

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Cabai Jawa (*Piper retrofractum vahl*)

1. Klasifikasi Cabai Jawa (*Piper retrofractum vahl*)

Adapun klasifikasi tumbuhan Cabai Jawa (*Piper retrofractum vahl*) yaitu sebagai berikut (ITIS, 2025)

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Tracheophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Ordo : *Piperales*
Famili : *Piperaceae*
Genus : *Piper*
Spesies : *Piper retrofractum Vahl*



Sumber : (Khairun Nisa, 2020)

Gambar 1 Tumbuhan Cabai Jawa (*Piper retrofractum vahl*)

2. Deskripsi tumbuhan cabai Jawa (*Piper retrofractum vahl*)

Cabai Jawa (*Piper retrofractum vahl*) merupakan rempah yang memiliki hubungan kekerabatan dengan kemukus dan lada yang tergolong famili piperaceae atau yang awam dikenal dengan suku sirih-sirihan. Cabai Jawa memiliki banyak nama lain seperti cabai jamu, campli puta atau cabai. Tumbuhan ini adalah tumbuhan asli Indonesia yang terkenal sebagai tanaman

obat pekarangan yang dapat dijumpai pada hutan sekunder dataran rendah (600 m diatas permukaan laut). Lahan yang tepat tumbuhnya cabai Jawa antara ketinggian 0-600 m diatas permukaan laut (Khairun Nisa, 2020).

Cabai Jawa memiliki ciri morfologi berupa tanaman merambat dengan tinggi tanaman 0,5-7 m, akar berbentuk bulat dengan warna coklat. Batang dari tanaman ini bulat, bersulur, beruas, memiliki akar udara, berstekstur halus dengan warna hijau yang memiliki jarak antar ruas 2-5 cm. Daun cabai jawa merupakan daun tunggal dengan letak berseling, memiliki bentuk helaian daun oval dan menjorong. Panjang daun antara 8-18 cm dan lebar 4-10 cm. Ujung daun runcing, pangkal daun berlekuk, pertulangan daun melengkung, serta tepi daun rata. Warna permukaan atas dan bawah daun hijau. Tekstur permukaan atas daun mengkilap dan permukaan bawah daun halus. Tekstur tangkai daun halus, dengan panjang 1-3 cm. Aroma yang dikeluarkan daun lemah. Buah buni, bentuk bulat, ketika masih muda berwarna hijau saat buah sudah masak akan berubah menjadi merah (Yuliana, 2023).

3. Manfaat cabai Jawa (*Piper retrofractum vahl*)

Buah dari tumbuhan cabai Jawa memiliki manfaat sebagai obat dari beberapa penyakit diantaranya sakit perut, masuk angin, beri-beri, rematik, tekanan darah rendah, kolera influenza, sakit kepala, lemah syahwat, bronchitis dan sesak nafas. Pemanfaatan cabai Jawa telah dilakukan dengan cara tradisional maupun modern, pengolahan tradisional cabai Jawa dilakukan dengan pembuatan jamu salah satunya jamu puyang dengan bahan utama cabai Jawa yang ditambahkan dengan tumbuhan lempuyang sedangkan secara

modern dibuat dalam bentuk obat atau bahan campuran minuman (Khairun Nisa, 2020).

Kandungan senyawa aktif yang dimiliki cabai Jawa diantaranya flavonoid, yang berperan sebagai antioksidan, antimikroba dan antiinflamasi dan terpenoid yang berperan sebagai antimikroba (Dermawan *et al.*, 2022). Tumbuhan cabai Jawa yang dimanfaatkan biasanya bagian buah, akar serta daun yang akan melalui tahap pengeringan sebelum diolah menjadi jamu. Rasa yang akan ditimbulkan setelah konsumsi produk cabai Jawa yang berupa buah maka akan terasa pedas, begitu juga dengan bagian akar dari cabai Jawa akan terasa pedas dan hangat (Bahrudin *et al.*, 2021).

