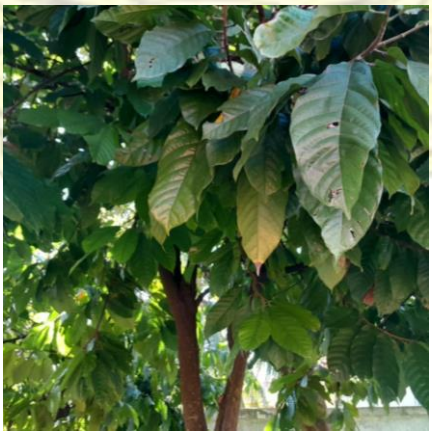
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Tanaman Kakao

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) umumnya tumbuh baik pada tanah yang subur, dalam, serta memiliki sistem drainase yang baik. Kakao dapat tumbuh pada kisaran pH tanah 4 hingga 8,5, namun pertumbuhan optimalnya berada pada pH 6–7,5 karena pada rentang tersebut unsur hara dan mineral lebih mudah diserap oleh tanaman. Kondisi pH tersebut juga mendukung aktivitas fisiologis akar sehingga proses penyerapan nutrisi berlangsung lebih efisien dan pertumbuhan tanaman menjadi lebih stabil. Kakao merupakan tanaman tahunan berdaun hijau sepanjang tahun dengan tinggi 4–8 meter dan dapat mencapai hingga 20 meter pada kondisi lingkungan yang sangat mendukung. Batangnya berkulit kayu berwarna abu-abu kecokelatan, sedangkan daunnya tunggal dan tersusun berseling, berbentuk lonjong hingga elips dengan ujung meruncing, memiliki tulang daun menyirip yang jelas, serta berukuran panjang 20–35 cm dan lebar 6–10 cm. (Marie *et al*, 2022).



Gambar 1. Pohon Kakao (Sumber : Dokumentasi Pribadi)

1.1.1. Taksonomi Tanaman Kakao

Secara taksonomi tanaman, menurut Marie *et al* (2022). Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Spermatophyta*

Subdivisio : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotyledoneae*

Ordo : *Malvales/Columniferae*

Famili : *Sterculiaceae*

Genus : *Theobroma*

Spesies : *Theobroma cacao* L.

1.1.2. Morfologi Tanaman Kakao

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu jenis pohon tropis yang termasuk ke dalam famili *Malvaceae* dan subfamili *Byttnerioideae*. Kajian taksonomi terbaru, posisi genus *Theobroma* mengalami penataan ulang dengan dimasukkannya beberapa genus yang sebelumnya terpisah, seperti *Herrania* ke dalam kelompok yang sama. Tanaman ini tumbuh baik di wilayah beriklim lembap dengan suhu ideal antara 18–32°C dan curah hujan tahunan sekitar 1500–2500 mm. Lingkungan tersebut mendukung pertumbuhan batang yang kokoh, percabangan rimbun, serta tajuk yang lebat khas tanaman tropis (Silva *et al*, 2024).

Daun kakao memiliki susunan berseling (*alternate*) dan berbentuk elips hingga lonjong melebar (*obovate-eliptik***)**. Ukuran helaian daun umumnya berkisar

antara 20–35 cm panjang dan 7–8 cm lebar. Daun muda berwarna kemerahan atau keunguan, kemudian berubah menjadi hijau tua mengilap setelah dewasa. Bagian ujung daun meruncing (*acuminate*), sedangkan pangkalnya membulat (*cordate*). Permukaan atas daun halus dan licin, sementara bagian bawah cenderung lebih pucat. Tangkai daun (*petiol*) sepanjang 2–4 cm dilengkapi *pulvinus***,** yaitu jaringan penyangga di pangkal dan ujung tangkai yang membantu orientasi daun terhadap arah datangnya cahaya (Ayu *et al*, 2022).

Keragaman morfologi daun kakao ditemukan pada berbagai varietas, terutama dalam hal bentuk ujung daun, warna daun muda, serta luas helaian daun. Ciri-ciri tersebut menjadi indikator penting dalam identifikasi dan klasifikasi varietas kakao serta menentukan adaptasi tanaman terhadap kondisi lingkungan. Selain berperan dalam identifikasi taksonomi, bentuk daun yang memanjang dan meruncing merupakan bentuk adaptasi fisiologis terhadap curah hujan tinggi di daerah tropis, yang memungkinkan air cepat mengalir dari permukaan daun sehingga mengurangi risiko penyakit akibat kelembapan berlebih (Sari *et al.*, 2021).

1.1.3. Kandungan Kimia Daun Kakao

Daun kakao (*Theobroma cacao* L.) diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, steroid, dan glikosida yang berperan penting dalam aktivitas antibakteri. Senyawa flavonoid bekerja dengan cara merusak membran sitoplasma bakteri. Kerusakan membran ini menyebabkan kebocoran zat penting seperti asam amino dan nukleotida dari dalam sel bakteri, sehingga fungsi enzim terganggu dan bakteri tidak dapat bertahan hidup (Putri *et al*, 2024).

Senyawa alkaloid memiliki mekanisme antibakteri dengan menghambat pembentukan peptidoglikan komponen utama penyusun dinding sel bakteri yang mengakibatkan dinding sel tidak terbentuk sempurna dan menyebabkan kematian sel. Alkaloid juga dapat berikatan dengan DNA bakteri (bertindak sebagai *DNA intercalator*) serta menghambat aktivitas enzim topoisomerase yang penting dalam proses replikasi DNA (Putri *et al*, 2024).

Senyawa saponin berfungsi sebagai antibakteri dengan cara menurunkan tegangan permukaan dinding sel bakteri. Mekanisme ini meningkatkan permeabilitas membran sel dan menyebabkan keluarnya isi sel, sehingga bakteri mengalami lisis atau pecah. Tanin bekerja dengan melisiskan dan menghambat pembentukan dinding sel bakteri. Tanin juga dapat menginaktivasi enzim dan protein penting dalam sel bakteri, sehingga mengganggu metabolisme sel dan berujung pada kematian bakteri (Putri *et al*, 2024).

