

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bakteri Patogen

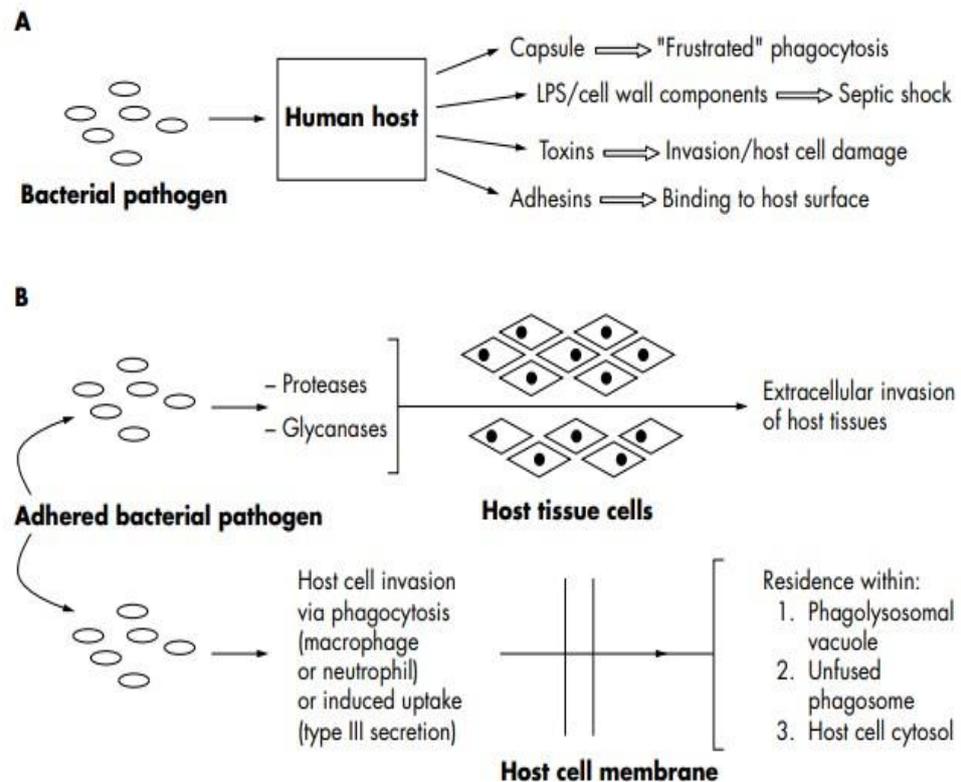
#### 2.1.1 Penjelasan Umum

Bakteri merupakan mikroorganisme bersel satu/tunggal (uniseluler). Struktur sel bakteri yang antara lain tersusun atas dinding sel, sehingga cirinya menyerupai tumbuhan. Tetapi ada beberapa sel bakteri yang dapat bergerak pindah tempat, oleh karena itu bakteri dapat dikelompokkan ke dalam hewan (Didimus, 2015). Namun demikian, dalam klasifikasi makhluk hidup dengan sistem 5 (lima) dunia menurut Whittaker pada tahun 1969, bakteri dikelompokkan ke dalam dunia monera (Pelczar., dkk., 1988). Peranan bakteri, ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan. Peranan bakteri yang menguntungkan antara lain dalam bidang industri, kesehatan, lingkungan, dan bioteknologi. Selain itu, ada juga peranan bakteri yang merugikan, antara lain dalam bidang: pangan (bakteri perusak bahan makanan), kesehatan (bakteri patogen) (Didimus, 2015).

Patogenitas adalah kemampuan suatu organisme menyebabkan penyakit (Watson dan Brandly, 1949). Sehingga Bakteri Patogen adalah bakteri yang dapat menyebabkan penyakit. Bakteri patogen dapat menyebabkan kerusakan pada inang (Liise-anne, 2012). Proses patogenesis melibatkan berbagai langkah yang dimulai dengan penularan agen infeksius (bakteri) ke inang, diikuti oleh kolonisasi situs. Setelah kolonisasi inang, bakteri tetap ada penganut di situs kolonisasi kemudian menyerang sistem *host*. Setelah selamat dari sistem kekebalan tubuh, bakteri siap menyebabkan penyakit. Bakteri patogen membutuhkan atribut penularan seperti penularan dari satu *host* atau *reservoir* ke *host* baru, kelangsungan hidup di inang baru, infektivitas atau kemampuan untuk menembus pertahanan inang baru, dan virulensi, yaitu variabel yang multifaktorial dan menunjukkan kapasitas dari patogen untuk membahayakan inang. Bakteri patogen ini menggunakan sejumlah mekanisme untuk menyebabkan penyakit pada manusia. Bakteri patogen menggunakan berbagai macam molekul yang mengikat sel inang sebagai target untuk mengantisipasi berbagai respon inang yang berbeda. Strategi molekuler yang

digunakan oleh bakteri untuk berinteraksi dengan inang bisa khusus digunakan untuk patogen tertentu atau dapat pula dilestarikan di beberapa spesies yang berbeda. (Wilson, 2002).

