

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Penyakit infeksi adalah salah satu penyakit tersering yang mengenai manusia. Penyakit ini merupakan penyakit yang terus menerus berkembang dari waktu ke waktu terutama pada negara berkembang, termasuk Indonesia. Berdasarkan data *Years of life lost* (YLL) di negara berkembang, penyakit infeksi merupakan salah satu penyakit penyebab kematian yang utama. Penyakit infeksi bisa disebabkan oleh bakteri, virus, jamur, dan parasit. *Vibrio cholerae* merupakan penyebab utama infeksi pada manusia yang menyerang pada saluran pencernaan (Sihombing & Sicilya, 2022).

*Vibrio cholerae* merupakan suatu bakteri gram negatif yang bersifat anaerobik. Kolera merupakan penyakit infeksi usus yang disebabkan oleh bakteri *Vibrio cholerae* atau kontak dengan *carrier cholerae*. Bakteri *Vibrio cholerae* masuk ke dalam tubuh seseorang melalui makanan atau minuman yang telah terkontaminasi oleh bakteri *Vibrio cholerae* kemudian bakteri tersebut akan mengeluarkan enterotoksin di dalam tubuh seseorang di dalam usus sehingga akan menimbulkan diare disertai muntah yang akut dan hebat sehingga menyebabkan kehilangan cairan yang banyak dalam tubuhnya sehingga mengalami dehidrasi. Menjaga kebersihan dan rajin mencuci tangan dengan menggunakan sabun antiseptik dan juga makan makanan yang diolah secara sendiri dengan kematangan dan kebersihannya juga terjaga merupakan sesuatu hal yang sangat penting agar terhindar dari bakteri *Vibrio cholerae* (Jap & Widodo, 2021).

Menurut data *World Health Organization* (WHO) sejak tahun 2021, terdapat peningkatan kasus kolera secara global. Pada tahun 2021, 23 negara mengalami wabah kolera terutama pada wilayah afrika dan mediterania timur. Di Indonesia kolera dilaporkan sebagai kejadian luar biasa yaitu timbulnya suatu penyakit yang menular yang dahulunya penyakit tersebut tidak ada. Pada bulan Mei sampai Agustus 2008 di papua terdapat kolera yang menyebabkan kasus kematian sebanyak 105 orang. Pada bulan Agustus 2010 di Jember pada waktu kurun empat minggu dijumpai kasus kejadian kolera sebanyak 747 dan 4 kasus kematian (Rauf & Prawoto, 2023).

Nilai *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) adalah suatu cara untuk menilai resistensi dari antibiotik dimana apabila kadar obat berada dibawah MIC maka antibiotik tidak dapat membunuh mikroorganisme dan apabila kadar obat berada diatas atau sama dengan nilai MIC maka mikroorganisme dapat terbunuh oleh antibiotik. Penggunaan antibiotik rentan terhadap resistensi. Resistensi adalah memberikan kesempatan satu atau dua bakteri untuk berkembang sehingga tidak ada efek klinis dari obat tersebut. Faktor utama penyebab resistensi antibiotik diakibatkan karena adanya penggunaan yang irasional seperti waktu penggunaan yang terlalu singkat, dosis yang terlalu rendah, dan juga kesalahan diagnosa. *Gentamycin* merupakan salah satu antibiotik golongan aminoglikosida yang sering digunakan untuk terapi infeksi bakteri gram negatif yang bekerja dengan cara menghambat sintesis protein (Risky, 2023).

Penggunaan antibiotik dapat terjadi efek samping seperti toksik, alergi, dan biologis. Efek samping yang ditimbulkan dari penggunaan penicillin dan cephalosporin dapat menimbulkan reaksi hipersensitivitas seperti ruam dan urtikaria (Herawati *et al.*, 2023).