1.1.4. Bioaktivitas Daun Kakao

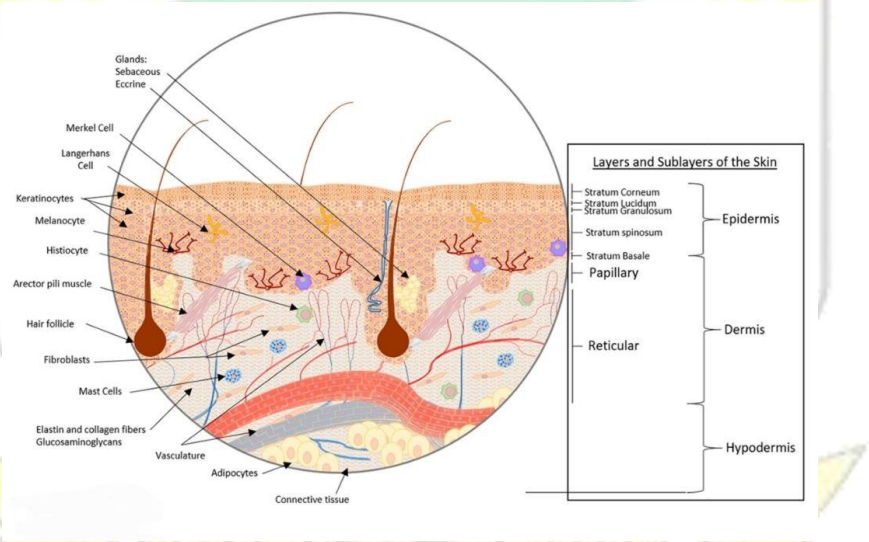
Ekstrak etanol daun kakao mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin dan saponin yang memiliki aktivitas antibakteri nyata. Pada penelitian sebelumnya ditemukan bahwa ekstrak daun kakao etanol mampu menghambat pertumbuhan bakteri penyebab jerawat, yaitu *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus* epidermidis dengan zona hambat terbaik masing-masing adalah 19 mm dan 22 mm pada konsentrasi 25% (Putri *et al*, 2024).

Studi profil fitokimia melalui metode GC-MS mengidentifikasi keberadaan alkaloid, flavonoid, dan saponin dalam ekstrak daun kakao, yang menegaskan dasar molekuler aktivitas antibakterinya. Secara keseluruhan, temuan-temuan ini

menunjukkan bahwa daun kakao memiliki potensi sebagai sumber antibakteri alami yang kuat dan dapat dikembangkan lebih lanjut misalnya dalam formulasi kosmetik seperti *acne patch* dengan fungsi antibakteri (Savira, 2024).

1.2.Kulit

Kulit merupakan penghalang utama tubuh terhadap berbagai paparan lingkungan, baik yang berasal dari mikroorganisme maupun bahan kimia. Organ ini merupakan bagian tubuh terbesar manusia dengan luas permukaan sekitar ±2 m^2. Secara anatomi, kulit terdiri atas tiga lapisan utama yang tersusun dari dalam ke luar, yaitu hipodermis, dermis, dan epidermis (Randall, 2018).



Gambar 2. Anatomi Kulit (Randall, 2018).

Lapisan epidermis tersusun terutama dari sel keratinosit, sedangkan sel Merkel, sel Langerhans, dan melanosit hanya berkontribusi sekitar 5% dari total populasi sel**.** Epidermis memiliki fungsi penting sebagai barier fisik, pertahanan imun, serta reseptor mekanis terhadap rangsangan luar (Randall, 2018). Lapisan

epidermis terdiri dari beberapa sub-lapisan (stratum) yang memiliki fungsi spesifik, yaitu:

1. Stratum Basale (Stratum Germinativum)

Lapisan ini terdiri atas 3–5 lapisan sel granular yang merupakan hasil diferensiasi dari lapisan spinosum**.** Sel-sel granular pada lapisan ini mengandung dua jenis granula, yaitu granula keratohialin dan granula lamelar**.** Granula keratohialin berfungsi sebagai prekursor keratin yang akan beragregasi, berikatan silang, dan membentuk bundel keratin**,** sedangkan granula lamelar mengandung glikolipid yang berperan sebagai perekat antar sel serta memberikan sifat hidrofobik yang menjaga kulit dari kehilangan air berlebih. Sel-sel berbentuk pipih menyerupai belah ketupat ini tersusun sejajar dengan membran basal dan terus mengalami diferensiasi serta mengekspresikan molekul yang mendukung pematangan menjadi sel epidermal dewasa pada lapisan stratum korneum (Lotfollahi, 2024).

2. Stratum Spinosum

Lapisan ini berada tepat di atas stratum basale dan terdiri dari keratinosit berbentuk poligonal yang memiliki tonjolan sitoplasmik menyerupai duri. Tonjolan tersebut menonjol keluar dan saling berhubungan dengan sel di sekitarnya melalui desmosom, membentuk struktur jaringan yang kuat dan saling terkait. Keratinosit pada lapisan ini terus mengalami proses diferensiasi, yang berlanjut hingga membentuk sel-sel pada lapisan stratum korneum. Di dalam lapisan ini juga terdapat sel dendritik yang berfungsi dalam pertahanan imun kulit**.** Seiring

bertambahnya usia, lapisan stratum spinosum akan menipis, yang dapat memengaruhi fungsi pelindung serta integritas struktur kulit (Lotfollahi, 2024).

3. Stratum Granulosum

Lapisan sel granular yang merupakan hasil diferensiasi dari lapisan spinosum**.** Sel-sel granular tersebut mengandung granula keratohialin dan granula lamelar dengan fungsi yang berbeda. Granula keratohialin berperan dalam pembentukan prekursor keratin yang kemudian beragregasi, berikatan silang, dan membentuk berkas keratin**,** sedangkan granula lamelar mengandung glikolipid yang berfungsi sebagai zat perekat antar sel serta memberikan sifat hidrofobik pada lapisan kulit. Sel-sel pipih berbentuk seperti belah ketupat pada lapisan ini tersusun sejajar dengan membran basal dan akan terus mengalami diferensiasi serta mengekspresikan molekul tertentu yang berperan dalam pematangan sel epidermal hingga mencapai lapisan stratum korneum (Lotfollahi, 2024).

