

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistematika Tanaman Salak Pondoh (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss)

1. Sistematika Tanaman



Gambar 1. Tanaman Salak Pondoh

Klasifikasi dari tanaman salak pondoh (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss) menurut (Steenis, 1975; Tjitrosoepomo, 1988) adalah sebagai berikut :

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotyledonae</i>
Ordo	: <i>Palmae</i>
Famili	: <i>Arecaceae</i>
Genus	: <i>Salacca</i>
Spesies	: <i>Salacca zalacca</i>
Varietas	: <i>Salacca zalacca</i> (Gaertn.) Voss
Sinonim	: <i>Salacca edulis</i> Reinw

2. Morfologi Tanaman Salak

Daun tersusun dalam pola roset dengan tulang daun bersirip yang terputus-putus, memiliki panjang antara 2,5 hingga 7 meter. Anak daun tersusun secara majemuk dengan bentuk helai yang menyerupai lanset, ujungnya runcing, dan pangkalnya meruncing. Bagian bawah serta tepi tangkai daun dilengkapi dengan duri yang tajam. Ukuran dan warna daun bervariasi sesuai dengan jenisnya (Santoso dalam Girsang, 2020). Tanaman salak memiliki sistem akar serabut dan batang yang lemah sehingga mudah rebah. Pada batangnya dapat tumbuh tunas yang memiliki akar sendiri; apabila tunas-tunas ini dibiarkan berkembang,

mereka dapat membentuk rumpun salak yang besar. Daun salak bersifat bersirip dengan pelepah yang bisa mencapai panjang hingga 5 meter. Pelepah tersebut dilengkapi dengan duri, meskipun ada juga yang durinya jarang. Pada setiap ketiak pelepah daun terdapat tongkol bunga, namun tidak semua tongkol tersebut akan berkembang menjadi bunga atau buah. Tongkol bunga tersebut terlindungi oleh beberapa kelopak daun yang menutupi secara rapat (Soedijanto dalam Wiratmaja, 2006).

Salak dibudidayakan secara luas di Indonesia dan memiliki beragam jenis yang berasal dari berbagai daerah di nusantara. Menurut (Annisaurohmah *et al.*, 2014) *Salacca zalacca* var. *zalacca* terbagi menjadi beberapa kultivar lokal yang tersebar di berbagai daerah, antara lain salak bangkok yang ditemukan di Sumedang; salak petruk dan salak gading yang berasal dari Desa Bejalen, Ambarawa, salak condet dari wilayah Condet, serta salak pondoh, salak kembang arum, dan salak gading yang tumbuh di Sleman. Selain itu, terdapat juga salak nglumut dari Magelang, salak kacuk dan salak gondanglegi yang berasal dari Suwaru, Malang, serta salak sibakua dan salak sinamporik yang ditemukan di Padangsidimpuan. Berbagai sebutan lokal untuk salak ini muncul karena perbedaan dalam bentuk fisik, cita rasa, dan tampilan dari tiap jenis salak.

3. Kandungan Kimia Salak

Salak mengandung senyawa kimia seperti polifenol, flavanol, flavonoid, asam askorbat dan tanin (Puryono, 2016). Ekstrak etanol dari biji salak mengandung berbagai senyawa, termasuk tanin, kuinon, monoterpen, seskuiterpen, alkaloid, serta polifenolat (Fujiko *et al.*, 2023). Penelitian yang dilakukan oleh (Febrina dan Prabandari, 2021) yang menyatakan bahwa Ekstrak etanol biji salak mengandung senyawa metabolit sekunder seperti polifenol, tanin, dan flavonoid. Flavonoid sendiri merupakan salah satu kelompok senyawa metabolit sekunder yang umum dijumpai pada berbagai jenis tanaman. Senyawa-senyawa ini tersebar luas di berbagai bagian tanaman, termasuk akar, batang, daun, buah, dan biji, sehingga secara tidak langsung juga terkandung dalam makanan sehari-hari. Flavonoid berperan sebagai desinfektan dengan mekanisme mengubah struktur protein, yang menyebabkan aktivitas metabolisme sel bakteri terhenti. Hal ini terjadi karena enzim, yang merupakan protein, mengatur seluruh proses metabolisme dalam sel bakteri. Ketika aktivitas metabolisme berhenti, sel bakteri akhirnya mengalami kematian (Mursiti, 2016).

Senyawa tanin memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri melalui proses penggumpalan protoplasma di dalam sel bakteri. Tanin bertindak sebagai antibakteri dengan cara mengikat protein, sehingga mengganggu pembentukan dinding sel bakteri. Mekanisme ini terjadi karena kerusakan pada dinding sel yang disebabkan oleh senyawa flavonoid, sehingga tanin lebih mudah menembus ke dalam sel bakteri dan memicu penggumpalan protoplasma *S. aureus* (Karlina *et al.*, 2013).

4. Aktifitas Antibakteri Biji Salak Pondoh

Ekstrak biji salak menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *S. aureus*. Ekstrak ini mengandung berbagai senyawa seperti alkaloid, tanin, polifenol, monoterpen, seskuiterpen, dan kuinon. Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan melalui metode difusi agar sumur. Konsentrasi ekstrak biji salak yang efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri adalah 1500 ppm, menghasilkan zona hambat dengan diameter sebesar 1,22 cm (Wahyuni dalam Lister *et al.*, 2020).

B. Simplisia

Simplisia dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu simplisia segar dan simplisia kering. Tahapan persiapan simplisia segar sebelum diolah menjadi ekstrak meliputi: sortasi basah, pencucian, penirisan, dan jika diperlukan, perajangan atau pemarkutan. Penyimpanan simplisia kering dapat dilakukan menggunakan bahan baku segar yang telah diproses sebelumnya maupun bahan baku kering yang diperoleh dari pemasok (BPOM RI, 2012).