Efek samping yang ditimbulkan dari antibiotik dapat meningkatkan penggunaan dari obat herbal yang memiliki resiko efek samping lebih sedikit. Beberapa tanaman herbal dapat digunakan sebagai pengobatan infeksi bakteri *vibrio cholerae*. Menurut penelitian (Manalu & Mutia, 2020) kulit jeruk manis memiliki efektivitas terhadap pertumbuhan dari bakteri *Vibrio cholerae*. Setelah itu penelitian serupa juga dilakukan oleh (P. R. Sari *et al.*, 2023) bahwasanya bahwa buah mahkota dewa juga terbukti memiliki efektivitas terhadap pertumbuhan dari bakteri *Vibrio cholerae* (Manalu & Mutia, 2020; Sari *et al.*, 2023).

Penggunaan obat tradisional di Indonesia sudah melekat sejak lama di hati Masyarakat khususnya di Indonesia sebelum obat modern ditemukan dan dipasarkan. Penggunaan obat tradisional saat ini semakin meningkat sejalan dengan program pemerintah untuk mengembangkan obat-obatan yang berasal dari alam. Obat tradisional adalah bahan atau ramuan yang berasal dari tumbuhan, hewan, mineral, sediaan sarian (galenik) atau campuran dari bahan tersebut yang secara turun temurun telah digunakan untuk pengobatan oleh masyarakat (Soegiantoro *et al.*, 2021).

Perkembangan industri farmasi dengan memanfaatkan tumbuhan sebagai obat tradisional sangat tinggi di Indonesia. Hal ini terjadi karena perubahan pola hidup manusia untuk mulai mengkonsumsi obat-obatan dari bahan alami dan mengurangi konsumsi obat-obatan kimiawi. Penyebabnya karena mahalnya obat-obatan kimiawi sehingga obat herbal menjadi salah satu pilihan (Supriadi *et al.*, 2022).

Rimpang kunyit merupakan salah satu tanaman yang dimanfaatkan sebagai antimikroba karena terkandung senyawa aktif yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Senyawa metabolit yang terkandung didalam kunyit adalah kurkumin dan minyak atsiri yang berperan sebagai antibakteri. Kandungan kurkumin pada kunyit efektif sebagai antimikroba sehingga Kurkumin memiliki spektrum antibakteri yang luas (Febriyossa & Rahayuningsih, 2021).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Soegiantoro *et al.*, 2021) yaitu perasan kunyit segar maupun perasan kunyit yang telah dikeringkan tidak menunjukkan efek antibakteri terhadap bakteri *Eschericia coli*. Sedangkan proses ekstraksi dengan pelarut etanol 95% dengan cara maserasi menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri uji.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Apriliantisya *et al.*, 2022) memberikan aktivitas antibakteri yang optimum menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, maka peneliti tertarik melakukan sebuah uji penelitian apakah ekstrak rimpang kunyit (*Curcuma domestica val*) dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio cholerae* secara *in vitro*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat efek antibiotik ekstrak rimpang kunyit (*Curcuma domestica val*) terhadap pertumbuhan bakteri *vibrio cholerae* secara *in vitro*?

2. Berapakah konsentrasi ekstrak rimpang kunyit (*Curcuma domestica val*) yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *vibrio cholerae* secara *in vitro*?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1 Tujuan Umum**

Mengetahui efektivitas ekstrak rimpang kunyit (*Curcuma domestica val*) terhadap pertumbuhan bakteri *vibrio cholerae* secara *in vitro*.

#### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1. Untuk mengetahui diameter zona hambat pertumbuhan bakteri setelah diberi ekstrak konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100%.
2. Untuk mengetahui diameter zona hambat pertumbuhan bakteri setelah pemberian larutan DMSO dan Gentamicin 2ml.
3. Untuk menganalisis perbedaan diameter zona hambat pertumbuhan bakteri antar kelompok ekstrak konsentasi 25%, 50%, 75%, dan 100% dibandingkan dengan kelompok kontrol positif Gentamisin 2ml dan kontrol negatif DMSO.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan pembaca tentang manfaat rimpang kunyit (*Curcuma domestica val*) sebagai antibakteri khususnya *Vibrio cholerae*.
2. Menjadi bahan masukan bagi institusi serta bahan bacaan dan referensi bagi mahasiswa untuk penelitian selanjutnya.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah penemuan baru antimikroba dari bahan herbal yang efektif terhadap bakteri *Vibrio cholerae*.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica val*)