B. Senyawa Metabolit Sekunder Sebagai Antibakteri

Tumbuhan cabai Jawa memiliki beberapa senyawa metabolit sekunder pada setiap bagian tumbuhan. Senyawa metabolit sekunder paling banyak ditemukan pada buah cabai Jawa. Kandungan metabolit sekunder yang dimiliki buah cabai dengan kandungan utama *piperine*, *pipernonaline*, *guineensine* dan minyak atsiri. Senyawa *piperine* ($C_{17}H_{19}NO_3$) adalah senyawa metabolit sekunder yang sering ditemukan dalam tanaman genus *Piper* dari famili *Piperaceae* (Faramayuda *et al.*, 2021).

Tumbuhan mempunyai kapasitas untuk mensintesis berbagai jenis molekul organik yang disebut metabolit sekunder. Struktur kerangka karbon yang unik adalah sifat dasar metabolit sekunder tanaman. Umumnya, senyawa ini digunakan sebagai mekanisme pertahanan terhadap serangga, herbivora, dan mikroorganisme (Othman *et al.*, 2019). Selain sebagai perlindungan terhadap ancaman biotik, metabolit sekunder juga melindungi tanaman dari tekanan

abiotik yang meliputi suhu dan kelembaban yang lebih tinggi, cedera, atau keberadaan logam berat. Pada dasarnya, metabolit sekunder tidak begitu dibutuhkan bagi sel (organisme) untuk bertahan hidup, tetapi senyawa ini penting dalam interaksinya dengan organisme lain dan menjaga lingkungan sekitarnya agar mendukung pertumbuhannya. Selain itu, konstituen spesifik dari senyawa ini pada spesies tertentu telah digunakan untuk membantu dalam klasifikasi botani (kemotaksonomi). Senyawa metabolit sekunder tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan yang berbeda secara kimiawi, yaitu terpenes, fenolik, dan senyawa yang memiliki gugus N (nitrogen) dan S (sulfur) (Pagare *et al.*, 2016).

Ekstrak tumbuhan merupakan sumber yang berpotensi dalam melawan bakteri patogen karena memiliki banyak senyawa antimikroba. Ekstrak tumbuhan yang diketahui akan sifat antimikroba divalidasi untuk mengetahui dampaknya dalam pengobatan penyakit. Pada umumnya, ekstrak yang mengandung zat antibakteri lebih mudah menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dibandingkan dengan bakteri Gram negatif. Hal ini dapat diakibatkan oleh adanya perbedaan pada struktur lapisan dinding sel. Lapisan peptidoglikan bakteri Gram positif yang berfungsi sebagai penghalang permeabilitas tidak efektif terhadap zat terlarut lipofilik, sementara bakteri Gram negatif dikelilingi oleh lapisan lipopolisakarida tambahan yang berfungsi sebagai penghalang efektif untuk menghalangi penetrasi zat terlarut lipofilik (S. S. & Giri, 2021).

Berikut merupakan senyawa metabolit sekunder yang memiliki kemampuan antibakteri :

1. Flavonoid

Senyawa fenol merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh berbagai jenis tumbuhan. Senyawa ini mempunyai gugus fenol yang merupakan gugus fungsi hidroksil yang disebut fenol. Senyawa ini memiliki peranan penting dalam pertahanan tanaman terhadap hama dan penyakit, termasuk nematoda parasit akar (Pagare *et al.*, 2016). Salah satu senyawa yang memiliki gugus fenol di dalamnya yaitu flavonoid. Berdasarkan struktur kimianya, flavonoid disusun oleh kerangka lima belas karbon yang terdiri atas dua cincin benzena yang disambungkan melalui cincin pyrene heterosiklik (S. S. & Giri, 2021). Selain itu, flavonoid juga mempunyai aktivitas antibakteri . Senyawa flavonoid juga dapat mengganggu fungsi dari membran sel bakteri yang diakibatkan oleh sifat lipofilik yang dimiliki oleh senyawa ini (Othman *et al.*, 2019) .