4. Stratum Lucidum

Lapisan ini hanya ditemukan pada bagian kulit tebal seperti telapak tangan, telapak kaki, dan ujung jari (sidik jari)**.** Sifat transparan dari lapisan ini disebabkan oleh keberadaan keratinosit bening yang tidak memiliki inti sel**,** sehingga memberikan penampakan jernih pada struktur kulit di area tersebut. Stratum lucidum berfungsi sebagai lapisan pelindung tambahan secara mekanik**,** membantu memperkuat daya tahan kulit terhadap gesekan dan tekanan pada area yang sering mengalami kontak langsung dengan permukaan luar (Lotfollahi, 2024).

5. Stratum Korneum

Lapisan paling luar dari kulit manusia dikenal sebagai stratum korneum atau lapisan tanduk**,** yang berperan sebagai penghalang utama (*primary barrier*) dalam melindungi tubuh dengan membatasi pergerakan zat kimia baik dari lingkungan luar maupun dari dalam tubuh. Kemampuan penghalang pada stratum korneum ini sangat dipengaruhi oleh komposisi penyusunnya, yaitu sekitar 75–80% protein**,** 5–15% lipid, serta 5–10% bahan lain (zat larut) berdasarkan berat kering totalnya (Priyanka, 2022).

Stratum korneum memiliki ketebalan kurang lebih 10 μm dalam kondisi kering**,** namun dapat mengembang beberapa kali lipat saat mengalami hidrasi penuh. Lapisan ini bersifat elastis namun tetap kuat terhadap tekanan mekanis**.** Secara struktural, stratum korneum dapat digambarkan seperti susunan dinding bata**,** "bata" diwakili oleh sel-sel protein (korneosit), sedangkan "semen" di antaranya berupa lipid antar sel yang merekatkan dan memperkuat struktur. Lapisan ini terdiri atas sel-sel kulit tanduk (korneosit) yang saling terhubung melalui desmosom, yaitu struktur kaya protein pada membran sel yang menjaga integritas jaringan. Korneosit terbenam dalam matriks lipid, yang memiliki peran krusial dalam menentukan tingkat permeabilitas atau kemampuan penetrasi berbagai zat yang melintasi kulit manusia (Priyanka, 2022).

Lapisan dermis merupakan bagian berserat tebal yang terbagi menjadi dua sublapisan, yaitu dermis papilare dan dermis retikulare, meskipun batas antara keduanya tidak terlalu jelas. Lapisan ini mengandung serabut kolagen dan elastin, glikosaminoglikan (GAGs), serta berbagai jenis sel seperti fibroblas, sel dendritik dermal, sel mast, dan histiosit. Selain itu, dermis juga memiliki struktur penting

berupa pembuluh darah, pembuluh limfa, serta struktur pelengkap kulit seperti kelenjar sebasea, kelenjar apokrin dan ekrin, folikel rambut, otot arrector pili, saraf, korpuskulus taktil, dan kuku**.** Secara fungsional, dermis berperan sebagai pengatur suhu, penerima rangsangan mekanik dan termal, pelindung imunologis**,** serta penjaga kelembapan kulit (Randall, 2018).

Lapisan hipodermis, yang juga dikenal sebagai jaringan subkutan atau subkutis, merupakan lapisan terdalam dari struktur kulit. Lapisan ini tersusun atas jaringan lemak (adiposit) dan jaringan ikat longgar yang mengandung pembuluh darah serta serabut saraf**.** Hipodermis berperan penting sebagai isolator panas**,** peredam tekanan mekanik, dan bantalan pelindung terhadap trauma fisik. Selain itu, lapisan ini juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan energi dan nutrisi**,** pengatur suhu tubuh**,** serta menjadi jalur utama bagi pembuluh darah besar dan saraf yang menghubungkan bagian dalam tubuh dengan lapisan kulit di atasnya (Randall, 2018).

1.3. Kosmetik

1.3.1. Pengertian Kosmetik

Kosmetik merupakan sediaan atau bahan yang digunakan pada bagian luar tubuh manusia dengan tujuan untuk membersihkan, mempercantik, meningkatkan daya tarik, atau mengubah penampilan. Penggunaan kosmetik dilakukan dengan cara digosokkan, dituangkan, ditaburkan, disemprotkan, atau diaplikasikan pada permukaan tubuh. Berbeda dengan obat, kosmetik tidak ditujukan untuk menyembuhkan atau memperbaiki kondisi tubuh serta tidak mencantumkan klaim terapeutik apa pun (Aulia, 2021).

Menurut Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), kosmetika merupakan sediaan atau campuran bahan yang digunakan pada bagian luar tubuh manusia, seperti lapisan kulit (epidermis), rambut, kuku, bibir, organ genital bagian luar, serta pada gigi dan membran mukosa mulut. Tujuan penggunaannya meliputi proses pembersihan, pemberian aroma harum, perbaikan penampilan, penghilangan bau badan, serta perlindungan dan pemeliharaan kondisi tubuh agar tetap sehat dan terawat. Sementara itu, bahan kosmetika didefinisikan sebagai campuran bahan yang dapat berasal dari sumber alami maupun sintetik, yang berfungsi sebagai komponen penyusun kosmetik termasuk di dalamnya bahan pewarna, bahan pengawet, dan bahan tabir surya (BPOM, 2019).

Sediaan kosmetik modern umumnya mengandung bahan aktif alami, termasuk ekstrak tumbuhan, yang memiliki aktivitas fisiologis tertentu seperti antioksidan, antibakteri, atau pelembap alami. Dengan demikian, kosmetika tidak hanya berperan sebagai produk kecantikan, tetapi juga mendukung konsep kosmetik fungsional (*cosmeceutical*) yang menggabungkan aspek farmakologi dan kosmetik (Ukkasah, 2019).

