

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Salak (*Salacca zalacca*)

Salak merupakan tanaman penghasil buah yang berkembang di wilayah tropis pada hutan primer basah dan di rawa-rawa. Buah ini asli dari Indonesia yang hampir disetiap daerah dapat ditemukan (Faizah *et al.*, 2019). Salak menjadi salah satu komoditas ekspor yang terus diprioritaskan oleh pemerintah Indonesia. Selama periode 1980 hingga 2019, luas panen salak mengalami naik-turun namun rata-rata meningkat sebesar 8,11% per tahun. Tahun 2021, hasil produksi salak nasional 1.120.242 ton dan turun sekitar 9% dibanding tahun sebelumnya. Daerah penghasil salak utama meliputi provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Sumatera Utara, Jawa Timur, dan Jawa Tengah (Kelsaba *et al.*, 2024).

2.1.1. Taksonomi Salak

Salak merupakan jenis palem rendah yang tumbuh secara berumpun. Tanaman ini tumbuh secara optimal di wilayah yang memiliki rerata curah hujan 200 mm hingga 400 mm, serta lingkungan lembap dengan pH tanah sekitar 6,5. Tanaman ini juga menyukai jenis tanah berpasir atau tanah lempung yang berbahan organik, memiliki kemampuan mempertahankan air dengan baik supaya tidak terjadi genangan karena sistem perakarannya yang tergolong dangkal. Secara ilmiah, salak di klasifikasikan sebagai berikut: (Girsang, 2020)

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Ordo : Liliopsida
Famili : Arecaceae
Genus : *Salacca*
Spesies : *Salacca zalacca*

2.1.2. Morfologi Salak

Daun salak tersusun dalam bentuk roset dan memiliki tipe menyirip terputus dengan panjang daun utama 2,5 m hingga 7 m. Daun anaknya bentuk majemuk, memiliki helai berbentuk jarum dengan pangkal mengecil dan ujung meruncing. Batangnya nyaris tidak tampak akibat tertutup rapat oleh tangkai daun yang

melebar. Batang, pangkal pelepah, daun bagian tepi, serta permukaannya ditumbuhi duri tajam yang menempel. Bunga jantan, memiliki banyak benang sari tanpa putik, tersusun padat dan memanjang menyerupai genteng dan memiliki simetri radial. Sementara itu, bunga betina cuma memiliki putik, bentuk cenderung bulat, disertai mahkota juga mata tunas, serta setiap kuntum ada 1 putik dan biji bakal. Setiap kelompok bunga dilengkapi 1-3 malai, dan terkandung 10 sampai 20 calon buah. Panjang seluruh bunganya mencapai 20 sampai 30 cm, dengan panjangnya malai 7 sampai 10 cm. Buahnya umumnya berbentuk segitiga, ujung runcing lonjong seperti telur, serta tumbuh padat didalam tandan yang muncul di sela pelepah daun. Daging buahnya tanpa berserat serta rasa yang dipengaruhi jenisnya. Pada satu buah dapat ditemukan 1 sampai 3 isi. Kulit bersisik atau seperti genteng dengan warna coklat terang sampai gelap (Girsang, 2020).



Gambar 2.1. Buah Salak
(Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2025)

2.2. Kulit Salak

Kulit buah salak tersusun bersisik menyerupai kulit ular yang memiliki warna coklat kekuningan hingga kehitaman. Kulit buah salak sering dianggap sebagai limbah yang jarang dimanfaatkan namun punya gizi seperti protein, karbohidrat, dan lainnya serta memiliki senyawa yang dapat bermanfaat sebagai antimikroba. Hasil fitokimia menunjukkan bahwasannya kulitnya mengandung senyawa yang bersifat penting sebagai antimikroba berupa alkaloid flavonoid, dan flavonoid (Dalimunthe *et al.*, 2023).



Gambar 2.2. Kulit Buah Salak
(Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2025)

2.2.1. Jenis Senyawa Pada Kulit Salak

Kulit salak mengandung senyawa kimia yaitu terdiri dari flavonoid, saponin, fenol, tanin, dan alkaloid.

