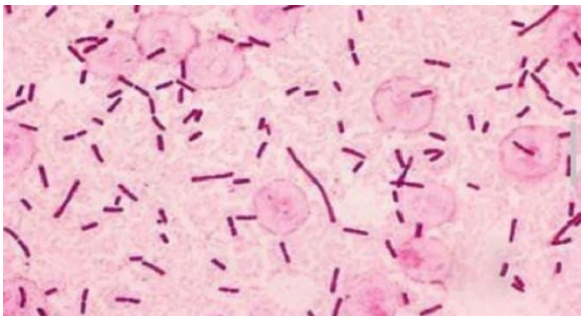
# BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

## A. Bakteri *Salmonella sp*.

*Salmonella sp.* merupakan bakteri Gram negatif berbentuk batang (basil) yang termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*, dengan ukuran rata-rata 0,7–1,5 µm dan kemampuan hidup sebagai anaerob fakultatif. Struktur dinding sel *Salmonella* tersusun atas lapisan peptidoglikan tipis dan membran luar yang mengandung lipopolisakarida (LPS), khususnya lipid A yang berperan sebagai endotoksin pemicu reaksi imun tubuh. Bakteri ini memiliki flagel peritrik, sehingga bersifat motil dan dapat bergerak bebas dalam lingkungan cair (Santoso, 2020).



**Gambar 1.** Menunjukkan bentuk dan warna bakteri *Salmonella sp.* dibawah mikroskop dengan perbesaran 100x (Andi Muhammad, 2021)

Gambar 1 menunjukkan bentuk dan warna dari bakteri *Salmonella sp.* dibawah mikroskop dengan perbesaran 100x. Terlihat bakteri tersebut memiliki warna merah dengan bentuk batang. *Salmonella sp.* umumnya ditemukan pada saluran cerna hewan dan manusia, dan dapat menyebar melalui makanan atau air yang terkontaminasi. Pada struktur selnya terdapat berbagai protein membran luar dan antigen O serta H yang berfungsi dalam mekanisme adhesi, invasi, serta penghindaran respon imun inang. Bakteri ini mampu tumbuh dengan baik pada suhu 35–43°C dengan pH optimum 6,5–7,5, serta dapat bertahan pada kondisi lingkungan yang relatif luas, menjadikannya patogen yang mudah menyebar (Pramana, 2023).

*Salmonella sp.* dikenal sebagai agen penyebab berbagai penyakit infeksi, seperti salmonellosis, gastroenteritis, dan demam tifoid, yang muncul akibat kemampuannya menginvasi sel epitel usus dan memicu inflamasi. Gejala umum infeksi meliputi diare, demam, muntah, dan kram perut yang biasanya muncul beberapa jam hingga hari setelah paparan makanan terkontaminasi. Selain itu, beberapa jenis *Salmonella* juga memiliki faktor virulensi seperti endotoksin, sistem sekresi tipe III (T3SS), dan resistensi terhadap antibiotik, sehingga dapat menyebabkan infeksi yang lebih berat, termasuk komplikasi infeksi (Ramadhan, 2022).

1. **Klasifikasi *Salmonella sp.***

   Klasifikasi bakteri *Salmonella sp*. menurut Adeolu M. (2016), yaitu:

   Kingdom: Bacteria

   Phylum : Proteobacteria

   Class : Gammaproteobacteria

   Ordo : Enterobacterales

   Family : Enterobacteriaceae

   Genus : Salmonella

   Species : Salmonella sp.

2. **Patogenesis**

   Infeksi *Salmonella sp.* tetap menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia karena bakteri ini sering dijumpai sebagai patogen pada pangan asal hewan seperti daging ayam, telur, ikan, serta produk olahannya sehingga risiko *salmonellosis* secara terus-menerus mengancam konsumen. Prevalensi cemaran *Salmonella sp.* pada daging ayam dan produk olahannya di pasar tradisional di Indonesia cukup tinggi. (Sipayung, Rahayu & Nurjanah, 2023)

   Selain persoalan kontaminasi pangan, kondisi sanitasi lingkungan, praktik higiene makanan, dan pengolahan makanan yang tidak tepat menjadi faktor risiko penting dalam epidemiologi infeksi *Salmonella* di Indonesia. Kebersihan pangan dan sanitasi makanan sangat menentukan kejadian demam tifoid dan

*salmonellosis* terutama pada populasi rentan seperti anak - anak, lansia, dan kelompok dengan daya tahan lemah. (Verliani, Hilmi & Salman, 2022).