C. Ekstraksi

1. Pengertian Ekstraksi

Ekstraksi adalah teknik yang digunakan untuk mengambil atau memisahkan satu atau beberapa senyawa aktif dari metabolit sekunder yang ada dalam jaringan tumbuhan atau hewan dengan menggunakan pelarut yang sesuai berdasarkan prosedur tertentu. Selama proses ekstraksi, pelarut meresap ke dalam bahan padat dari tumbuhan atau hewan, menyebabkan dinding sel mengembang dan struktur selulosa menjadi lebih longgar. Kondisi ini memperbesar pori-pori dinding sel sehingga pelarut dapat masuk dengan lebih mudah ke dalam sel. Struktur sel komponen akan rusak dan berbagai zat yang terkandung akan larut dalam pelarut sesuai dengan kelarutannya, kemudian zat tersebut

berdifusi keluar karena perbedaan konsentrasi antara bagian dalam dan luar sel. Pelarut yang digunakan harus mampu mengekstrak zat target tanpa melarutkan komponen lain yang tidak diinginkan (Wahyuningsih *et al.*, 2024).

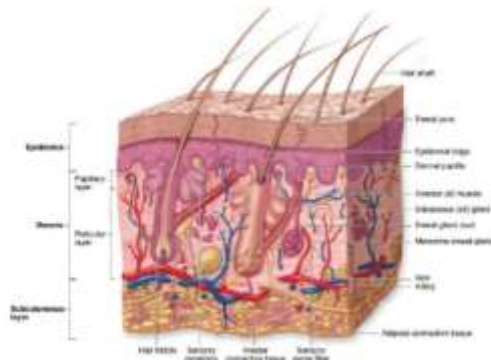
2. Metode Ekstraksi

Metode ekstraksi yang sudah dikenal secara luas terbagi menjadi tiga jenis utama, yaitu metode ekstraksi tradisional, metode ekstraksi modern, dan metode khusus untuk ekstraksi minyak atsiri. Metode ekstraksi tradisional terbagi menjadi 2 macam berdasarkan suhu pada saat ekstraksi, yakni metode ekstraksi panas dan metode ekstraksi dingin. Metode ekstraksi panas meliputi sokletasi, refluks, digesti, dekokta, dan infusa. Metode ekstraksi dingin meliputi maserasi dan perkolasi (BPOM RI, 2023).

2.1 Maserasi. Metode maserasi yang digunakan adalah simplisia yang masih segar, kering, atau berbentuk serbuk kasar dimasukkan ke dalam tempat yang tertutup dan direndam dalam pelarut, kemudian dibiarkan pada suhu ruangan sambil diaduk dengan kuat hingga zat terlarut sempurna. Campuran kemudian disaring, *marc* (bahan padat lembab) ditekan, yang selanjutnya cairan gabungan yang telah didiamkan dipisahkan dengan penyaringan atau dekantasi (*International Centre for Science and High Technology dalam BPOM RI*, 2023).

2.2 Perkolasi. Metode perkolasi adalah teknik yang paling sering digunakan untuk mengekstrak zat aktif dalam pembuatan tingtur dan ekstrak cair. Salah satu parameter kritis yang harus diperhatikan pada proses ekstraksi dengan metode perkolasi adalah sirkulasi pelarut, selain itu waktu ekstraksi dan pemilihan suhu harus sesuai dengan matriks simplisia yang akan diekstraksi seperti kayu, daun dan biji akan memiliki parameter waktu dan suhu yang berbeda. Beberapa jenis bahan dapat diberi uap/*steam* terlebih dahulu untuk membuka pori dari permukaan simplisia (BPOM RI, 2023).

D. Kulit



Gambar 2. Struktur kulit

Sumber : (Kalangi, 2013)

Kulit terdiri dari tiga bagian utama : Epidermis (Lapisan luar) dan Dermis (di bawah Epidermis) kulit disokong oleh lapisan jaringan lemak, yang dikenal sebagai hipodermis. Area lemak berfungsi sebagai bantalan untuk melindungi tubuh dan penting untuk isolasi (Supriya *et al.*, 2014). Epidermis adalah jaringan epitel yang berasal dari lapisan ektoderm, sementara dermis merupakan jaringan ikat padat yang berkembang dari lapisan mesoderm, di bawah dermis terdapat hipodermis lapisan jaringan ikat longgar yang pada area tertentu terutama tersusun dari jaringan adiposa (Kalangi, 2013). Ketebalan lapisan epidermis bervariasi antara 75 hingga 150 μm , dengan pengecualian pada telapak tangan dan kaki yang memiliki lapisan lebih tebal. Epidermis terdiri dari stratum korneum dan lapisan malpighi, serta mengandung desmosom, melanosit, dan berbagai komponen lainnya. Ketebalan dermis berbeda-beda tergantung bagian tubuh, biasanya berkisar antara 1 sampai 4 mm. Dermis adalah jaringan yang memiliki aktivitas metabolik tinggi dan tersusun dari kolagen, elastin, sel saraf, pembuluh darah, serta jaringan limfatik. Bagian dalam dermis juga terdapat kelenjar ekrin, apokrin, kelenjar sebacea, dan folikel rambut yang berperan dalam berbagai fungsi kulit (Garna, 2016).

Kelainan kulit dalam kondisi ini dapat disebabkan secara langsung oleh mikroorganisme patogen yang menyerang epidermis, dermis, endotel kapiler dermis, atau dapat juga merupakan hasil dari respons imun yang terjadi antara organisme dan antibodi atau faktor seluler di kulit. Kulit berperan sebagai pelindung tubuh terhadap agen patogen, dan saat terjadi kerusakan pada kulit, tubuh segera merespons melalui mekanisme imunologis untuk melawan patogen serta menghilangkan mikroorganisme dari lapisan epidermis dan dermis. S.

aureus adalah bakteri berbentuk bulat (kokus) Gram-positif yang bersifat fakultatif anaerob, dan merupakan salah satu patogen kulit yang paling sering dijumpai. Pertahanan awal tubuh terhadap *S. aureus* melibatkan leukosit polimorfonuklear yang melakukan fagositosis untuk menghancurkan bakteri tersebut. Bakteri ini menghasilkan berbagai faktor virulensi, termasuk toksin yang berperan dalam proses penyakit. Salah satu toksin yang dihasilkan adalah exfoliative toxin yang dapat menyebabkan kerusakan pada epidermis, serta eksotoksin yang dapat memicu sindrom syok toksik, selain *S. aureus*, *Staphylococcus epidermidis* juga merupakan spesies dari genus *Staphylococcus* yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia, meskipun biasanya merupakan flora normal yang sering ditemukan di kulit (Garna, 2016).