1. Flavonoid

Merupakan golongan senyawa alami yang tergolong metabolit sekunder pada tumbuhan dengan struktur dasar fenolik. Flavonoid biasanya ditemukan pada buah, sayur, bunga, akar, batang, bijian, dan kulit kayu. Flavonoid juga berperan sebagai antioksidan, antimikroba, fotoreseptor, serta sebagai penyerap dan penyaring cahaya. Berdasarkan sejumlah penelitian, flavonoid memiliki aktivitas biologis, diantaranya anti-alergi, antivirus, antiinflamasi, dan vasodilatasi (Fitri & Putra, 2021).

2. Saponin

Merupakan kompleks senyawa glikosida beserta molekul berat tinggi yang bersifat basa dalam air. Senyawa ini diproduksi oleh tumbuhan, hewan laut tingkat rendah, serta beberapa jenis mikroba. Senyawa ini juga termasuk dalam metabolit sekunder yang memiliki struktur khas glikosida dan dikenal karena kemampuannya membentuk busa dan memicu hemolisis sel darah. Senyawa ini mudah larut pada polar (air) namun sulit larut dalam pelarut non-polar.

3. Fenol

Merupakan senyawa gugus hidroksil (organik) yang melekat langsung di struktur cincin benzena. Ini dikenal sebagai antioksidan yang sangat tinggi dengan efektifitas seratus kali lebih tinggi dari pada vitamin C dan dua puluh lima kali lebih tinggi dari vitamin E. Selain itu, fenol bersifat antimikroba akibat kemampuannya berikatan dengan kompleks protein melalui ikatan hidrogen. Ketika sel membran

mengalami kerusakan selama proses isolasi, fenol dengan lekas berinteraksi beserta kandungan sel membentuk kompleks protein dan menghambat fungsi enzimatik (Nikmah *et al.*, 2022).

4. Tanin

Merupakan biomolekul polifenol yang terdapat pada kacang, rempah-rempah (tanaman herbal) dan coklat. Tanin terhidrolisis tersusun dari asam galat sedangkan tanin terkondensasi terdiri dari flavon dan florotanin. Tanin berperan sebagai salah satu komponen atau agen bioaktif antidiabetes dari berbagai jenis tanaman obat.

5. Alkaloid

Merupakan senyawa fitokimia yang mengandung nitrogen, memiliki berat molekul rendah, dan ditemukan pada bakteri, jamur, tumbuhan, serta hewan. Alkaloid dapat berbentuk monomer, dimer, trimer, atau tetramer baik sebagai homo maupun hetero oligomer (Budianto *et al.*, 2022).

2.3. Simplisia

Menurut Farmakope Herbal Edisi II Indonesia (Kemenkes, 2017), simplisia merupakan bahan baku obat alami yang masih dalam bentuk asli tanpa melalui proses pengolahan, sudah dikeringkan dan diserbukan.

Simplisia terbagi tiga jenis. Pertama, nabati yang merupakan simplisia yang berasal dari bagian utuh, bagian tertentu dari tumbuhan, atau eksudatnya. Kedua, hewani yang merupakan berasal dari hewan utuh maupun zat bermanfaat asal hewan dan belum mengalami proses pemurnian kimia, seperti madu dan minyak ikan. Ketiga, mineral (pelikan) yang merupakan bahan maupun mineral yang hanya diolah secara sederhana sehingga belum senyawa kimia murni, contohnya serbuk tembaga juga seng (Evifania *et al.*, 2020).

2.3.1. Proses Pembuatan Simplisia

Proses umum pembuatan simplisia melibatkan beberapa tahap seperti pengumpulan bahan baku, sortasi, pencucian, perajangan, pengeringan, pengayakan, dan penyimpanan.