#### 2.1.1 Klasifikasi Rimpang Kunyit

Tanaman kunyit (*Curcuma domestica val*) dalam sistem taksonomi tumbuhan memiliki klasifikasi sebagai berikut : (Hanifawati, 2021)

- Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Subdivisi : Angiospermae  
Kelas : Monocotyledonae  
Ordo : Zingiberales  
Famili : Zingiberaceae  
Genus : *Curcuma*  
Spesies : *Curcuma domestica val*



(a)



(b)



(c)

**Gambar 2.1** Tanaman kunyit (*Curcuma domestica val*) (a) daun kunyit, (b) akar dan batang kunyit, (c) rimpang kunyit.

### 2.1.2 Morfologi Rimpang Kunyit

*Curcuma domestica val* mempunyai bentuk yang bercabang-cabang. Tunas induk atau yang biasa disebut cabang dari rimpang kunyit. Tanaman rimpang kunyit memiliki ukuran panjang tunas sekitar 10,85 cm, berwarna jingga sedikit kecoklatan atau berwarna kuning hingga kuning gelap. Warna dari tanaman kunyit yaitu berwarna kekuningan yang memiliki bau khas dan rasa sedikit pahit dan pedas. Panjang dari *Curcuma domestica val* 22,5 cm, dan pada rimpang yang tua memiliki panjang 4,06 cm. Bentuk dari tunas atau cabang *Curcuma domestica val* berbentuk lurus atau melengkung (Hanifawati, 2021).

### 2.1.3 Manfaat Rimpang Kunyit

*Curcuma domestica val* selain bisa digunakan sebagai bahan masakan dalam beberapa penelitian kunyit merupakan bahan alternatif yang banyak manfaatnya. Unsur utama yang ditemukan dalam kunyit adalah kandungan kurkumin dan minyak atsiri. Kandungan kurkumin dalam kunyit diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri akibat adanya pengikatan protein FtZ serta menghambat pembentukan protofilament. Selain itu komponen minyak atsiri *Curcuma domestica val* tersebut juga efektif sebagai antibakteri karena dapat menghambat terhadap pertumbuhan mikroba (Putri *et al.*, n.d.).

### 2.1.4 Kandungan Rimpang Kunyit

*Curcuma domestica val* mengandung senyawa fenolik alami seperti kurkuminoid dan seskuiterpenoi. Di dalam senyawa kurkuminoid mengandung tiga komponen, yaitu *bisdemethoxycurcumin* (0,3%), *demethoxycurcumin* (6%), dan kurkumin (94%) yang merupakan komponen terbesar. Selain itu, kunyit juga mengandung minyak atsiri sebesar (5%-6%). Senyawa kurkuminoid pada kunyit berfungsi sebagai pemberi efek kuning pada kunyit sedangkan senyawa seskuiterpenoid memberikan aroma yang unik pada kunyit. Komponen dari senyawa seskuiterpenoid terdiri dari *artemeron*, *curlon*, *curcuminol*, *curcumin*, *zingiberene*, *germacrone*, *bisacumol*, dan *bsabolen* (Putri *et al.*, n.d.).

Kunyit mengandung alkaloid, flavonoid, kurkumin, minyak atsiri, saponin, tanin dan terpenoid. Rimpang kunyit mengandung senyawa metabolit sekunder

flavonoid, alkaloid, dan tanin. Flavonoid yaitu senyawa yang bekerja sebagai antibakteri. Mekanisme kerjanya sebagai antibakteri dilakukan dengan cara melarutkan lemak dan asam amino yang terdapat pada dinding sel yang akan bereaksi dengan gugus alkohol pada senyawa flavonoid sehingga terjadinya kerusakan pada dinding sel dapat menyebabkan kematian pada bakteri (Rasyadi *et al.*, 2021).