1.3.2. Penggolongan Kosmetik

Kosmetik merupakan sediaan atau bahan yang digunakan pada bagian luar tubuh manusia dengan tujuan untuk membersihkan, mempercantik, meningkatkan daya tarik, atau mengubah penampilan. Penggunaan kosmetik dilakukan dengan cara digosokkan, dituangkan, ditaburkan, disemprotkan, atau diaplikasikan pada permukaan tubuh. Berbeda dengan obat, kosmetik tidak ditujukan untuk

menyembuhkan atau memperbaiki kondisi tubuh serta tidak mencantumkan klaim terapeutik apa pun (Aulia, 2021).

Penggolongan kosmetik menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 445/MENKES/PER/V/1998 Tentang Bahan, Zat Warna, Zat Pengawet dan Tabir Surya pada Kosmetik sebagai berikut:

A. Kosmetik untuk bayi misalnya minyak bayi, bedak bayi.
B. Kosmetik untuk mandi misalnya sabun mandi, bath capsule.
C. Kosmetik untuk mata misalnya maskara, eye shadow.
D. Kosmetik untuk rambut misalnya cat rambut dan hair spry.
E. Kosmetik pewarna rambut misalnya cat rambut.
F. Kosmetik make up misalnya lipstik dan bedak.
G. Kosmetik kebersihan mulut misalnya pasta gigi, mouth washes.
H. Kosmetik perawatan kulit misalnya pelembab (lotion), pelindung kulit dan pembersih kulit.

I. Kosmetik kebersihan badan misalnya deodorant.

J. Kosmetik untuk perawatan kuku misalnya cat kuku.

K. Kosmetik untuk cukur misalnya sabun cukur.

Salah satu bentuk sediaan topikal modern yang digunakan dalam terapi jerawat adalah *acne patch*, yaitu lembaran tipis berbasis polimer yang bekerja secara oklusif pada permukaan kulit. *Acne patch* umumnya menggunakan bahan hidrofilik seperti hydrocolloid atau polimer pembentuk film yang mampu menjaga kelembapan area jerawat, menyerap eksudat, serta melindungi lesi dari kontaminasi eksternal sehingga membantu mempercepat proses penyembuhan. Selain itu, *acne patch* juga dapat meningkatkan efektivitas penghantaran zat aktif secara lokal pada kulit yang mengalami inflamasi (Azzahra *et al.*, 2024).

2.4 *Patch*

Patch merupakan salah satu bentuk inovasi sediaan topikal yang dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas terapi serta memberikan kenyamanan yang lebih baik bagi pengguna. Sediaan ini dinilai lebih praktis karena mudah digunakan dan dapat membantu meningkatkan kepatuhan penggunaan obat pada terapi jerawat. *Patch* juga berfungsi melindungi area kulit yang mengalami jerawat dari kontaminasi luar yang dapat memperparah kondisi kulit. *Patch* bekerja sebagai sistem penghantaran obat yang mengandung lapisan adhesif sehingga mampu menempel dengan baik pada permukaan kulit dan menghantarkan zat aktif secara terkontrol ke area yang mengalami peradangan. Adanya lapisan adhesif tersebut juga dapat memperpanjang waktu retensi zat aktif

pada kulit sehingga proses penghantaran obat berlangsung lebih efektif dan optimal. Dengan kemampuan melekat yang baik, *patch* mampu menjaga kestabilan kontak antara zat aktif dan kulit (Maddeppungeng, *at al.,* 2023).

2.5 *Acne Patch*

Acne Patch merupakan salah satu bentuk sediaan topikal modern yang dikembangkan untuk membantu penanganan jerawat secara lebih praktis dan efektif. Sediaan ini digunakan dengan cara ditempelkan langsung pada area kulit yang berjerawat sehingga zat aktif dapat dihantarkan secara terkontrol ke permukaan kulit. *Patch* memiliki bentuk lapisan tipis yang fleksibel, mudah melekat pada kulit, serta mampu melindungi area jerawat dari paparan kontaminan luar yang dapat memperburuk kondisi kulit. Selain itu, penggunaan patch memberikan kenyamanan lebih karena mampu mempertahankan kontak zat aktif dengan kulit dalam waktu yang lebih lama sehingga efektivitas terapi dapat meningkat (Ananda, *et al.,* 2024).

Sediaan *patch* umumnya diformulasikan menggunakan polimer pembentuk film seperti Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC) dan Sodium Carboxymethyl Cellulose (Na-CMC) karena mampu menghasilkan lapisan yang homogen, elastis, dan memiliki daya lekat yang baik. Penggunaan polimer tersebut juga berperan dalam mengontrol pelepasan zat aktif, menjaga kestabilan sediaan, serta meningkatkan kekuatan mekanik *patch* (Ananda *et al.*, 2024).

Patch juga dapat membantu melindungi area jerawat yang mengalami inflamasi sehingga mengurangi risiko iritasi dan kontaminasi bakteri dari lingkungan luar. Adanya efek oklusif dari lapisan *patch* dapat meningkatkan penetrasi zat aktif ke lapisan kulit sehingga proses terapi berlangsung lebih optimal. Pengembangan sediaan *patch* menjadi salah satu inovasi yang potensial dalam formulasi kosmetik dan farmasi untuk perawatan jerawat (Ananda *et al.*, 2024).

1.6 Komponen Sediaan *Acne Patch*

1.6.1 Komponen Utama *Acne Patch*

Formulasi *acne patch* umumnya terdiri dari beberapa komponen penting yang saling mendukung, yaitu polimer pembentuk film, zat aktif, humektan, pengawet, serta pelarut. Setiap komponen memiliki peran spesifik dalam menghasilkan sediaan yang stabil, efektif, dan nyaman digunakan pada kulit. Polimer berfungsi sebagai pembentuk matriks utama yang menentukan karakteristik fisik sediaan, seperti ketebalan, elastisitas, dan kemampuan melekat pada permukaan kulit. Kombinasi antara bahan aktif antibakteri dengan basis polimer yang tepat sangat menentukan keberhasilan pelepasan zat aktif serta stabilitas sistem sediaan (Azzahra *et al.*, 2024).

