

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Tanaman Jambu Monyet (*Anacardium occidentale* L.)

Jambu monyet berasal dari Brazil, tersebar di daerah tropik dan ditemukan pada ketinggian antara 1-1.200 mdpl. Jambu monyet akan berbuah lebih baik di daerah beriklim kering dengan curah hujan kurang dari 500 mm per tahun. Tanaman ini dapat tumbuh di segala macam tanah, kecuali tanah lempung yang tergenang air (Dalimartha, 2000).

2.1.1 Taksonomi Tanaman



Gambar 2.1. 1 Tanaman *Anacardium occidentale*
(Sumber :Treepictureonline, 2009)

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Infrakingdom	: Streptophyta
Superdivision	: Embryophyta
Division	: Tracheophyta
Subdivision	: Spermatophytina
Class	: Magnoliopsida
Superorder	: Rosanae
Order	: Sapindales
Family	: Anacardiaceae
Genus	: <i>Anacardium</i> L.
Species	: <i>Anacardium occidentale</i> L.

(ITIS, 2011)

2.2.2 Morfologi Tanaman

Jambu monyet termasuk jenis dikotil atau tumbuhan yang berdaun lembaga dua. Jambu monyet termasuk tumbuhan yang berkeping biji dua atau juga disebut tumbuhan berbiji belah. Batang pohon jambu monyet memiliki bentuk yang tidak simetris dan berwarna cokelat tua. Tangkai daunnya pendek, lonjong seperti telur dengan tepian berlekuk-lekuk, dan guratan rangka daunnya terlihat jelas. Bunganya berwarna putih. Bagian buahnya memiliki buah semu yang berwarna kuning kemerah-merahan, berdaging lunak, dan berair. Bagian tersebut merupakan tangkai buah yang membesar. Selain itu jambu monyet juga memiliki buah sebenarnya yang biasa disebut mete atau mente, yaitu buah batu yang memiliki bentuk seperti ginjal yang kulitnya sangat keras serta bijinya yang berkeping dua yang mengandung getah. (Yuniarti, 2008).

Pohon jambu monyet mempunyai ketinggian 8-12 m, memiliki cabang dan ranting yang banyak. Batang melengkung, berkayu, bergetah, percabangan mulai dari bagian pangkalnya. Daun tunggal, bertangkai, panjang 4-22,5 cm, lebar 2,5 - 15 cm. Helai daun memiliki bentuk yang bulat sungsang seperti telur, tepi rata, pangkal runcing, ujung membulat dengan lekukan kecil di bagian tengah, pertulangan menyirip, berwarna hijau. Bunga dari jambu monyet berumah satu yang memiliki 2 kelamin yaitu jantan dan betina atau disebut juga bunga sempurna. Bunganya tersusun bentuk malai, berada di luar ketiak daun atau di ujung percabangan. Buah sebenarnya seperti batu, keras, melengkung. Sedangkan tangkai buahnya semakin lama akan membesar lalu menjadi buah semu yang lunak, berwarna kuning kemerah-merahan, rasanya manis agak sepat, banyak mengandung air, dan berserat. Biji berwarna cokelat tua dan bentuknya bulat memanjang, melengkung serta pipih (Dalimartha, 2000).

2.1.3 Kandungan Senyawa Kimia Tanaman

Kulit batang dari jambu monyet mengandung tanin yang cukup banyak, zat samak, asam galat, dan ginkgol katekin. Daun jambu monyet mengandung senyawa metabolik sekunder seperti flavonol, asam anakardiol, senyawa fenol, tanin-galat, asam elagat, kardol, dan metil kardol. Buah mengandung protein, lemak, vitamin (A,B dan C), kalsium, fosfor, besi, dan belerang. Dinding buahnya

terdapat kandungan zat samak, asam anakardaium, dan asam elagat. Biji mengandung 40-45% minyak dan 21% protein. Minyak dari biji jambu monyet mengandung beberapa senyawa seperti asam oleat, asam linoleat, dan vitamin E. Getah mengandung furufural. Asam anakardat memiliki aktivitas sebagai bakterisidal, fungisidal, mematikan cacing dan protozoa (Dalimartha, 2000).