2. Alkaloid

Alkaloid adalah kelompok metabolit sekunder yang memiliki struktur molekul yang besar dan beragam. Sama seperti senyawa fenol, alkaloid termasuk dalam senyawa yang dapat ditemukan pada berbagai keluarga tanaman. Meskipun senyawa ini dapat ditemukan pada berbagai bagian tanaman, beberapa senyawa tertentu jumlahnya terbatas pada bagian tertentu. Selain pada tanaman, alkaloid juga ditemukan di beberapa hewan laut (Othman *et al.*, 2019). Alkaloid adalah senyawa heterosiklik yang mempunyai satu atau lebih atom nitrogen. Senyawa ini dapat digolongkan berdasarkan struktur kimia

dan asal alaminya. Berdasarkan struktur kimianya, alkaloid dibagi menjadi dua divisi dalam klasifikasinya. Alkaloid dalam divisi pertama termasuk alkaloid non-heterosiklik atau alkaloid atipikal yang juga disebut protoalkaloid atau amina biologis, seperti *Hordenine* atau *N-Methyltyramine*, *Colchicine*, dan *Erythromycin* (antibiotik). Divisi kedua termasuk alkaloid heterosiklik atau alkaloid tipikal yang terbagi lagi menjadi 14 kelompok berdasarkan struktur cincin yang dimiliki (Othman *et al.*, 2019).

3. Tanin

Tanin sebagai salah satu senyawa fenolik mempunyai berat molekul sekitar 500 hingga 3000 (ester asam galat) dan lebih besar dari 20.000 (proantosianidin). Senyawa ini memiliki dua bentuk senyawa yaitu tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi. Tanin terhidrolisis merupakan senyawa tanin yang mengalami hidrolisis oleh suatu asam atau enzim sehingga membentuk asam galat dan asam elagat. Senyawa tanin ini dapat bereaksi dengan feri klorida yang ditunjukkan dengan adanya perubahan warna menjadi biru atau hitam. Sementara, tanin terkondensasi adalah senyawa tanin yang tidak mengalami reaksi hidrolisis dan umumnya diturunkan dari senyawa flavonol, katekin, dan flavan-3,4-diol. Apabila direaksikan dengan feri klorida, tanin jenis ini akan menghasilkan senyawa berwarna hijau (Shabur Julianto, 2019).

Tanin sebagai senyawa metabolit sekunder memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan beragam jenis mikroba, seperti bakteri Gram positif dan negatif, jamur, dan ragi. Aktivitas antimikroba yang dimiliki oleh senyawa ini lebih banyak bersifat bakteriostatik daripada bakterisida. Kemampuan

antibakteri tanin dapat ditimbulkan karena sifat dari struktur molekul yang dimiliki. Tanin merupakan senyawa makromolekul polifenol yang memiliki banyak gugus hidroksil fenolik. Struktur tersebut mengakibatkan senyawa tannin mempunyai kemampuan antibakteri yang kuat. Aktivitas antibakteri dari ekstrak yang mengandung tanin didasarkan juga pada sifat kimia tanin yang ada (Farha *et al.*, 2020). Aktivitas biologis tanin juga dapat dihubungkan dengan pola oksidasi dan polimerisasi dengan molekul lain. Efek antimikroba oleh tanin dapat terjadi karena adanya kemampuan untuk berikatan dengan protein untuk membentuk kompleks protein yang terhubung melalui ikatan kovalen dan nonkovalen. Senyawa ini juga mampu berikatan dengan polisakarida (Othman *et al.*, 2019).

4. Terpena

Terpena merupakan senyawa yang termasuk ke dalam kelompok senyawa organik hidrokarbon yang diproduksi oleh berbagai jenis tumbuhan. Nama “terpena” diambil dari kata turpentine. Senyawa ini adalah kandungan utama dalam minyak atsiri dari berbagai jenis tumbuhan dan bunga. Selain itu, terpena merupakan senyawa pembangun utama dalam biosintesis, salah satu contohnya yaitu steroid yang merupakan turunan dari triterpene squalene (Shabur Julianto, 2019). Terpenes dihasilkan dari jalur metabolisme isoprenoid dan terdiri dari unit isoprena (C5). Molekul terpena dapat dibagi berdasarkan jumlah unit isoprena yang dimiliki, yaitu *monoterpene* (C10), *sesquiterpenes* (C15), *diterpene* (C20), *triterpene* (C30), dan *karotenoid* (C40). Terpenes dapat memiliki beberapa gugus fungsi kimia yang berbeda, antara lain alkohol (*linalool*, *geraniol*, *carveol*, *citronellol*, *terpineol*, *mentol*, *borneol*, dan

