BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jeringau (*Acorus calamus L*)

Tumbuhan ini berasal dari Eropa, Asia dan Amerika. Di Indonesia didapati tumbuh liar di hutan-hutan. Tanaman jenis ini menyukai tempat yang lembab seperti di tepi danau dan sungai.

2.1.1 Klasifikasi Jeringau

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Liliopsida*
Anak kelas : *Arecidae*
Ordo : *Arales*
Famili : *Araceae*
Genus : *Acorus*
Spesies : *Acorus calamus Linn* (Sukmawati, 2012).

Gambar 2.1. Tanaman Jeringau *(Acorus calamus L)*

2.1.2 Morfologi Jeringau

Jeringau merupakan tumbuhan separa berair. Ia mempunyai rimpang yang berbau wangi. Rimpangnya berbentuk silinder dan diameternya antara 19 hingga 25 mm. Kulit rimpangnya berwarna coklat muda dengan warna putih didalamnya. Daunnya tebal dan keras berbentuk seperti pedang. Apabila daunnya dikoyakkan akan terhasil satu bau yang wangi. Jeringau menghasilkan bunga berwarna kuning kecil yang akan keluar dari ketiak daunnya. Tumbuhan ini jarang meneluarkan biji benih dan pembiakkan utamanya ialah melalui pecahan rimpang (Sukmawati, 2012).

2.1.3 Kandungan kimia

Rimpang dan daun jeringau mengandung flavonoid, juga mengandung minyak atsiri. Kandungan minyak atsiri jeringau mengandung asaron, kalamenol, kalamin, kalameon, metileugenol, sineol, asam akorat, alfa-terpeniol, dan eugenol (Duke, 2000). Komponen aktif utama akar, rimpang dan daun adalah α-asaron dan β-asaron. Komponen α-asaron dan β-asaron merupakan komponen utama yang bertangggungjawab pada hampir semua aktivitas biologis termasuk sebagai antibakteri (Hyang, 2004).

Menurut Wulandari, dkk (2015) ekstrak rimpang jeringau mengandung senyawa berupa minyak atsiri, saponin, falvonoid, alkaloid, dan tanin.

2.1.3.1 Minyak Atsiri

Minyak atsiri merupakan zat yang beraroma khas dan mudah menguap. Minyak atsiri merupakan salah satu hasil metabolit sekunder. Secara kimia, minyak atsiri bukan senyawa tunggal tetapi tersusun dari berbagai macam komponen yang tergolong kelompok terpenoid dan fenilpropanoid. Senyawa golongan monoterpen, seskuiterpen dan fenilpropanoid merupakan penyusun

dominan dalam minyak atsiri yang mempunyai bioaktivitas sebagai antibakteri (Sukmawati, 2012).

2.1.3.2 Saponin

Saponin adalah suatu glikosida alamiah yang terkait dengan steroid atau triterfena. Saponin mempunyai aktifitas farmakologi yang cukup luas diantaranya immunomodulator, antitumor, antiinflamasi, antivirus, antijamur, dapat membunuh kerang-kerangan, hipoglikemik, dan efek hipokolestrol (Monika, 2016).

Saponin dapat digunakan antara lain untuk membuat minuman beralkohol, dalam industri pakaian dan kosmetik, dalam membuat obat-obatan, serta sebagai obat tradisional. Selain itu, saponin juga menyebabkan reaksi saponifikasi yaitu melisiskan struktur lemak pada bakteri (Monika, 2016).

2.1.3.3 Flavonoid

Flavonoid adalah suatu kelompok senyawa fenol yang terbesar yang ditemukan dialam (Kristiani dkk., 2015). Flavonoid adalah senyawa yang terdiri dari C6-C3-C6. Flavonoid umunya terdapat pada tumbuhan sebagai glikosida (Sirait, 2007). Flavonoid pada kadar rendah akan membentuk kompleks lemah dengan protein bakteri, kemudian menyebabkan presifitasi dan denaturasi protein bakteri. Sedangkan pada kadar yang tinggi, flavonoid akan menyebabkan koagulasi protein bakteri, menyebabkan membran sitoplasma lisis (Krihariyani dkk., 2012).