Jerawat dapat diatasi dengan penggunaan obat antibakteri dari golongan antibiotik topikal. Antibiotik bekerja dengan mengikat situs target tertentu yang spesifik pada bakteri, sehingga mengganggu proses metabolisme sel bakteri. Antibiotik sangat berguna dalam pengobatan karena dapat membunuh bakteri penyebab infeksi tanpa merusak sel-sel tubuh manusia (Dellima dan Sari, 2023). Zat antibakteri merupakan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas metabolisme bakteri, sehingga mampu mencegah perkembangan atau bahkan mematikan bakteri tersebut (Rustanti *et al.*, 2013). Zat antibakteri yang berasal dari bahan sintesis memang efektif dalam mencegah infeksi bakteri, namun sering kali menimbulkan efek samping seperti iritasi. Kondisi ini mendorong pergeseran penggunaan zat antibakteri dari bahan sintesis ke bahan alami (Tilarso *et al.*, 2021).

Jerawat berkembang di kelenjar minyak yang terletak pada lapisan dermis kulit, tepat di bawah lapisan epidermis. Untuk menguji kemampuan suatu zat dalam menembus kulit, biasanya dilakukan pengujian difusi. Metode ini sering digunakan pada berbagai bentuk sediaan yang diaplikasikan di permukaan kulit, seperti sediaan semi padat yang dioleskan, sediaan cair yang disemprotkan, sediaan padat yang ditaburkan, atau patch yang ditempelkan pada kulit untuk sediaan transdermal. Pada pemberian obat rute perkutan harus menembus stratum korneum. Stratum korneum merupakan lapisan paling atas dari epidermis kulit, jika suatu obat ditujukan untuk bekerja pada lapisan stratum korneum, maka obat tersebut harus mampu menembus struktur stratum korneum yang terdiri dari lapisan bricks dan mortar (Karimah dan Aryani, 2021).

Pengobatan jerawat dari bahan alami dapat dijadikan sebagai alternatif, di mana salah satu bahan alami tersebut mampu membunuh bakteri yang menjadi penyebab jerawat. Ekstraksi merupakan teknik yang paling sering diterapkan untuk memperoleh sari atau senyawa aktif dari bahan alami (Sutrisna, 2016). Proses ekstraksi adalah teknik untuk menarik atau memisahkan satu atau lebih senyawa aktif dari metabolit sekunder yang terdapat dalam jaringan tumbuhan atau hewan dengan menggunakan pelarut yang tepat sesuai prosedur yang telah ditentukan. Selama ekstraksi berlangsung, pelarut akan meresap ke dalam bahan padat dari tumbuhan atau hewan, menyebabkan dinding sel mengalami pembengkakan dan pelonggaran kerangka selulosa, sehingga pori-pori pada dinding sel menjadi terbuka (Wahyuningsih *et al.*, 2024). Sediaan emulgel dipilih karena menggabungkan keunggulan dari emulsi dan gel. Sistem emulsi yang terdapat dalam sediaan emulgel juga memungkinkan penetrasi yang lebih baik ke dalam kulit (Dewi *et al.*, 2018). Pada penelitian ini menggunakan variasi HPMC karena memiliki rentang pH stabil 3-11, tidak mengiritasi, memiliki tampilan jernih, dan transparan, mudah larut dalam air, memudahkan pembuatan gel dengan viskositas yang konsisten (Rowe *et al.*, 2009).

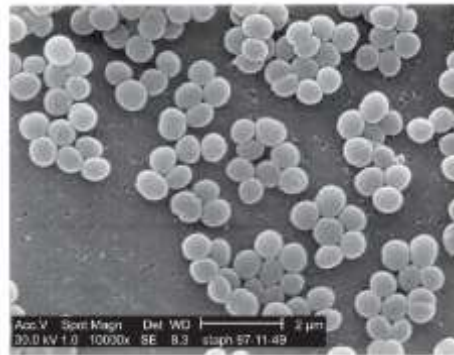
E. Jerawat

Jerawat merupakan masalah kulit yang sering dialami, terutama oleh remaja, karena dapat menurunkan rasa percaya diri. Jerawat memiliki berbagai bentuk klinis seperti komedo, papula, pustula, nodul, dan bekas luka, sehingga dianggap sebagai penyakit kulit yang kompleks. Selain dipengaruhi oleh hormon dan penyumbatan pori-pori, jerawat juga sering memburuk akibat infeksi bakteri yang menyerang kulit saat terjadi peradangan. Bakteri yang paling umum terkait dengan infeksi dan pembentukan nanah adalah *Propionibacterium acnes*, diikuti oleh *S. aureus* dan *Staphylococcus epidermidis*. Faktor penyebab jerawat meliputi aspek internal, baik fisik maupun psikologis. Secara fisiologis, jerawat dipengaruhi oleh perubahan produksi kreatinin dalam folikel, peningkatan produksi sebum, pembentukan asam lemak, pertumbuhan mikroorganisme di folikel, respons sistem imun, serta pengaruh hormon androgen anabolik dan kortikosteroid (Sifatullah, 2021).

Dampak dari faktor psikologis seperti stres, ditambah dengan faktor eksternal yang melibatkan usia, pola makan, cuaca, aktivitas, lingkungan, serta penggunaan kosmetik dan perawatan untuk wajah. Dari banyaknya faktor yang bisa menimbulkan masalah jerawat, fokus

utama masalah jerawat berada pada perawatan wajah. Pengobatan jerawat bertujuan untuk memperbaiki folikel yang mengalami gangguan, mengurangi produksi sebum, menekan pertumbuhan bakteri penyebab jerawat beserta produk metabolitnya, serta meredakan peradangan pada kulit. Untuk mencegah jerawat, langkah yang dapat dilakukan meliputi menghindari faktor pemicu, menjalani perawatan kulit wajah yang tepat, serta menerapkan gaya hidup sehat, termasuk dalam hal pola makan, rutinitas aktivitas fisik, dan pengelolaan emosi (Sifatullah, 2021).