2.1.4 Aktifitas Biologi Tanaman

A. Daun

- 1) Ekstrak alkohol daun jambu monyet menunjukkan :
 - Efek hipoglemik pada tikus albino
 - antikanker
- 2) Infus 10% dari daun jambu monyet menunjukkan aktivitas :
 - Pada tikus albino menunjukkan efek yang sama seperti yang ditimbulkan oleh morfin dan fenotiazin.
 - Efek perpanjangan waktu reaksi pada mencit pada dosis 30 ml/kg bb.
- 3) Infus daun jambu monyet dengan dosis 50 cc/kg bb yang diberikan melalui rute intraperitoneal pada tikus putih dapat menghambat conditional avoidance escape response pada 87% hewan coba.
- 4) Infus daun jambu monyet dengan dosis 6 g/kgbb dan 12 g/kgbb tidak memperlihatkan adanya aktivitas antiinflamasi yang nyata, tetapi hanya menunjukkan penghambatan terhadap udem yang ditimbulkan oleh pemberian karagenin pada telapak kaki tikus putih. Sedangkan Infus dengan dosis 14g/kg bb memperlihatkan aktivitas antiinflamasi yang nyata ($p < 0,05$), pada jam kedua setelah pemberian karagenin. Persentase penghambatan udem daun jambu monyet (26,86%) jauh lebih kecil dibandingkan dengan natrium diklofenak (41,725).
- 5) Infus daun jambu monyet muda mempunyai pengaruh analgesik yang sama kuat dengan parasetamol pada kasus periodontitis akut. Efek samping berupa mual dan pusing (Dalimartha, 2000).

B. Kulit Biji

Dari penelitian yang telah dilakukan terhadap fraksi kloroform kulit biji jambu mete diperoleh hasil, satu senyawa fenolat atau asam anakardat yang berbentuk kristal putih yang berpotensi sebagai anti tumor/kanker(Kusrini et al., 2003).

C. Kulit Batang

Kulit batang jambu monyet digunakan untuk menghambat bakteri penyebab sariawan (Tangkuman, 2017) obat kumur dan mempercepat penyembuhan luka bekas pencabutan gigi (Harsini, 2014) antikanker (Harsini et al., 2016) dan menurunkan kadar gula darah (Carolus, 2014). Berdasarkan hasil penelitian dari Abulude dkk. (2010) kandungan kulit batang jambu monyet yang diekstraksi dengan etanol menunjukkan bahwa kulit batang jambu monyet mengandung senyawa kimia fenolik seperti asam anakardat, asam galat, flavonoid, tanin, dan saponin yang berpotensi sebagai antibakteri dan antiinflamasi.

2.2 Deskripsi Tanaman Kayu Manis (*Cinnamomum burmanni*)

Kayu manis merupakan tanaman asli Indonesia yang banyak dijumpai di Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Utara, Bengkulu, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Maluku (Rismunandar, 2001).



Gambar 2.2. 1 Tanaman *Cinnamomum burmanni*

(Sumber : Google, 2009)

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Bangsa	: Laurales
Suku	: Lauraceae
Marga	: Cinnamomum
Jenis	: <i>Cinnamomum burmani</i> (Ness & T. Nees) Blume

(BPOM, 2008)

2.2.1 Morfologi dan Karakteristik Kayu Manis

Habitus berupa pohon tahunan dengan tinggi 10-15 m. Batang berkayu, tegak, bercabang, berwarna hijau kecoklatan. Daun tunggal, lanset, ujung dan pangkal runcing, tepi rata, panjang 4-14 cm, lebar 1-6 cm, pertulangan melengkung, masih muda merah pucat setelah tua hijau. Bunga majemuk, bentuk malai, tumbuh di ketiak daun, berambut halus, tangkai panjang 4-12 mm, benang sari dengan kelenjar di tengah tangkai sari, mahkota panjang 4-5 mm, kuning. Buah buni, panjang ± 1 cm, ketika masih muda hijau setelah tua hitam. Biji kecil-kecil, bulat telur, masih muda hijau setelah tua hitam. Akar tunggang warna coklat (BPOM, 2008).

Cinnamomum burmannii dapat ditanam di dataran rendah sampai dataran tinggi yang kurang dari 1500 m. Walau demikian, tanaman ini tidak dianjurkan di tanam di dataran rendah yang kurang dari 500 m, karena akan menghasilkan tanaman yang buruk mutunya. Untuk pertumbuhannya tanaman ini membutuhkan udara dengan kelembaban tinggi dan curah hujan tinggi (2000-2500 mm) dan merata sepanjang tahun. Tanah yang cocok untuk pertumbuhannya adalah tanah berhumus dan dalam serta remah berpasir (Rismunandar, 2001).