1. Pengumpulan Bahan Baku

Tahap awal ini dilaksanakan dengan mengambil bahan segar yang diperoleh langsung pada tanaman. Beberapa aspek penting perlu diperhatikan pada proses ini meliputi umur, lamanya panen, serta kondisi asalnya. Waktu panen sangat berpengaruh terhadap senyawa aktif dalam tanaman sehingga pemanenan sebaiknya dilakukan saat kadar senyawa aktif mencapai puncaknya.

2. Sortasi

Proses sortasi dilakukan saat hasil masih segar atau bagus dengan maksud memisahkan kotoran seperti tanah, kerikil, gulma dan bagian lain tanaman yang tidak perlu. Proses ini juga memisahkan bagian tanaman yang cacat untuk menjaga mutu simplisia.

3. Pencucian

Bertujuan membersihkan tanah juga kotoran lain yang lekat dibahan tanaman menggunakan air mengalir dan bersih. Simplisia yang mengandung senyawa atau zat mudah larut dalam air agar dilakukan dengan waktu secepat mungkin.

4. Perajangan

Tahap perajangan dilakukan untuk memperbesar permukaan bahan hingga proses pengeringan berlangsung cepat. Sampel diiris tipis atau dipotong sesuai besaran yang diinginkan. Semakin tipis potongannya, maka air menguap dengan cepat hingga mempersingkat waktu pengeringannya.

5. Pengeringan

Pengeringan dilakukan untuk menurunkan kadar air agar diperoleh sampel kering. Secara tradisional, pengeringan dilakukan dengan menjemur di sinar matahari dengan lama waktu 2-3 hari, sedangkan menggunakan alat seperti oven atau lemari pengering untuk metode modern melalui proses lebih cepat yakni sekitar 6-8 jam.

6. Pengayakan

Pengayakan dilakukan untuk mendapatkan serbuk yang memiliki luas permukaan lebih besar agar pelarut lebih mudah melarutkan bahan aktif.

7. Penyimpanan

Tahap ini bertujuan untuk menjaga kualitas simplisia dalam jangka waktu tertentu. Proses disesuaikan dengan sifat dan daya tahan simplisia, yaitu pada suhu ruang 15°-30°C, tempat sejuk 5°-15°C, maupun tempat dingin 0°-5°C (Handoyo & Pranoto, 2020).

2.4. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses memisahkan bahan aktif pada simplisia dengan pemilihan larutan yang sesuai untuk melarutkannya. Prinsip dasar proses ini yaitu *like dissolve like*, pelarut polar mampu melarutkan senyawa polar sementara itu pelarut non-polar mampu melarutkan senyawa non-polar. Prinsip utama ekstraksi adalah mengambil atau memisahkan senyawa aktif dari simplisia maupun campurannya (Syamsul *et al.*, 2020).

Berdasarkan jenis pelarut, ekstraksi memiliki dua variasi, yaitu ekstraksi padat-cairan (*solid-liquid extraction*) dan ekstraksi cairan-cairan (*liquid-liquid extraction*).

1. Ekstraksi padat-cairan, digunakan untuk mengekstraksi molekul maupun senyawa lainnya dari bahan alam.
2. Ekstraksi cairan-cairan, digunakan dalam proses pemisahan atau pemurnian senyawa hasil dari suatu produk reaksi kimia (Sasongko, 2020).

2.4.1. Jenis Ekstraksi

1. Ekstraksi Metode Dingin

a. Maserasi

Merupakan metode ekstraksi dingin dan yang diproses pada suhu kamar tanpa ada pemanasan. Proses ini membutuhkan bantuan dengan pengadukan berulang untuk mempercepat pelarut dalam menarik senyawa aktif dari sampel. Jika pengadukan dikerjakan terus menerus (maserasi kinetik), adapun apabila ekstraksi dikerjakan ulang dengan penambahan pelarut baru setelah maserat pertama disaring maka proses tersebut dikenal sebagai remaserasi (Handoyo, 2020).

b. Perkolasi

Mengekstraksi simplisia menggunakan pelarut baru hingga mencapai penyarian sempurna yang dilakukan pada suhu ruang. Perkolasi diterapkan untuk mengekstraksi serbuk kering khususnya simplisia yang keras seperti kulit batang, kulit buah, biji, kayu dan akar (Dewatikasari, 2020).