Lebih jauh, infeksi *Salmonella* di Indonesia dapat menyebabkan penyakit saluran cerna (gastroenteritis) maupun demam tifoid, manifestasi klinisnya cukup beragam mulai dari diare, demam, hingga komplikasi berat bila tidak tertangani. *Salmonella* masuk ke tubuh manusia melalui konsumsi makanan/minuman tercemar, kemudian berkolonisasi di saluran pencernaan dan memicu peradangan serta kerusakan jaringan mukosa usus yang menimbulkan gejala klinis seperti diare dan kram perut. (Wardiani, Khoirunnisa & Sopiah, 2025)

## B. Bakteri *Escherichia coli.*

*Eschericia coli* (*E. Coli*) adalah bakteri Gram-negatif berbentuk batang (basil), termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*, dan bersifat anaerob fakultatif. *E. coli* digambarkan sebagai basil pendek dengan diameter sekitar 0,7 μm dan panjang sekitar 2 μm. Struktur selnya memungkinkan bertahan dalam berbagai lingkungan, dan karena sifat Gram negatifnya, dinding sel *E. coli* memiliki membran luar, fitur umum pada *Enterobacteriaceae*, yang secara struktural mendukung ketahanannya. (Pobas et al., 2024)



**Gambar 2**. Menunjukkan warna dan bentuk bakteri *Escherichia coli.* dibawah mikroskop dengan perbesaran 100x (Fauzan Azhari, 2023)

Gambar 2 menunjukkan tampak dari bakteri *Escherichia coli.* Dibawah mikroskop dengan perbesaran 100x. Terlihat bakteri tersebut memiliki warna merah dengan bentuk batang. *Escherichia coli* umumnya ditemukan sebagai bagian dari flora normal di usus manusia maupun hewan, namun di Indonesia bakteri ini sering terdeteksi mencemari makanan, minuman, dan air terutama pada makanan jajanan, es atau minuman kemasan, makanan olahan, dan air minum dari sumber yang tidak higienis. Karena kemampuannya hidup di saluran pencernaan dan bertahan di lingkungan yang kurang optimal, kontaminasi oleh *E. coli* menjadi indikator penting terhadap sanitasi makanan dan air di masyarakat. Ketika *E. Coli,* khususnya galur patogenik mencapai jumlah atau lokasi yang tidak normal, bakteri ini dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti infeksi saluran kemih (ISK), gastroenteritis, dan penyakit bawaan makanan (*foodborne disease*) (Sopiah, 2025).

1. **Klasifikasi *Escherichia coli.***

   Klasifikasi bakteri Escherichia coli. menurut Radji S. (2018), yaitu:

   Kingdom: Bacteria

   Phylum : Proteobacteria

   Class : Gammaproteobacteria

   Ordo : Enterobacterales

   Family : Enterobacteriaceae

   Genus : Escherichia

   Species : Escherichia coli

2. **Patogenesis**

   Dari segi patogenesis, *E. coli* patogen (termasuk *Uropathogenic Escherichia coli*, maupun bakteri penyebab diare) memiliki berbagai faktor virulensi, seperti adhesin, pili, hemolisin, toksin, serta kemampuan membentuk biofilm semua ini memungkinkan bakteri menempel, menginvasi, bertahan di sel inang, serta menghindari pertahanan imun (Gunardi, 2022; Handayani *et al*., 2024). Pada infeksi saluran kemih, misalnya, *E. coli* menggunakan pili dan adhesin untuk melekat pada sel epitel urogenital lalu membentuk

komunitas bakteri intraseluler (*intracellular bacterial community*) atau biofilm, yang kemudian menghasilkan enzim dan toksin yang merusak jaringan dan memicu respon inflamasi, sehingga terjadi gejala klinis seperti disuria, nyeri, dan kadang *pielonefritis* (Sopiah, 2025). *E. coli* juga dapat menyebabkan diare melalui mekanisme adhesi ke epitel usus, sekresi toksin atau faktor yang merusak sel epitel, meningkatkan permeabilitas usus, serta memicu sekresi cairan ke lumen menghasilkan diare, muntah, dan kram perut (Dewi *et al*., 2024).