Natrium Carboxymethyl Cellulose (Na CMC), *propylene glycol*, dan metil paraben merupakan komponen penting dalam formulasi sediaan *acne patch*. Na CMC berfungsi sebagai polimer hidrofilik yang berperan sebagai *gelling agent* sekaligus pembentuk film yang menghasilkan lapisan tipis, fleksibel, serta stabil pada permukaan kulit, sekaligus memengaruhi karakteristik fisik sediaan seperti

viskositas, ketebalan, dan elastisitas. *Propylene glycol* digunakan sebagai humektan dan kosolven yang berfungsi menjaga kelembapan sediaan, meningkatkan kelarutan zat aktif, serta membantu penetrasi senyawa bioaktif ke dalam kulit sehingga patch tetap lentur dan nyaman digunakan. Sementara itu, metil paraben berperan sebagai pengawet yang bekerja dengan menghambat pertumbuhan mikroorganisme selama penyimpanan, sehingga dapat menjaga stabilitas dan keamanan sediaan dalam jangka waktu tertentu. Kombinasi ketiga bahan ini sangat menentukan kualitas fisik, stabilitas, serta efektivitas pelepasan zat aktif dalam sistem *acne patch* berbasis polimer (Azzahra *et al.,* 2024).

2.6.2 Komposisi Bahan *Acne Patch*

1. Sodium Carboxymethyl Cellulose (Na-CMC)

Sodium Carboxymethyl Cellulose (Na-CMC) merupakan turunan selulosa berupa polimer anionik yang bersifat mudah larut dalam air, tidak berwarna, tidak berbau, serta tidak beracun. Na-CMC umumnya berbentuk serbuk atau butiran halus dan memiliki sifat biodegradable sehingga aman digunakan dalam berbagai sediaan farmasi maupun kosmetik. Bahan ini banyak dimanfaatkan sebagai pengental, penstabil emulsi atau suspensi, serta bahan pengikat karena mampu meningkatkan viskositas dan membentuk matriks yang baik pada sediaan (Indriani *at al.,* 2021).

Na-CMC sering digunakan dalam formulasi sediaan topikal, termasuk *patch*, karena memiliki kemampuan membentuk film, meningkatkan daya lekat, serta membantu mempertahankan kestabilan sediaan. Selain itu, Na-CMC juga mampu menghasilkan tekstur patch yang fleksibel dan homogen sehingga nyaman

digunakan pada kulit. Pemilihan konsentrasi Na-CMC yang tepat sangat penting karena dapat memengaruhi karakteristik fisik patch, seperti ketebalan, elastisitas, daya serap kelembapan, dan kemampuan pelepasan zat aktif dari sediaan (Indriani, *at al.*, 2021).

2. Metil Paraben

Nipagin atau metil paraben merupakan bahan pengawet yang sering digunakan dalam sediaan kosmetik dan farmasi untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang dapat merusak sediaan. Penggunaan bahan pengawet sangat penting terutama pada sediaan yang mengandung air, karena rentan mengalami kontaminasi mikroba selama penyimpanan maupun penggunaan. Metil paraben dipilih karena memiliki stabilitas yang baik, efektif dalam konsentrasi rendah, serta relatif aman digunakan dalam formulasi topikal (Hastuti, *et al.*, 2023).

Penggunaan metil paraben dalam sediaan kosmetik telah diatur oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia dengan kadar maksimum yang diperbolehkan sebesar 0,4% untuk penggunaan tunggal. Sebelum dicampurkan ke dalam formulasi, nipagin biasanya dilarutkan terlebih dahulu menggunakan propilenglikol agar dapat terdispersi secara homogen dalam sistem sediaan. Dengan penggunaan nipagin yang tepat, sediaan patch dapat terjaga kualitas, keamanan, dan kestabilannya selama penggunaan (Hastuti *et al.*, 2023).

3. Propilenglikol

Propilenglikol berperan penting sebagai humektan karena kemampuannya menarik dan mempertahankan kelembapan dari lingkungan sekitarnya. Fungsinya adalah menjaga kestabilan kadar air dalam sediaan, sehingga sediaan tidak mudah

mengering atau mengalami perubahan konsistensi selama penyimpanan. Penggunaan propilenglikol dalam konsentrasi tinggi dapat menurunkan viskositas sediaan. Propilenglikol juga berperan sebagai pengawet tambahan karena sifat antimikrobanya yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur pada sediaan kosmetik atau farmasi (Putri, *et al.*, 2023).

1.7 Ekstraksi

1.7.1 Pengertian Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses pengambilan senyawa aktif dari bahan alam menggunakan pelarut yang sesuai untuk melarutkan komponen kimia yang diinginkan. Tujuan utama ekstraksi adalah memisahkan senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, alkaloid, atau fenolik dari bahan dasarnya agar dapat digunakan dalam sediaan farmasi atau kosmetik (Ismunanto, 2025).

Senyawa metabolit sekunder dari daun kakao **(***Theobroma cacao* L.) dapat diperoleh proses ekstraksi dilakukan berdasarkan prinsip bahwa pelarut polar akan melarutkan senyawa polar, sedangkan pelarut non-polar melarutkan senyawa non-polar. Dalam penelitian ini, etanol 96% digunakan sebagai pelarut polar yang efektif untuk mengekstraksi berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan polifenol yang terdapat pada daun kakao, karena etanol memiliki kemampuan melarutkan senyawa dengan berbagai tingkat kepolaran (Ismunanto, 2025).

Kandungan senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak dapat diketahui melalui rendemen ekstrak yang dihasilkan. Nilai rendemen menunjukkan seberapa besar zat aktif yang berhasil diekstrak dari bahan simplisia, semakin tinggi rendemen, maka semakin banyak pula komponen bioaktif yang terkandung dalam

ekstrak tersebut. Pemilihan etanol 96% sebagai pelarut sangat penting karena pelarut ini mampu mengekstraksi senyawa aktif secara optimal tanpa merusak struktur kimianya. Berdasarkan prinsip tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak etanol 96% daun kakao (*Theobroma cacao* L.) yang berpotensi sebagai antibakteri terhadap *Cutibacterium acnes* (Ismunanto, 2025).