F. Bakteri *Staphylococcus aureus*



Gambar 3. Bakteri *S. aureus*

Sumber : (Rollando dalam Nursyafni, 2024)

Klasifikasi *S. aureus* menurut (Rollando dalam Nursyafni, 2024)

Kerajaan	: Monera
Divisi	: Firmicutes
Kelas	: Firmibacteria
Bangsa	: Eubacteria
Suku	: Micrococcaceae
Marga	: <i>Staphylococcus</i>
Jenis	: <i>Staphylococcus aureus</i>

Kokus Gram positif yang tumbuh dalam kelompok berbentuk bulat diameter 0,7-1,2 mikro meter, sebagaimana dijelaskan dalam *Handbook Of Bacteriology* (Cruickshank, 1960), dapat ditemukan di berbagai lingkungan, termasuk udara, debu, air, minyak, serta dari sumber manusia dan hewan. Kokus dapat tumbuh pada media nutrisi padat, menghasilkan koloni yang relatif besar, buram, berwarna putih atau berwarna dengan permukaan yang halus, serta mampu memfermentasi glukosa baik secara aerobik maupun anaerobik, dan dapat mencairkan gelatin, termasuk dalam genus *Staphylococcus*, *Staphylococcus* diklasifikasikan terutama berdasarkan kemampuan

produksi terhadap koagulase. Galur yang menghasilkan koagulase positif, yang sebagian besar memproduksi hemolisin α dan β , dikenal sebagai *Staphylococcus aureus*. Galur koagulase negatif disebut *S. epidermidis*, yang umumnya ditemukan pada kulit dan tidak memproduksi hemolisin (Cruickshank, 1960).

Sebagian besar *Staphylococcus* koagulase positif tumbuh sebagai koloni dengan pigmen kuning atau jingga, sehingga dinamakan *S. aureus*. Terdapat variasi warna, di mana sebagian kecil *Staphylococcus* dapat tumbuh sebagai koloni putih atau krem. Sebagian besar strain *Staphylococcus* yang diisolasi dari lesi pada manusia dan hewan adalah koagulase positif, ada keraguan bahwa koagulase negatif dapat berperan dalam memicu infeksi. Permukaan kulit manusia yang sehat umumnya mengandung jumlah besar *Staphylococcus epidermidis*, dan organisme ini tampaknya berkembang biak di kelenjar sebacea, keringat, serta folikel rambut. Beberapa area tertentu pada kulit dapat dikolonisasi oleh *S. aureus* pada sebagian besar individu yang sehat (Cruickshank, 1960).

G. Aktivitas Antibakteri Mekanisme Kerja

Flavonoid sebagai agen antimikroba dengan cara membentuk kompleks senyawa yang memengaruhi protein ekstraseluler, kemudian menyebabkan kerusakan pada integritas membran sel bakteri, jika integritas rusak maka dinding pelindung bakteri menjadi lemah atau bocor dan bakteri akan mati. Mekanisme kerja flavonoid sebagai antibakteri meliputi perusakan struktur protein di dalam sel bakteri serta penghancuran permanen membran sel mikroorganisme, selain itu flavonoid juga dapat menghambat proses sintesis asam nukleat pada bakteri (Lister *et al.*, 2020).

Tanin merupakan bagian dari kelompok polifenol yang diduga mampu mengikat protein adhesin pada bakteri, sehingga tanin dapat merusak ketersediaan reseptor pada permukaan sel bakteri. Tanin juga mampu membentuk ikatan kompleks yang bersifat permanen dengan prolin, sebuah protein penting, yang berperan dalam menghambat sintesis protein yang diperlukan untuk pembentukan dinding sel bakteri (Lister *et al.*, 2020).

H. Metode Uji Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri dapat diuji menggunakan beberapa metode, yaitu difusi, dilusi, dan broth mikrodilusi. Metode difusi sendiri terbagi menjadi difusi cakram dan difusi sumuran, sedangkan metode dilusi meliputi dilusi pada media agar padat dan media cair. Metode difusi digunakan untuk menilai sensitivitas bakteri terhadap antibiotik, sementara metode dilusi bertujuan untuk menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) (Griselda dan Setiawan, 2023).

1. Difusi Cakram

Metode difusi cakram merupakan teknik yang sudah terstandarisasi, akurat, dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan di laboratorium diagnostik. *European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing* (EUCAST) dan *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) menyarankan waktu inkubasi selama 16 hingga 18 jam untuk sebagian besar spesies dan kombinasi obat. Metode difusi cakram *Kirby Bauer* telah distandarisasi dan dijadikan sebagai alternatif yang efektif untuk metode *broth* (Griselda dan Setiawan, 2023).

2. Difusi Sumuran

Salah satu teknik yang sering dipakai adalah metode difusi sumuran, yang digunakan untuk menguji aktivitas antimikroba pada berbagai jenis tanaman. Prinsip metode ini melibatkan inokulasi permukaan agar dengan mikroba. Kemudian, lubang berukuran 6-8 mm dibuat secara aseptis menggunakan alat sumuran sesuai dengan kebutuhan penelitian. Lubang-lubang tersebut berfungsi sebagai tempat untuk menampung larutan uji, larutan kontrol positif, dan larutan kontrol negatif (Griselda dan Setiawan, 2023).

3. Dilusi Cair

Metode dilusi cair sering digunakan di rumah sakit, fasilitas kesehatan masyarakat, serta dalam bidang virologi, imunologi, mikrobiologi, industri farmasi, dan pengawetan makanan untuk mendeteksi mikroorganisme yang mampu tumbuh dan membentuk koloni pada media bakteri. Tujuan utama dari metode ini adalah untuk memperkirakan konsentrasi mikroorganisme, baik bakteri maupun virus, dalam sampel yang belum diketahui dengan cara menghitung dan mengukur jumlah koloni yang terbentuk. Metode ini juga digunakan untuk mengurangi jumlah bakteri dalam larutan suspensi. Perkiraan

jumlah mikroba sangat dipengaruhi oleh tingkat pengenceran yang dilakukan. Pada pengenceran awal, sampel dicampur dengan pelarut dalam perbandingan 1:9, dan pengenceran berikutnya dilakukan secara bertahap sehingga setiap pengenceran mengandung sepersepuluh dari konsentrasi sebelumnya (Griselda dan Setiawan, 2023).

