

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Sistematika Tanaman

#### 1. Klasifikasi Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* L.)

Tumbuhan *Moringa oleifera*, sering disebut sebagai "pohon ajaib," dikenal tidak hanya karena kekayaan nutrisinya, tetapi karena berbagai manfaatnya yang luas dalam kehidupan sehari-hari dan lingkungan. Selain digunakan dalam makanan, kosmetik, dan sektor industri, bagian-bagian dari tanaman ini memiliki berbagai aplikasi yang mendukung keberlanjutan lingkungan dan kesehatan manusia. Sebagaimana dicatat oleh Fugle (2001), julukan "pohon ajaib" mencerminkan keunikan serta nilai fungsional yang ditawarkan oleh *Moringa oleifera*. Menurut Rulof (2009), *Moringa oleifera* diklasifikasikan dalam taksonomi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Division : Spermatophyta  
Sub Divisio : Angiospermae  
Classis : Dicotyledone  
Subclassis : Dialypetale  
Ordo : Rhoadales  
Family : Moringaceae  
Genus : Moringa  
Spesies : Moringa oleifera



**Gambar 1. Daun Kelor (Berawi et al., 2019 )**

#### 2. Nama Daerah

Tanaman *Moringa oleifera* di Indonesia memiliki beragam sebutan lokal yang mencerminkan kekayaan bahasa dan budaya di berbagai wilayah. Di Sulawesi, tanaman ini dikenal sebagai Kero, Wori, atau Keloro; di Madura, sebutannya adalah Maronggih; di Jawa Barat, tanaman ini disebut Kelor; sementara di Aceh, dikenal dengan

nama Murong. Di Ternate, tanaman ini dikenal sebagai Kelo, dan di Sumatera, sebutan lokalnya adalah Munggai (Krisnadi, 2010). Keberagaman nama ini menunjukkan adaptasi dan integrasi tanaman ini dalam berbagai konteks budaya dan geografis di seluruh nusantara.

### **3. Deskripsi Tanaman**

Tanaman *Moringa oleifera* menunjukkan morfologi yang khas, dengan daun majemuk yang tersegmentasi secara pinat, biasanya berjumlah 2-3 pada setiap posisi dan tersebar merata. Daun ini tidak memiliki daun penumpu atau, jika ada, daun penumpu tersebut mengalami metamorfosis menjadi struktur kelenjar pada pangkal tangkai daun. Bunga tanaman ini memiliki struktur zigomorf dan terletak di ketiak daun, dengan dasar bunga berbentuk mangkuk. Kelopak bunga terdiri dari lima daun kelopak, sementara mahkota bunga juga terdiri dari lima daun. Terdapat lima benang sari, serta bakal buah dan bakal biji. Buah *Moringa oleifera* termasuk dalam kategori kapsul yang membuka dengan tiga katup memanjang hingga sekitar 30 cm. Biji tanaman ini berukuran besar dan bersayap, tanpa endosperm, dan memiliki lembaga yang lurus. Dari segi anatomi, tanaman ini memiliki karakteristik khas berupa sel-sel mirostin dan buluh-buluh gom ditemukan dalam kulit batang dan cabang. Tanaman ini dapat menggugurkan daunnya pada musim tertentu. (Rollof, 2009)

### **4. Manfaat Daun Kelor**

Menurut Berawi *et al.* (2019), daun kelor menunjukkan sejumlah sifat terapeutik yang signifikan, termasuk aktivitas antioksidan, antibakteri, antikanker, antidiabetes, dan antiaging. Khususnya, daun kelor memiliki potensi antibakteri yang menonjol, yang berfungsi untuk menekan proliferasi patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *Propionibacterium acnes*. Aktivitas antibakteri dapat dihubungkan dengan kemampuan daun kelor dalam memproduksi senyawa bioaktif mengganggu proses metabolisme mikroorganisme patogen, sehingga memberikan kontribusi pada pencegahan infeksi dan peradangan.

### **5. Kandungan Kimia**

Daun kelor mengandung beragam metabolit sekunder, antara lain flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, steroid, dan triterpenoid (I Wayan; Theresia *et al.*, 2019). Lebih jauh, daun kelor juga kaya akan berbagai nutrisi esensial, seperti kalium, potasium, protein, serta vitamin A dan C. Keberadaan senyawa-senyawa ini menjadikan daun

kelor sebagai bahan yang berpotensi signifikan dalam berbagai aplikasi kesehatan dan pengobatan. Kelebihan kandungan tersebut menjadikan daun kelor sebagai bahan yang sangat berharga dalam berbagai aplikasi kesehatan dan gizi.

**5.1 Flavonoid.** Flavonoid adalah senyawa metabolit sekunder yang tergolong dalam kelompok polifenol, dengan struktur molekul yang terdiri dari 15 atom karbon. Struktur ini mencakup dua gugus C<sub>6</sub>, yaitu cincin benzena yang telah mengalami substitusi, yang dihubungkan oleh rantai alifatik yang terdiri dari tiga atom karbon, menghasilkan konfigurasi C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> (Tian-Yang, 2018). Flavonoid berfungsi sebagai agen antibakteri yang signifikan melalui berbagai mekanisme, termasuk penghambatan sintesis asam nukleat, gangguan pada integritas membran sel, serta penurunan efisiensi metabolisme energi (Rijayanti, 2014). Flavonoid dalam interaksi dengan komponen mikroba menyebabkan efek sinergis yang memperkuat aktivitas antibakteri. Keanekaragaman mekanisme aksi mengindikasikan potensi flavonoid sebagai senyawa aktif dalam pengembangan terapi antimikroba yang lebih efektif. Dengan demikian, penelitian lebih lanjut mengenai flavonoid dapat membuka jalan untuk formulasi terapi yang lebih inovatif dan terarah dalam menangani infeksi bakteri.

**5.2 Saponin.** Saponin merupakan senyawa kompleks yang terdiri dari glikosida triterpen dan sterol, serta memiliki ciri khas berupa keberadaan aglikon steroid, aglikon triterpenoid, dan satu atau lebih gugus gula (Dewi, 2013). Senyawa mampu menghambat proliferasi bakteri melalui mekanisme yang melibatkan pembentukan ikatan hidrogen dan interaksi dengan membran sel. Proses ini menyebabkan gangguan pada permeabilitas dinding sel bakteri, yang pada akhirnya berujung kematian sel (Noer dan Nurhayati, 2006). Pengikatan saponin pada membran sel bakteri dapat memicu destabilisasi struktur membran, yang semakin memperparah efek antibakteri dari senyawa.

Dalam saponin steroid, aktivitas antibakteri diperoleh melalui gangguan pada struktur membran lipid serta interaksi spesifik dengan komponen steroid, memicu kebocoran liposom bakteri. Steroid berinteraksi dengan membran fosfolipid, menyebabkan penurunan integritas membran berujung kerentanan dan perusakan sel (Madduluri *et al.*, 2013). Sebaliknya, mekanisme antibakteri yang terkait dengan triterpenoid melibatkan interaksi dengan protein transmembran pada

dinding sel bakteri, menghasilkan pembentukan ikatan polimer yang kuat dan menyebabkan kerusakan pada protein transmembran (Budifkta, 2014). Mekanisme ini menunjukkan bahwa triterpenoid tidak hanya berfungsi sebagai agen antibakteri, tetapi juga dapat memengaruhi struktur protein yang esensial dalam integritas dinding sel bakteri.