Alkaloid berperan sebagai membunuh bakteri mekanisme kerjanya dengan cara mendenaturasi protein sehingga menyebabkan aktivitas enzim rusak dan membuat sel mati (Soegiantoro *et al.*, 2021a). Tanin berperan dalam mencegah peningkatan kadar kolesterol dalam darah. Apabila jumlah senyawa tanin pada tubuh terlalu banyak maka tanin akan berikatan dengan protein, sehingga penyerapan lemak di dalam usus akan terhambat (Dimas, 2024).

## 2.2 *Vibrio cholerae*

### 2.2.1 Taksonomi *Vibrio cholerae*

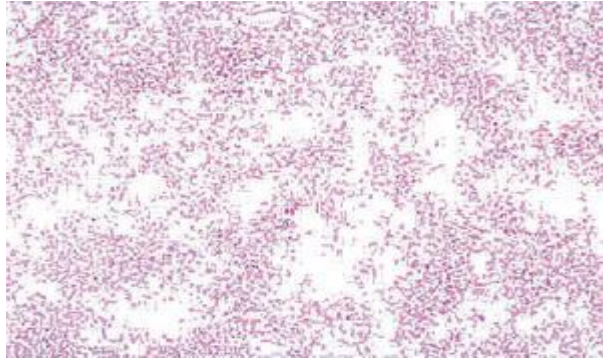
Taksonomi dari bakteri *Vibrio cholerae* yaitu : (Hairil, 2023)

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Phylum	: <i>Proteobacteria</i>
Class	: <i>Gamma Proteobacteria</i>
Order	: <i>Vibrionales</i>
Family	: <i>Vibrionaceae</i>
Genus	: <i>Vibrio</i>
Spesies	: <i>Vibrio cholerae</i>

### 2.2.2 Morfologi *Vibrio cholerae*

*Vibrio cholerae* berbentuk batak melengkung dengan diameter 2-4 mm pada saat tahap perkembangan yang berkepanjangan bentuk dari bakteri dapat berubah menjadi bakteri batang yang lurus yang menyerupai bakteri gram negatif. Alat gerak dari bakteri ini adalah flagel polar. *Vibrio cholerae* dapat tumbuh pada

pH (8,5-9,5) dan pada suhu 37°C pada media agar yang selektif yang menghasilkan koloni berwarna kuning. Bakteri akan mati dengan cepat apabila pH asam. Bakteri tersebut tumbuh baik pada medium yang mengandung garam mineral dan asparagin sebagai sumber karbon dan nitrogen. (Hairil, 2023).