### 2.1.2 Mekanisme Patogenitas



Gambar 2.1 Mekanisme Patogenitas Bakteri (Wilson, 2002).

(A) Saat bertemu dengan inang manusia, bakteri patogen mungkin dilarang oleh beberapa respon inang dan menggunakan berbagai mekanisme untuk menghindari pertahanan kekebalan tubuh. Komponen bakteri yang berinteraksi dengan inang termasuk: (1) kapsul yang bertindak untuk "menggagalkan" fagositosis dan melindungi patogen dari makrofag dan menelan neutrofil, (2) lipopolisakarida dan komponen dinding sel yang dapat menyebabkan syok septik, (3) racun yang dapat merusak sel inang dan membantu invasi, dan (4) adhesins yang memfasilitasi pengikatan patogen ke

permukaan inang. Sejauh mana berbagai mekanisme ini berperan dalam patogenesis suatu infeksi tergantung pada spesies atau strain bakteri, tempat masuknya patogen, status kekebalan tubuh dan faktor serupa lainnya.

(B) Setelah menempel pada permukaan inang, bakteri patogen selanjutnya dapat menyerang jaringan tubuh. Patogen mungkin "menggali" lebih jauh ke dalam jaringan dengan mengekspresikan dan mengeluarkan protease dan glikanase yang mencerna protein matriks ekstraseluler dan polisakarida dalam inang. Selain itu, bakteri patogen juga dapat menyerang sel jaringan inang dan mendapatkan akses ke lingkungan intraseluler. Hal ini dapat terjadi akibat mekanisme fagositosis alami makrofag dan neutrofil atau dengan serapan terinduksi di mana patogen memberi sinyal pada sel inang untuk menelan bakteri yang menempel. Di dalam sel inang, patogen dapat berada dalam fagolisom (fagosom yang telah menyatu dengan lisosom), fagosom yang belum menyatu dengan lisosom, atau dalam sitosol sel inang. (Wilson, 2002).

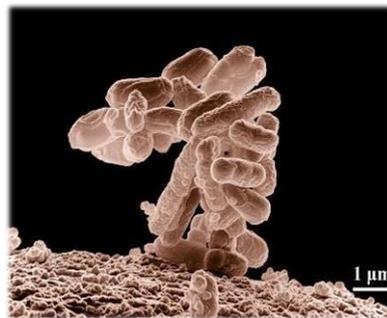
Bakteri patogen dapat menginfeksi tubuh manusia melalui rute dan sumber yang beraneka ragam, yaitu: (1) Melalui infeksi alam. (2) Makanan dan air, Faktor terkenal yang berkontribusi terhadap kontaminasi bakteri makanan termasuk penanganan dan penyimpanan makanan yang tidak tepat, pemasakan atau pemanasan ulang yang tidak memadai, kontaminasi silang antara makanan mentah dan matang atau produk segar, dan kebersihan yang buruk pekerja layanan makanan. Secara keseluruhan, penyakit yang ditularkan melalui makanan diperkirakan menyebabkan lebih dari 76 juta penyakit setiap tahun di Amerika Serikat (Mead et al. 1999). (3) Infeksi dari Rumah Sakit, Infeksi yang didapat di rumah sakit terjadi di seluruh dunia baik di negara maju maupun berkembang, adalah salah satu penyebab paling umum morbiditas pada pasien (Ponce deLeon 1991). Studi WHO menunjukkan bahwa frekuensi infeksi tertinggi terjadi di ruang perawatan intensif dan bangsal bedah dan ortopedi akut (WHO 2002). Terkait dengan ukuran sel bakteri patogenik, Zinsser, et al. (1988) mengatakan bahwa spesies bakteri patogenik memiliki ukuran antara 0,4 - 2  $\mu\text{m}$ , dan nampak di bawah mikroskop cahaya dan mikroskop elektron.