**5.3 Tannin.** Tanin adalah senyawa polifenolik mengandung gugus hidroksi dan karboksil (Sari, 2015). Dikenal memiliki berbagai kegunaan terapeutik, termasuk efek astringen, antidiare, antibakteri, dan antioksidan (Fathurrahman dan Musfiroh, 2018). Tanin berperan dengan merusak struktur sel bakteri melalui interaksinya dengan dinding sel polipeptida, yang mengakibatkan pembentukan dinding sel yang tidak sempurna dan akhirnya memicu kematian sel. Selain itu, tanin dapat menghambat proses-proses protein pada lapisan dinding sel dengan cara menginaktivasi enzim yang dihasilkan oleh bakteri (Ngajow et al., 2013). Dampak penghambatan enzim termasuk penurunan aktivitas metabolik bakteri yang berkontribusi pada efektivitas antimikroba tanin.

**5.4 Alkaloid.** Sekelompok senyawa organik yang sangat luas dan dominan di alam, hampir seluruh spesies tanaman yang tersebar di berbagai ekosistem mengandung jenis senyawa (Hammado dan Iling, 2013). Sering ditemukan di berbagai habitat, memainkan peran penting dalam mekanisme pertahanan tanaman dan berkontribusi pada keragaman biokimia di dunia tanaman. Keberadaan alkaloid dalam tanaman juga dapat berhubungan dengan potensi terapeutik dan aplikasi farmakologis yang luas, menjadikannya subjek penelitian yang signifikan dalam berbagai bidang ilmu, termasuk farmasi dan biologi tanaman Menurut Hannani (2014), alkaloid memiliki berbagai aplikasi terapeutik dalam bidang kesehatan, termasuk aktivitas antikolesterol, antibakteri, diuretik, dan antioksidan. Alkaloid, sebagai senyawa dengan aktivitas antibakteri, bekerja dengan cara mengganggu komponen peptidoglikan yang terdapat pada dinding sel bakteri. Gangguan ini menyebabkan ketidakstabilan pada struktur dinding sel, yang pada akhirnya mengarah pada kematian sel bakteri (Dwidjopeutro, 2003). Selain itu, efek gangguan terhadap peptidoglikan memperlemah integritas dinding sel secara menyeluruh, memfasilitasi penembusan agen antibakteri lainnya dan mengakibatkan lisis sel bakteri yang lebih efisien.

## **B. Simplisia**

### **1. Pengertian**

Simplisia merujuk pada bahan alami yang telah menjalani proses pengeringan dan dimanfaatkan sebagai obat tanpa melalui tahapan pemrosesan tambahan, kecuali jika disebutkan sebaliknya. Proses pengeringan dilakukan dengan batas suhu yang tidak melebihi 60°C. Sebagai bahan obat, simplisia mempertahankan sifat alaminya dan sering digunakan dalam bentuk yang hampir utuh, memastikan bahwa karakteristik asli bahan tersebut tetap terjaga. Simplisia dianggap berkualitas apabila memiliki kandungan air kurang dari 10% (Depkes RI, 2014). Bahan ini, dalam konteks farmasi dan obat-obatan, memerlukan kondisi tertentu agar sifat-sifat terapeutiknya tetap terjaga dan efektif. Dengan demikian, menjaga kadar air dalam simplisia di bawah ambang batas tersebut penting untuk memastikan stabilitas dan kualitas produk akhir.

### **2. Pengambilan Simplisia**

Pengambilan simplisia dilakukan dengan mempertimbangkan lokasi budidaya, memungkinkan pemantauan terhadap usia, waktu panen, serta asal-usul atau garis keturunan tanaman tersebut. Dalam proses pengambilan simplisia, terdapat potensi kendala yang dapat timbul terkait dengan usia, periode panen, dan tempat pertumbuhan tanaman ini dapat mempengaruhi kualitas dan efektivitas simplisia yang dihasilkan, sehingga penting untuk memperhatikan setiap aspek secara teliti, memastikan hasil yang optimal. (Depkes, 1985; Winangsih *et al.*, 2013).

### **3. Pengolahan Simplisia**

Proses pengolahan simplisia melibatkan beberapa tahap penting. Tahap awal adalah pengumpulan bahan baku dari lokasi atau habitat pertumbuhan tanaman. Sortasi basah bertujuan memisahkan bahan baku dari jenis tanaman lain yang mungkin tercampur secara tidak sengaja, sehingga memastikan kualitas bahan baku yang diperoleh. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan kotoran seperti pasir, debu, dan kerikil yang menempel pada tanaman. Tahap berikutnya melibatkan modifikasi bentuk bahan baku, yang bertujuan untuk memperluas permukaannya guna mempermudah proses pengeringan dan memastikan simplisia memperoleh kekeringan yang optimal. Pengeringan bertujuan menghilangkan uap air dari bahan sehingga mengurangi kadar kelembapan, yang pada gilirannya mencegah

terjadinya proses pembusukan. Proses ini penting untuk menjaga kualitas dan memperpanjang masa simpan produk dengan menghambat aktivitas mikroorganisme yang menyebabkan kerusakan. Setelah proses pengeringan, dilakukan sortasi kering untuk seleksi bahan. Tahapan terakhir mencakup pengepakan dan penyimpanan bahan dalam gudang untuk memastikan preservasi yang baik (Depkes RI, 2007).

#### **4. Pembuatan Serbuk Simplisia**

Proses pembuatan serbuk simplisia dilakukan baik dari tanaman utuh maupun bagian tanaman yang telah dipotong kecil dan dikeringkan. Untuk menjaga agar kandungan zat aktif tetap optimal, proses penggilingan serbuk dilakukan dengan memanfaatkan alat khusus yang dirancang untuk mencegah kehilangan senyawa aktif. Setelah proses penggilingan, serbuk kemudian disaring menggunakan ayakan untuk memperoleh tekstur serbuk dengan tingkat kehalusan yang diinginkan (Farmakope Herbal Indonesia, 2008). Selain itu, penting untuk memastikan bahwa alat yang digunakan selama proses penggilingan dan penyaringan dalam kondisi bersih dan tidak terkontaminasi, guna menjaga kualitas dan kemurnian serbuk simplisia yang dihasilkan.

### **C. Ekstraksi**

#### **1. Pengertian Ekstraksi**

Ekstraksi adalah metode pembuatan preparasi konsentrat melibatkan isolasi senyawa aktif bahan tumbuhan atau hewan memanfaatkan pelarut yang sesuai. Setelah proses ekstraksi selesai, pelarut yang digunakan akan diuapkan, meninggalkan residu berupa serbuk yang diproses untuk memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan (Mukhriani, 2014). Metode ekstraksi seperti metode dingin yang mencakup maserasi dan perkolasi, serta metode panas yang melibatkan refluks dan sokletasi, selain juga metode digesti. Teknik-teknik ini memungkinkan pemisahan komponen-komponen bioaktif dengan efisiensi berbeda, tergantung karakteristik bahan dan tujuan ekstraksi yang diinginkan.

#### **2. Metode Ekstraksi**

Maserasi merupakan metode ekstraksi simplisia memanfaatkan pelarut melalui proses perendaman atau pengadukan berulang pada suhu kamar. Tujuan utama dari maserasi untuk mengekstrak zat aktif yang memiliki ketahanan terhadap pemanasan maupun tidak. Proses

ekstraksi melalui metode yang cenderung sederhana, dengan cara merendam serbuk simplisia dalam pelarut cair. Pelarut tersebut mampu menembus membran sel dan memasuki interior sel tanaman, sehingga zat aktif yang berada di dalam sel dapat larut sebagai akibat dari perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dan lingkungan luar sel. Proses ini memungkinkan pemindahan zat aktif dari dalam sel ke dalam pelarut, memanfaatkan perbedaan konsentrasi untuk memperoleh ekstrak yang lebih efektif. Maserasi dilaksanakan melalui metode penggojokan atau pengadukan kontinu, yang sering disebut sebagai maserasi kinetik (Depkes RI, 2000). Efisiensi ekstraksi zat aktif dapat ditingkatkan, karena pelarut yang digunakan memiliki kemampuan untuk menyerap dan melarutkan komponen bioaktif dari simplisia dengan lebih efektif. Maserasi kinetik, dalam hal ini, menawarkan keuntungan tambahan dengan mempercepat proses ekstraksi melalui pergerakan cairan yang terus-menerus, sehingga memperbesar interaksi antara pelarut dan bahan yang diekstraksi.