1.7.2 Metode Ekstraksi

Teknik ekstraksi tradisional seperti maserasi, soxhlet, dan hidrodistilasi sudah lama digunakan untuk memperoleh berbagai senyawa bioaktif dari tanaman. Prinsip dasar dari ketiga metode ini adalah adanya interaksi antara pelarut dengan bahan tanaman, di mana senyawa yang terkandung di dalam sel tanaman akan larut ke dalam pelarut sesuai tingkat kepolarannya. Meskipun metode-metode ini termasuk sederhana dan tidak memerlukan peralatan yang rumit, penggunaannya memiliki beberapa kelemahan, seperti waktu proses yang lama, kebutuhan pelarut dalam jumlah besar, serta kemungkinan terjadinya kerusakan pada senyawa aktif akibat paparan suhu tinggi selama proses berlangsung. Selain itu, metode konvensional ini umumnya kurang selektif, sehingga senyawa yang tidak diinginkan dapat ikut terekstraksi dan memengaruhi kualitas ekstrak akhir (Sun *et al*, 2025).

1. Maserasi

Metode maserasi merupakan cara paling sederhana dan banyak digunakan dalam proses ekstraksi bahan alam. Proses ini dilakukan dengan merendam serbuk simplisia (bahan tanaman yang telah dikeringkan dan dihaluskan) ke dalam pelarut

yang sesuai, seperti etanol 96%, metanol, atau air, pada suhu ruang selama beberapa hari. Selama proses ini, pelarut akan menembus dinding sel tanaman dan melarutkan senyawa-senyawa aktif yang terkandung di dalamnya melalui mekanisme difusi. Setelah itu, campuran disaring untuk memisahkan cairan ekstrak dari ampasnya (Sun *et al*, 2025).

Keunggulan metode maserasi adalah kesederhanaan dan biaya yang rendah, karena tidak memerlukan alat khusus atau energi panas tambahan. Selain itu, metode ini cocok digunakan untuk senyawa yang tidak tahan panas, seperti flavonoid, polifenol, dan tanin, yang mudah terdegradasi jika dipanaskan. Maserasi juga memungkinkan pelarut untuk bekerja perlahan, sehingga senyawa yang diekstraksi dapat keluar secara maksimal dari jaringan tanaman. Namun, kelemahan utama metode ini adalah waktu ekstraksi yang lama, bisa mencapai beberapa hari tergantung jenis bahan dan pelarut yang digunakan. Selain itu, efisiensi ekstraksi dapat menurun jika proses tidak dilakukan dengan pengadukan atau penggantian pelarut secara berkala. Dalam beberapa kasus, maserasi juga dapat menyebabkan terekstraksinya zat-zat pengotor, seperti getah atau resin, yang dapat mempengaruhi kemurnian serta aktivitas biologis ekstrak. Pengendalian waktu, jenis pelarut, dan kondisi lingkungan menjadi faktor penting untuk memperoleh hasil ekstraksi yang optimal (Sun *et al*., 2025).

2. Sokletasi

Metode Sokletasi merupakan teknik ekstraksi berulang yang memanfaatkan sirkulasi pelarut panas untuk melarutkan senyawa dari bahan tanaman. Pada metode ini, pelarut akan dipanaskan hingga menguap, kemudian uapnya mengalir ke bagian

kondensor dan menetes kembali ke bahan tanaman. Proses ini terjadi secara berulang hingga semua senyawa aktif larut ke dalam pelarut. Teknik Soklet dinilai lebih efisien dibandingkan maserasi karena pelarut selalu diperbarui secara otomatis, sehingga kandungan senyawa aktif dapat diekstraksi dengan lebih sempurna. Metode ini kurang cocok untuk senyawa yang sensitif terhadap panas karena proses berlangsung pada suhu tinggi dan dalam waktu yang cukup lama (Sun, *et al*, 2025).

3. Hidrodistilasi

Metode hidrodistilasi umumnya digunakan untuk mengekstraksi minyak atsiri atau senyawa volatil dari tanaman. Proses ini dilakukan dengan merebus bahan tanaman dalam air atau uap air, sehingga senyawa yang mudah menguap akan terbawa bersama uap dan kemudian dikondensasikan menjadi cairan. Hidrodistilasi sangat efektif untuk memperoleh minyak atsiri murni, tetapi metode ini memiliki keterbatasan karena suhu tinggi dapat merusak senyawa yang sensitif terhadap panas. Proses ini membutuhkan waktu lama dan terkadang menyebabkan terbentuknya emulsi yang sulit dipisahkan antara minyak dan air (Sun *et al*, 2025).

Secara keseluruhan, setiap metode ekstraksi memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Maserasi tetap menjadi pilihan populer dalam penelitian bahan alam karena kemudahannya dan kemampuannya menjaga stabilitas senyawa aktif, terutama saat menggunakan pelarut seperti etanol 96%, yang efektif mengekstraksi senyawa polar seperti flavonoid, tanin, dan polifenol dari bahan alami seperti daun kakao (*Theobroma cacao* L.).

1.8 Antibakteri

1.8.1 Pengertian Antibakteri

Aktivitas antibakteri merupakan kemampuan suatu zat, baik berupa senyawa kimia, ekstrak tumbuhan, maupun sediaan farmasi, untuk menghambat pertumbuhan bakteri atau membunuh bakteri yang menyebabkan infeksi. Kemampuan ini dapat terjadi melalui dua cara utama, yaitu bakteriostatik (menghambat pertumbuhan bakteri tanpa membunuhnya secara langsung) dan bakterisidal (membunuh bakteri secara langsung). Dalam penelitian bahan alam, aktivitas antibakteri biasanya diuji menggunakan beberapa parameter, seperti diameter zona hambat, konsentrasi hambat minimum (MIC), dan konsentrasi bunuh minimum (MBC) yang menunjukkan seberapa efektif suatu zat dalam melawan pertumbuhan bakteri (Murray, 2020).