## 2.2 Bakteri *Escherichia-coli*

### 2.2.1 Pengertian Bakteri *Escherichia-coli*

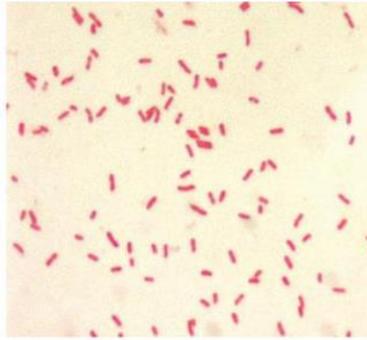
Berdasarkan *Riview AIMS Microbiology* tentang *foodborne pathogens* tahun 2015 (2017), bakteri E-Coli merupakan bakteri patogen keempat terbanyak yang menyebabkan kasus keracunan, berikut adalah penjelasan dari bakteri E-Coli. Bakteri *Escherichia coli* merupakan salah satu bakteri yang sering ditemukan pada kasus infeksi. *Escherichia coli* merupakan bakteri terbanyak yang terdapat di saluran pencernaan ternak terutama unggas dengan jumlah 104 – 105 CFU/ml (Spring, 1997). E-Coli merupakan salah satu bakteri penyebab infeksi dalam saluran pencernaan. Pada beberapa kasus, E-Coli adalah bakteri yang paling banyak menimbulkan infeksi saluran cerna (Octaviani, 2007). Infeksi akibat *Escherichia coli* banyak ditemukan pada kasus diare, infeksi saluran kencing, dan penyakit pada saluran nafas (Arirahmayanti, I. G. A. E., 2019).

### 2.2.2 Klasifikasi Bakteri *Escherichia-coli*



Gambar 2.2 Bakteri E-Coli (Wikipedia 2020)

*Escherichia coli* (*E.coli*) diidentifikasi pertama kali oleh Theodor Escherich seorang dokter anak dari Jerman, dalam studinya mengenai sistem pencernaan anak tahun 1885. Bakteri ini digambarkan sebagai komunitas bakteri coli, sehingga nama bakteri ini sering digunakan, hingga pada akhirnya Castellani dan Chalamos menemukan genus *Escherichia coli* dan menyusun tipe spesies *E. coli*. Nama *Escherichia coli* diberikan tahun 1920 sebagai penghargaan terhadap Theodor Escherich (Supardi & Sukamto, 1999).



Gambar 2.3 Bakteri *Escherichia-coli* mikroskopis (Mahon,C,dkk, 2015)

Klasifikasi bakteri E.coli adalah sebagai berikut:

Domain : Bacteria

Kingdom : Eubacteria

Filum : Proteobacteria

Kelas : Gamma proteobacteria

Ordo : Enterobacteriales

Famili : Enterobacteriaceae

Genus : Escherichia

Spesies : Escherichia coli (Brooks et al. 2005)

### 2.2.3 Morfologi Bakteri *Escherichia-coli*

Genus *Escherichia* merupakan bagian dari *Escherichiae* yang termasuk pada famili *Enterobacteriaceae* dan pertama kali diisolasi pada tahun 1885 oleh seorang bakteriologis asal Jerman bernama Theodor Escherich (Manning 2010). *Enterobacteriaceae* merupakan bakteri enterik atau bakteri yang dapat hidup dan bertahan di dalam saluran pencernaan (Yang dan Wang 2014). *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang dengan ukuran berkisar antara  $1.0-1.5 \mu\text{m} \times 2.0-6.0 \mu\text{m}$ , tidak motil atau motil dengan flagela serta dapat tumbuh dengan atau tanpa oksigen, bersifat fakultatif anaerobik dan dapat tahan pada media yang miskin nutrisi ( P. Rahayu Winiati., dkk. 2018).

*Escherichia coli* dapat tumbuh di medium nutrient sederhana, dan dapat memfermentasikan laktosa dengan menghasilkan asam dan gas. Kecepatan berkembangbiak bakteri ini adalah pada interval 20 menit jika factor media,

derajat keasaman dan suhu tetap sesuai. Selain tersebar di banyak tempat dankondisi, bakteri ini tahan terhadap suhu, bahkan pada suhu ekstrim sekalipun. Suhu yang baik untuk pertumbuhan bakteri ini adalah antara 8°C-46°C, tetapi suhu optimumnya adalah 37°C. Oleh karena itu, bakteri tersebut dapat hidup pada tubuh manusia dan vertebrata lainnya (Pelczar dan Chan, 2005)