4. Dilusi Agar *Solid*

Metode dilusi padat merupakan teknik yang dilakukan pada media padat yang telah diinokulasi dengan bakteri dan agen antimikroba. Metode ini dianggap sebagai standar dalam menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) untuk kombinasi bakteri dan antimikroba yang diuji. Untuk uji kerentanan terhadap antibakteri dan antijamur, teknik dilusi agar lebih akurat dibandingkan dilusi cair. Metode pengenceran pada media agar ini lebih diutamakan dalam penentuan KHM, terutama untuk organisme yang sensitif seperti kelompok anaerob dan spesies *Helicobacter*, yang biasanya menggunakan metode ini sebagai prosedur standar (Griselda dan Setiawan, 2023).

5. *Broth Microdilusi*

Metode *Broth Microdilution* (BMD) adalah standar yang dapat diterapkan untuk pengujian kelompok bakteri anaerob. Terdapat dua jenis kit BMD yang umum digunakan, yaitu MICRONAUT-S *Anaerobes* MIC test dan *Thermo Scientific Sensititre Anaerob* MIC Plate. Kedua kit tersebut efektif digunakan untuk memvalidasi bakteri dari kelompok *Bacteroides* spp. Pengujian antimikroba dalam menentukan nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) menggunakan metode *Broth Microdilution* (BMD) dilakukan dengan bantuan dua perangkat instrumen (Griselda dan Setiawan, 2023).

I. Emulgel

Sistem penghantaran obat topikal dalam bentuk gel memiliki berbagai keunggulan, antara lain kemudahan dalam aplikasi, tidak berminyak, dan mudah dibersihkan. Inovasi baru diperkenalkan dalam formulasi gel dengan menggunakan emulgel. Emulgel terdiri dari dua fase yaitu emulsi dan gel. Emulsi adalah sediaan yang terdiri dari dua fase cairan yang bercampur dalam sistem dispersi, di mana salah satu fase cairan tersebar secara halus dan merata di dalam fase cairan yang lain, biasanya distabilkan dengan bantuan zat pengemulsi. Gel merupakan sediaan dengan tekstur lunak yang berbentuk suspensi, dibuat dari senyawa organik atau makromolekul organik yang saling

berikatan dan menyerap cairan. Umumnya, gel memiliki kandungan cairan yang cukup tinggi di dalam massanya (Depkes RI, 1978). Emulgel merupakan kombinasi yang mengintegrasikan karakteristik keduanya serta menawarkan sistem kendali pelepasan ganda (Supriya *et al.*, 2014). Obat dapat diserap lebih efektif dan memberikan hasil yang diinginkan (Singla, 2012).

Emulgel adalah solusi untuk mengatasi keterbatasan gel dalam mengelola obat-obatan dengan sifat hidrofobik. Penggunaan sediaan topikal yang tepat dan efektif diharapkan dapat membantu mengurangi serta mencegah terjadinya infeksi pada luka (Ameliya *et al.*, 2023). Sediaan topikal dapat menghasilkan efek sistemik yang lebih optimal melalui penambahan senyawa enhancer. Senyawa ini berfungsi dengan mengubah struktur lipid pada lapisan stratum korneum, memodifikasi protein kulit agar tingkat permeabilitasnya meningkat, serta bertindak sebagai promotor partisi yang mengubah sifat kelarutan lapisan tanduk, sehingga membantu meningkatkan penyerapan obat ke dalam kulit (Wulandari *et al.*, 2023).

Emulgel formulasi topikal merupakan salah satu obat topikal yang dapat membantu penderita luka, karena dapat meningkatkan penghantaran zat aktif obat yang bersifat hidrofobik (Ameliya *et al.*, 2023). Emulgel menunjukkan kemampuan penghantaran obat yang efektif, yang terbukti dari formulasi gel pada umumnya di mana pelepasan obat berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan salep dan krim (Bakri dan Sinala 2023). Emulgel menawarkan keunggulan untuk aplikasi dermatologi, seperti kestabilannya secara termodinamik, isotropik, kemudahan pembuatan, serta tingkat penyerapan dan difusi yang tinggi (Garnadi *et al.*, 2015).

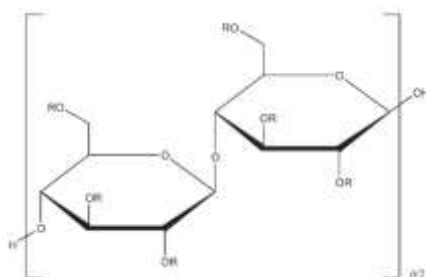
Emulgel dapat berupa emulsi *oil in water* atau *water in oil* yang diubah menjadi gel dengan menambahkan agen pengental. Agen pengental berperan dalam mengurangi tegangan permukaan sekaligus meningkatkan kekentalan fase air, sehingga menghasilkan sediaan yang memiliki kestabilan lebih baik (Wulandari *et al.*, 2023). *Gelling agent* adalah komponen utama dalam emulgel yang berperan dalam membentuk sistem tixotropik. Penggunaan agen ini utamanya bertujuan untuk meningkatkan viskositas serta mutu formulasi sediaan. Pemilihan jenis dan konsentrasi agen pengental memiliki pengaruh yang signifikan terhadap laju pelepasan obat serta stabilitas emulgel. Berdasarkan hasil penelitian, emulgel yang menggunakan Hidroksi Propil Metil Selulosa

(HPMC) sebagai bahan pengental memperlihatkan kinerja pelepasan obat lebih unggul dibandingkan emulgel berbasis polimer karbopol (Ameliya *et al.*, 2023).