### **3. Pelarut Ekstraksi**

Ekstraksi memerlukan pelarut tepat untuk memisahkan senyawa aktif relevan yang terdapat dalam tanaman. Pelarut organik diterapkan dalam proses ekstraksi meliputi etanol, metanol, etil asetat, heksana, dan air. Pemilihan pelarut harus disesuaikan dengan karakteristik kimia dari senyawa yang hendak diisolasi. Senyawa tersebut cenderung larut dalam pelarut yang memiliki polaritas serupa, sehingga akan mempengaruhi sifat fisikokimia dari ekstrak yang diperoleh (Septiana dan Asnani, 2012). Etanol 96% adalah pelarut polar yang memiliki volatilitas tinggi, menjadikannya pilihan yang tepat untuk ekstraksi.

## **D. Kulit**

### **1. Pengertian Kulit**

Kulit, lapisan terluar tubuh, terdiri sejumlah besar sel-sel epidermal mengalami kematian secara teratur, kemudian terkelupas dan digantikan oleh pertumbuhan sel-sel baru. Fungsi utama kulit adalah sebagai pelindung terhadap patogen yang berpotensi menyerang (Setiawan *et al.*, 2013). Menurut Kalangi (2013), kulit manusia terbagi menjadi dua lapisan utama. Lapisan pertama dari kulit adalah dermis, terdiri jaringan ikat yang padat dan terbentuk dari mesoderm. Dermis terletak di dalam tubuh, terhubung secara struktural dengan jaringan daging di bawahnya. Epidermis adalah lapisan kedua, terdiri dari

jaringan epitel yang berasal dari ektoderm membentuk lapisan luar yang menutupi permukaan tubuh. Di bawah dermis, terletak hipodermis, yang terdiri dari jaringan adiposa atau lemak, berfungsi sebagai penyimpan energi dan isolator termal. Hipodermis berperan menghubungkan kulit dengan struktur yang lebih dalam dan memberikan dukungan mekanis.

## **2. Lapisan Epidermis**

Epidermis merupakan lapisan kulit terletak pada bagian paling eksternal. Struktur seluler epidermis terdiri dari empat jenis sel utama, yaitu keratinosit, melanosit, sel Langerhans, dan sel Merkel. Epidermis terorganisasi lima strata berbeda, yaitu stratum basale, stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lucidum, dan stratum corneum. Setiap lapisan ini memiliki peran spesifik dalam mempertahankan fungsi pelindung kulit dan proses regenerasi seluler. Stratum basale, berfungsi sebagai tempat proliferasi sel-sel epidermal, stratum corneum merupakan lapisan terluar yang berperan dalam melindungi tubuh dari faktor lingkungan eksternal. Masing-masing strata ini memiliki peran khusus dalam fungsi dan integritas epidermis, stratum basale berfungsi sebagai tempat proliferasi sel, stratum spinosum memberikan kekuatan mekanik, stratum granulosum berkontribusi proses keratinisasi, stratum lucidum memberikan transparansi pada daerah tertentu, dan stratum corneum bertanggung jawab perlindungan terhadap faktor eksternal.

**2.1 Stratum Germinatum.** Lapisan germinatum, dikenal sebagai lapisan basal, terdiri dari sel-sel basal yang terus-menerus menjalani proses pembelahan. Memiliki inti yang berwarna gelap, yang berperan krusial dalam proses pembelahan sel, sehingga disebut sebagai sel induk bertanggung jawab untuk melakukan pembelahan guna menggantikan sel-sel yang telah mengalami kerusakan (Setiawan et al., 2013). Sel-sel basal dalam lapisan berfungsi sebagai sumber utama pembaruan sel, mempertahankan integritas struktur jaringan dengan regenerasi berkelanjutan.

**2.2 Stratum Spinosum.** Lapisan stratum spinosum, disebut sebagai lapisan sel duri, terletak langsung di atas lapisan basal dan terdiri dari sel-sel keratinosit. Fungsi utama lapisan ini adalah untuk melindungi lapisan basal yang aktif membelah dari potensi kerusakan, termasuk infeksi mikroorganisme, serta untuk mengurangi kehilangan kelembaban seluler. Sel-sel keratinosit dalam lapisan ini memainkan peran krusial dalam menjaga integritas dan kesehatan lapisan basal,

mencegah kerusakan yang disebabkan oleh berbagai faktor eksternal (Setiawan *et al.*, 2013) .

**2.3 Stratum Granulosum.** Terdiri dari sel-sel kulit yang telah kehilangan kemampuan untuk membelah diri. Sebagian besar komposisinya terdiri dari sel-sel yang mengandung keratin dan protein keras lainnya. Karena letaknya yang jauh dari pembuluh darah, lapisan mengalami aliran darah yang terbatas, menyebabkan sel-sel kulit mengalami penurunan ketebalan dan pematatan sebelum mencapai waktu kematian normal (Setiawan *et al.*, 2013). Kekurangan suplai darah berkontribusi pada proses degenerasi sel yang lebih cepat, mengakibatkan pengurangan ketebalan dan ketahanan lapisan kulit tersebut dan bisa dikatakan penurunan pasokan nutrisi akibat jarak ini mempengaruhi metabolisme sel, mengakibatkan proses kematian sel yang lebih cepat dibandingkan dengan lapisan-lapisan kulit yang lebih dekat dengan pembuluh darah

**2.4 Stratum Lusidum.** Lapisan transparan terdiri dari dua hingga tiga lapisan sel pipih hampir sepenuhnya tembus cahaya, tidak mengandung inti sel atau organel-organelnya (Kalangi, 2013). Mengalami perubahan morfologis mencolok, yaitu kehilangan struktur inti dan organel, yang pada gilirannya menghasilkan penampilan lapisan yang jernih dan padat. Keberadaan lapisan ini umumnya terlokalisasi di area epidermis yang mengalami penebalan, seperti pada telapak tangan dan telapak kaki. Fungsinya sebagai tambahan pelindung terhadap gesekan dan tekanan mekanis yang intens.

**2.5 Stratum Corneum.** Lapisan stratum corneum, yang sering disebut sebagai lapisan tanduk atau lapisan bersisik, terletak pada permukaan tangan dan kaki dan jarang ditemukan pada kulit wajah. Lapisan ini, yang merupakan bagian dari epidermis, terdiri dari 5 hingga 20 lapisan sel. Di antara lapisan-lapisan sel tersebut terdapat lapisan lipid yang berfungsi sebagai agen pengikat antar sel, berkontribusi pada integritas struktural dan fungsi pelindung lapisan kulit tersebut.

### **3. Lapisan Dermis**

Struktur jaringan ikat yang padat dan relatif terorganisir dengan baik, yang terbentuk dari mesoderm dan terletak di dalam tubuh, bersebelahan dengan jaringan otot. Berfungsi sebagai penopang utama memberikan kekuatan dan elastisitas pada kulit, serta memainkan peran penting dalam menjaga integritas struktural dan fungsi dari organ-organ

tubuh. Dermis berinteraksi secara kompleks dengan berbagai komponen jaringan lainnya untuk mendukung berbagai proses fisiologis penting. Struktur dermis meliputi sel-sel jaringan ikat seperti fibroblas, sel adiposa, serta sejumlah kecil makrofag dan sel mast. Kalangi (2013) menjelaskan bahwa dermis terbagi menjadi dua lapisan utama, yaitu stratum papilaris dan stratum retikularis. Stratum papilaris memiliki struktur yang lebih halus dengan serat kolagen yang tidak terlalu padat, sedangkan stratum retikularis, yang terletak lebih dalam, terdiri dari serat kolagen yang lebih kasar dan membentuk jaringan yang lebih kokoh.