## C. Antibakteri

Antibakteri merupakan zat atau senyawa yang mampu menghambat pertumbuhan maupun membunuh bakteri patogen melalui berbagai mekanisme, seperti merusak dinding sel, menghambat sintesis protein, atau mengganggu fungsi metabolik mikroba. Antibakteri banyak dikaji dari ekstrak tumbuhan obat karena kandungan metabolit sekunder yang beragam dan berpotensi digunakan sebagai alternatif pengobatan. Senyawa kimia seperti *flavonoid*, *tanin*, *saponin*, *alkaloid*, dan *fenol* diketahui berperan penting dalam aktivitas antibakteri, dimana *flavonoid* bekerja dengan merusak permeabilitas membran bakteri, tanin mengendapkan protein dinding sel, dan saponin melisiskan membran sel melalui interaksi dengan lipid (Sari & Nurmalina, 2022). *Alkaloid* juga tercatat mampu menghambat sintesis DNA dan mengganggu sistem enzim bakteri, sedangkan senyawa *fenol* memiliki kemampuan sebagai agen oksidatif yang menyebabkan kerusakan membran dan perubahan struktur protein bakteri (Handayani et al., 2024).

Aktivitas antibakteri dari ekstrak tumbuhan Indonesia umumnya diuji terhadap bakteri patogen seperti *Escherichia coli* (Gram-negatif) dan *Staphylococcus aureus* (Gram-positif), dua bakteri yang sering digunakan sebagai indikator efektivitas senyawa antibakteri karena peran klinis dan prevalensinya sebagai penyebab infeksi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol tanaman yang kaya *flavonoid* dan *tanin* menghasilkan zona hambat yang signifikan terhadap kedua bakteri ini, menandakan

efektivitas senyawa tersebut dalam merusak struktur sel dan menurunkan kemampuan hidup bakteri (Gunardi, 2022).

## D. Tanaman Jambu Biji

Jambu biji (*Psidium guajava Linnaeus*) merupakan tanaman buah tropis yang berasal dari kawasan Amerika Tengah dan kemudian menyebar luas ke berbagai negara beriklim tropis, termasuk Indonesia. Tanaman ini dikenal mampu beradaptasi dengan baik pada berbagai jenis tanah dan kondisi lingkungan, sehingga banyak dibudidayakan oleh masyarakat. Jambu biji umumnya diperbanyak secara generatif melalui biji karena prosesnya yang lebih mudah dan praktis dibandingkan metode lain. (Sari & Kurniawan, 2021)



**Gambar 3.** Menunjukkan buah dan daun yang ada pada tanaman jambu biji (*Psidium guajava L.*) **(**M. Hasan, 2022)

Gambar 3 menujukkan tanaman jambu biji yang berusia kurang lebih 2 tahun. Tanaman jambu biji memiliki daun dengan serat yang khas berbentuk seperti tulang dan buah yang berwarna kuning kehijauan. Selain itu, jambu biji merupakan tanaman perdu atau semak berkayu yang dapat tumbuh pada ketinggian antara 5 hingga 1200 meter di atas permukaan laut. Pertumbuhan optimalnya berada pada daerah beriklim tropis basah dengan intensitas cahaya yang cukup. Dalam kajian agronomi oleh Wulandari (2020), tanaman jambu biji dapat mencapai tinggi 2 hingga 7 meter dengan percabangan yang rapat dan sistem perakaran yang cukup kuat. Kondisi ini menjadikan jambu biji sebagai salah satu tanaman hortikultura yang mudah beradaptasi dan memiliki tingkat keberhasilan budidaya yang tinggi (Wulandari, 2020)