bisabolol), *aldehida* (*citral* dan *citronellal*), *fenol* (*timol* dan *carvacrol*), *keton* (*carvone* dan *kapur barus*), *eter* (*eukaliptol*) dan *hidrokarbon* (*cymene*, *pinene*, *limonene*, dan *phellandrene*) (Guimarães *et al.*, 2019). Aktivitas antibakteri dari terpena dapat bervariasi berdasarkan jenis minyak esensial atau strain mikroorganisme yang digunakan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, struktur terpene yang mengandung inti aromatik dengan gugus fungsi polar bertanggung jawab atas aktivitas antimikroba melalui mekanisme selular, seperti pecahnya membran sel dan perubahan saluran ion (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , atau Cl^-) pada membran sel yang dapat menambah permeabilitas sehingga menyebabkan pelepasan konstituen intraseluler vital dan penghambatan enzim target (Guimarães *et al.*, 2019).

5. Saponin

Saponin sebagai salah satu jenis senyawa metabolit sekunder sering ditemukan pada berbagai jenis tumbuhan obat. Umumnya, saponin terdiri atas gula (rantai gula) dan bagian non-gula (glikosida) yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik. Saponin dapat berupa steroid atau triterpenoid. Aktivitas biologis berbagai jenis saponin, meliputi aktivitas antibakteri, antiinflamasi, antijamur, dan antivirus, yang didasarkan pada struktur kimianya. Saponin dapat memberikan efek bakteriostatik dan bakterisida yang jelas pada bakteri gram positif seperti *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Bacillus cereus*. Efek saponin mirip dengan *sefalosporin* dan diketahui bahwa mekanisme kerja saponin berkaitan dengan sistem membran sel bakteri (Dong, 2019).

C. Simplisia

Definisi simplisia menurut Materia Medika Indonesia yaitu bahan alam yang sudah melalui proses pengeringan, tetapi belum melewati proses pengolahan sebagai bahan baku obat. Terdapat tiga jenis simplisia, yaitu simplisia nabati, simplisia hewani, dan simplisia pelikan (mineral). Simplisia nabati adalah simplisia yang didapat dari keseluruhan bagian tumbuhan, bagian tumbuhan tertentu, atau eksudat tumbuhan. Eksudat tumbuhan adalah komponen dalam sel yang dengan cara tertentu dikeluarkan dari selnya dan belum berupa senyawa kimia murni (Endarini, 2016).

Simplisia sering dijadikan bahan baku obat tradisional yang sering digunakan oleh Masyarakat. Suatu bahan baku yang akan dijadikan obat tradisional harus terjamin mutu produk atau bahan yang digunakan sehingga dapat memberikan manfaat dan aman untuk dikonsumsi nantinya. Upaya menjamin mutu bahan dapat dilakukan melalui standarisasi terhadap bahan tersebut. Standarisasi adalah serangkaian proses pemenuhan persyaratan sebagai bahan baku dengan tujuan menjaminkan menjaga keamanan, keseragaman mutu dan khasiat. Standarisasi dilakukan dengan penerapan standarisasi spesifik dan non spesifik. Parameter dalam standarisasi spesifik yaitu uji organoleptik pada simplisia, uji mikroskopik penampang membujur dan melintang, serta senyawa terlarut dalam pelarut yang digunakan, sedangkan untuk parameter nonspesifik dilakukan pengujian terhadap susut pengeringan, kadar abu total, kadar abu tidak larut asam dan cemaran logam (Sutomo dkk. 2021).

D. Ekstraksi dan metode ekstraksi

Ekstraksi adalah cara yang dilakukan untuk menarik atau memisahkan komponen aktif senyawa metabolit sekunder dari jaringan tumbuhan dengan menggunakan pelarut yang tepat dengan prosedur yang telah ditetapkan. Proses ekstraksi berlangsung dengan masuknya pelarut ke material padat tumbuhan yang berakibat pada pelonggaran kerangka selulosa sehingga pori-pori dinding sel melebar yang menjadikan pelarut dengan mudah masuk ke dalam sel. Komponen lisis sel akan pecah dan bahan akan larut kedalam pelarut sesuai kelarutannya lalu berdifusi keluar akibat perbedaan konsentrasi bahan terlarut yang terdapat di dalam dan luar sel (Pagalla dkk. 2024). Metode ekstraksi dapat terbagi menjadi beberapa metode, yaitu ekstraksi pelarut, distilasi, pressing, dan sublimasi sesuai dengan prinsip ekstraksi. Metode yang paling digunakan dalam mengekstrak senyawa dalam tumbuhan adalah metode ekstraksi pelarut. Terdapat beberapa metode ekstraksi konvensional, yaitu maserasi, perkolasi, dan ekstraksi refluks, yang umumnya menggunakan pelarut organik dan volume pelarut yang besar serta memakan waktu yang lama (Hidayat & Wulandari, 2021). Berikut merupakan metode ekstraksi konvensional yang umum digunakan.