2. Ekstraksi Metode Panas

a. Refluks

Metode yang dilakukan melalui bantuan pemanasan, dimana pelarut mengalami proses penguapan lalu dikondensasi kembali sehingga tetap dalam kondisi segar dan terus merendam sampel selama ekstraksi berlangsung. Metode ini cocok digunakan untuk bahan yang tahan terhadap pemanasan tinggi dan memiliki tekstur yang kasar seperti batang, biji, akar.

b. Soxhletasi

Dalam proses ini bahan dan pelarut diletakkan dengan terpisah. Proses dilakukan terus berkelanjutan dengan pelarut yang relatif sedikit. Setelah ekstraksi selesai pelarut kemudian diuapkan hingga ekstrak akan diperoleh (Hasnaeni *et al.*, 2019).

c. Digesti

Digesti merupakan metode dengan pemanasan disuhu 40° sampai 50°C. Teknik ini cocok sekali dengan bahan yang mengandung zat aktif yang stabil terhadap suhu panas.

d. Infundasi

Merupakan metode sederhana untuk mengekstrak senyawa aktif dari simplisia yang bisa larut dalam air panas. Metode ini biasanya digunakan pada bahan jenis nabati yang kandungan zat nya larut dalam air (Dewatikasari, 2020).

2.4.2. Ekstrak

Merupakan produk dari proses ekstraksi yang umumnya berbentuk sediaan kental. Kekentalan ini disebabkan akibat evaporasi pelarut dan pembuangan zat padat yang tidak diperlukan. Berdasarkan kadar air, ekstrak dibedakan menjadi tiga jenis yakni kadar air diatas 30% terdapat pada ekstrak cair, kadar air antara 5-30% pada ekstrak kental sedangkan ekstrak kering punya kadar air >5% (Dewatikasari, 2020).

2.5. *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan bakteri yang secara alami ada di dalam usus manusia, dalam bentuk flora normal atau mikroorganisme pada tubuh manusia yang sehat (Hainil *et al.*, 2021). Sifatnya unik karena dapat menyebabkan infeksi primer pada usus yang terdiri dari sakit perut ringan hingga berat, termasuk diare, kram perut, muntah, dan demam. Selain itu, bakteri ini juga mampu menginfeksi jaringan di luar usus. *Escherichia coli* termasuk gram negatif dengan bentuk basil (batang) pendek dan bersifat anaerob secara bebas (Khairunnida *et al.*, 2020).

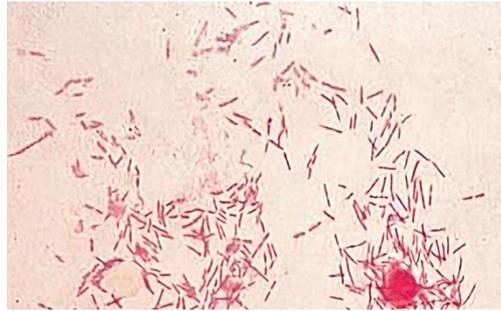
2.5.1. Klasifikasi *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* merupakan jenis bakteri yang umum ditemukan di usus besar manusia, akan tetapi dalam kondisi tidak normal dapat menyebabkan infeksi usus yang memicu diare. Secara umum, *Escherichia coli* diklasifikasikan sebagai berikut: (Sasongko, 2020)

Kingdom : Bacteria
Filum : Proteobacteria
Kelas : Gamma proteobacteria
Ordo : Enterobacteriales
Famili : Enterobacteriaceae
Genus : *Escherichia*
Spesies : *Escherichia coli*

2.5.2. Morfologi *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif, bentuk batang atau koma berukuran 0,4-0,7 μ , dapat bergerak menggunakan flagella, mempunyai kapsul, non spora, serta positif pada tes indol dan gula-gula. *Escherichia coli* dapat hidup tunggal atau berpasangan dalam rantai pendek, berelevansi cembung dan tepian licin (Wahyuni *et al.*, 2024).