Tanaman kayu manis mulai bisa dipanen, pada umur 6 tahun. Kemudian pada umur 10 tahun kembali dilakukan panen kedua. Baru pada umur 15 tahun dilakukan pemanenan menyeluruh. Diameter batang pada saat dilakukannya pemanenan berukuran antara 30 cm sampai dengan 50 cm, tergantung dari umur tanaman, kondisi bibit saat ditanam dan tingkat kesuburantanah. Bibit asal sirung

memiliki daya pertumbuhan relatif lebih cepat dibanding bibit berasal dari biji (Rismunandar, 2001).

2.2.2 Kandungan Kayu Manis

Kandungan yang terdapat dalam kayu manis adalah minyak atsiri, safrole, sinamadehid, eugenol, tanin, damar, kalsium oksanat, zat penyamak, flavanoid, saponin serta kandungan gizi lainnya seperti gula, protein, lemak kasar dan pektin (Wang, 2009).). Selain itu, kulit batang kayu manis juga mengandung terpena di antaranya limonene, tanin, dan kumarin (Bisset dan Wichtl, 2001 dalam Dwjayanti, 2011).

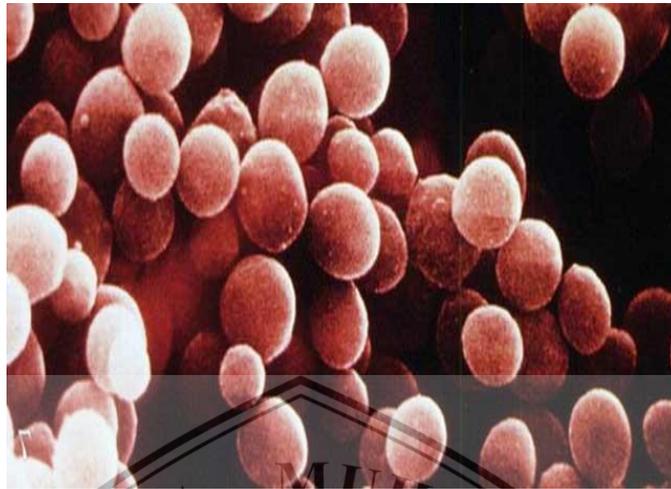
2.2.3 Manfaat Kulit batang Kayu Manis

Minyak atsiri banyak terdapat dibagian kulit kayu manis. Komponen minyak atsiri tersebut memiliki aktivitas sebagai antibakteri terhadap *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas fluorescens* dan aktivitas sebagai antioksidan karena mengandung aleoresin (Prasetyaningrum, 2012). Menurut penelitian Repi dkk. (2016) kulit kayu manis juga memiliki aktifitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Streptococcus pyogenes* karena memiliki komponen senyawa eugenol. Selain itu, kulit kayu manis memiliki aktivitas sebagai antikanker, penghambat sitokrom P450 3A4 (CYP3A4) and CYP2D6 dan juga sebagai antibakteri (Balijepalli et al., 2017).

2.3 Deskripsi Bakteri *Staphylococcus Aureus*

Staphylococcus aureus adalah salah satu bakteri Gram positif yang memiliki bentuk bulat berdiameter 0,7-1,2 μm , tersusun dalam kelompok-kelompok yang tidak teratur seperti buah anggur, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, dan tidak bergerak. Lebih dari 90% isolat klinik menghasilkan *S. aureus* yang mempunyai kapsul polisakarida atau selaput tipis yang berperan dalam virulensi bakteri. Berbagai derajat hemolisis disebabkan oleh *S. aureus* dan kadang-kadang oleh spesies stafilokokus lainnya. (Jawetz et al., 2008).

2.3.1 Klasifikasi dan Morfologi



Gambar 2.3. 1 Morfologi *Staphylococcus aureus*
(Sumber: Todar, 2008)

Klasifikasi *Staphylococcus aureus*

Domain : Bacteria

Kingdom : Eubacteria

Phylum : Firmicutes

Class : Bacilli

Order : Bacillales

Family : Staphylococcaceae

Genus : *Staphylococcus*

Species : *Staphylococcus aureus*

(Wheller dan Volk, 2003)

1. Ciri-ciri organisme

Staphylococcus merupakan sel sferis gram positif berbentuk bulat, berdiameter 1µm tersusun dalam kelompok seperti anggur yang tidak teratur. *Staphylococcus* tumbuh dengan baik pada berbagai media bakteriologi dibawah suasana aerobik atau mikroaerofilik. Tumbuh dengan cepat pada temperatur 37°C tetapi, pada pembentukan pigmen yang terbaik adalah pada temperatur kamar (20-35°C). *Staphylococcus aureus* biasanya membentuk koloni abu-abu hingga kuning emas (Jawetz, 2008). Pada lempeng agar, koloninya berbentuk bulat, diameter 1-2 mm, cembung,

buram, mengkilat dan konsistensinya lunak. Pada lempeng agar darah umumnya koloni lebih besar dan pada varietas tertentu koloninya di kelilingi oleh zona hemolisis (Syahrurahman dkk., 2010).