Flavonoid diklasifikasikan menjadi 11 yaitu flavon, flavonol, flavonon, flavononol, isoflavon, calkon, dihirokalkon, auron, antosianidin, katekin, flavan -3,4-diol (Sirait, 2007).

2.1.3.4 Alkaloid

Alkaloid merupakan senyawa bersifat basa yang mengandung satu atau lebih atom nitrogen, bersifat optis aktif. Kebanyakan alkaloid berbentuk kristal dan hanya sedikit yang berupa cairan pada suhu kamar. Sebagian besar alkaloid berasa pahit. Beberapa pereaksi uji yang sering digunakan adalah Mayer, Bouchardat, dan Dragendorf (Katzer, 2012).

2.1.3.5 Tanin

Tanin merupakan golongan senyawa fenolik yang aktivitas antibakteri. Tanin memiliki aktivitas antibakteri dengan merusak komponen membran sel, dinding sel, enzim, materi gentik, maupun komponen protein lain (Wulandari dkk, 2015).

2.1.4 Manfaat Jeringau

Jeringau secara tradisional sudah digunakan untuk pengobatan penyakit infeksi. Rimpang dari tumbuhan ini sering digunakan sebagai obat penyakit kulit atau luka-luka. Sebagai tumbuhan obat-obatan jeringau memiliki berbagai manfaat sebagai antiseptik, obat rematik, sedatif, demam, sakit pinggang, meperlancar peredaran darah, asma, batuk, penyakit kulit, diare, disentri, pembasmi serangga, mengurangi kontaminasi jamur atau bakteri (Sukmawati, 2012).

2.2 Simplisia

Simplisia adalah bahan alami yangdigunakan untuk obat dan belum mengalami perubahan proses apapun, dan umumnya berupa bahan yang telah dikeringkan (Herbie, 2015). Simplisia terbagi menjadi tiga jenis simplisia, yaitu simplisia nabati, simplisia hewani, dan simplisia mineral.

2.2.1 Jenis Simplisia

2.2.1.1 Simplisia Nabati

Simplisia nabati adalah simplisa berupa tanaman utuh, bagian tanaman dan eksudat tanaman. Eksudat tanaman adalah isi sel yang secara spontan keluar dari tanaman atau isi sel tanaman dengan cara tertentu yang belum berupa zat kimia murni (Meilisa, 2009).

2.2.1.2 Simplisia Hewani

Simplisia hewani adalah simlisia hewan utuh, bagian hewan, atau belum berupa zat kimia murni (Meilisa, 2009).

2.2.1.3 Simplisia Mineral

Simplisa mineral adalah simplisia berasal dari bumi, baik telah diolah atau belum, tidak berupa zat kimia murni (Meilisa, 2009).

2.2.2 Pengelolaan simplisia

Proses awal pembuatan ekstrak adalah tahapan pembuatan simplisia kering (penyerbukan). Dari simplisia dibuat serbuk simplisia dengan perekatan tertentu sampai derajat kehalusan tertentu. Proses ini dapat mempengaruhi mutu ekstrak dengan dasar beberapa hal yaitu makin halus serbuk simplisia proses ekstraksi makin efektif, efisien namun makin halus serbuk maka makin rumit teknologi peralatan untuk tahap filtrasi. Selama penggunaan peralatan penyerbukan dimana ada gerakan atau interaksi dengan benda kasar (logam dll) maka akan timbul panas (kalori) yang dapat dikompresi dengan penggunaan nitrogen cair. (Melinda, 2014). Untuk menghasilkan simplisia yang bermutu dan terhindar dari cemaran industri obat tradisional dalam mengelola simplisia sebagai bahan baku pada umumnya melakukan tahapan kegiatan berikut ini :

2.2.2.1 Sortasi basah

Sortasi basah dilakukan untuk memisahkan kotoran-kotoran atau bahan-bahan asing lainnya dari bahan simplisia.

Misalnya simplisia yang dibuat dari akar tanaman obat, bahan-bahan asing seperti tanah, kerikil, rumput, serta pengotoran lainnya harus dibuang. Tanah yang mengandung bermacam-macam mikroba dalam jumlah yang tinggi. Oleh karena itu pembersihan simplisia dari tanah-tanah yang terikut dapat mengurangi jumlah mikroba awal (Melinda, 2014).