Eksipien merupakan komponen utama dalam setiap formulasi farmasi, salah satunya adalah *gelling agent* atau agen pembentuk gel. *Gelling agent* berfungsi sebagai bahan tambahan yang digunakan untuk meningkatkan kekentalan serta menjaga kestabilan berbagai macam produk obat dan kosmetik. Polimer yang biasa dipakai sebagai basis gel farmasetik terbagi menjadi tiga kelompok utama, yaitu polimer alami, polimer semi sintetik, dan polimer sintetik. Polimer alami adalah bahan yang ditemukan secara alami dan dapat diproduksi oleh organisme hidup. Contoh polimer alami yang sering digunakan antara lain gelatin, gellan gum, natrium alginat, dan xanthan gum, yang semuanya memberikan sifat fisik gel yang baik dan memenuhi standar farmasetika, contohnya : gelatin, pektin, gellan gum, natrium alginat, xanthan gum dan karagenan. Basis polimer semi sintetik sebagian besar dibentuk dari polimer alami dengan modifikasi kimia, contohnya : HEC (*Hydroxyethyl cellulose*), HPC (*Hydroxypropyl cellulose*), Na.CMC (*Sodium Carboxymethyl cellulose*), HPMC (*Hydroxypropyl methyl cellulose*). Basis polimer sintetik merupakan polimer buatan manusia, contohnya : Carbomer, Trietanolamin, PVA (*Polyvinyl Alcohol*) (Agustiani *et al.*, 2022).

J. Monografi Bahan

1. HPMC

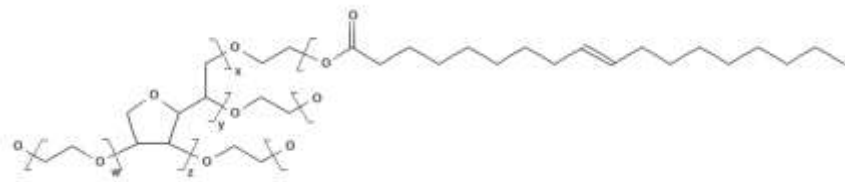


Gambar 4. Struktur HPMC (Rowe *et al.*, 2009).

Hidroksipropil metilselulosa (HPMC) merupakan bubuk berbentuk serat atau butiran yang tidak berbau dan tidak berasa, dengan warna putih hingga krem. HPMC mudah larut dalam air dingin membentuk larutan koloid yang kental, namun hampir tidak larut dalam air panas, kloroform, etanol 95%, dan eter. Sebaliknya, HPMC larut dalam campuran etanol dengan diklorometana, metanol dengan

diklorometana, serta campuran air dan alkohol. Beberapa varian hypromellose juga larut dalam larutan aseton berair, campuran diklorometana dan propan-2-ol, serta pelarut organik lainnya, dan beberapa dapat mengembang dalam etanol. HPMC adalah bahan yang stabil meskipun bersifat higroskopis setelah dikeringkan. Larutannya tahan terhadap rentang pH yang luas, yaitu antara pH 3 hingga 11, dan dapat disterilkan menggunakan autoklaf. HPMC banyak digunakan dalam berbagai formulasi farmasi, termasuk oral, mata, hidung, dan topikal, berfungsi sebagai pengikat, pelapis, pengental, emulsifier, serta agen penstabil (Rowe *et al.*, 2009). HPMC yang digunakan untuk emulgel yaitu tipe 2910 (Rowe *et al.*, 2023).

2. Tween 80



Gambar 5. Struktur Tween 80 (NCBI, 2024).

Polioksietilen sorbitan ester asam lemak, yang dikenal sebagai polisorbitat, merupakan serangkaian ester parsial yang berasal dari asam lemak, sorbitol, dan anhidridanya, yang dikopolimerisasi dengan sekitar 20, 5, atau 4 mol etilen oksida per mol sorbitol dan anhidridanya. Produk ini merupakan campuran molekul dengan ukuran yang beragam, bukan senyawa tunggal yang homogen. Tween 80 memiliki aroma khas dan rasa hangat sedikit pahit, serta berbentuk cairan berminyak berwarna kuning pada suhu 25°C, meskipun warna produk dapat bervariasi tergantung pada batch dan produsen. Tween menunjukkan kestabilan terhadap elektrolit serta asam dan basa lemah, namun mengalami saponifikasi secara bertahap jika terkena asam atau basa kuat. Selain itu, tween bersifat higroskopis sehingga kadar airnya perlu diperiksa sebelum digunakan dan dikeringkan jika diperlukan. Seperti surfaktan polioksietilen lainnya, penyimpanan dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan terbentuknya peroksida (Rowe *et al.*, 2009).

3. Span 80



Gambar 6. Struktur Span 80 (NCBI, 2024).

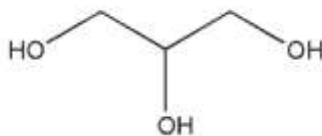
Ester asam lemak sorbitan monooleat, yang dikenal sebagai Span 80, merupakan cairan kental berwarna kuning yang stabil dalam kondisi asam atau basa lemah, namun dapat membentuk sabun jika terkena asam atau basa kuat. Sorbitan ester banyak digunakan sebagai surfaktan nonionik yang bersifat lipofilik dalam produk kosmetik, makanan, dan formulasi farmasi. Dalam bidang farmasi, sorbitan ester berfungsi sebagai agen pengemulsi untuk pembuatan krim, emulsi, dan salep yang digunakan secara topikal. Biasanya, sorbitan ester dipadukan dengan polisorbitat dalam berbagai perbandingan untuk menghasilkan emulsi minyak dalam air atau air dalam minyak dengan tekstur yang berbeda-beda, serta digunakan dalam sistem penghantaran obat yang dapat mengemulsi sendiri untuk senyawa dengan kelarutan rendah. Penyimpanan sorbitan ester harus dilakukan dalam wadah tertutup rapat di tempat yang sejuk dan kering (Rowe *et al.*, 2009).