**3.1 Stratum Papilaris.** Lapisan stratum papilaris dicirikan oleh keberadaan papila dermis bervariasi dalam jumlah, berkisar antara 50 hingga 250 per mm<sup>2</sup>. Jumlah papila cenderung lebih melimpah dan terletak lebih dalam di area-area yang mengalami tekanan tinggi, seperti pada telapak kaki. Penataan papila ini berfungsi untuk meningkatkan efisiensi mekanis dan sensorik pada bagian tubuh yang sering menghadapi beban berat, mencerminkan adaptasi struktural yang penting untuk fungsi fisiologis.

**3.2 Stratum Retikularis.** Memiliki kedalaman dan ketebalan yang lebih signifikan, di mana terdapat jaringan interstisial dengan ruang-ruang terbuka yang diisi oleh berbagai struktur seperti jaringan adiposa, kelenjar keringat, kelenjar sebacea, serta folikel rambut. Ruang-ruang tersebut menyokong struktur jaringan dengan fungsi-fungsi biologis yang beragam, menciptakan lingkungan mikro yang kompleks dan multifungsi di dalam lapisan ini.

## **E. Jerawat**

### **1. Definisi Jerawat**

Jerawat merupakan manifestasi patologi kulit yang terjadi akibat penyumbatan pori-pori, disertai dengan inflamasi saluran kelenjar sebacea. Penyumbatan ini menyebabkan akumulasi sekresi minyak yang selanjutnya mengalami distensi dan pengeringan (Muliawan & Suriana, 2013). Menurut Wasitaatmadja (1997), jerawat merupakan gangguan kulit yang ditandai munculnya lesi dalam bentuk komedo, papula, pustula, nodul, dan kista. Lesi ini seringkali muncul pada area tubuh yang rentan seperti wajah, leher, lengan bagian atas, dada, dan punggung. Jerawat adalah manifestasi klinis perubahan patologis dalam

struktur dermal mengakibatkan dampak signifikan terhadap estetika dan kesehatan kulit.

Menurut Fissy *et al.* (2014), *acne vulgaris* merupakan gangguan dermatologis lazim ditemukan pada individu rentang usia 16 hingga 19 tahun, kemungkinan kelanjutan hingga usia 30 tahun atau lebih. Meskipun kondisi ini tidak tergolong sebagai ancaman terhadap nyawa, dapat memberikan dampak signifikan terhadap kualitas hidup dan menimbulkan efek psikologis mendalam. Jerawat tidak hanya berdampak pada aspek fisik, tetapi juga dapat mempengaruhi kesejahteraan emosional dan sosial penderitanya.

## **2. Penyebab Jerawat**

Jerawat timbul akibat dari peningkatan sekresi sebum, keruntuhan keratonosit, proliferasi bakteri, serta proses inflamasi. Salah satu bentuk peradangan diinduksi oleh beragam jenis mikroorganisme, termasuk *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermidis*, serta *Staphylococcus aureus* (Fissy *et al.*, 2014). Bakteri-bakteri ini berperan dalam proses patogenesis dengan memicu respons inflamasi melalui berbagai mekanisme. Peningkatan aktivitas bakteri juga berperan signifikan dalam mengembangkan kondisi inflamasi pada kulit.

## **3. Pengobatan Jerawat**

Pengobatan jerawat dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan, meliputi terapi topikal, sistemik, dan bedah. Berikut adalah beberapa metode dapat diterapkan dalam penanganan jerawat:

**3.1 Cara Topikal.** Terapi topikal diterapkan untuk jerawat tingkat keparahan ringan. Prinsip dasar dari terapi topikal adalah menghambat pembentukan komedo, meredakan peradangan, mempercepat proses penyembuhan lesi jerawat. Terapi topikal memanfaatkan bahan-bahan seperti sulfur, resorsinol, asam salisilat, benzoil peroksida, asam retinoat, dan asam azelat yang berfungsi sebagai iritan atau eksfoliator. Efek samping yang tidak diinginkan diminimalisir dengan penggunaan yang cermat dan penerapan dosis yang rendah (Wisaatmadja, 1997).

**3.2 Cara Sistemik.** Dalam pengobatan jerawat dengan tingkat keparahan sedang, pendekatan sistemik diterapkan dengan tujuan mengurangi aktivitas mikroorganisme, meredakan peradangan, serta menekan produksi sebum berpotensi mempengaruhi keseimbangan hormonal. Menurut Wasitaatmadja (1997), obat sistemik diklasifikasikan beberapa golongan sebagai berikut: Antibakteri

sistemik meliputi tetracycline, eritromisin, dan klindamisin; obat hormonal seperti etinil estradiol dan anti-androgen siproteron asetat berfungsi menghambat produksi androgen dengan cara kompetitif berikatan pada reseptor di kelenjar sebacea; serta retinoid dan asam vitamin A oral digunakan mengatasi hiperkeratosis sesuai dengan patofisiologi jerawat. Pendekatan ini mencerminkan strategi multifaset dalam menangani jerawat yang kompleks, mengintegrasikan berbagai mekanisme terapeutik untuk hasil yang optimal.

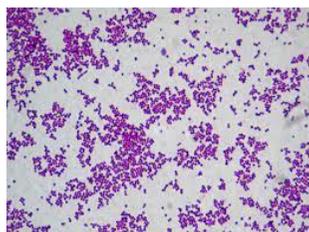
**3.3 Cara Bedah.** Dalam pengelolaan jerawat yang berada pada kategori sedang hingga berat, intervensi bedah diterapkan sebagai metode terapeutik memperbaiki jaringan parut yang terbentuk akibat jerawat. Teknik bedah ini mencakup penggunaan berbagai metode, seperti elektrokauterisasi, terapi kimia, krioterapi, eksisi dengan pisau bedah, dermabradiasi, serta penggunaan laser (Wasitaatmadja, 1997). Masing-masing teknik ini bertujuan meremajakan dan merevitalisasi kulit, sehingga mengurangi tampilan cacat parut jerawat dan meningkatkan hasil kosmetik pada pasien.

## F. Bakteri *Staphylococcus aureus*

### 1. Klasifikasi Bakteri

*Staphylococcus aureus* adalah salah satu jenis mikroba yang secara alami pada permukaan kulit, saluran pernapasan, dan sistem pencernaan manusia. Sebagaimana diuraikan oleh Brooks *et al.* (2005), klasifikasi bakteri ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

Domain : Bacteria  
Kingdom : Eubacteria  
Divisi : Firmicutes  
Class : Cocci  
Family : Staphylococcusceae  
Genus : Staphylococcus  
Spesies : *Staphylococcus aureus*



Gambar 2. Bakteri *Staphylococcus aureus*

## 2. Morfologi Bakteri

Morfologi *Staphylococcus aureus* ditandai dengan bentuk bulat dengan diameter berkisar antara 0,5 hingga 1,5 mikron, biasanya ditemukan dalam pasangan maupun bergerombol. Bakteri ini memiliki kemampuan metabolisme baik secara aerob maupun anaerob. Dalam kondisi aerobik atau mikroaerobik, *Staphylococcus aureus* menunjukkan pertumbuhan yang optimal pada suhu 37°C, sementara pada suhu 20°C, bakteri ini cenderung menghasilkan pigmen dengan efisiensi tertinggi. Bakteri ini mendegradasi berbagai karbohidrat secara lambat dan menghasilkan asam laktat tanpa menghasilkan gas. Kemampuan *Staphylococcus aureus* untuk berkembang biak dengan pesat dan menyebar dalam jaringan membuatnya potensial dalam menyebabkan infeksi, berkat kemampuannya dalam memproduksi sejumlah besar zat ekstraseluler (Jawetz *et al.*, 1991).