2.2.2.2 Pencucian

Pencucian dilakukan untuk menghilangkan tanah dan pengotor lainnya yang melekat pada bahan simplisia. Pencucian dilakukan dengan air bersih, misalnya air dari mata air, air sumur dari PDAM. Bahan simplisia yang mengandung zat mudah larut dalam air yang mengalir, pencucian hendaknya dilakukan dalam waktu yang sesingkat mungkin (Melinda, 2014).

2.2.2.3 Perajangan

Beberapa jenis simplisia perlu mengalami perajangan bahan simplisia dilakukan untuk memperoleh proses pengeringan, pengepakan dan penggiligan. Semakin tipis bahan yang akan dikeringkan maka semakin cepat penguapan air sehingga memperepat waktu pengeringan. Akan tetapi irisan yang terlalu tipis juga menyebabkan berkurangnya zat yang berkhasiat yang mudah menguap, sehingga mempengaruhi komposisi, bau, rasa yang diinginkan (Melinda, 2014).

2.2.2.4 Pengeringan

Tujuannya untuk mendapatkan simplisia yang tidak mudah rusak, sehingga dapat disimpan dalam waktu yang lama. Dengan mengurangi kadar air dan menghentikan reaksi enzimatik akan dicegah penurunan mutu atau perusak simplia. Air yang masih tersisa pada kadar tertentu dapat merupakan media pertumbuhan kapang dan jasad renik

lainnya. Proses pengeringan sudah dapat menghentikan proses enzimatik dalam sel bila kadar airnya dapat mencapai kurang dari 10%. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam proses pengeringan adalah suhu pengeringan, kelembapan udara, waktu pengeringan, dan luas permukaan bahan. Suhu yang terbaik pada pengeringan adalah tidak melebihi 60°C, teapi bahan aktif yang tidak tahan pemanasan atau mudah menguap harus dikeringkan pada suhu serendah mungkin misalnya 30°C-45°C, terdapat dua cara pengeringan yaitu pengeringan alamiah (dengan sinar matahari langsung atau dengan diangin-anginkan) (Melinda, 2014).

2.2.2.5 Sortasi kering

Sortasi kering setelah pengeringan sebenarnya merupakan tahap akhir pembuatan simplisia. Tujuan sortasi untuk memisahkan benda-benda asing seperti bagian-bagian tanaman yang tidak diinginkan lainnya yang masih tertinggal pada simplisia kering (Melinda, 2014).

2.2.2.6 Penyimpanan

Simplisia perlu ditempatkan suatu wadah tersendiri agar tidak saling bercampur dengan simplisia lain. Untuk persyaratan wadah yang digunakan sebagai pembungkus simplisia adalah inert, artinya tidak mudah bereaksi dengan bahan lain tidak beracun, mampu melindungi bahan simplisia dari cemaran mikroba, kotoran, oksigen dan uap air (Melinda, 2014).

2.3 Ekstraki dan Ekstrak

2.3.1 Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Tujuan dari ekstraksi

adalah untuk menarik semua zat aktif yang terdapat dalam simplisia (Marjoni, 2016).

Adapun metode ekstraksi terdiri dari:

2.3.1.1 Cara dingin

a. Maserasi

Maserasi merupakan salah satu cara ekstraksi yang sangat sederhana yang hanya dilakukan dengan cara merendam simplisia menggunakan pelarut yang cocok selama waktu tertentu dengan sesekali dilakukan pengadukan atau penggojogan. Pelarut yang digunakan akan menembus dinding sel dan kemudian masuk ke dalam sel tanaman yang penuh zat aktif. Pertemuan antara zat aktif dan pelarut akan mengakibatkan terjadinya proses pelarutan dimana zat aktif akan terlarut dalam pelarut. (Marjoni 2016).

b. Perkolasi

Perkolasi adalah ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru dan sempurna (*Exhaustiva extraction*) yang umumnya dilakukan pada temperatur ruangan. Prinsip perkolasi adalah dengan menempatkan serbuk simplisia pada suatu bejana silinder, yang bagian bawahnya diberi sekat berpori. Proses terdiri dari tahap pengembangan bahan, tahap maserasi antara, tahap perkolasi sebenarnya (penetesan/penampungan ekstrak) terus menerus sampai diperoleh ekstrak (perkolat) yang jumlahnya 1-5 kali bahan (Meilisa, 2009).