4. Paraffin cair

Parafin cair, yang juga dikenal sebagai minyak mineral, adalah cairan kental, bening, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau saat dalam kondisi dingin, namun akan mengeluarkan sedikit aroma minyak bumi ketika dipanaskan. Parafin cair sering digunakan sebagai bahan tambahan dalam formulasi farmasi topikal. Cairan ini mudah mengalami oksidasi jika terpapar panas dan cahaya, yang dapat memengaruhi rasa dan aromanya. Untuk mencegah terjadinya oksidasi, penstabil dapat ditambahkan, dan parafin cair dapat disterilkan menggunakan panas

kering. Penyimpanannya harus dilakukan di tempat yang sejuk dan kering agar kualitasnya tetap terjaga (Rowe *et al.*, 2009).

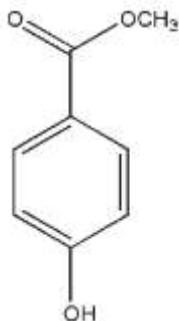
5. Gliserin



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

Gliserin adalah cairan kental, bening, dan memiliki rasa manis yang lebih ringan dibandingkan sukrosa, serta mudah larut dalam air. Gliserin bersifat higroskopis dan stabil saat disimpan dalam kondisi normal, namun dapat terurai ketika dipanaskan, menghasilkan akrolein yang bersifat toksik. Campuran gliserin dengan air, etanol 95%, dan propilen glikol menunjukkan kestabilan kimiawi. Gliserin banyak digunakan dalam berbagai formulasi farmasi, seperti sediaan oral, oftalmik, topikal, dan parenteral, berperan sebagai humektan, emolien, pelarut, dan plastisizer. Untuk mencegah kristalisasi, gliserin harus disimpan dalam wadah tertutup rapat di tempat yang sejuk dan kering. Pada suhu rendah, gliserin dapat mengalami kristalisasi, dan kristal yang terbentuk tidak akan mencair hingga dipanaskan sampai suhu sekitar 28°C (Rowe *et al.*, 2009).

6. Metilparaben

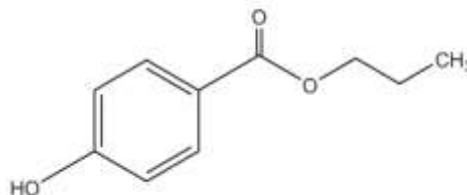


Gambar 8. Struktur Metilparaben (Rowe *et al.*, 2009).

Metilparaben, yang juga dikenal sebagai nipagin, berbentuk kristal putih atau bubuk kristal yang tidak berwarna, tidak berbau, dan memiliki rasa sedikit terbakar. Senyawa ini banyak digunakan sebagai pengawet antimikroba dalam kosmetik, produk makanan, serta formulasi farmasi. Efektivitas metilparaben sebagai pengawet dapat ditingkatkan dengan menambahkan propilen glikol (2–5%) atau mengombinasikannya dengan jenis paraben lainnya. Metilparaben bekerja efektif dalam rentang pH yang luas dan memiliki spektrum

aktivitas antimikroba yang luas, terutama efektif melawan ragi dan jamur. Senyawa ini stabil dalam larutan berair pada pH 3–6 dan dapat disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 120°C selama 20 menit tanpa mengalami degradasi. Namun, pada pH 8 atau lebih tinggi, larutan metilparaben mengalami hidrolisis dengan cepat. Untuk mempertahankan kestabilannya, metilparaben harus disimpan dalam wadah tertutup rapat di tempat yang sejuk dan kering (Rowe *et al.*, 2009).

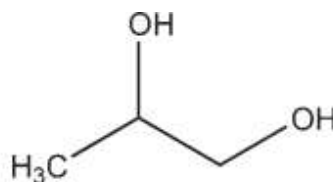
7. Propilparaben



Gambar 9. Struktur Propilparaben (Rowe *et al.*, 2009).

Propilparaben, yang juga dikenal dengan nama nipasol, merupakan serbuk kristal putih tanpa bau dan rasa. Sebagai pengawet antimikroba yang efektif, propilparaben banyak digunakan dalam berbagai produk seperti kosmetik, makanan, dan formulasi farmasi. Propilparaben dikombinasikan dengan paraben lain atau agen antimikroba untuk meningkatkan efektivitas pengawetan. Pada rentang pH 3–6, propilparaben dapat disterilkan menggunakan autoklaf tanpa mengalami degradasi dan tetap stabil dalam larutan berair dengan tingkat kerusakan kurang dari 10%, sehingga dapat bertahan hingga sekitar 4 tahun pada suhu kamar. Pada pH 8 atau lebih tinggi, larutan propilparaben mengalami hidrolisis dengan cepat (sekitar 10% atau lebih) dan hanya bertahan sekitar 60 hari pada suhu kamar. Untuk menjaga kestabilannya, propilparaben harus disimpan dalam wadah yang tertutup rapat di tempat yang sejuk dan kering (Rowe *et al.*, 2009).

8. Propilenglikol

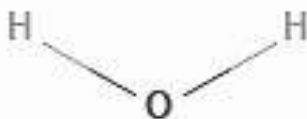


Gambar 10. Struktur Propilenglikol (Rowe *et al.*, 2009).

Propilenglikol adalah cairan bening, tidak berwarna, kental, dan hampir tidak berbau, dengan rasa manis yang sedikit tajam mirip gliserin. Propilenglikol banyak digunakan sebagai pelarut, peningkat penetrasi, dan pengawet dalam berbagai formulasi farmasi baik parenteral maupun

nonparenteral. Propilenglikol juga dipakai dalam kosmetik dan industri makanan sebagai media pembawa emulsifier. Secara kimia, propilengkol stabil ketika dicampur dengan etanol (95%), gliserin, atau air, dan dapat disterilkan menggunakan autoklaf. Propilenglikol tetap stabil pada suhu rendah jika disimpan dalam wadah tertutup rapat, namun dapat mengalami oksidasi pada suhu tinggi dan kondisi terbuka. Untuk menjaga kestabilannya, propilenglikol harus disimpan di tempat yang sejuk, kering, dan terlindung dari cahaya (Rowe *et al.*, 2009).

9. *Aquadest*



Gambar 11. Struktur *Aquadest* (NCBI, 2024).