**Gambar 2.2 *Vibrio cholerae* tampak sebagai bakteri gram negatif dengan pewarnaan gram**



**Gambar 2.3 Koloni *Vibrio cholerae* dilihat menggunakan mikroskop electron. Fokus selektif. Rendering 3D.**

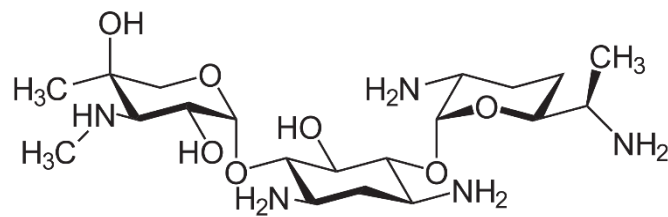
### 2.2.3 Patogenesis *Vibrio cholerae*

Bakteri *Vibrio cholerae* dapat menyebabkan penyakit di saluran pencernaan pada manusia. *Vibrio cholerae* dapat tumbuh dan bermultiplikasi dari manusia yang menderita penyakit kolera. Cara penularan dari bakteri tersebut dapat melalui 2 tahapan, tahapan yang pertama bakteri berkolonisasi pada saluran pencernaan oleh toxigenic *Vibrio cholerae*, yang kedua sekresi toxin oleh bakteri *Vibrio cholerae*. Toxin tersebut mengubah aliran ion pada mukosa saluran cerna dengan cara melakukan kenaikan level cAMP pada sel-sel saluran cerna yang dilalui oleh suatu aktivasi dari protein G yang mengontrol aktivitas adenylate cyclase dari sel host. Toxin berikatan dengan reseptor gangliosida GM1 pada sel host melalui subunit B lalu melakukan translokasi subunit A aktif ke sitosol target. Sub unit A mengkatalisis ribosilasi ADP protein G sel host kemudian mengaktifkan *adenylate cyclase* sel host. Pada sel target cAMP akan mengaktifkan protein kinase yang memfosforilase membrane protein kemudian ditransfer ke lumen pada saluran cerna yang menyebabkan cairan yang berasal dari jaringan keluar sehingga menyebabkan diare (Azzahra, 2019).

## 2.3 Antibiotik

### 2.3.1 Gentamicin

*Gentamicin* adalah antibiotik golongan aminoglikosida. *Gentamicin* memiliki aktivitas antibiotik terhadap bakteri gram negatif aerob sehingga *Gentamicin* merupakan pilihan untuk infeksi. Absorpsi *Gentamicin* terjadi di gastrointestinal melalui jalur parenteral termasuk, formulasi sistemik, topikal, dan oftalmik. Selain bakteri gram negatif yang resisten, sebagian besar mikroba yang memiliki metabolisme aerobik atau fakultatif rentan terhadap *Gentamicin* dan golongan aminoglikosida lainnya. Antibiotik golongan aminoglikosida mempunyai spektrum luas terhadap bakteri gram negatif dan berefek sinergis terhadap bakteri gram positif. Antibiotik aminoglikosida merupakan produk dari spesies *streptomyces* atau fungus lainnya (Chaves & Tadi, 2020)



**Gambar 2.4 Struktur Kimia *Gentamicin***

### 2.3.2 Mekanisme kerja *Gentamicin*

Aktifitas antibakteri *Gentamicin* efektif terhadap bakteri gram negatif dan bersifat bakterisidal. *Gentamicin* melewati membran gram negatif dalam transpor aktif yang bergantung pada oksigen. Karena oksigen dibutuhkan, inilah sebabnya aminoglikosida tidak efektif melawan bakteri anaerob (Chaves & Tadi, 2020).

Setelah berada di sitoplasma, *Gentamicin* dan aminoglikosida lainnya berikatan dengan rRNA 16s di subunit ribosom 30s, mengganggu translasi mRNA dan, menyebabkan pembentukan protein tidak berfungsi. Protein yang tidak berfungsi ditempatkan di dinding sel, sehingga mengurangi impermeabilitasnya. Pada saat yang sama, penipisan protein yang terlibat dalam reaksi oksidasi-reduksi, dapat menyebabkan kematian bakteri (Chaves & Tadi, 2020).

## 2.4 Pengukuran efektivitas antibiotik

Tujuan dari uji efektivitas ini adalah untuk mengetahui kerentanan patogen bakteri terhadap antimikroba. Metode uji efektivitas antibakteri ekstrak rimpang kunyit (*curcuma domestica val*) terhadap pertumbuhan vibrio cholerae sebagai berikut :

### 2.4.1 Metode Difusi

- a. Metode *disc diffusion (test Kirby & Bauer)*

Metode ini digunakan untuk menentukan aktivitas anti mikroba.