2.3.1.2 Cara panas

a. Refluks

Refluks adalah ekstraksi dengan pelarut pada temperatur titik dididhnya, selama waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik. Umumnya dilakikan

pengulangan proses pada residu pertama 3-5 kali sehingga dapat termasuk proses esktraksi sempurna (Istiqomah, 2013).

b. Sokletasi

Sokletasi adalah ekstraksi dengan menggunakan pelarut yang selalu baru pada umumnya dilakukan dengan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi kontinu dengan jumlah pelarut relatif konstan dengan adanya pendingin balik (Istiqomah, 2013).

c. Digesti

Digesti adalah maserasi kinetik (dengan pengadukan kontinu) pada temperatur yang lebih tinggi dari temperatur ruangan, yaitu secara umum dilakukan pada temperatur 40°C-50°C (Istiqomah, 2013).

d. Infusa

Infusa merupakan sediaan cair yang dibuat dengan cara menyari simplisia dengan air pada suhu 90°C selama 15 menit. Kecuali dinyatakan lain, infusa dilakukan dengan cara sebagai berikut:"simplisia dengan derajat kehalusan tertentu dimasukkan ke dalam panci infusa, kemudian ditambahkan air secukupnya. Panaskan campuran di atas penangas air selama 15 menit, dihitung mulai suhu 90°C sambil sekali-sekali diaduk. Serkai selagi panas menggunakan kain flanel, tambahkan air panas secukupnya melalui ampas sehingga diperoleh volume infus yang dikehendaki" (Marjoni, 2016).

e. Dekokta

Proses penyarian secara dekokta hampir sama dengan infusa, perbedaannya hanya terletak pada lamanya waktu pemanasan. Waktu pemanasan pada dekokta

lebih lama dibandingkan metode infusa, yaitu 30 menit setelah suhu menapai 90°C (Marjoni, 2016).

2.3.2 Ekstrak

Ekstrak adalah suatu produk hasil pengambilan zat aktif melalui proses ekstraksi menggunakan pelarut, dimana pelarut yang digunakan diuapkan kembali sehinnga zat aktif ekstrak menjadi pekat. Bentuk dari ekstrak yang dihasilkan dapat berupa ekstrak kental atau ekstrak kering tergantung jumlah pelarut yang diuapkan (Marjoni, 2016). Ekstrak di bagi menjadi 3, yaitu:

2.3.2.1 Ekstrak Cair

Ekstrak cair adalah ekstrak hasil penyarian bahan alam dan masing mengandung pelarut (Marjoni, 2016).

2.3.2.2 Ekstrak Kental

Ekstrak kental adalah ekstrak yang telah mengalami proses penguapan dan sudah tidak mengandung cairan pelarut lagi, tetapi konsistensinya tetap cair pada suhu kamar (Marjoni, 2016).

2.3.2.3 Ekstrak Kering

Ekstrak kering adalah ekstrak yang telah mengalami proses penguapan dan tidak lagi mengandung pelarut dan berbentuk padat (kering) (Marjoni, 2016).

2.3.3 Etanol

Pemilihan etanol sebagai pelarut didasarkan beberapa pertimbangan diantaranya selektivitas, kelarutan, kerapatan, reaktivitas, dan titik didih. Etanol memiliki beberapa keunggulan sebagai pelarut yakni memiliki kemampuan melarutkan ekstrak yang besar, beda kerapatan yang signifikan sehingga mudah memisahkan zat yang akan dilarutkan. Etanol tidak bersifat racun, tidak eksplosif bila bercampur dengan udara, tidak korosif dan mudah didapatkan. Etanol tidak menyebabkan pembengkakan membran sel dan memperbaiki stabilitas bahan obat terlarut. Keuntungan lain, etanol mampu mengendapkan albumin dan menghambat kerja enzim.

Umumnya yang digunakan sebagai cairan pengekskresi adalah bahan pelarut yang berlainan, khususnya campuran etanol-air. Etanol sangat efektif dalam menghasilkan jumlah bahan aktif yang optimal, dimana bahan pengganggu hanya skala kecil yang turut kedalam cairan pengekstraksi (Indraswari, 2008).