Senyawa-senyawa fitokimia alami seperti flavonoid, tanin, alkaloid, dan saponin banyak dikenal memiliki aktivitas antibakteri. Senyawa tersebut dapat bekerja dengan cara merusak struktur dinding atau membran sel bakteri, menghambat kerja enzim metabolisme penting, atau mengganggu proses pembentukan protein dan DNA bakteri. Dengan terganggunya fungsi-fungsi tersebut, bakteri kehilangan kemampuan untuk tumbuh dan berkembang sehingga akhirnya mati (Murray, 2020).

Efektivitas suatu zat antibakteri juga sangat dipengaruhi oleh jenis bakteri yang dihadapi, apakah termasuk bakteri Gram-positif atau Gram-negatif. Struktur dinding sel bakteri Gram-negatif yang lebih kompleks sering kali membuatnya lebih sulit ditembus oleh zat aktif dibandingkan dengan bakteri Gram-positif. Selain

itu, jenis pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi serta metode pengujian juga dapat memengaruhi hasil aktivitas antibakteri yang diperoleh (Adamu, 2014).

Dalam konteks penelitian kosmetik atau sediaan topikal, seperti *acne patch* yang mengandung ekstrak tumbuhan, aktivitas antibakteri menjadi aspek yang sangat penting. Tujuannya adalah agar sediaan tidak hanya berfungsi untuk merawat kulit secara fisik, tetapi juga dapat membantu menghambat pertumbuhan bakteri penyebab jerawat seperti *Cutibacterium acnes* (Adamu, 2014).

1.8.2 Metode Uji Antibakteri

Efektivitas suatu ekstrak atau sediaan dalam menghambat atau membunuh pertumbuhan bakteri dapat diketahui dengan metode uji aktivitas antibakteri yang tepat. Pengujian ini penting untuk menilai kemampuan zat aktif alami dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme penyebab infeksi, seperti *Cutibacterium acnes* pada kulit berjerawat. Berbagai metode telah dikembangkan untuk menilai aktivitas antibakteri suatu bahan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Di antara metode yang sering digunakan antara lain metode difusi sumur**,** difusi cakram**,** pengenceran agar, dan pengenceran kaldu. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan tergantung pada tujuan penelitian serta sifat fisik dan kimia bahan uji yang digunakan (Gonzalez *et al*, 2023).

1. Metode Difusi Cakram (*Disc Diffusion Method*)

Metode difusi cakram merupakan salah satu teknik pengujian aktivitas antibakteri yang sering digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu bahan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Metode ini dilakukan menggunakan kertas cakram yang telah dijenuhkan dengan bahan uji, kemudian

diletakkan pada permukaan media agar yang sebelumnya telah diinokulasi dengan bakteri uji. Selanjutnya media diinkubasi selama 18–24 jam pada suhu sekitar 35°C. Aktivitas antibakteri ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening di sekitar cakram, yang menandakan adanya hambatan pertumbuhan bakteri. Semakin besar diameter zona bening yang terbentuk, maka semakin kuat aktivitas antibakteri dari bahan uji tersebut (Nurhayati *et al.*, 2020).

Metode difusi cakram banyak digunakan karena memiliki prosedur yang sederhana, praktis, serta waktu pengujian yang relatif cepat. Selain itu, metode ini juga memudahkan proses pengamatan aktivitas antibakteri melalui terbentuknya zona hambat pada media agar (Nurhayati *et al.,* 2020).

2. Metode Difusi Sumur (*Well Diffusion Method*)

Metode difusi sumur merupakan salah satu teknik uji aktivitas antibakteri secara kualitatif yang paling sering digunakan dalam penelitian bahan alam maupun formulasi sediaan topikal.. Teknik ini populer karena sederhana, murah, dan tidak membutuhkan peralatan laboratorium yang rumit**,** sehingga dapat digunakan untuk menyaring banyak sampel secara cepat. Prinsip dasar dari metode ini adalah kemampuan senyawa antibakteri dalam berdifusi melalui media padat (agar) dan menghambat pertumbuhan bakteri di sekitarnya (Gonzalez *et al*, 2023).

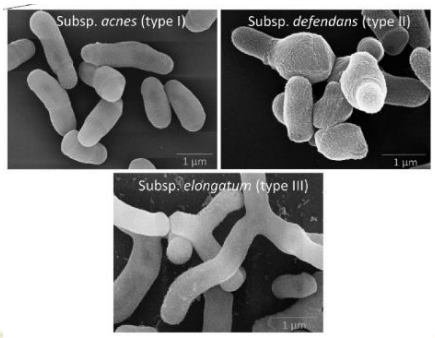
Prosedurnya dilakukan dengan cara membuat lubang kecil (sumur**)** pada media agar yang telah diinokulasi dengan suspensi bakteri uji, seperti *Staphylococcus aureus* atau *Cutibacterium acnes* untuk penelitian sediaan kosmetik anti jerawat. Setiap sumur kemudian diisi dengan ekstrak atau sediaan uji dalam konsentrasi tertentu. Setelah itu, media diinkubasi pada suhu optimum (biasanya

35–37°C) selama 24–48 jam agar bakteri dapat tumbuh dengan baik. Selama inkubasi, zat aktif dalam ekstrak akan menyebar atau berdifusi ke dalam agar, dan jika ekstrak tersebut memiliki aktivitas antibakteri, maka akan terbentuk zona bening (zona hambat) di sekitar sumur tempat bakteri tidak tumbuh (Gonzalez *et al*, 2023).

Ukuran diameter zona hambat diukur menggunakan jangka sorong atau penggaris dalam satuan milimeter (mm). Semakin besar diameter zona hambat**,** semakin kuat kemampuan antibakteri dari ekstrak atau sediaan tersebut. Untuk membandingkan efektivitas, biasanya digunakan kontrol positif (misalnya antibiotik standar seperti kloramfenikol atau klindamisin) dan kontrol negatif (pelarut tanpa ekstrak, seperti etanol atau akuades steril). Hasil pengujian kemudian dikategorikan menjadi lemah, sedang, atau kuat tergantung pada lebar zona hambat yang terbentuk (Gonzalez *et al*., 2023).