Piringan yang berisi agen anti mikroba diletakkan pada media agar yang

telah ditanami mikroorganisme di permukannya. Area jernih menandakan bahwa adanya hambatan pertumbuhan pada mikroorganisme oleh agen antimikroba pada permukaan media agar. Zona hambatan yang telah terbentuk akan diukur untuk menentukan apakah mikroorganisme uji sensitive atau resisten dengan cara membandingkannya (Sihombing & Sicilya, 2022).

b. Metode lubang (*Cupp-plate technique*)

Pada metode ini dilakukan dengan cara membuat lubang pada media agar yang telah diberi bakteri. Kemudian lubang tersebut diberi beberapa zat antibakteri yang akan diuji, setelah itu media agar diinkubasi selama 24 jam dan diamati zona hambat yang terbentuk pada sekeliling lubang (Sihombing & Sicilya, 2022).

c. Metode parit (*Ditch-plate technique*)

Pada metode ini dilakukan dengan cara meletakkan agen antimikroba pada parit kemudian dibuat dengan cara memotong media dalam cawan petri pada bagian tengahnya secara membujur setelah itu mikroba uji digoreskan ke parit yang berisi agen antimikroba (Sihombing & Sicilya, 2022).

d. Epsilometer (*E-test*)

Metode ini berguna untuk mengestimasi *Kadar Hambat Minimum* (KHM) yaitu konsentrasi minimal suatu agen antimikroba untuk dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Metode ini menggunakan strip plastik yang mengandung agen antimikroba dari kadar terendah hingga tertinggi kemudian diletakkan pada permukaan media agar yang telah ditanami mikroorganisme. Pengamatan dilakukan pada area jernih yang ditimbulkannya menunjukkan kadar agen antimikroba yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada media agar (Sindi, 2022).

### 2.4.2 Metode Dilusi

Metode ini menggunakan tabung reaksi yang diisi dengan media cair maupun media padat dari antibakteri. Kemudian diinokulasi dengan bakteri uji dan diinkubasi. Metode ini dibedakan menjadi dua yaitu dilusi cair (*broth dilution*) dan dilusi padat (*solid dilution*) (Noor, 2022).

a. Metode dilusi cair (*broth dilution*)

Metode ini mengukur *MIC* (*Minimum Inhibitory Concentration*) atau *KHM* (*Kadar Hambat Minum*) dan *MBC* (*Minimum Bactericidal Concentration*) atau *KBM* (*Kadar Butuh Minimum*). Metode ini dilakukan dengan melakukan pengenceran zat antimikroba dalam media cair yang ditambahkan ke mikroorganisme uji. Konsentrasi minimum larutan uji antimikroba yang tampak jernih dan tidak terdapat pertumbuhan mikroorganisme uji ditetapkan sebagai *KHM*. Larutan tersebut kemudian dikultur kembali dalam media cair tanpa menambahkan mikroorganisme uji atau gen antimikroba dan diinkubasi selama 18-24 jam. Media cair bening setelah inkubasi disebut *KBM* (Noor, 2022).

b. Metode dilusi solid (*solid dilution*)

Metode yang mirip dengan metode dilusi cair tetapi pada metode ini menggunakan media padat. Pada metode ini terdapat beberapa keuntungan bahwa konsentrasi agen antimikroba yang diuji dapat digunakan untuk menguji beberapa mikroorganisme yang diuji (Noor, 2022).

### 2.5 Metode Ekstraksi

Ekstraksi merupakan peristiwa pemindahan massa zat aktif dalam pelarut. Tujuan utama ekstraksi adalah mendapatkan atau memisahkan sebanyak mungkin zat-zat yang memiliki khasiat pengobatan. Efektivitasnya dipengaruhi oleh besarnya luas dari permukaan yang berhubungan dengan pelarut. Waktu kontak sampel dan pengestrak, jumlah volume pelarut yang digunakan dan koefisien distribusi (Yulianti *et al.*, 2020).