**1. Klasifikasi Tanaman Jambu Biji**

Klasifikasi tanaman jambu biji menurut Sentosa (2021), yaitu:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Sub Divisi : Angiospermae

Class : Dicotyledonae

Ordo : Myrtales

Family : Myrtaceae

Genus : Psidium

Species : Psidium guajava Linnaeus

**2. Kandungan Daun Jambu Biji**

Daun jambu biji diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti *tanin*, *flavonoid*, *saponin*, dan *triterpenoid* yang berperan dalam aktivitas antibakteri. Kombinasi senyawa tersebut bekerja secara sinergis dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif seperti *Escherichia coli*. dan *Salmonella sp*. *Tanin* berperan dengan cara mengendapkan protein dan menonaktifkan enzim bakteri serta menyebabkan pengerutan membran sel sehingga permeabilitas sel terganggu. *Flavonoid* diketahui mampu merusak dinding dan membran sel bakteri serta menyebabkan perubahan struktur protein yang berujung pada terganggunya metabolisme sel. *Saponin* bekerja dengan meningkatkan permeabilitas membran melalui interaksi dengan komponen lipid, sehingga mempermudah kebocoran isi sel, sedangkan *triterpenoid* yang bersifat mudah larut dalam lemak dapat mengganggu integritas membran sel bakteri. Pada bakteri gram negatif yang memiliki membran luar kompleks, kombinasi senyawa ini sangat penting karena kerusakan awal pada membran luar akan mempermudah penetrasi senyawa aktif lainnya ke dalam sel. Dengan demikian, keberadaan berbagai senyawa aktif dalam daun jambu biji tidak hanya bekerja secara tunggal, tetapi saling

mendukung dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan bakteri (Hermawati *et al*., 2021).

**3. Khasiat Daun Jambu Biji**

Daun jambu biji telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional untuk menangani berbagai gangguan kesehatan, terutama yang berkaitan dengan sistem pencernaan seperti diare, disentri, nyeri perut, serta masalah gastrointestinal lainnya (Aswarita, 2013). Selain itu, daun ini juga diketahui memiliki efek antiradang, bersifat astringen yang mampu mengerutkan jaringan, serta membantu menghentikan perdarahan (Dewi, 2017). Ekstrak daun jambu biji kerap digunakan untuk meredakan batuk, diare, sariawan, hingga pembengkakan pada gusi. Buah jambu biji sendiri kaya akan vitamin A, vitamin C, fosfor, kalsium, dan berbagai mineral penting lainnya. Tanaman ini juga mengandung beragam senyawa organik dan anorganik, termasuk metabolit sekunder seperti antioksidan, polifenol, senyawa antivirus, serta komponen antiinflamasi. Selain karakteristik tersebut, daun jambu biji memiliki kandungan senyawa yang berfungsi sebagai anti jamur dan antibakteri sehingga berpotensi mendukung pemeliharaan kesehatan secara menyeluruh (Naseer *et al*., 2018).

## E. Metode Maserasi

Metode maserasi merupakan teknik ekstraksi yang dilakukan dengan merendam simplisia nabati dalam pelarut tertentu pada suhu kamar, sehingga senyawa aktif dapat berdifusi keluar dari jaringan tanaman ke dalam pelarut. Proses ini melibatkan tahap persiapan simplisia seperti pengeringan dan pengecilan ukuran, kemudian direndam dalam pelarut dengan rasio tertentu dan diaduk secara berkala untuk meningkatkan efisiensi kontak. Maserasi digunakan luas dalam penelitian tanaman obat di Indonesia karena tidak memerlukan pemanasan tinggi, sehingga senyawa yang mudah terurai oleh panas tetap stabil. Setelah perendaman selama 24–72 jam, filtrasi dilakukan

untuk memisahkan ekstrak cair dari residu, dan filtrat dapat diuapkan lebih lanjut untuk memperoleh ekstrak pekat (Utami & Firmansyah, 2023).