## 3. Patogenesis Bakteri

Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan agen patogen dominan yang berdampak signifikan kesehatan manusia, hampir setiap individu berpotensi mengalami berbagai infeksi disebabkan oleh mikroorganisme ini. Infeksi yang ditimbulkan dapat bervariasi dari keracunan makanan dan infeksi kulit yang bersifat ringan hingga kondisi yang lebih parah dan berpotensi fatal (Jawetz *et al.*, 2007). Selain itu, *Staphylococcus aureus* menyebabkan berbagai komplikasi yang memerlukan penanganan medis intensif, menyoroti pentingnya pemahaman mendalam mengenai karakteristik patogen ini dalam upaya pencegahan dan pengobatan infeksi yang terkait. Infeksi yang disebabkan oleh *Staphylococcus aureus* dapat dikategorikan dalam beberapa jenis, termasuk infeksi lokal seperti folikulitis, bisul, dan impetigo; infeksi pada luka; infeksi sistemik dapat menyebar dari kulit dan menyebabkan bakteremia mempengaruhi tulang, sendi, organ dalam, paru-paru, serta sistem pernapasan; sindrom kulit melepuh pada neonatus; sindrom syok toksik; serta keracunan makanan.

## G. Antibakteri

### 1. Definisi Antibakteri

Antibakteri dikenal sebagai antibiotik, merujuk pada senyawa yang, pada konsentrasi rendah, memiliki kemampuan untuk membunuh atau menahan pertumbuhan mikroorganisme tertentu. Klasifikasi antibakteri dapat dilakukan berdasarkan spektrum aktivitasnya, yang

terbagi menjadi dua kategori utama: antibakteri berspektrum luas dan antibakteri berspektrum sempit (Notoatmojo, 2002). Antibakteri berspektrum luas, seperti tetrasiklin dan derivatnya, kloramfenikol, serta ampisilin, dapat menghambat pertumbuhan berbagai jenis bakteri, baik yang termasuk dalam golongan gram positif maupun gram negatif (Radji, 2010). Sebaliknya, antibakteri berspektrum sempit hanya efektif terhadap kelompok bakteri tertentu misalnya beberapa antibakteri ini hanya menargetkan bakteri golongan gram positif atau gram negatif secara spesifik. Contoh antibakteri berspektrum sempit meliputi penisilin, streptomisin, neomisin, basitrasin, dan polimisin B (Dewi, 2013).

## 2. Prinsip Antibakteri

Menurut Djide dan Sartini (2008), antibakteri menunjukkan toksisitas yang bersifat selektif berarti bahwa zat tersebut lebih berbahaya bagi mikroorganisme dibandingkan dengan sel inangnya. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui dua mekanisme utama. Pertama, antibakteri mungkin memiliki afinitas lebih tinggi terhadap komponen spesifik dalam mikroorganisme, mempengaruhi proses biokimia mikroba secara lebih signifikan dibandingkan dengan sel inang. Kedua, interaksi antibakteri dengan sel parasit menghasilkan reaksi biokimia lebih mendalam dan merusak daripada dampaknya pada sel inang, sehingga mengakibatkan efek toksik yang lebih besar terhadap mikroorganisme.

## 3. Mekanisme Kerja Antibakteri

Menurut Stuart Hogg (2005), antibiotik yang paling sering digunakan menunjukkan efek yang sesuai dengan kategori fungsionalnya sebagai berikut:

### 3.1 Penghambatan sintesis dinding sel (Kelompok I).

Kelompok yang bekerja dengan cara menghambat sintesis dinding sel yaitu antibiotik  $\beta$ -lactam, karena  $\beta$ -lactam mengandung cincin  $\beta$ -lactam didalam strukturnya. Penisilin dan sefalosporin merupakan antibiotik yang tergolong kelompok I.

### 3.2 Gangguan membran sel (Kelompok II).

Golongan ini adalah polimiksin karena bekerja mengganggu fosfolipid dari membran sitoplasma sehingga mengalami kebocoran isi sel. Polimiksin efektif melawan infeksi luka *pseudomonas* dan luka bakar, seringkali polimiksin dikombinasikan dengan basitrasin dan neomisin. Namun karena toksisitasnya polimiksin tidak cocok untuk penggunaan internal.

### **3.3 Gangguan dengan sintesis protein (Kelompok III).**

Antibiotik yang bekerja dengan mengganggu sintesis protein bakteri umumnya memiliki spektrum kerja yang relatif luas. Streptomisin merupakan antibiotik pertama yang bekerja efektif dalam melawan mikroorganisme gram negatif serta tidak terpengaruh dengan penisilin dan sulfonamida. Streptomisin sangat berguna dalam pengobatan tuberkulosis.

### **3.4 Gangguan dengan sintesis asam nukleat (Kelompok IV).**

Rifampisin adalah antibiotik yang bekerja menghambat enzim RNA polimerase, sehingga produksi mRNA menjadi terhambat, mengganggu replikasi DNA, dapat melawan bakteri yang menyebabkan tuberkulosis.

## **4. Kontrol Positif**

Kontrol positif digunakan antibiotik dalam bentuk gel Medi-klin 1% mengandung klindamisin 1%. Berdasarkan Gemma *et al.* (1979), klindamisin beroperasi melalui mekanisme penghambatan sintesis protein pada subunit 50S ribosom bakteri, sehingga mengganggu pembentukan rantai peptida dan menghambat produksi protein, racun, enzim, serta sitokin di dalam jaringan bakteri. Klindamisin menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap bakteri fakultatif aerob. Organisme bakteri gram positif yang sensitif terhadap klindamisin meliputi berbagai spesies seperti *Actinomyces*, *Eubacterium*, *Lactobacillus*, *Peptostreptococcus*, *Propionibacterium*, dan *Staphylococcus*. Meskipun demikian, efektivitas klindamisin terhadap bakteri fakultatif gram negatif tampak terbatas. Klindamisin, sebagai antibiotik yang bekerja dengan menghambat sintesis protein bakteri, menunjukkan hasil lebih signifikan pada gram positif dibandingkan dengan bakteri gram negatif, yang cenderung memiliki mekanisme pertahanan yang berbeda terhadap agen antimikroba ini.

## **E. Emulgel**

### **1. Pengertian Emulgel**

Emulgel merupakan formulasi topikal diperoleh melalui modifikasi kombinasi antara gel dan emulsi. Keberadaan matriks gel dalam emulsi menyebabkan perubahan struktur emulsi menjadi bentuk emulgel (Mohammed *et al.*, 2013). Emulgel dapat berupa emulsi dengan tipe minyak dalam air (M/A) atau air dalam minyak (A/M) yang diubah menjadi preparat gel dengan cara mengintegrasikan emulsi ke dalam matriks gel (Aisyah, 2018)

## 2. Keuntungan Emulgel

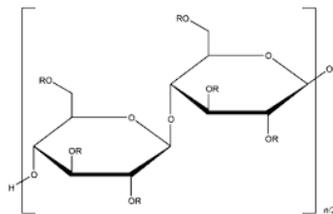
Emulgel, yang terdiri dari fase minyak dan air, menawarkan keunggulan dibandingkan dengan formulasi gel tradisional. Emulgel memiliki kelebihan berupa adhesi yang lebih lama pada permukaan kulit, kemampuan penyebaran yang optimal, kemudahan dalam aplikasi. Emulgel memberikan kenyamanan saat digunakan pada kulit (Sari *et al.*, 2015). Menurut Mohammed *et al.* (2013) menambahkan bahwa penggunaan emulgel dalam konteks dermatologis menawarkan berbagai keuntungan termasuk sifat tiksotropik yang mengurangi kekentalan saat aplikasi, tidak menimbulkan rasa lengket, kemudahan dalam penerapan dan penghapusan, serta kemampuan sebagai emolien. Emulgel juga larut dalam air, memiliki umur simpan yang lebih lama, ramah lingkungan, dan estetika yang menarik.