### 2.5.1 Maserasi

Maserasi berasal dari kata “*macerace*” artinya melunakkan. Maserat adalah hasil penarikan simplisia dengan cara maserasi. Maserasi adalah proses pengerjaan ekstraksi yang paling cepat dimana obat direndam beberapa hari hingga meresap dan melunakkan sel sehingga zat mudah larut. Berdasarkan kaidah penguraian pelarut “*like dissolved like*” bahwa dalam pelarut polar senyawa polar dapat akan larut yang bergantung pada jenis pelarut yang dipakai dan senyawa yang dibutuhkan serta tujuan dari ekstraksi. Dalam memilih jenis pelarut terdapat dua pertimbangan yaitu pelarut harus memiliki daya larut yang tinggi dan pelarut tidak berbahaya atau tidak beracun dan pelarut tersebut dapat melarutkan ekstrak yang diinginkan, mempunyai kelarutan yang besar, tidak menyebabkan perubahan secara kimia pada komponen ekstrak dan titik didih kedua bahan tidak terlalu dekat (Saragih, 2023).

### 2.5.2 Sokletasi

Metode ini dilakukan dengan menggunakan kertas saring yaitu dengan meletakkan serbuk dalam sarung selulosa dalam klonsong yang ditempatkan diatas labu dan dibawah kondensor. Kemudian pelarut dimasukkan kedalam labu dan suhu diatur dibawah suhu refluks. Keuntungan dengan menggunakan metode sokletasi dibandingkan dengan metode ekstraksi lainnya yang memiliki sampel dengan pelarut murni secara berulang dan pada waktu pengestraksi tidak bergantung kepada jumlah pelarut yang banyak (Saragih, 2023).