Farmakope indonesia edisi III menetapkan bahwa sebagai penyari adalah air, etanol, etanol-air atau eter. Etanol dipertimbangkan sebagai penyari karena lebih selektif, kapang dan kuman sulit tumbuh dalam etanol 20% keatas, beracun, netral absorbsinya baik, etanol dapat bercampur dengan air pada segala perbandingan dan panas yang diperlukan untuk pemekatan lebih sedikit. Umumnya etanol adalah pelarut yang baik untuk alkaloida, glikosida, damar-damar dan minyak atsiri, tetapi tidak untuk jenis gom, gula dan albumin (Syamsuni, 2007).

2.4 Bakteri

2.4.1 Definisi Bakteri

Bakteri adalah salah satu golongan prokariotik (tidak empunyai selubung inti). Bakteri sebagai mahluk hidup tentu memiliki informasi genetik DNA, tapi tidak terlokalisasi dalam tempat khusus (nukleus) dan tidak ada membran inti. Bentuk DNA bakteri adalah sirkuler, panjang dan biasa disebut nukloid. Pada DNA bakteri tidak mempunyai intron dan hanya tersususn atas ekson saja. Bakteri juga memiliki DNA ektrakromosomal yang tergabung menjadi plasmid yang berbentuk kecil dan sikuler (Yulika, 2009).

2.4.2 Klasifikasi Bakteri

Untuk memahami beberapa kelompok organisme, diperlukan klasifikasi. Tes biokimia, pewarna gram, merupakan kriteria yang efektif untuk klasifikasi. Hasil pewarnaan mencerminkan perbedaan dasar dan kompleks pada permukaan sel bakteri (struktur diding sel),

sehingga dapat membagi bakteri menjadi dua kelompok, yaitu gram positif dan gram negatif (Yulika, 2009).

2.4.2.1 Bakteri gram negatif

Bakteri gram negatif berentuk batang (*Enterobacteriaceae*) habitat alaminya berada pada sistem usus manusia dan binatang. Keluarga *Enterobacteriaceae* meliputi banyak jenis (*Escherichia, Shigella, Salmonella, Enterobacter, Klebsiella, Serratia, Proteus,* dll). Beberapa organisme, misalnya *Escherichia coli* merupakan flora normal dan menyebabkan penyakit, sedangkan yang lain seperti *Salmonella* dan *Shigella* merupakan patogen yang umum bagi manusia (Yulika, 2009).

2.4.2.2 Bakteri gram positif

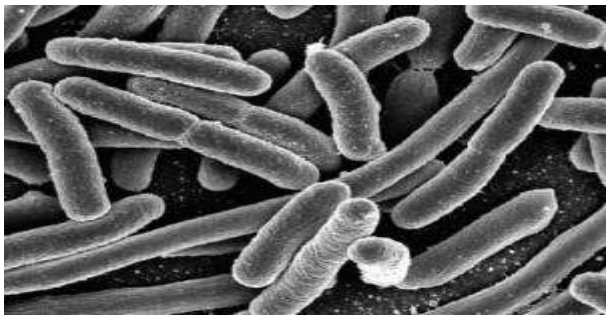
a. Bakteri gram positif pembentuk spora: spesies *Bacillus* dan *Clostidium* kedua spesies ini ada dimana-mana, membentuk spora sehingga dapat hidup dilingkungan selama bertahun-tahun, spesies bacillus bersifat aerob sedangkan clostridia bersifat anaerob obligat.
b. Bakteri gram positif tidak membentuk spora: spesies *Corynebacterium, Propionibacterium, Listeria, Erysipelothrix, Actiomyceyes*. Beberapa anggota *genus corynebacterium* dan kelompok spesies flora normal pada kulit dan selaput lendir manusia. Golongan *listeria* dan *erysipelothrix* tumbuh dengan baik di udara (Yulika, 2009).