## 3. Bahan Penyusun Emulgel

Komponen esensial dalam formulasi emulgel meliputi bahan aktif, matriks pembentuk gel, media pembawa fase air dan fase minyak, agen emulsifikasi, serta aditif yang meningkatkan penetrasi (Raj, 2016). Pemilihan agen emulsifikasi yang sesuai sangat krusial, mengingat kualitas fisik dan stabilitas sediaan emulgel secara signifikan dipengaruhi oleh jenis emulsifier yang digunakan (Aisyah, 2018). Kualitas dan efisiensi emulgel tidak hanya tergantung pada komponen-komponen tersebut, tetapi juga pada interaksi antara bahan-bahan yang membentuk matriks gel, yang dapat mempengaruhi perilaku dan efektivitas sediaan secara keseluruhan.

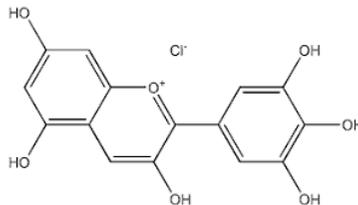
**3.1 HPMC (*Hydroxyl Propyl Metyl Cellulose*).** Berfungsi sebagai bahan pembentuk gel larut dalam air pada suhu kurang dari 40°C atau dalam etanol 70%. Walaupun HPMC tidak dapat larut dalam air panas, ia menunjukkan potensi untuk berubah menjadi bentuk gel pada kondisi tertentu. Kemampuan ini menjadikannya pilihan yang efektif dalam formulasi emulgel, di mana stabilitas fisik dan kualitas produk akhir sangat bergantung pada karakteristik *gelling agent* yang digunakan. Terdapat dua varian utama HPMC, yakni HPMC K4M dan HPMC K100M. HPMC K4M, dengan berat molekul yang relatif rendah, menunjukkan kelarutan lebih baik dalam air, viskositas lebih rendah dibandingkan dengan HPMC K100M. Hal ini menjadikannya ideal untuk formulasi yang membutuhkan viskositas rendah hingga sedang, seperti tablet, kapsul, dan sediaan topikal, serta lebih ekonomis dalam hal biaya. Sebaliknya, HPMC K100M, memiliki berat molekul

lebih tinggi dan viskositas lebih besar, lebih cocok untuk memerlukan viskositas tinggi, seperti salep, gel, dan tablet lepas lambat. Dalam studi yang dilakukan oleh Arikumalasari *et al.* (2013), penggunaan *Hydroxy Propyl Methyl Cellulose* (HPMC) dalam formulasi gel ekstrak kulit buah manggis dioptimalkan dengan konsentrasi HPMC yang bervariasi antara 5% hingga 15%. Selama proses formulasi, HPMC diaktivasi melalui pemanasan dalam air, yang memungkinkan terbentuknya gel dengan karakteristik yang diinginkan. Penelitian ini menunjukkan bagaimana HPMC dimanfaatkan secara efektif untuk mencapai kekentalan dan kestabilan gel yang optimal dalam formulasi berbasis ekstrak buah manggis.



**Gambar 3. Struktur kimia HPMC (*Hydroxil Propyl Metyl Cellulose*)**

**3.2 Paraffin Cair.** Paraffin cair berfungsi sebagai aditif dalam formulasi emulsi minyak dalam air (M/A), dengan rentang konsentrasi antara 1,0% hingga 32,0%. Karakteristik utama dari paraffin cair mencakup transparansi, viskositas yang tinggi, serta sifatnya yang tidak memancarkan fluoresensi pada siang hari. Paraffin cair memiliki rasa netral, tidak beraroma saat dalam keadaan dingin, menghasilkan bau yang halus ketika dipanaskan. Umumnya, paraffin cair dimanfaatkan dalam sediaan topikal untuk berbagai aplikasi terapeutik.



**Gambar 4. Struktur kimia Paraffin Cair**

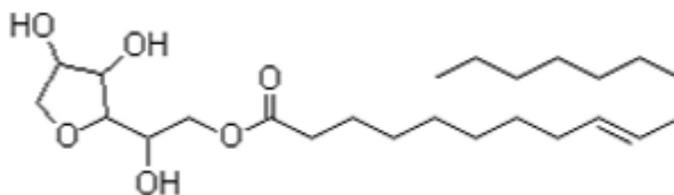
**3.3 Span 80 dan Tween 80.** *Hidrophile-Lipophile Balance* (HLB) adalah ukuran yang menggambarkan sifat polaritas surfaktan. Semakin rendah nilai HLB, surfaktan cenderung memiliki sifat lipofilik, sedangkan nilai HLB lebih tinggi menunjukkan sifat hidrofilik pada surfaktan (Kim, 2004). Perhitungan nilai HLB surfaktan dilakukan menggunakan rumus empiris, dengan Florence dan Attwood

(2006) menyatakan bahwa rentang nilai HLB untuk surfaktan nonionik berkisar antara 0 hingga 20.

**Tabel 1. Hubungan rentang nilai HLB dengan penggunaan surfaktan**

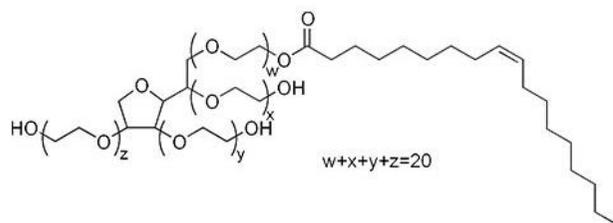
Rentang HLB	Penggunaan
0-3	<i>Antifoaming agent</i>
4-6	Emulgator A/M
7-9	Zat pembasah
8-18	Emulgator (M/A)
13-15	Detergen
10-18	Zat pelarut

Span 80 atau *Sorbitan Monooleate*, adalah senyawa kelompok Ester Asam Lemak Sorbitan, dengan karakteristik fisik konsistensi kental dan warna kuning. Ketika bereaksi dengan asam atau basa kuat, Span 80 dapat mengalami penyabunan bertingkat, dalam kondisi asam atau basa yang lemah, stabilitasnya tetap terjaga (Rowe *et al.*, 2009). Sebagai bahan pengemulsi dengan nilai HLB sebesar 4,3, Span 80 digunakan dalam formulasi untuk memfasilitasi stabilitas emulsi. Menurut penelitian Smolinske (1992), Span 80 tidak larut dalam air namun dapat terdispersi, menunjukkan kemampuannya untuk bercampur dengan alkohol dan memiliki kelarutan terbatas dalam propilenglikol. Span 80 larut dalam sebagian besar minyak mineral dan nabati, serta menunjukkan kelarutan yang relatif rendah dalam ester. Keunikan kelarutan Span 80 memainkan peran penting dalam menentukan efektivitasnya sebagai emulgator dalam berbagai aplikasi formulasi. Penerapan Span 80 meluas dalam industri kosmetik, produk makanan, serta sediaan farmasetik seperti krim, salep, dan emulsi topikal. Penggunaan Span 80 secara tunggal cenderung membentuk emulsi air dalam minyak (A/M), bila dikombinasikan dengan Polisorbate dalam konsentrasi tertentu, Span 80 dapat menghasilkan emulsi baik A/M (air dalam minyak) maupun M/A (minyak dalam air).