1. Maserasi

Ekstraksi dengan metode maserasi merupakan salah satu cara mengekstrak senyawa dalam simplisia dengan melakukan perendaman dalam pelarut khusus selama kurun waktu dan suhu tertentu sampai zat aktif yang dikehendaki larut (Shabur Julianto, 2019). Maserasi adalah suatu metode paling sederhana yang umum digunakan untuk skala kecil maupun skala industri. Cara kerja metode ini

dilakukan dengan memasukkan bubuk tanaman dan pelarut yang sesuai kedalam wadah tertutup rapat pada suhu kamar. Proses maserasi berakhir saat terjadi kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman (Pagalla dkk. 2024).

2. Perkolasi

Perkolasi merupakan metode yang paling banyak dipilih untuk mengekstraksi senyawa bahan aktif dalam simplisia tumbuhan. Metode ini menggunakan suatu alat yang disebut perkolator. Alat ini berupa wadah sempit yang memiliki bentuk kerucut terbuka di kedua ujungnya. Ekstraksi dengan metode ini dilakukan dengan cara membasahi sampel tumbuhan padat dengan sejumlah pelarut yang sesuai dan didiamkan selama kurang lebih empat jam dalam keadaan tertutup. Selanjutnya, sampel tumbuhan direndam dengan pelarut khusus dan dimaserasi lebih lanjut dalam wadah perkolator tertutup selama sekitar 24 jam. Dalam proses ini, pelarut akan melewati sampel dan mengekstraksi zat-zat bahan aktif di dalamnya secara perlahan. Dari saluran keluar percolator, pelarut yang mengandung bahan aktif akan menetes perlahan. Pelarut baru secara teratur ditambahkan sesuai keperluan hingga ukuran perkolasi sekitar tiga perempat dari volume yang dibutuhkan dari produk jadi (Shabur Julianto, 2019).

3. Ekstraksi soxhlet

Ekstraksi soxhlet merupakan metode ekstraksi yang dipilih ketika senyawa yang diinginkan mempunyai kelarutan yang terbatas dengan pengotor yang tidak dapat larut. Pelarut dalam proses ekstraksi secara terus menerus bersirkulasi dengan melewati proses pemanasan dan kondensasi. Siklus ekstraksi ini

dilakukan secara berulang-ulang kali sehingga memakan waktu ekstraksi yang lama dan konsumsi pelarut dalam jumlah besar. Ekstraksi dengan metode ini cocok digunakan untuk mengekstrak senyawa yang stabil pada suhu tinggi. Keuntungan dari metode ini yaitu hanya menggunakan satu volume pelarut yang didaur ulang. Metode ini tidak dapat baik dipakai untuk mengekstrak senyawa yang bersifat termolabil karena adanya pemanasan yang berkepanjangan sehingga dapat menyebabkan degradasi senyawa (Shabur Julianto, 2019).

Efektifitas dan efisiensi proses ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor yang meliputi sifat pelarut yang digunakan, ukuran partikel bahan baku, rasio antara pelarut dan bahan baku, suhu ekstraksi, dan durasi ekstraksi. Dalam memilih pelarut, selektivitas, kelarutan, biaya, dan keamanan harus dipertimbangkan. Pelarut yang digunakan harus dipilih berdasarkan dari kepolarannya dengan menggunakan prinsip like dissolves like. Pelarut dengan nilai polaritas dekat dengan nilai polaritas zat terlarut cenderung bekerja lebih baik dan sebaliknya. Pelarut dengan komponen utama alkohol, seperti etanol dan methanol, merupakan contoh dari pelarut yang sering digunakan dalam ekstraksi bahan alam. Ukuran dan luas permukaan dari partikel sampel dapat mempengaruhi efisiensi ekstraksi senyawa yang diinginkan. Semakin kecil ukuran dan semakin luas permukaan partikel, maka penetrasi pelarut dan difusi zat terlarut akan semakin mudah. Suhu tinggi juga dapat mempercepat proses ekstraksi dengan meningkatkan kelarutan dan difusi zat terlarut. Namun, pemakaian suhu yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan hilangnya pelarut. Hal ini akan menyebabkan kontaminasi oleh zat-zat pengotor dan dekomposisi zat yang bersifat termolabil. Efisiensi ekstraksi bertambah dengan meningkatnya