2.4.3 *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan bakteri yang terdapat dalam saluran pencernaan manusia sebagai flora normal, tetapi akan merugikan jika bertambah atau meningkatnya jumlah bakteri tersebut sehingga dapat mengganggu metabolisme tubuh, terutama dalam saluran pencernaan (Kairupan et al., 2014). Salah satu penyakit infeksi yang disebabkan

oleh bakteri *Escherichia coli* adalah diare (Faridz et al., 2007). *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif. Berbentuk batang pendek, motil aktif dan tidak membentuk spora. Pembiakkan *Escherichia coli* bersifat aerob atau fakultatif anaerob. Pertumbuhan optimum pada suhu 37°C. *Escherichia coli* mempunyai beberapa antigen, yaitu antigen O (polisakarida), antigen K (kapsular), antigen H (flagella). Antigen O merupakan antigen somatik berada dibagian terluar dinding sel lipopolisakarida dan terdiri dari unit berulang polisakarida. Antibodi terhadap antigen O adalah IgM. Antigen K adalah antigen polisakarida yang terletak di kapsul (Juliantina dkk, 2009). Adapun klasifikasi bakeri *Escherichia coli* sebagai berikut:

Kingdom : *Prokaryota*
Divisi : *Gracilicutes*
Kelas : *Scotobacteria*
Ordo : *Eubacteriales*
Family : *Enterobacteriaceae*
Genus : *Escherichia*
Spesies : *Escherichia coli* (Juliantina dkk, 2009).



Gambar 2.2 Bakteri *Escherichia coli*

2.5 Antibakteri

Antibakteri adalah zat atau senyawa kimia yang digunakan untuk membasmi bakteri, khususnya bakteri yang merugikan manusia. Definisi ini kemudian berkembang menjadi senyawa yang menghambat bahkan membunuh proses kehidupan suatu mikroorganisme (Jawetz, *et al*., 2005).

2.5.1 Mekanisme Antibakteri

Berdasarkan mekanismenya antibakteri dikelompokkan dalam lima kelompok:

2.5.1.1 Perusak sintesa dinding sel

Antibakteri mencegah sintesis dinding sel dan merusak dinding sel, menyebabkan tekanan osmotik dalam sel lebih tinggi daripada dilingkungan luar sel sehingga sel akan mengalami lisis.

2.5.1.2 Perusak membran sel

Antibakteri merusak atau memperlemah satu atau lebih dari fungsi mebran. Sehingga berbagai komponen penting dalam sel bakteri yang akan keluar yaitu protein, asam nukleat, dan nukleotida.

2.5.1.3 Penghambat sintesa protein

Beberapa golongan antibiotik memiliki sepktrum luas dan bersifat bakterisidal dengan mekanisme penghambatan pada sentesis protein. Antibiotik berikatan pada subunit 30S rebosum bakteri (beberapa terikat juga pada subinit 5 0S rebosum) dan menghambat translokasi peptidilt RNA dari situs A ke situs P, dan menyebabkan kesalahan pembacaan mRNA dan mengakibatkan bakteri tidak mampu mensintesis protein vital untuk pertumbuhannya.

2.5.1.4 Penghambatan sintesa asam nukleat

Penghambatan pada sentesis asam nukleat berupa penghambatan terhadap transkripsi dan replikasi mikroorganisme. Suatu bakteri dapat mengubah keadaan ini dengan mendenaturasi protein dan asam-asam nukleat sehingga merusak sel tanpa dapat diperbaiki lagi.

2.5.1.5 Penghamabatan sintesa metabolit esensial

Penghambatan antara lain dengan adanya kompetitor berupa antimetabolit, yaitu substansi yang secara kompetitif menghambat metabolit mirkroorganisme, karena memiliki

struktur yang mirip dengan substrat normal bagi enzim metabolisme (Pratiwi, 2008).

2.5.2 Daya Kerja Antibakteri

Berdasarkan daya kerjanya antibiotik dibagi dalam dua kelompok, yaitu:

2.5.2.1 Bakteriostatik, yaitu menghambat pertumbuhan dan perkembangan bakteri.

2.5.2.2 Bakterisid, yaitu membunuh bakteri secara langsung (Tina, 2009).

2.5.3 Spektrum Kerja Antibakteri

Berdasarkan spektrum kerjanya, antibiotik terbagi atas :

2.5.3.1 Spektrum sempit, bekerja terhadap jenis bakteri saja. Contoh: penisilin, hanya bekerja terhadap gram positif dan gentamisin hanya bekerja terhadap gram negatif.