#### **2.2.4 Jenis- jenis Bakteri *Escherichia-coli***

Beberapa strain bakteri ini memberikan manfaat bagi manusia, misalnya mencegah kolonisasi bakteri patogen pada pencernaan manusia ( P. Rahayu Winiati., dkk. 2018). Namun, ada beberapa kelompok lain yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia, yang dikenal sebagai E. coli patogen. *Escherichia coli* patogen pertama kali teridentifikasi pada tahun 1935 sebagai penyebab diare (Manning 2010). *Escherichia coli* patogen penyebab diare atau disebut juga sebagai diarrheagenic E. coli (DEC) terdiri dari enam jenis, yaitu enterotoxigenic E. coli (ETEC), enteropathogenic E. coli (EPEC), enterohemorrhagic E. coli (EHEC), enteroinvasive E. coli (EIEC), enteroaggregative E. coli (EAEC), dan diffusely adherent E. coli (DAEC) (Kaper et al. 2004). Empat jenis E. coli yaitu ETEC, EPEC, EHEC, dan EIEC diketahui merupakan bakteri penyebab penyakit yang berasosiasi dengan pangan (foodborne illness) (FDA 2011). Beberapa hasil penelitian juga menunjukkan bahwa EAEC merupakan bakteri yang mengontaminasi pangan dan menyebabkan diare (Kagambega et al. 2012).

#### **2.2.5 Patogenitas Bakteri *Escherichia-coli***

Patogenisitas bakteri merupakan kemampuan suatu bakteri patogen dalam menimbulkan penyakit. Patogenisitas setiap agen patogen juga sangat berkaitan dengan kemampuannya dalam memproduksi enzim, toksin dan dalam mengatasi sistem kekebalan inangnya. *Escherichia coli* patogen merupakan salah satu mikroba yang sering diduga menjadi penyebab keracunan yang ditandai dengan gejala diare. Kejadian keracunan pangan dapat berasal dari bahan baku yang terkontaminasi sejak awal dan tidak hilang selama proses pengolahan, atau

disebabkan oleh adanya kontaminasi silang pasca pengolahan atau karena penanganan yang salah selama distribusi. Bahan baku yang terkontaminasi *E. coli* patogen merupakan faktor yang menyebabkan terdapatnya *E. coli* pada produk akhir, terutama jika proses pengolahan yang dilakukan tidak mampu menghilangkan kontaminan ini. Beberapa bahan baku utama yang menyebabkan kasus keracunan pangan yang pernah dilaporkan diantaranya yaitu susu mentah, daging sapi mentah, serta buah-buahan dan sayuran mentah ( P. Rahayu Winiati., dkk. 2018).

## 2.3 Tumbuhan Kunyit

### 2.3.1 Morfologi Tumbuhan Kunyit



Gambar 2.4 Rimpang Kunyit  
(Wikipedia, 2021)



Gambar 2.5 Tanaman Kunyit  
(Li, et.al, 2011)

Kunyit merupakan salah satu jenis tanaman obat yang banyak memiliki manfaat dan banyak ditemukan di wilayah Indonesia. Kunyit merupakan jenis rumput – rumputan, tingginya sekitar 1 meter dan bunganya muncul dari puncak batang semu dengan panjang sekitar 10 – 15 cm. Bunga tanaman kunyit berwarna putih hingga ungu, dengan panjang mahkota  $\pm$  3 cm, lebar  $\pm$  1,5 cm, serta memiliki kelopak silindris. Tanaman kunyit memiliki batang emu, tegak, bulat, membentuk rimpang, dan berwarna hijau kekuningan. Tanaman kunyit memiliki daun tunggal, lanset memanjang, memiliki tiga hingga delapan helai daun, ujung dan pangkalnya runcing, tepi rata, dengan panjang 20-40 cm, dan lebar 8-12,5 cm, pertulangan menyirip, hijau pucat. Selain itu, tanaman kunyit juga memiliki akar serabut berwarna coklat muda. Umbi akarnya berwarna kuning tua, berbau wangi aromatis dan rasanya sedikit manis. Bagian utamanya dari tanaman kunyit adalah rimpangnya yang

berada didalam tanah. Rimpangnya memiliki banyak cabang dan tumbuh menjalar, rimpang induk biasanya berbentuk elips dengan kulit luarnya berwarna jingga kekuning – kuningan (Hartati & Balitro., 2013).

### 2.3.2 Taksonomi Tumbuhan Kunyit

Kunyit (*Curcuma longa*) mempunyai sinonim, yaitu *Curcuma domestica* Val. Menurut Bagchi (2012), taksonomi tanaman kunyit (*Curcuma longa*) sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotyledonae</i>
Ordo	: <i>Zingiberales</i>
Famili	: <i>Zingiberaceae</i>
Genus	: <i>Curcuma</i>
Spesies	: <i>Curcuma longa</i> (Bagchi, 2012).