Gambar 2.3. Bakteri *Escherichia coli* Dibawah Mikroskop Perbesaran 100x Pada Pewarnaan Gram
(Sumber: Nurhayat *et al.*, 2020)

2.5.3. Patogenesis

Escherichia coli dapat menjadi patogen apabila jumlah bakteri tersebut dalam tubuh melebihi batas normal. Beberapa strain *Escherichia coli* telah mengalami perubahan dan mengembangkan faktor virulensi yang memungkinkan bakteri tersebut menginfeksi inangnya. Berdasarkan mekanisme patogenesis *Escherichia coli* diklasifikasi ke dalam 6 kategori yaitu: (Antara *et al.*, 2024)

1. EPEC (Entero Pathogenic *Escherichia coli*)

Menginfeksi dengan menempel pada sel epitel usus halus serta merusak struktur normal mikrovili dan memicu penempelan tertentu yang menyebabkan terbentuknya lesi. Akibatnya terjadi gangguan pada sitoskeletal yang menimbulkan respon inflamasi dan berujung pada munculnya diare.

2. EHEC (Enterohaemorrhagic *Escherichia coli*)

Menginduksi terjadinya penempelan serta pembentukan lesi pada usus besar. Proses ini terjadi melalui kerja sama dengan toxin shiga (Stx), yang kemudian dapat diserap secara sistemik dan berpotensi membahayakan keselamatan jiwa. EHEC membentuk koloni disaluran pencernaan dan menyebabkan atrofi pada sel-sel epitel usus.

3. ETEC (Entero Toxigenic *Escherichia coli*)

Menghasilkan 2 jenis enterotoksin yaitu toksin termolabil (LT) dan toksin termostabil (ST). Toksin LT (termolabil) memicu terjadi diare dengan merangsang aktivitas enzim adenilat siklase di mukosa usus halus. Sementara itu Toksin termostabil berproses melalui aktivitas enzim guanilat siklase untuk menghasilkan guanodin monofosfat siklik yang berakibat terjadinya gangguan klorida (Cl-) serta

natrium (Na⁺) dan mampu mengurangi motilitas usus halus sehingga terjadi diare cair.

4. EAEC (Entero Adherent *Escherichia coli*)

Melekat pada epitel usus halus serta usus besar melalui pembentukan biofilm yang tebal serta menghasilkan enterotoksin sekretori serta sitotoksin.

5. EIEC (Enteroinvasive *Escherichia coli*)

Menyerang sel epitel pada kolon, melisiskan fagosom lalu bergerak di dalam sel melalui proses nukleasi mikrofilamen aktin. Pergerakannya dapat berlangsung secara lateral melintasi epitel, baik dengan memasuki sel secara langsung maupun keluar terlebih dahulu dan kembali melalui membran plasma baso-lateral.

6. DAEC (Diffusely Adherent *Escherichia coli*)

Memiliki transduksi sinyal yang khas pada enterosit di usus kecil, yang menunjukkan pembentukan proyeksi seluler mirip jari yang panjang dan membungkus bakteri.

2.6. Uji Daya Hambat

Uji daya hambat atau antibakteri adalah untuk menguji efektivitas suatu zat dalam menghambat bakteri patogen sebagai penyebab infeksi yang bertumbuh pada jaringan tubuh. Antibakteri memiliki kemampuan menghentikan perkembangan atau dapat membunuh bakteri dengan mengganggu metabolisme mikroorganisme yang dapat merugikan. Sifat kerja antibakteri meliputi penghambatan sintesis dinding sel, peningkatan permeabilitas membrane sel, penghambatan aktivitas enzim serta menghalangi sintesis asam nukleat dan protein (Mareintika, 2021). Beberapa cara mengukur daya hambat, antara lain:

1. Metode Difusi

Metode ini untuk analisis kualitatif aktivitas antibakteri serta untuk mengukur diameter zona hambat bakteri terhadap suatu pelarut tertentu. Hasil pengamatan ditandai dengan munculnya atau tidaknya area bersih di sekitar cakram kertas, yang menunjukkan terjadinya penghambatan terhadap bakteri (Putri T & Vidya P, 2023). Kriteria kekuatan daya antibakteri dikelompokkan menjadi 4 kategori, kategori lemah yang ditandai dengan diameter zona hambat <5 mm,

kategori sedang antara 5-10 mm, kategori kuat antara 10-20 mm, dan kategori sangat kuat jika >20 mm (Emelda *et al.*, 2021). Metode difusi dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu metode sumuran dan metode cakram.

a. Metode Difusi Sumuran

Metode ini dilakukan dengan membuat lubang secara vertikal di media agar padat yang telah di gores suspensi uji. Banyaknya serta posisi sumur disesuaikan dengan kebutuhan, sampel lalu dimasukkan ke dalam masing-masing lubang. Setelah proses inkubasi selesai, pertumbuhan diperhatikan guna mengetahui terbentuk tidaknya zona hambat mengelilingi sumur. Kelebihan metode ini yaitu kemudahan dalam mengukur diameter hambat yang terbentuk, dari aktivitas bakteri yang terjadi baik di permukaan agar maupun di bawah lapisan agar. Kelemahan metode ini yaitu seperti kemungkinan tertinggalnya sisa agar dari proses pembuatan lubang sumuran serta risiko media retak disekitar area sumuran. Hal tersebut dapat mengganggu peresapan senyawa antibakteri kedalam media, dan pada akhirnya berdampak pada pembentukan zona bening selama uji sensitivitas.

b. Metode Difusi Cakram

Metode difusi cakram dilakukan dengan kertas cakram yang dijenuhkan terlebih dahulu dengan bahan antimikroba sebagai media penyerap. Kertas cakram kemudian ditempatkan di atas permukaan media agar yang sudah diinokulasi biakan mikroba uji, lalu diinkubasikan selama 24 jam pada suhu 37°C. Adanya zona bersih di sekeliling cakram memperlihatkan terhambatnya pertumbuhan bakteri. Ukuran diameter zona hambat berbanding lurus dengan konsentrasi bahan uji yang diaplikasikan pada disk cakram. Keuntungan metode ini merupakan pengujian yang prosesnya relatif cepat (Nurhayati *et al.*, 2020).

2. Metode Dilusi

Metode ini memanfaatkan media cair maupun media padat yang telah dicairkan setelah dicampur senyawa antimikroba untuk menguji ada tidaknya aktivitas antibakteri dengan mengamati konsentrasi terkecil (Najiya & Najiya, 2022). Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) atau dalam istilah internasional dikenal sebagai *Minimal Inhibitory Concentration* (MIC), merupakan kadar minimal dari suatu agen antimikroba yang efektif menghambat pertumbuhan mikroba. Berdasarkan metode ini, suatu zat dikategorikan memiliki aktivitas

antibakteri yang kuat bila KHM 50-500 µg/mL, moderat apabila KHM 600-1.500 µg/mL, dan lemah apabila KHM diatas 1.500 µg/mL (Putri T & Vidya P, 2023).

Metode dilusi dibagi menjadi 2, yaitu dilusi cair dan padat.

a. Metode Dilusi Cair

Metode dilusi cair digunakan untuk menentukan Kadar Hambat Minimum (KHM). Prosedur ini dengan membuat serangkaian pengenceran agen antimikroba dalam medium cair, kemudian ditambahkan mikroorganisme uji ke dalam setiap konsentrasi.

b. Metode Dilusi Padat

Metode dilusi padat digunakan untuk menentukan Kadar Bakterisidal Minimum (KBM). Teknik ini dilakukan dengan cara mengaplikasikan mikroorganisme uji ke dalam media agar yang sudah dicampur dengan agen antimikroba (Fitriana *et al.*, 2020).