2.5.3.2 Spektrum luas, bekerja terhadap lebih banyak bakteri, baik gram positif maupun gram negatif serta jamur. Contoh: tetrasiklin dan kloramfenikol (Tina, 2009).

2.5.4 Antibiotik Ciprofloxacin

Ciprofloxacin merupakan antibiotik golongan fluorokuinolon yaitu golongan kuinolon baru dengan atom flour pada cincin kuinolon. Fluorokuinolon mempunyai daya antibakteri yang lebih besar dan toksisitas yang lebih rendah. Menurut Jawetz et al (2007) ciprofloxacin memiliki efek antibakteri dengan spektrum luas. Mekanisme kerja ciprofloxacin yaitu dengan menghambat topoisomerase II = DNA girase dan topoisomerase VI pada bakteri. Enzim topoisomerasi II berfungsi menimbulkan relaksasi dan DNA yang mengalami positive supercoiling pada waktu transkrip dalam proses replikasi DNA. Enzim topoisomerase VI berfungsi dalam pemisahan DNA baru yang terbentuk setelah replikasi DNA

bakteri selesai (Setiabudi, 2007). Ciprofloxacin memiliki mekanisme kerja dengan cara menghambat sintesis DNA dan termasuk ke dalam bakterisida (Ciptaningtyas, 2014).

2.6 Uji Aktivitas Antibakteri

Penentuan kepekaan bakteri patogen terhadap antimikroba dapat dilakukan dengan salah satu dari dua metode pokok yakni dilusi atau difusi. Penting sekali untuk menggunakan metode standar untuk mengendalikan semua faktor yang mempengaruhi aktivitas antimikroba (Jawetz dkk, 2005).

2.6.1 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 (Prayoga, 2013). Pada metode ini dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu:

2.6.1.1 Metode Cakram Kertas

Pada cara ini digunakan suatu kertas cakram saring (*paper disc*) yang berfungsi sebagai tempat menampung zat antimikroba. Kertas saring yang mengandung zat antimikroba tersebut diletakkan pada lempeng agar yang telah diinokulasi dengan mikroba uji kemudian diinkubasi pada waktu dan suhu tertentu, sesuai dengan kondisi optimum dari mikroba uji. Pada umumnya, hasil dapat bisa diamati setelah inkubasi selama 18-24 jam dengan suhu 37ºC. Hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada atau tidaknya zona bening yang terbentuk disekeliling kertas cakram (Prayoga, 2013).

2.6.1.2 Metode Parit *(Ditch-Plate Technique)*

Pada metode ini media agar yang telah ditanamkan bakteri dibuat sebuah parit dengan cara memotong media agar yang

berada dalam cawan petri pada bagian tengah secara membujur. Parit yang telah dibuat akan diisi dengan senyawa antimikroba. Hasil yang akan diperoleh adalah ada atau tidaknya penghambatan bakteri di sekitar parit (Rahmawati, 2010).

2.6.1.3 Metode Lubang atau Sumuran *(Cup-Plate Technique)*

Yaitu membuat lubang pada agar padat yang telah diinokulasi dengan bakteri. Jumlah dan letak lubang disesuaikan dengan tujuan penelitian, kemudian lubang diinjeksikan dengan ekstrak yang akan diuji. Setelah dilakukan inkubasi, pertumbuhan bakteri diamati untuk melihat ada tidaknya daerah hambatan di sekeliling lubang (Rahmawati, 2010).

2.6.2 Metode dilusi

Antibakteri dibuat seri kadar konsentrasi yang menurun secara bertahap menggunakan media padat atau media cair. Selanjutnya media diinokulasi bakteri uji dan diinkubasi. Kemudian ditentukan KHM (Kadar Hambat Minimum) antibakteri tersebut (Rahmawati, 2010). Ada dua metode dilusi yaitu dilusi cair dan dilusi padat.