Kunyit memiliki nama Inggris yaitu *Turmeric*. Kunyit juga mempunyai berbagai nama daerah yang berbeda-beda diantaranya: Sumatra; Kakunye (Enggano), Kunyet (Adoh), Kuning (Gayo), Kunyet (Alas), Hunik (Batak), Odil (Simalur), Undre, (Nias), Kunyit (Lampung), Kunyit (Melayu). Jawa: Kunyir (Sunda), Kunir (Jawa Tengah), Temo koneng (Madura). Kalimantan: Kunit (Banjar), Henda (Ngayu), Kunyit (Olon Manyan), Cahang (Dayak Panyambung), Dio (Panihing), Kalesiau (Kenya), Kunyit (Tidung). Nusa Tenggara: Kunyit (Sasak), Huni (Bima), Kaungi (Sumba Timur), Kunyi (Sumba Barat), Kewunyi (Sawu), Koneh, (Flores), Kuma (Solor), Kumeh (Alor), Kunik (Roti), Hunik kunir (Timor). Sulawesi: Uinida (Talaud), Kuni (Sangir), Alawaha (Gorontalo), Kolalagu (Buol), Pagidon (Toli-toli), Kuni (Toraja), Kunyi (Ujungpandang), Kunyi (Selayar), Unyi (Bugis), Kuni (Mandar). Maluku: Kurlai (Leti), Lulu malai (Babar), Ulin (Tanimbar), Tun (Kayi), Unin (Ceram), Kunin (Seram Timur), Unin, (Ambon), Gurai (Halmanera), Garaci (Ternate). Irian: Rame (Kapaur), Kandeifa (Nufor), Nikwai (Windesi), Mingguai (Wandamen), Yaw (Arso) (Mutiah,R,2015) .

### **2.3.3 Habitat Tumbuhan Kunyit**

Kunyit tumbuh dan ditanam di Asia selatan, Cina selatan, Taiwan, Indonesia, dan Filipina. Tumbuh dengan baik di tanah yang baik tata pengairannya, curah hujan yang cukup banyak 2.000 mm sampai 4.000 mm tiap tahun, tetapi untuk menghasilkan rimpang yang baik dan besar menghendaki tempat yang terbuka. Penanaman tanaman kunyit di dataran rendah dan tempat terbuka akan mendapatkan produksi rimpang kunyit yang tinggi. Sedangkan di dataran tinggi, produksi rimpang sedikit berkurang dan pertumbuhan tanaman lambat, tetapi kadar pati dan minyak atsirinya tinggi. Jenis tanah yang paling baik untuk pertumbuhan tanaman kunyit adalah pada tanah liat berpasir (lempung berpasir) yang gembur, subur, dan berpengairan baik dan ditambahkan pupuk organik (Rukmana, 1994).

### **2.3.4 Sifat Antibakteri Tumbuhan Kunyit**

Antibakteri adalah senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri yang bersifat merugikan. Pengendalian pertumbuhan mikroorganisme bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi, dan mencegah pembusukan serta perusakan bahan oleh mikroorganisme (Sulistyo, 1971). Mekanisme kerja dari senyawa antibakteri diantaranya yaitu menghambat sintesis dinding sel, menghambat ketahanan permeabilitas dinding sel bakteri, menghambat kerja enzim, dan menghambat sintesis asam nukleat dan protein (Dwidjoseputro, 1980).

Antibakteri yang sering digunakan adalah antibiotik, yaitu suatu substansi kimia yang dihasilkan oleh mikroba dan dapat menghambat pertumbuhan mikroba lain (Pelczar dan Chan, 1988). Selain antibiotik, antibakteri dapat diambil dari senyawa tertentu pada bahan alami, salah satunya adalah kurkumin.

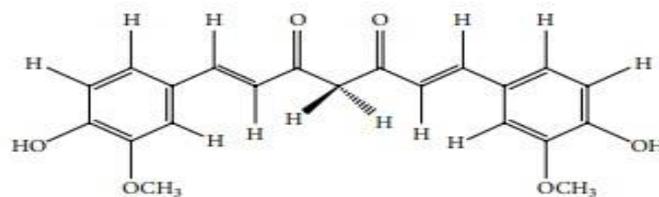
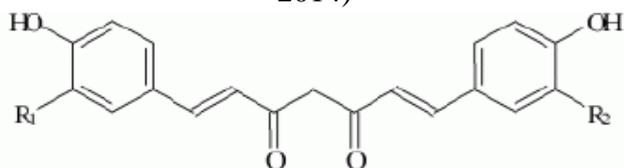


FIGURE 1: Chemical structure of curcumin.