Dalam maserasi, etanol 96% merupakan salah satu pelarut yang paling sering digunakan karena memiliki polaritas yang mampu melarutkan berbagai metabolit sekunder, seperti flavonoid, tanin, alkaloid, dan glikosida. Etanol 96% memiliki kemampuan penetrasi yang lebih baik ke dalam sel tanaman dibanding pelarut berair, sehingga proses difusi senyawa aktif berlangsung lebih optimal. Selain itu, etanol 96% bersifat mudah menguap, relatif aman dibanding pelarut organik lain seperti metanol, dan memiliki tingkat kemurnian tinggi sehingga tidak meninggalkan banyak residu setelah proses penguapan. Penggunaan etanol 96% juga membantu memperoleh ekstrak dengan stabilitas yang baik karena kandungan air yang rendah dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme selama proses ekstraksi. Peneliti bahan alam di Indonesia sering memilih etanol 96% untuk mendapatkan ekstrak yang lebih kaya komponen aktif dan memiliki kualitas yang lebih konsisten, terutama dalam studi dan pengembangan formulasi herbal (Sari, 2021).

## F. Metode Difusi

Metode cakram agar adalah metode resmi yang banyak digunakan dalam laboratorium mikrobiologi, baik untuk uji antibakteri ekstrak alam maupun uji kepekaan antibiotik karena prosedurnya sederhana, relatif murah, dan memungkinkan pengujian banyak sampel secara paralel (Nuryanti, 2021). Prosedurnya secara umum, kertas cakram steril direndam dalam larutan antimikroba atau antibiotik (berbagai konsentrasi), kemudian diletakkan di atas permukaan medium agar yang telah diinokulasikan bakteri uji. Selanjutnya pelat diinkubasi, biasanya 18–24 jam pada suhu 35-37 °C (atau sesuai kondisi optimal bakteri uji). Setelah inkubasi, zona bening di sekitar cakram, yang menunjukkan hambatan pertumbuhan diukur diameternya menggunakan jangka sorong, dan ukuran ini digunakan untuk menilai seberapa efektif agen uji dalam menghambat bakteri (Yani *et al*., 2020). Metode ini banyak dipilih karena kelebihannya yaitu, memungkinkan skrining

cepat dari banyak sampel, hemat bahan dan waktu, serta relatif mudah interpretasi hasil (zona hambat lebih besar = aktivitas antimikroba lebih kuat). Hal ini terlihat pada penelitian ekstrak tumbuhan terhadap bakteri patogen, di mana ekstrak dengan konsentrasi tinggi cenderung menghasilkan zona hambat lebih besar dibanding konsentrasi rendah (Putri *et al.*, 2024).

1. **Zona Hambat**

   Zona hambat merupakan area bening di sekitar cakram atau sumur pada media agar yang menandakan bahwa bakteri tidak mampu tumbuh karena terpapar senyawa antibakteri. Pengukuran zona hambat dilakukan menggunakan mistar dalam satuan milimeter (mm) dengan cara mengukur diameter area bening dari tepi satu sisi ke sisi lainnya melewati pusat cakram, biasanya diukur dari dua arah tegak lurus kemudian dirata-ratakan untuk meningkatkan akurasi. Semakin besar diameter zona hambat, semakin kuat aktivitas antibakteri yang dihasilkan oleh ekstrak daun jambu biji. Oleh karena itu, zona hambat menjadi indikator penting dalam menilai efektivitas ekstrak daun jambu biji dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Putri, 2020).