Aquadest atau air suling adalah pelarut yang jauh lebih unggul dibandingkan dengan sebagian besar cairan umum lainnya. Senyawa yang mudah larut dalam *aquadest* meliputi berbagai senyawa organik netral dengan gugus fungsional polar, seperti gula, alkohol, aldehida, dan keton. *Aquadest* merupakan air yang telah melalui proses penyulingan sehingga bebas dari zat pengotor, menjadikannya murni untuk keperluan laboratorium. Air ini berwarna jernih, tidak berbau, dan tidak memiliki rasa (Petrucci dalam Khotimah *et al.*, 2018).

K. Landasan Teori

Jerawat merupakan keadaan ketika pori-pori kulit terhalang, yang mengakibatkan munculnya benjolan nanah yang meradang. Penyebab jerawat antara lain aktivasi kelenjar minyak yang menghasilkan terlalu banyak sebum, biasanya dimulai saat masa remaja. Jerawat sering kali semakin parah akibat infeksi bakteri yang menyerang kulit saat peradangan. Bakteri yang paling umum menyebabkan infeksi pada kulit dan menghasilkan nanah adalah *P. acnes*, diikuti oleh *S. aureus* dan *Staphylococcus epidermidis* (Sifatullah, 2021).

Biji salak *Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss mengandung senyawa polifenol, tanin, flavonoid yang dapat menghambat bakteri (Febrina dan Prabandari, 2021). Menurut penelitian (Shabir *et al.*, 2018) dan (Kartika, 2018) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa salak pondoh memiliki potensi sebagai antibakteri. Pada penelitian (Isdianti, 2023) menunjukan bahwa ekstrak biji salak mampu memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* dengan konsentrasi 10% daya hambat sebesar 13,27

mm. Mekanisme flavonoid sebagai antibakteri dengan mendenaturasi protein sel bakteri, merusak membran sel bakteri dan menghambat sintesis asam nukleat bakteri sehingga menyebabkan kematian sel bakteri (Lister *et al.*, 2020). Tanin merupakan golongan polifenol yang bekerja dengan mengikat salah satu protein bakteri sehingga merusak reseptor permukaan sel bakteri dan menghambat sintesis protein dalam pembentukan dinding sel (Murwani & Fatisa dalam Lister *et al.*, 2020).

Penelitian yang telah dilakukan oleh (Sari *et al.*, 2024) adalah formulasi gel daging buah salak pondoh ekstrak etanol 96% dengan variasi *gelling agent* *guar gum* dan *karbopol* 940 serta melakukan uji sifat fisik dan kimia meliputi organoleptis, homogenitas, pH, daya sebar, daya lekat, viskositas, *cycling test* dan SPF. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biji salak yang diformulasikan menjadi sediaan gel memenuhi persyaratan sediaan topikal.

Emulgel adalah metode pengantaran obat kulit yang menarik perhatian karena memiliki sistem pelepasan ganda, yaitu dalam bentuk gel dan emulsi. Emulgel memiliki berbagai karakteristik yang menguntungkan untuk aplikasi dermatologi, seperti sifat tixotropik, tidak berlemak, mudah di aplikasikan, mudah dibersihkan, bersifat melembabkan, tidak meninggalkan bekas, memiliki daya tahan lama, jernih, dan penampilan yang menarik (Tanaji, 2018). Emulsi merupakan sistem yang secara termodinamika tidak stabil namun stabilitasnya dapat ditingkatkan dengan menggunakan agen pengemulsi yang tepat (Supriya *et al.*, 2014). Pengujian kualitas fisik emulgel mencakup evaluasi sifat organoleptik, konsistensi, jenis emulsi, kekentalan, daya rekat, kemampuan menyebar, pH, dan ketahanan terhadap percepatan. Uji-uji ini berfungsi untuk memastikan bahwa emulgel memiliki kualitas fisik yang baik dan stabil.

Ketidakmampuan metode terapi tradisional dalam mengirimkan obat lipofilik melalui aplikasi topikal telah menciptakan permintaan yang tinggi untuk formulasi baru, dan saat ini emulgel dapat memenuhi semua kebutuhan serta mencakup berbagai indikasi. Kondisi ini mendorong dilakukannya pengembangan penelitian antibakteri terhadap tumbuhan alami di Indonesia khususnya biji salak pondoh (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss). Bentuk sediaan yang dipilih adalah emulgel, Komponen utama emulgel terdiri dari dua fase yaitu *oil in water* atau *water in oil* yang membentuk gel dengan bantuan HPMC sebagai basis pembentuk gel. Fungsi HPMC menurunkan tegangan permukaan dan

meningkatkan viskositas dari fase air secara bersamaan, sehingga menghasilkan sediaan yang stabil (Wulandari *et al.*, 2023). Emulgel yang dibuat dengan menggunakan HPMC sebagai agen pengental memperlihatkan kemampuan pelepasan obat yang lebih optimal dibandingkan dengan emulgel yang menggunakan polimer karbopol (Supriya *et al.*, 2014).

Penelitian yang dilakukan (Lidia *et al.*, 2017) mengenai pengembangan formula sediaan emulgel ekstrak daun pepaya dan uji antioksidan di buat 3 formula dengan variasi HPMC 2,5%, 3,5% dan 4,5%. Formula yang stabil secara mutu fisik paling baik yaitu formula 1 konsentrasi 2,5%, sedangkan formula 3 dan 4 kurang baik karena pada pengujian organoleptik minggu ke 3 dan 4 mengalami pemisahan pada sediaan.

L. Hipotesis

Berdasarkan permasalahan di atas maka hipotesis dapat dibuat sebagai berikut :

Pertama, ekstrak biji salak pondoh *Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss dapat diformulasikan menjadi sediaan emulgel dengan variasi konsentrasi hpmc 2%, 2,5% dan 3%.

Kedua, ekstrak biji salak pondoh *Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss dapat diformulasikan dalam sediaan emulgel yang stabil dan mutu fisik yang baik.

Ketiga, formulasi sediaan emulgel ekstrak biji salak pondoh memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus*.