Gambar 2.6 Struktur Kimia Kurkumin (Zorofchian Moghadamtousi., et.all, 2014)



- 1)  $R_1 = R_2 = \text{OCH}_3$
- 2)  $R_1 = \text{OCH}_3, R_2 = \text{H}$
- 3)  $R_1 = R_2 = \text{H}$

Gambar 2.7 Struktur kimia kurkumin(1), Struktur kimia desmetoksikurkumin(2), Struktur kimia bidesmetoksikurkumin(3) (Stancovic, 2004)

Kurkumin atau diferuloylmethane memiliki rumus kimia (1,7-bis (4hidroksi-3- methoxyphenyl) -1,6-heptadiene-3,5-dione) (Chu Yuan Shan., dkk, 2018). Kurkumin adalah salah satu senyawa yang hadir dalam beberapa tanaman obat yang berpotensi sebagai antibiotik alami, salah satunya yaitu pada tanaman kunyit. Penelitian terhadap kurkumin menunjukkan adanya aktivitas antimikroba, antiinflamasi, antioksidan, antikanker, antidiabetes tipe 2, antikoagulan, antitrombotik, antidepresan, dan anti-penuaan (Bhawana 2011; V.Kant 2014; Sabra 2018; Chuengsamarn 2012; Kim 2012; Hurley 2013; C.F Lima 2011). Kurkumin diketahui memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif (S. S. Altunatmaz, 2016). Kurkumin terkandung dalam beberapa tanaman herbal, diantaranya adalah rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*), kunyit (*Curcuma domestica*), temu putih (*Curcuma zedoaria*, *Curcuma mangga*), rimpang temu giring (*Curcuma heyneana*) dan temu hitam (*Curcuma aeruginosa*) (Sari, S., 2016).

Berdasarkan penelitian Rahmawati,dkk. Tahun 2014, yang meneliti tentang antibakteri kunyit, kunyit putih, temulawak, dan temuireng. Tumbuhan kunyit (*Curcuma Longa*) merupakan tumbuhan yang memiliki aktivitas antibakterinya paling baik terhadap bakteri *Escherichia-coli*. Hal ini menunjukkan bahwa kunyit memiliki potensi yang tinggi sebagai pengganti antibiotik (Cikrici et al.,2008). Aktivitas antibakteri kurkumin dapat menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* penyebab penyakit diare akut. Proses penghambatan kurkumin terhadap aktivitas bakteri *Escherichia coli* dengan cara menghambat aktivitas enzim siklooksigenase-2 (cox-2) yang mengubah asam arakhidonat menjadi prostaglandin yang menyebabkan timbulnya rasa sakit (Rahmawati,. dkk, 2014). Tanaman kunyit sering digunakan sebagai tanaman obat tradisional untuk mengobati beberapa jenis penyakit seperti demam, diare, lever, sesak nafas, radang hidung, maag, eksim, dan hipertensi. Manfaat kunyit sebagai obat tradisional mendorong para peneliti untuk terus menemukan manfaat lain dari tanaman kunyit. Manfaat kunyit yang telah dilaporkan secara ilmiah ialah sebagai antimikroba. (Septiana, E., & Simanjuntak, P, 2015). Selain bagian rimpang, bagian daun tanaman kunyit juga memiliki aktivitas antimikroba. Pada umumnya bagian daun diekstrak untuk mendapatkan minyaknya. Ekstrak minyak yang berasal daun tanaman kunyit mampu menghambat pertumbuhan beberapa jenis bakteri Gram negatif dan positif serta fungi. Sehingga dapat dikatakan bahwa rimpang dan daun kunyit mempunyai aktivitas antimikroba spektrum luas yang meliputi bakteri Gram negatif dan positif serta fungi (Parveen et al., 2013).

Selain senyawa aktif kurkuminoid, menurut penelitian Kusta Gurning (2020), ekstrak etanol kunyit juga memiliki kandungan metabolit sekunder yang berpotensi sebagai zat antimikroba. Metabolit sekunder tersebut yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan triterpenoid / steroid. Mekanisme kerja alkaloid sebagai antimikroba adalah dengan cara menghambat sintesis asam nukleat, karena itu dapat menghambat enzim dihidrofolat reduktase dan topoisimerase I. Alkaloid dapat mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel. Mekanisme lain dari alkaloid

antibakteri adalah komponen alkaloid dikenal sebagai pemercepat DNA dan menghambat enzim topoisomerase sel bakteri (Simanjuntak HA, 2020 dan Karou D, et.al, 2005)

Flavonoid memberikan efek bakteriolitik, menghambat sintesis protein, sintesis DNA, RNA dan merusak permeabilitas membran sel. Flavonoid mempunyai aktivitas antibakteri karena kemampuan flavonoid untuk berinteraksi dengan membran sel dan mempengaruhi bioaktivitas membran sel dan telah dilaporkan bahwa flavonoid mampu menurunkan fluiditas membran sel bakteri yang berhubungan langsung dengan kerusakan membran sitoplasma maupun kerusakan tidak langsung melalui autolisis / melemahnya dinding sel dan akibatnya terjadi lisis osmotik (Simanjuntak HA, 2020 dan Wu T, et.al, 2013)