2. Sifat biakan

Staphylococcus aureus tumbuh dengan baik pada berbagai media bakteriologik dibawah suasana aerobik atau mikro-aerobik. Tumbuh dengan cepat pada temperatur 37°C. Namun pembentukan pigmen yang terbaik adalah pada temperatur kamar (20 - 35°C). Pada media padat koloninya berbentuk bulat, halus, menonjol, dan mengkilat, membentuk berbagai pigmen berwarna kuning keemasan (Jawetz et al., 2008)

3. Sifat pertumbuhan

Staphylococcus aureus dapat meragikan karbohidrat dengan membentuk asam laktat tetapi tidak menghasilkan gas. *Staphylococcus aureus* relative resisten terhadap pengeringan, panas (bakteri ini tahan terhadap suhu 50° C selama 30 menit), dan terhadap natrium klorida 9% (Jawetz, 2008).

4. Sifat biokimia

Staphylococcus aureus dapat menimbulkan penyakit melalui kemampuannya tersebar luas dalam jaringan dan melalui pembentukan berbagai zat ekstraseluler yaitu katalase, koagulase dan faktor penggumpal, enzim, eksotoksin, enterotoksin, leukosidin, eksfoliatif (Jawetz et al., 2007)

5. Daya tahan

Berdasarkan bakteri yang tidak membentuk spora, maka *Staphylococcus aureus* termasuk jenis bakteri yang paling kuat daya tahannya. Pada agar miring dapat tetap hidup sampai berbulan-bulan, baik dalam lemari es maupun pada suhu kamar. Dalam keadaan kering pada benang, kertas, kain dan dalam nanah dapat tetap hidup selama 6-14 minggu (Syahrurahman dkk., 2010).

2.3.2 Patogenitas dan Patologi

Staphylococcus aureus patogen menghasilkan koagulase dan pigmen kuning bersifat hemolitik dan meragikan manitol. *Staphylococcus aureus* dapat menyebabkan infeksi lokal seperti suatu infeksi folikel rambut, infeksi inflamasi yang hebat, terlokalisir, sakit, yang mengalami pernanahan sentral dan akan sembuh dengan cepat jika nanah tersebut dikeluarkan (Jawetz et al., 2008).

2.3.3 Uji Kualitatif *Staphylococcus aureus*

1) Uji pewarnaan Gram

Salah satu teknik pewarnaan diferensial yang penting dan paling luas digunakan untuk bakteri ialah pewarnaan Gram. Dalam proses ini goresan bakteri yang terfiksasi dicuci dengan larutan-larutan kristal violet, larutan yodium, alkohol (sebagai bahan pemucat), dan safranin. Hasil pewarnaan bakteri dengan metode Gram ini menghasilkan dua kelompok bakteri yaitu:

Bakteri Gram positif yaitu bakteri yang mempertahankan zat pewarna ungu kristal dan karenanya tampak ungu tua. Sedangkan kelompok yang lain adalah **bakteri Gram negatif**, yaitu bakteri yang akan kehilangan ungu kristal ketika dicuci dengan alkohol, dan sewaktu diberi pewarna safranin, akan tampak berwarna merah. Perbedaan warna bakteri menjadi ungu dan merah disebabkan oleh perbedaan struktur kimiawi bakteri tersebut. Teknik pewarnaan Gram ini pertama kali dipublikasikan pada tahun 1884 oleh seorang ahli Bakteriologi Denmark, Christian Gram (Widodo, 2015).

Perbedaan warna antara bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif disebabkan oleh adanya perbedaan struktur pada dinding selnya. Dinding bakteri Gram positif banyak mengandung peptidoglikan, sedangkan dinding bakteri Gram negatif banyak mengandung lipopolisakarida. Kompleks kristal ungu-iodin yang masuk ke dalam sel bakteri Gram positif tidak dapat tercuci oleh alkohol karena adanya lapisan peptidoglikan yang kokoh pada dinding sel, sedangkan pada bakteri Gram negatif alkohol akan merusak lapisan lipopolisakarida. Kompleks Kristal violet-iodin pada bakteri Gram negatif dapat tercuci dan menyebabkan sel

bakteri tampak transparan yang akan berwarna merah setelah diberi safranin (Pratiwi, 2008).