Metode difusi sumur juga sering dipilih karena memberikan gambaran yang jelas dan mudah diamati secara visual mengenai daya hambat suatu bahan terhadap pertumbuhan bakteri. Namun, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan agar hasilnya valid. Faktor-faktor yang dapat memengaruhi hasil antara lain konsentrasi ekstrak, viskositas sediaan, ukuran molekul zat aktif, ketebalan media agar, dan kemampuan ekstrak berdifusi**.** Jika zat aktif sulit larut dalam air, seperti pada minyak atsiri atau senyawa nonpolar, difusinya menjadi tidak merata sehingga zona hambat yang terbentuk bisa lebih kecil dari kemampuan sebenarnya. Pemilihan pelarut dan basis sediaan sangat penting agar zat aktif dapat menyebar optimal (Gonzalez *et al*, 2023).

2.9. Bakteri Uji



Gambar 3. *Cutibacterium acnes* (Kim *et al*, 2024).

Genus *Cutibacterium acnes (C. acnes)*, sebelumnya dikenal sebagai *Propionibacterium acnes* atau *P. acnes*, merupakan bakteri Gram-positif lipofilik komensal yang digambarkan sebagai diphtheroid atau coryneform karena berbentuk batang sedikit melengkung dengan lebar 0,4–0,7 µm dan panjang 3–5 µm. Bakteri ini termasuk anaerob aerotoleran, yaitu tumbuh optimal pada kondisi minim oksigen, tidak dapat tumbuh pada media padat dengan adanya oksigen atmosfer, tetapi masih mampu bertahan hidup ketika terpapar oksigen dalam jumlah tertentu karena memiliki sistem enzimatik antioksidan yang mendetoksifikasi oksigen. *C. acnes* memiliki tiga subspesies, yaitu *P. acnes* subsp. *acnes* (tipe I), *P. acnes* subsp. *defendens* (tipe II), dan *P. acnes* subsp. *elongatum* (tipe III). Masing-masing subspesies dan filotipe berperan pada berbagai penyakit, seperti jerawat vulgaris yang terutama dikaitkan dengan *C. acnes* subsp. *acnes* (tipe I), sarkoidosis, kanker prostat, infeksi pada shunt

ventrikel, sendi prostetik, implan jantung, serta berbagai infeksi oportunistik lainnya. Secara alami bakteri ini menghuni kulit manusia, terutama pada daerah

yang kaya kelenjar sebasea seperti wajah, dada, punggung, dan bahu, yang juga merupakan lokasi paling umum terjadinya jerawat (Mayslich et al., 2021).

Dalam kondisi normal, *C. acnes* berperan sebagai bagian dari mikrobiota kulit yang menjaga keseimbangan ekosistem kulit. Peningkatan produksi sebum, penyumbatan folikel rambut, perubahan hormonal, atau gangguan keseimbangan mikrobiota menyebabkan pertumbuhan bakteri secara berlebihan sehingga berubah menjadi patogen oportunistik yang memicu peradangan dan pembentukan jerawat. *C. acnes* mampu membentuk biofilm yang meningkatkan kemampuan bertahan hidup bakteri serta menurunkan efektivitas sistem imun dan terapi antimikroba. Bakteri ini juga menghasilkan berbagai faktor virulensi, termasuk enzim lipase yang menghidrolisis trigliserida dalam sebum menjadi asam lemak bebas yang bersifat iritatif, serta merangsang pelepasan sitokin proinflamasi seperti interleukin-1β (IL-1β), interleukin-8 (IL-8), dan *tumor necrosis factor-alpha* (TNF-α) yang berkontribusi terhadap terbentuknya lesi inflamasi pada jerawat. Peran C. acnes bersifat ganda, yaitu mempertahankan homeostasis kulit sebagai flora normal sekaligus menjadi penyebab utama inflamasi ketika keseimbangan fisiologis kulit terganggu (Mayslich et al., 2021; Feng et al., 2024).

Bakteri *Cutibacterium acnes* ATCC 11827 yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari *American Type Culture Collection* (ATCC), lembaga internasional penyedia mikroorganisme referensi untuk keperluan penelitian. Strain standar ini banyak digunakan dalam penelitian mikrobiologi, terutama pada studi jerawat (*acne vulgaris*) dan pengujian aktivitas antibakteri karena karakteristiknya telah teridentifikasi dan terstandarisasi dengan baik, sehingga menghasilkan data

yang valid, akurat, dapat direproduksi, serta dibandingkan dengan penelitian lain. Secara morfologi, *C. acnes* ATCC 11827 merupakan bakteri Gram-positif berbentuk batang pendek (basil), tidak membentuk spora, dan bersifat non-motil. Karakteristik fisiologinya sebagai bakteri anaerob aerotoleran menjadikan strain ini sesuai digunakan sebagai bakteri uji dalam evaluasi efektivitas senyawa antibakteri, termasuk bahan alam yang berpotensi dikembangkan sebagai agen antijerawat (Feng et al., 2024).

Meningkatnya kekhawatiran terhadap efek samping penggunaan antibiotik dan produk kimia sintetis dalam terapi jerawat mendorong pengembangan bahan alam sebagai alternatif antibakteri. Salah satu bahan yang berpotensi adalah daun kakao (*Theobroma cacao* L.) yang mengandung flavonoid, tanin, polifenol, dan alkaloid. Flavonoid bekerja dengan merusak membran sel bakteri, menghambat pertumbuhan, serta menurunkan aktivitas metabolik *C. acnes*, sedangkan tanin mengikat protein bakteri sehingga mengganggu fungsi enzim dan proses metabolisme. Potensi tersebut mendukung pemanfaatan ekstrak daun kakao sebagai agen antibakteri alami dalam sediaan *acne patch*. Formulasi ini diaplikasikan secara lokal sehingga berkontak langsung dengan kulit dan bakteri penyebab jerawat, memberikan efek terapeutik yang lebih optimal, membantu memperbaiki tekstur kulit, serta mempercepat proses penyembuhan jerawat (Mayslich et al., 2021).