Mekanisme kerja saponin sebagai antibakteri dan antijamur menyebabkan terjadinya lisis pada dinding sel bakteri dan kebocoran AKP (Alkaline Phosphate), peningkatan konsentrasi saponin menyebabkan protein larut sehingga menyebabkan senyawa interseluler berdifusi melalui membran luar dan dinding sel. Hal ini menyebabkan sitoplasma bocor keluar dari sel yang mengakibatkan kematian sel (Khan MI, et.al, 2018).

Tanin adalah polifenol yang larut dalam air yang dapat mengendapkan protein. Tanin telah dilaporkan dapat mencegah perkembangan mikroorganisme dengan mengendapkan protein mikroba dan membuat protein nutrisi tidak tersedia bagi bakteri. Tanin bertindak sebagai antimikroba dengan lebih sedikit zat besi, ikatan hidrogen, atau interaksi spesifik dengan protein penting seperti enzim dalam sel mikroba. Herbal yang memiliki komponen tanin bersifat astringent dan digunakan dalam pengobatan gangguan usus seperti diare dan dismenore (Prasad NR, et.al, 2008).

Triterpenoid memiliki aktivitas antimikroba yang luas terhadap bakteri berfilamen, ragi dan jamur. Triterpenoid bersifat antimikroba karena dapat merusak sel jamur membran atau merusak sintesis membran lipid akibat permeabilitas membran yang mengakibatkan komponen kebocoran sel (Haraguchi, H, et.al, 1999)

## 2.4 Uji Aktivitas Antibakteri

Tujuan pengukuran aktivitas antibakteri adalah untuk menentukan potensi suatu zat yang diduga atau telah memiliki aktivitas sebagai antibakteri dalam larutan terhadap suatu bakteri (Jawetz et al., 2001).

### 2.4.1 Metode Uji

Salah satu manfaat dari uji antimikroba adalah diperolehnya satu sistem pengobatan yang efektif dan efisien. Penentuan setiap kepekaan kuman terhadap suatu senyawa obat adalah dengan menentukan kadar obat terkecil yang dapat menghambat pertumbuhan kuman *in vitro*. Beberapa cara pengujian antibakteri adalah sebagai berikut :

#### a. Metode Difusi

Pada metode ini, penentuan aktivitas didasarkan pada kemampuan difusi dari zat antimikroba dalam lempeng agar yang telah diinokulasikan dengan mikroba uji. Hasil pengamatan yang akan diperoleh berupa ada atau tidaknya zona hambatan yang akan terbentuk disekeliling zat antimikroba pada waktu tertentu masa inkubasi (Brooks GF, et.al, 2007) Pada metode ini dapat dilakukan dengan 3 cara,yaitu :

##### 1. Difusi Cakram

Pada cara ini, digunakan suatu cakram kertas saring (paper disc) yang berfungsi sebagai tempat menampung zat antimikroba. Kertas saring tersebut kemudian diletakkan pada lempeng agar yang telah diinokulasi mikroba uji, kemudian diinkubasi pada waktu tertentu dan suhu tertentu, sesuai dengan kondisi optimum dari mikroba uji. Pada umumnya, hasil yang di dapat bisa diamati setelah inkubasi selama 18-24 jam dengan suhu 37°C. Hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada atau tidaknya daerah bening yang terbentuk disekeliling kertas cakram yang menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan bakteri (Pelczar, MJ, et.al, 1988)

##### 2. Difusi Parit (Ditch)

Suatu lempeng agar yang telah diinokulasikan dengan bakteri uji dibuat sebidang parit. Parit tersebut berisi zat antimikroba, kemdian diinkubasi pada waktu dan suhu optimum yang sesuai untuk mikroba uji.

Hasil pengamatan yang akan diperoleh berupa ada tidaknya zona hambat yang akan terbentuk di sekitar parit (Bonang, 1992)

### 3. Difusi Sumuran (Hole/Cup)

Metode ini serupa dengan metode difusi disk, di mana dibuat sumur pada media agar yang telah ditanami dengan mikroorganisme dan pada sumur tersebut diberi agen antimikroba yang akan diuji (Pratiwi, 2008).

#### b. Metode Dilusi

Metode dilusi dibedakan menjadi dua yaitu dilusi cair dan dilusi padat.