durasi ekstraksi. Namun, apabila keseimbangan antara zat terlarut di dalam dan di luar partikel telah tercapai maka penambahan waktu tidak akan berpengaruh (Hidayat & Wulandari, 2021).

E. Bakteri *Escherichia coli*

Escherichia coli adalah spesies bakteri yang merupakan flora normal di dalam usus manusia. Setiap makhluk hidup berdarah panas memiliki bakteri. Bakteri *Escherichia coli* selalu terekspos terhadap makanan yang dikonsumsi sehari-hari, yang mungkin mengandung bakteri resisten. Bakteri *Escherichia coli* disebut juga sebagai *reservoir* karena sering terjadi kontak dengan bakteri lain dan mudah memperoleh gen resisten. Bakteri *Escherichia coli* merupakan salah satu penyebab penyakit yang umum terjadi di dunia, oleh karena itu bakteri ini harus dicegah sehingga tidak menjadi resisten terhadap antibiotik ini di dalam usus (Ivan *et al.*, 2021). Berikut merupakan taksonomi bakteri *Escherichia coli* (Basavaraju & Gunashree, 2023).

Kingdom : *Bacteria*
Filum : *Proteobacteria*
Kelas : *Gamma proteobacteria*
Ordo : *Enterobacterales*
Family : *Enterobacteriaceae*
Genus : *Escherichia*
Spesies : *Escherichia coli*

F. Uji Aktivitas Antibakteri

Pengobatan utama untuk menangani atau mengobati infeksi akibat bakteri patogen dapat dilakukan dengan pemberian antibiotik. Uji antibakteri dapat dilakukan dengan beberapa metode secara kualitatif maupun kuantitatif. Uji

secara kualitatif, biasanya, digunakan untuk pengujian isolat dari pasien yang sehat atau pada infeksi yang kurang serius, seperti ISK (Bagul *et al.*, 2016).

Aktivitas antibakteri dapat diketahui menggunakan beberapa metode, diantaranya metode dilusi, metode difusi agar, dan metode difusi dilusi. Metode difusi adalah metode yang umumnya dipakai untuk analisis aktivitas antibakteri. Penerapan metode dibagi menjadi tiga yaitu metode sumuran, metode cakram, dan metode silinder. Metode sumuran dilakukan dengan pembuatan lubang tegak lurus pada media agar padat yang sudah ditumbuhi dengan bakteri, pada lubang ditambahkan sampel yang diuji dan diinkubasi. Interpretasi hasil dari metode dapat dilihat dengan adanya daerah hambatan di wilayah lubang (Nurhayati *et al.*, 2020).

Metode difusi dilakukan dengan meletakkan kertas cakram yang ditambahkan bahan antimikroba ke media agar yang diinokulasikan dengan bakteri uji (Nurhayati *et al.*, 2020). Metode difusi disk dapat dibedakan menjadi metode *Kirby Bauer* dan metode *Stokes*. Uji sensitivitas difusi disk cara *Kirby Bauer* adalah uji yang menggunakan cakram yang diresapi dengan agen antibakteri (disk) untuk menguji apakah bakteri tertentu rentan terhadap senyawa antibakteri. (Bagul *et al.*, 2016).

