga, sediaan emulgel ekstrak etanol daun binahong dengan konsentrasi 1% dapat menghasilkan nilai IC_{50} paling rendah sehingga paling baik dalam memberikan aktivitas antioksidan.

Keempat, sediaan emulgel ekstrak etanol daun binahong dengan konsentrasi 1% dapat menghasilkan nilai $SPF \geq 50$ dalam kategori proteksi ultra.

M. Kerangka Konsep



Gambar 8. Kerangka konsep