2.6.2.1 Metode Dilusi Cair (*Broth Dilution Test*)

Metode ini mengukur MIC (*minimum inhibitoryconcentration*) atau kadar hambat minimum (KHM) dan MBC (*minimum bactericidal concentration*) atau kadar bunuh minimum (KBM). Cara yang dilakukan adalah dengan membuat seri pengenceran agen antimikroba pada medium cair yang ditambahkan dengan mikroba uji ditetapkan sebagai KHM. Larutan yang ditetapkan sebagai KHM tersebut selanjutnya dikultur ulang pada medium cair tanpa penambahan mikroba uji ataupun agen antimikroba, dan diinkubasi selama 18-24 jam. Medium cair yang tetap

terlihat jernih setelah inkubasi ditetapkan sebagai KBM (Pratiwi, 2008).

2.6.2.2 Metode Dilusi Padat

Metode ini serupa dengan metode dilusi cair namun menggunakan medium padat (*solid*). Keuntungan metode ini adalah salah satu konsentrasi agen antimikroba yang diuji dapat dipergunakan untuk beberapa mikroba uji (Pratiwi, 2008).

2.7 Ketentuan Daya Hambat Antibakteri

Zona hambat merupakan daerah jernih (bening) disekitar kertas cakram yang mengandung zat antibakteri yang menunjukkan adanya sensitifitas bakteri terhadap zat antibakteri. Zona hambat tersebut digunakan sebagai dasar penetuan tingkat resistensi. Tingkat resistensi bakteri dibedakan menjadi tiga, yaitu:

2.7.1 Sensitif

Bakteri bersifat sensitif jika terbentuk zona bening pada saat diujidengan diameter yang kecil.

2.7.2 Intermediet

Bersifat intermediet jika terbentuk zona bening pada saat di uji dengan diameter yang kecil.

2.7.3 Resisten

Bersifat resisten jika tidak terbentuk zona hambat sama sekali pada saat dilakukan pengujian (Green J., 2008).

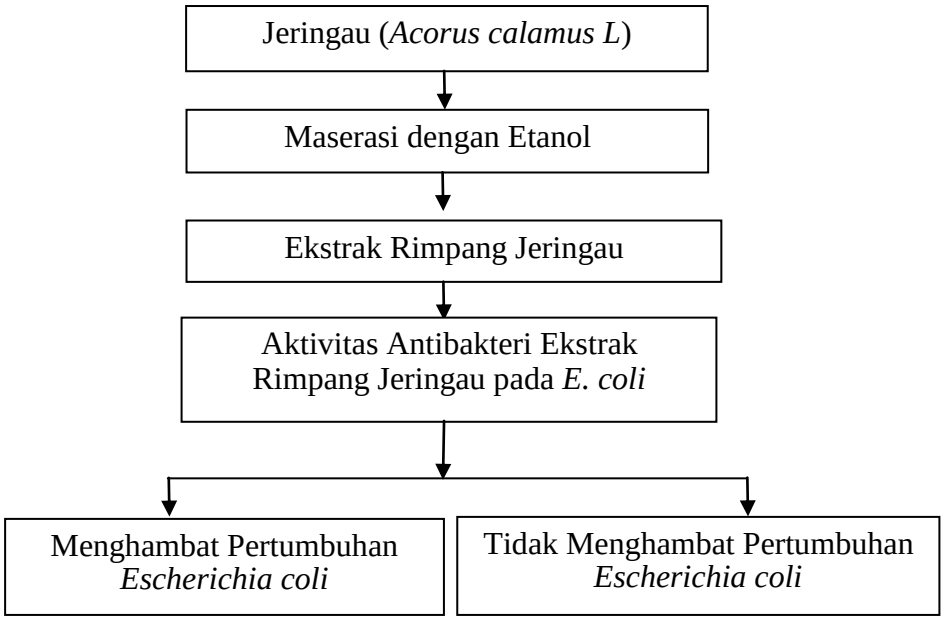
Menurut Fajeriyati dan Andika (2017), menyatakan bahwa ketentuan kekuatan daya hambat antibakteri yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.1 Klasifikasi Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri

Diameter Zona Hambat	Respon Hambatan Pertumbuhan
≤5 mm	Lemah
5-10 mm	Sedang
10-20 mm	Kuat
≥20 mm	Sangat Kuat

Sumber: Fajeriyati dan Andika (2017)

2.8 Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Kerangka Konsep