1. Metode dilusi cair Metode ini mengukur KHM (Kadar Hambat Minimum) dan KBM (Kadar Bakterisidal Minimum). Cara yang dilakukan adalah dengan membuat seri pengenceran agen antimikroba pada medium cair yang ditambahkan dengan mikroba uji (Pratiwi, 2008).

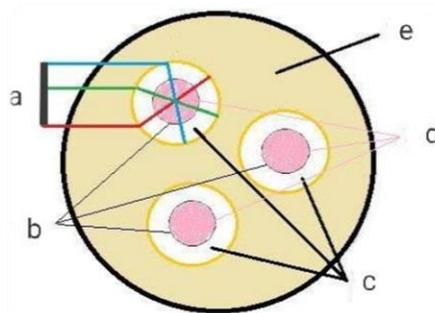
2. Metode dilusi padat Metode ini serupa dengan metode dilusi cair namun menggunakan media padat (solid). Keuntungan metode ini adalah satu konsentrasi agen antimikroba yang diuji dapat digunakan untuk menguji beberapa mikroba uji (Pratiwi, 2008).

#### c. Metode Difusi-Dilusi

E-test atau biasa disebut juga dengan tes epsilometer adalah metode tes dimana huruf 'E' dalam nama E-test menunjukkan simbol epsilon ( $\epsilon$ ). E-test merupakan metode kuantitatif untuk uji antimikroba. Metode ini termasuk gabungan antara metode dilusi dari antibakteri dan metode difusi antibakteri kedalam media. Metode ini dilakukan dengan menggunakan strip plastic yang sudah mengandung agen antibakteri dengan konsentrasi terendah sampai konsentrasi tertinggi diletakan pada media agar yang telah ditanami mikroorganisme. Hambatan pertumbuhan mikroorganisme bisa diamati dengan adanya area jernih di sekitar strip tersebut. E-test dapat digunakan untuk menentukan kadar hambat minimum (KHM) untuk bakteri seperti *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus  $\beta$ -hemolitik*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Haemophilus sp.* dan bakteri anaerob. Dapat juga digunakan untuk bakteri Gram negative seperti *Pseudomonas sp.* dan *Burkholderia pseudomallei* (Eko Prayoga, 2013).

### 2.4.2 Pengamatan Zona Hambat

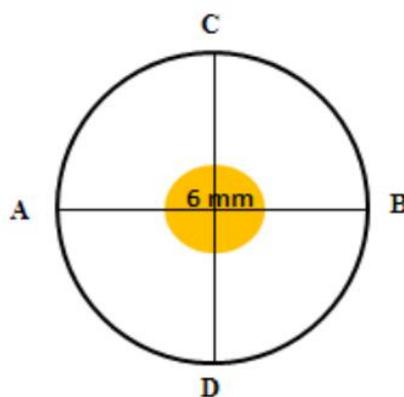
Antibakteri dengan aktivitas dapat dikatakan menghambat jika terdapat media yang tidak ditumbuhi bakteri berwarna bening transparan di pinggiran paper disk. Luas daerah yang di ukur dengan jangka sorong atau penggaris merupakan hasil luas diameter dari daerah transparan yang dibentuk oleh aktivitas antibakteri. Gambaran dari diameter zona hambat yang di bentuk oleh antibakteri dapat diamati dari gambar dibawah ini :



Gambar 2.8 Pengamatan Zona Hambat Antibakteri

Keterangan:

- a: Luas daerah hambat yang dibentuk
- b: Kertas cakram / *Paper Disk*
- c: Zona hambat / zona transparan yang terbentuk
- d: Berisi zat antibakteri
- e: Kultur bakteri yang tumbuh (Andini, 2020).



Gambar 2.9 Pengukuran Zona Hambat (Andini, 2020).

Setelah 24 jam inkubasi dari penanaman bakteri dan peletakan cakram, dilakukan perhitungan luas zona hamabt dengan rumus:

$$= \frac{(AB) + (BC)}{2}$$

Pengamatan dan perhitungan luas zona transparan di laksanakan dengan jalan mengukur luas daerah transparan dibentuk di pinggiran yang diletakkan (Paper disk) dilakukan 2x pengukuran yaitu secara vertikal dan horizontal, kemudian hasil yang diperoleh dibagi dua untuk mendapatkan rata-rata seperti pada rumus yang telah ditentukan. (Dwi, 2019).

Menurut Davis dan Stout, dijelaskan bahwa terdapat kriteria konsistensi inhibisi antibakteri atau kriteria hambatan antibakteri yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Kriteria Zona Hambat Antibakteri (Davis dan Stout, 2009)

Sangat Kuat	$\geq 20$ mm
Kuat	10-20 mm
Sedang	5-10 mm
Lemah	$\leq 5$ mm