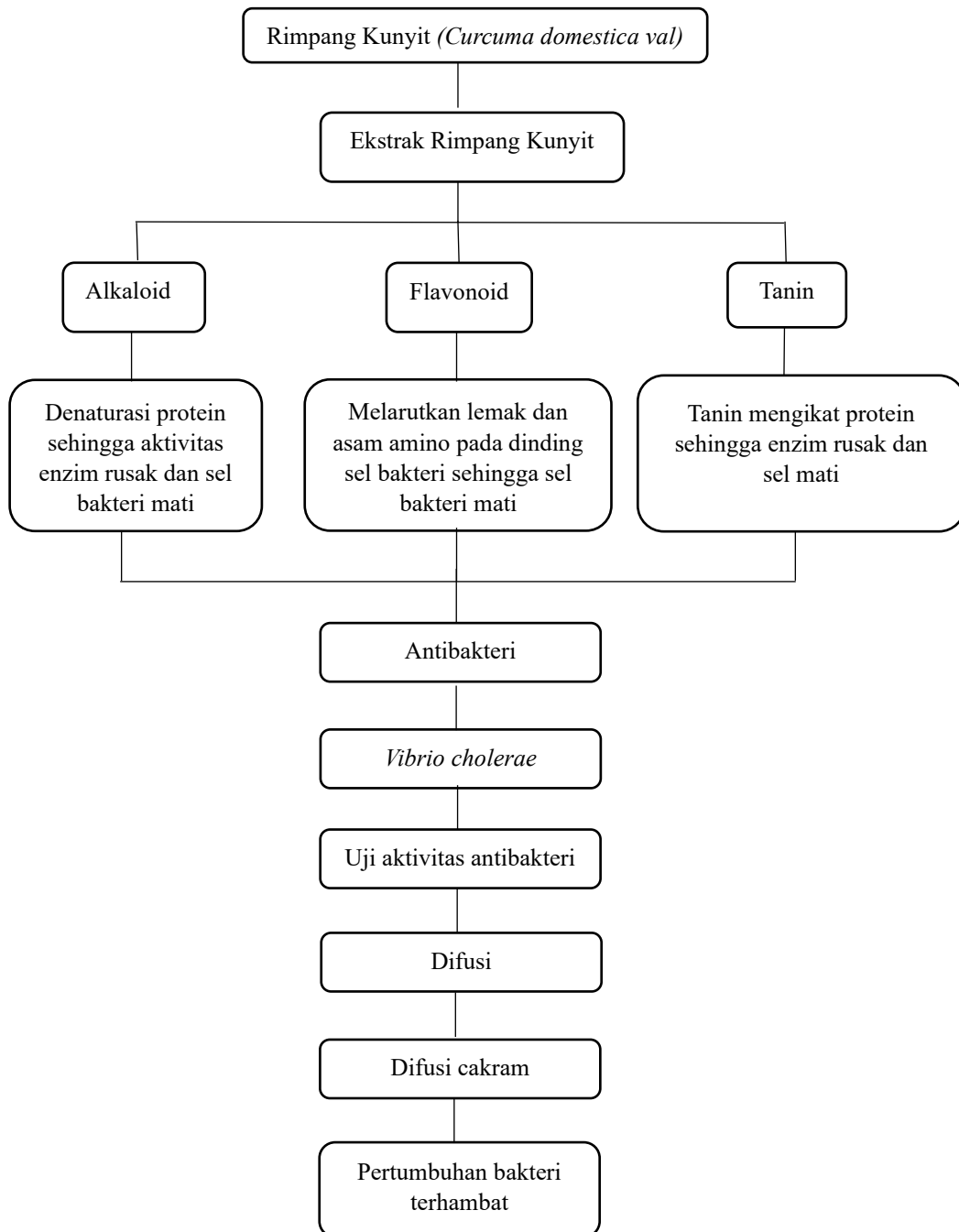
### 2.5.3 Metode Perkolasi

Metode perkolasi dilakukan dengan membasahi serbuk sampel secara perlahan didalam sebuah percolator kemudian pelarut dibiarkan menetes secara perlahan dan ditampung sampai didapatkan perkolat (*ekstrak*) dengan jumlah 1-5 kali bahan. Kelebihan dari metode ini dibandingkan dengan metode lainnya adalah apabila ekstrak tidak homogen maka pelarut akan sulit menjangkau seluruh area (Saragih, 2023).

#### **2.5.4 Metode Refluks**

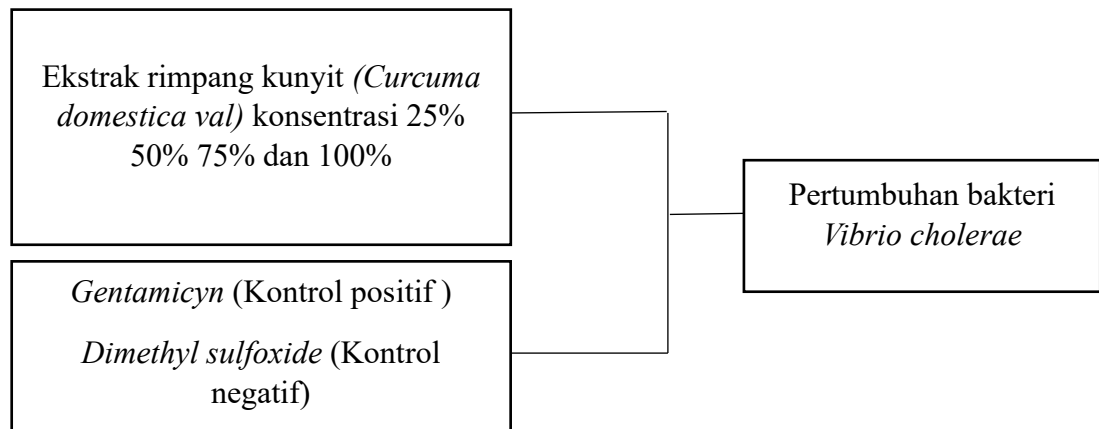
Metode refluks dilakukan dengan cara pemanasan dengan jumlah pelarut tertentu menggunakan kondensor. Bahan kimia dimasukkan secara bersamaan bersama cairan pelarut kemudian dipanaskan, lalu uap-uap dari cairan akan terkondensasi sebanyak 3 kali setiap 3-4 jam, hasil dari penyaringan dikumpulkan dan dipekatkan (Saragih, 2023).

## 2.6 Kerangka Teori



**Gambar 2.5 Kerangka Teori**

## 2.7 Kerangka konsep penelitian



**Gambar 2.6 Kerangka konsep**