**Tabel 1.** Menunjukkan Kategori Diameter Zona Hambat menurut acuan Davis dan Stout

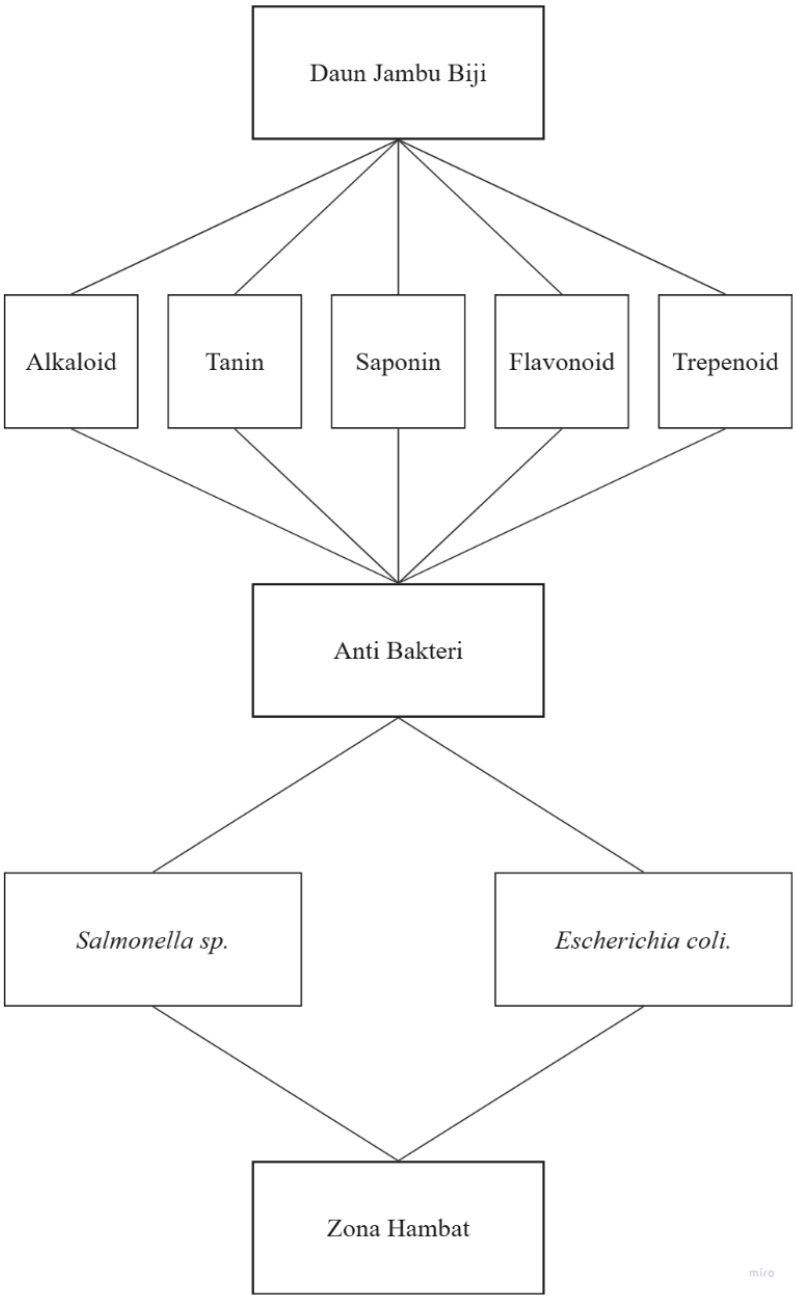
| No | Diameter Zona Hambat | Kategori |
|---|---|---|
| **1.** | <5 nm | Lemah |
| **2.** | 5 – 10 nm | Sedang |
| **3.** | 10 – 20 nm | Kuat |
| **4.** | >20 nm | Sangat Kuat |

*Sumber: Emelda, Eka & Annisa, 2021*

Berdasarkan Tabel 1, diameter zona hambat dapat dikategorikan menjadi empat tingkatan menurut acuan Davis dan Stout, yaitu lemah, sedang, kuat, dan sangat kuat. Diameter zona hambat kurang dari 5 mm termasuk kategori lemah, diameter 5–10 mm

termasuk kategori sedang, diameter 10–20 mm termasuk kategori kuat, sedangkan diameter lebih dari 20 mm termasuk kategori sangat kuat. Pengelompokan ini digunakan untuk mengetahui tingkat aktivitas antibakteri suatu sampel berdasarkan diameter zona bening yang terbentuk di sekitar sampel pada pengujian antibakteri. Semakin besar diameter zona hambat yang terbentuk, semakin tinggi aktivitas penghambatan bakteri yang ditunjukkan oleh sampel. (Emelda, Eka, dan Annisa, 2021).

## G. Kerangka Konsep




**Gambar 4.** Merupakan Kerangka konsep Uji Aktivitas Antibakteri Pada Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium Guajava*) Terhadap Bakteri *Salmonella sp.* Dan *Escherichia coli*