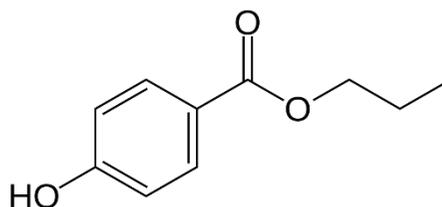
**Gambar 5. Struktur kimia Span 80**

Menurut penelitian Smolinske (1953) Tween 80 dikenal sebagai Polysorbate 80, merupakan ester oleat yang terbentuk dari reaksi antara sorbitol dengan 20 molekul etilen oksida. Dalam formulasi topikal, Tween 80 berfungsi sebagai agen emulsifikasi dalam sistem minyak dalam air (M/A) dapat diaplikasikan secara individu maupun dalam kombinasi dengan emulsifier hidrofobik produk kosmetik serta formulasi farmasetis. Tween 80 memiliki nilai HLB sebesar 15,0 yang mengindikasikan efisiensinya dalam stabilisasi emulsi. Karakteristik Tween 80 mencakup bentuk cairan kental berwarna kekuningan dengan rasa sedikit pahit, kemampuannya untuk larut dalam etanol dan air, meskipun tidak larut dalam minyak mineral maupun minyak nabati.

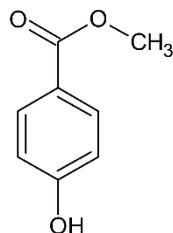


**Gambar 6. Struktur kimia Tween 80**

**3.4 Propil Paraben dan Metil Paraben.** Profil paraben mencakup senyawa pengawet yang digunakan memperpanjang masa simpan kosmetik, produk pangan, dan sediaan farmasetis. Menurut Rowe et al. (2006), konsentrasi propil paraben yang direkomendasikan untuk aplikasi topikal berada dalam rentang 0,01-0,6%. Propil paraben memiliki karakteristik berupa kristal putih, tidak berasa, serta tidak berbau (Rowe *et al.*, 2006). Metil paraben merupakan pengawet penting ditemukan dalam produk kosmetik, makanan, dan sediaan farmasetis. Penggunaan metil paraben sering kali dipadukan dengan propil paraben untuk meningkatkan efektivitas pengawetan (Kibbe, 2000). Kombinasi ini dapat memperluas spektrum perlindungan terhadap pertumbuhan mikroorganisme, memastikan kestabilan produk dalam jangka waktu yang lebih lama.

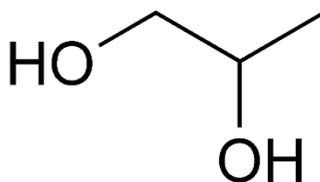


**Gambar 7. Struktur kimia Propil Paraben**



**Gambar 8. Struktur kimia metil paraben**

**3.5 Propilenglikol.** Berfungsi sebagai humektan, pelarut, dan pengawet dalam berbagai formulasi. Untuk aplikasi topikal, konsentrasi propilenglikol yang direkomendasikan sebagai humektan adalah sekitar 15%. Senyawa ini dapat larut dalam pelarut seperti aseton, kloroform, etanol 95%, gliserin, dan air, serta menunjukkan kelarutan dalam eter dengan rasio 1:6 (Waller, 2009). Kemampuan propilenglikol untuk larut dalam berbagai media ini memperlihatkan fleksibilitasnya dalam formulasi, menegaskan perannya yang penting dalam industri farmasi dan kosmetik.



**Gambar 9. Struktur kimia propilenglikol**

## H. Metode Aktivitas Antibakteri

### 1. Metode Difusi

**1.1 Metode Cakram.** Metode dengan teknik memanfaatkan kertas cakram sebagai alat utama, keuntungan utamanya adalah kesederhanaan dan biaya yang relatif rendah, sesuai yang diungkapkan oleh Bailey dan Scott (2004). Prinsip operasional melibatkan perendaman kertas cakram dalam sampel yang kemudian ditempatkan di atas media telah diinokulasi dengan bakteri. Proses tersebut diteruskan dengan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah periode inkubasi, dilakukan pengamatan terhadap zona hambat di sekitar cakram pada media, sesuai dengan penjelasan Pelczar (1988). Evaluasi terhadap zona hambat bertujuan menentukan efektivitas agen antimikroba yang terdapat dalam sampel. Analisis ini memungkinkan penilaian komprehensif mengenai potensi antibakteri dari substansi

yang diuji dan memberikan wawasan lebih lanjut mengenai kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme.

**Tabel 2. Kriteria zona hambat serta intensitas**

Diameter zona hambat (mm)	Intensitas
< 5,0	Lemah
5,0 – 10,0	Sedang
10,0 – 20,0	Kuat
> 20	Sangat kuat

**1.2 Metode Sumuran.** Metode sumuran beroperasi berdasarkan prinsip pembuatan lubang pada media tempat inokulasi bakteri pengujian dilakukan, lubang tersebut kemudian diisi dengan sampel yang akan diuji. Observasi dilakukan untuk mendeteksi adanya zona hambat di sekitar lubang, prinsip kerja metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi penghambatan yang dihasilkan oleh sampel terhadap pertumbuhan bakteri yang diuji. (Pratiwi, 2008).

## 2. Metode Dilusi

**2.1 Pengenceran Serial Tabung.** Pengenceran dilakukan penggunaan serangkaian tabung reaksi masing-masing berisi inokulum mikroba serta larutan antibakteri dengan berbagai konsentrasi. Zat yang diuji mengalami proses pengenceran bertahap dalam media cair. Setelah pengenceran, inokulasi mikroba uji dilakukan, campuran tersebut diinkubasi pada suhu serta waktu yang sesuai untuk mikroba yang diuji. Aktivitas dari zat tersebut kemudian diukur berdasarkan kadar hambat minimal (KHM) Pratiwi (2008).

**2.2 Penipisan Lempeng Agar.** Dalam penelitian ini, senyawa antibakteri dilarutkan dalam media agar selanjutnya dituang ke dalam cawan petri. Setelah proses pembekuan media agar, inokulasi mikroba dilakukan kemudian diinkubasi pada suhu serta durasi yang telah ditentukan. Konsentrasi terendah dari larutan senyawa antibakteri yang masih menunjukkan efektivitas dalam menghambat pertumbuhan mikroba diidentifikasi sebagai konsentrasi hambat minimal (KHM), penentuan KHM ini memberikan indikasi tentang potensi senyawa antibakteri dalam mengontrol proliferasi mikroba dalam kondisi yang terkendali. (Pratiwi, 2008).