Agen antibakteri pada cakram atau disk berdifusi ke media agar dengan jumlah yang semakin menurun seiring dengan jarak tempuh agen antibakteri dari disk. Penghambatan pertumbuhan bakteri pada media oleh agen antibakteri dapat diketahui dari terbentuknya zona bening di sekitar disk yang berbanding lurus dengan sensitivitas isolat bakteri dan laju difusi antibiotik pada media agar. Zona bening atau zona hambat yang terbentuk dilaporkan dalam satuan

milimeter dengan cara mengukur radius atau diameter zona hambat. Radius dihitung dengan mengukur setengah jarak zona, kemudian mengalikannya dengan dua. Metode ini digunakan ketika bagian dari zona tidak jelas atau menyatu dengan zona lain. Sementara, diameter dihitung dengan mengukur seluruh panjang zona bening dari ujung ke ujung. Hasil pengujian dapat diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria yang diterbitkan oleh Clinical and Laboratory Standard Institute (CLSI) (Bagul *et al.*, 2016).

Kelebihan dari metode difusi disk adalah kesederhanaan dalam pengujian, ekonomis, fleksibilitas dalam pemilihan disk, dan hasilnya dapat dengan mudah ditafsirkan oleh penguji. Namun, kerugian dari tes ini meliputi tes bersifat manual, kurangnya otomatisasi, dan tidak semua bakteri dapat diuji dengan metode ini, seperti bakteri *fastidious* atau bakteri yang tumbuh dengan lambat (Bagul *et al.*, 2016).

G. Antibiotik Dan Mekanisme Kerja Antibiotik

1. Antibiotik

Istilah antibiotik diadaptasi dari kata "*antibiosis*" yang memiliki arti "melawan kehidupan". Berdasarkan kemampuannya dalam melawan bakteri, antibiotik dapat dibedakan menjadi dua yaitu antibiotik dengan sifat bakterisida dan antibiotik dengan sifat bakteriostatik. Bakterisida merujuk kepada antibiotik yang dapat sepenuhnya membunuh bakteri, sedangkan bakteriostatik merujuk kepada antibiotik yang hanya dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Walaupun secara umum antibiotik mengacu kemampuan antibakteri, antibiotik juga dapat dibedakan sebagai antibakteri, antijamur, dan antivirus untuk

menggambarkan kelompok mikroorganisme yang dilawan (Etebu & Ariekpar, 2017).

Antibiotik dapat digolongkan dalam beberapa metode, tetapi umumnya cara klasifikasi yang dipakai yaitu berdasarkan pada struktur molekul, cara kerja, dan spektrum aktivitasnya, serta rute pemberian (suntik, oral dan topikal). Antibiotik yang memiliki persamaan dalam struktur molekul menunjukkan pola efektivitas, toksisitas, dan efek samping potensial alergi yang serupa. Adapun pembagian kelas antibiotik berdasarkan struktur kimia, yaitu *beta-laktam*, *makrolida*, *tetrasiklin*, *kuinolon*, *aminoglikosida*, *sulphonamides*, *glikopeptida* dan *oxazolidinones* (Etebu & Ariekpar, 2017).

Ciprofloxacin merupakan agen antibiotik dalam kelas fluoroquinolone digunakan untuk mengatasi infeksi bakteri seperti infeksi saluran kemih dan pneumonia. Ciprofloxacin memiliki pengakuan oleh FDA untuk mengobati infeksi saluran kemih, infeksi menular seksual (gonore dan chancroid), kulit, tulang, infeksi sendi, prostatitis, demam tifoid, infeksi gastrointestinal, infeksi saluran pernapasan bagian bawah, antraks, wabah, dan salmonellosis. Selain itu, *ciprofloxacin* merupakan pilihan pengobatan yang tepat pada pasien dengan infeksi campuran atau pasien dengan faktor predisposisi infeksi gram negatif. Kegiatan ini meliputi *ciprofloxacin*, antibiotik *quinolone* spektrum luas yang perlu ditinjau oleh anggota tim interprofesional untuk meninjau indikasi, cakupan, kontraindikasi, dan profil efek sampingnya untuk mengelola penyakit menular pasien secara optimal (Thai, 2023).

2. Mekanisme kerja antibiotik

Mekanisme kerja agen antimikroba dapat dikategorikan berdasarkan fungsi yang dipengaruhi oleh agen antimikroba, ini umumnya meliputi penghambatan sintesis dinding sel, merusakkan struktur atau fungsi membran sel, penghambatan sintesis asam nukleat, penghambatan sintesis protein, dan penyumbatan jalur metabolisme utama (Etebu & Ariekpar, 2017).