## H. Landasan Teori

Infeksi merupakan kondisi patologis yang muncul akibat penetrasi mikroorganisme ke dalam tubuh dengan pertumbuhan dan proliferasi mikroorganisme tersebut yang mengakibatkan kemunculan penyakit. Infeksi bakteri dalam konteks ini tidak hanya dapat

menyebabkan infeksi umum tetapi juga berkontribusi pada kondisi dermatologis seperti jerawat (Dreno & Poli, 2003). Faktor-faktor utama berperan dalam proses pembentukan jerawat meliputi peningkatan sekresi sebum, kerusakan pada sel-sel keratinosit, proliferasi mikroorganisme patogen, dan reaksi inflamasi. Peradangan ini umumnya dipicu oleh bakteri seperti *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Staphylococcus aureus*, berkontribusi secara signifikan terhadap patogenesis jerawat (Fissy *et al.*, 2014). Interaksi kompleks antara faktor-faktor ini memperparah kondisi kulit, menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan mikroba dan peradangan kronis. Terapi untuk infeksi *Staphylococcus aureus* umumnya melibatkan penggunaan agen antibakteri. Senyawa antibakteri disebut sebagai antibiotik dalam konteks yang lebih umum, merupakan zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan memiliki potensi untuk membunuh atau menekan proliferasi mikroorganisme lain pada konsentrasi yang sangat rendah. Senyawa ini memainkan peran krusial dalam pengendalian infeksi dengan cara mengintervensi proses biokimiawi vital dalam sel mikroba sasaran. Dengan kemampuan ini, antibakteri memberikan kontribusi signifikan terhadap pengobatan penyakit infeksi dan merupakan elemen kunci dalam terapi antimikroba modern. Djide dan Sartini (2008) menyebutkan bahwa antibakteri memiliki toksisitas selektif, yaitu senyawa tersebut lebih berbahaya bagi mikroorganisme dibandingkan dengan sel inangnya. Toksisitas selektif ini muncul karena obat menunjukkan aktivitas lebih intensif terhadap mikroorganisme atau akibat adanya reaksi biokimia lebih esensial dalam sel parasit dibandingkan dengan sel inang. Menunjukkan bahwa obat tersebut dapat menargetkan secara spesifik jalur metabolik atau proses biologis yang krusial untuk kelangsungan hidup parasit, yang tidak dimiliki atau kurang penting bagi sel inang. Sebagai konsekuensinya, efek terapeutik obat ini dapat diperoleh dengan dampak minimal terhadap sel inang, memaksimalkan efikasi terhadap patogen sambil meminimalisir potensi efek samping pada organisme tuan rumah.

Dalam konteks medis, meskipun kedokteran konvensional umumnya menjadi pilihan utama masyarakat, sejumlah individu juga mencari alternatif melalui metode pengobatan non-tradisional. Salah satu pendekatan alternatif yang populer adalah penggunaan obat herbal, seperti daun kelor. Tanaman *Moringa oleifera*, yang sering kali sudah

dikenal luas dalam masyarakat, sering kali kurang disadari manfaat kesehatannya yang substansial. Menurut Isitua *et al.* (2016), daun *Moringa oleifera* kaya akan beragam senyawa bioaktif, termasuk flavonoid, alkaloid, tanin, steroid, triterpenoid, dan saponin, yang menunjukkan potensi sebagai agen antibakteri (Depkes RI, 2013). Penelitian Cahyani dan Ermawati (2020) menyajikan temuan bahwa ekstrak daun kelor yang diformulasikan dalam bentuk gel menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan, dengan zona hambat maksimum terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* pada konsentrasi 15%, menghasilkan diameter zona hambat rata-rata sebesar 9,14 mm. Hasil ini mempertegas efektivitas ekstrak daun kelor dalam melawan patogen, memberikan indikasi yang kuat mengenai kemampuannya dalam aplikasi terapeutik. Dalam kajian yang dilakukan oleh Theresia (2019), ditemukan bahwa ekstrak daun *Moringa oleifera* yang diaplikasikan dalam formulasi masker gel peel-off menampilkan aktivitas antibakteri yang paling signifikan terhadap *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi 7%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter zona hambat yang dihasilkan mencapai 5,75 mm mengindikasikan bahwa ekstrak *Moringa oleifera* memiliki potensi yang kuat dalam mengatasi bakteri patogen tersebut, menggarisbawahi efektivitasnya sebagai agen antibakteri dalam konteks formulasi kosmetik. Penelitian-penelitian ini menegaskan potensi besar daun *Moringa oleifera* sebagai agen antibakteri yang efektif, memberikan dasar yang kuat untuk eksplorasi lebih lanjut dalam pengembangan produk berbasis herbal.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ermawati dan Ramadhani (2019), terdapat hubungan positif antara konsentrasi ekstrak etanol dari daun kelor dengan peningkatan aktivitas antibakteri secara signifikan. Konsentrasi yang lebih tinggi terbukti menghasilkan diameter zona hambat yang lebih luas terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*. Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun kelor dapat memberikan efek antibakteri yang lebih kuat seiring dengan meningkatnya konsentrasi, yang berimplikasi pada potensi penggunaannya dalam pengembangan agen antibakteri alami. Formula paling efektif memiliki konsentrasi ekstrak etanol daun kelor sebesar 15%, menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak daun kelor secara proporsional meningkatkan efektivitasnya terhadap bakteri. Dengan demikian, daun kelor menunjukkan potensi besar untuk

diformulasikan dalam sediaan antibakteri. Salah satu bentuk sediaan yang tepat untuk aplikasi topikal sebagai antibakteri adalah emulgel. Emulgel merupakan formulasi topikal menggabungkan gel dengan emulsi, menghasilkan bentuk sediaan yang unik. Dalam lingkup penelitian ini, keberadaan agen pengental dalam fase aqueous dapat mengubah emulsi konvensional menjadi formulasi emulgel. Emulsi terdiri dari minyak dalam air berfungsi sebagai media untuk penghantaran senyawa lipofilik, sedangkan senyawa hidrofilik umumnya dikapsulasi dalam emulsi dengan tipe air dalam minyak (Mohammed *et al.*, 2013). Emulgel, pada dasarnya, adalah sebuah varian dari emulsi, baik yang bertipe minyak dalam air (M/A) maupun air dalam minyak (A/M), yang telah dimodifikasi menjadi suatu formulasi gel dengan mengintegrasikan emulsi tersebut ke dalam basis gel (Aisyah, 2018). Transformasi ini tidak hanya mengubah konsistensi sediaan, tetapi juga mempengaruhi stabilitas dan efikasi penghantaran zat aktif dalam formulasi tersebut.

Pemilihan HPMC (*Hydroxy Propyl Methyl Cellulose*) sebagai agen pembentuk gel berlandaskan pada temuan Nursiah (2011) yang menunjukkan bahwa HPMC memiliki stabilitas fisik yang superior dibandingkan dengan agen pembentuk gel lainnya. Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan utama meliputi kemampuan HPMC untuk menyebar dengan merata pada permukaan kulit, sifat hidrofiliknya, kemampuannya untuk tidak menyumbat pori-pori, serta kemudahan dalam pembersihan dengan air. Selain itu, HPMC menunjukkan kemampuan ekspansi yang baik dalam medium berbasis air, menjadikannya pilihan yang tepat sebagai basis formulasi topikal, terutama untuk mengatasi kondisi sebasea berlebih yang dapat memicu timbulnya jerawat (Voigt, 1984). Dalam kajian ini, aktivitas antibakteri dari formulasi emulgel dianalisis melalui metode difusi sumuran, melibatkan pembuatan sumur-sumur pada media agar yang telah diinokulasikan dengan bakteri target, selanjutnya diisi dengan agen antimikroba yang sedang dievaluasi (Pratiwi, 2008). Efektivitas antibakteri dinilai berdasarkan diameter zona hambat terbentuk akibat metode difusi sumuran, serta penentuan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM). Penilaian ini bertujuan untuk mengukur kapasitas daun kelor dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan menilai potensi terapeutik dari formulasi emulgel tersebut dalam konteks pengendalian infeksi bakteri.

## I. Hipotesis

Berdasarkan perumusan masalah yang telah diuraikan, hipotesis penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

Pertama, konsentrasi tertentu dari gelling agent HPMC dalam formulasi emulgel ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* L.) akan menghasilkan sediaan yang memiliki kualitas fisik dan stabilitas yang memadai. Dalam hal ini, gelling agent HPMC diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap keawetan dan performa fisik emulgel.

Kedua, sediaan emulgel yang mengandung ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dengan konsentrasi tertentu dari *gelling agent* HPMC diperkirakan akan menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Hal ini diharapkan dapat membuktikan efektivitas formulasi dalam mengatasi pertumbuhan mikroba berbahaya.