2) Uji fermentor manitol

Staphylococcus aureus memiliki kemampuan untuk memfermentasikan manitol menjadi asam, hal ini dapat dibuktikan bila *Staphylococcus aureus* dibiakkan dalam agar Manitol, dimana terjadi perubahan pH dan juga perubahan warna dari merah ke kuning (Audigna, 2015).

3) Uji katalase

Pemeriksaan ini bertujuan untuk membedakan jenis bakteri Gram positif antara *Streptococcus* (negatif) dan *Staphylococcus* (positif). Dasar pemeriksaan ini adalah kemampuan bakteri yang dapat melakukan katalase, mampu menguraikan H₂O₂ serta mengeluarkan gelembung oksigen (Hart dan Shears, 1997).

2.4 Deskripsi Bakteri *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan bakteri Gram negatif bersifat anaerob fakultatif dan tidak dapat membentuk spora. Bakteri ini dapat hidup pada berbagai substrat dengan melakukan fermentasi anaerobik menghasilkan asam laktat, suksinat, asetat, etanol, dan karbondioksida. *Escherichia coli* termasuk family Enterobacteriaceae, bentuknya batang atau koma, terdapat tunggal atau berpasangan dalam rantai pendek. (Whittam et al., 2011).

2.4.1 Klasifikasi dan Morfologi

Berdasarkan taksonominya *Escherichia coli* diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria

Divisio : Proteobacteria

Kelas : Gamma Proteobacteria

Ordo : Enterobacteriales

Famili : Enterobacteriaceae

Genus : *Escherichia coli*. (Todar, 2008)



Gambar 2.4. 1 Morfologi *Esherichia coli*

(Sumber: Kunkel 2009)

Esherichia coli memiliki ukuran sel dengan panjang 2,0 – 6,0 μm dan lebar 1,1 – 1,5 μm serta berat sel *Esherichia coli* 2×10^{-12} gram. Bakteri ini berbentuk batang, lurus, tunggal, berpasangan atau rantai pendek, termasuk Gram (-) dapat hidup soliter maupun berkelompok, umumnya motil, tidak membentuk spora, serta fakultatif anaerob (Carter dan Wise, 2004).

Esherichia coli tidak memiliki nukleus, organel terbungkus membran maupun sitoskeleton. *Esherichia coli* memiliki organel eksternal yaitu vili yang merupakan filament tipis untuk menangkap substrat spesifik dan flagella yang merupakan filament tipis dan lebih panjang untuk berenang. *Esherichia coli* merupakan bakteri fakultatif anaerob, kemoorganotropik, mempunyai tipe metabolisme fermentasi dan respirasi tetapi pertumbuhannya paling banyak di bawah keadaan anaerob. Pertumbuhan yang baik pada suhu optimal 37°C pada media yang mengandung 1% peptone sebagai sumber karbon dan nitrogen. *Esherichia coli* berbentuk circular, konveks dan koloni tidak berpigmen pada media darah. *Esherichia coli* tidak tahan terhadap keadaan kering atau desinfektan biasa dan bakteri ini dapat mati pada suhu 60°C selama 30 menit (Berg, 2004).

2.4.2 Sitologi

E. coli memiliki struktur sel yang diselubungi oleh membran sel, terdiri dari sitoplasma yang mengandung protein inti. Sedangkan membran selnya sendiri ditutupi oleh dinding sel yang berlapis kapsul. Flagela dan fili *Esherichia coli* menjulur dari permukaan sel (Tizard, 2004). Menurut Quinn et al. (2002) terdapat

3 struktur antigen utama permukaan yang digunakan untuk membedakan serotipe golongan *Esherichia coli* yaitu kapsul, flagella dan dinding sel. *Esherichia coli* mempunyai dinding sel yang kaku, berpori dan memberikan bentuk serta proteksi. Permukaan luar terdiri dari lipopolisakarida. Tiga dinding sel berupa polisakarida yang bersifat pirogen dan menghasilkan endotoksin serta diklasifikasikan sebagai antigen O dan mengandung peptida kecil yang tersusun saling berhubungan.

Berdasarkan komposisi dinding sel dan pewarnaannya itulah *Esherichia coli* termasuk golongan bakteri Gram (-). Bakteri Gram (-) lebih tahan terhadap 7 penisilin dan antibiotik lainnya seperti streptomisin, tetapi bakteri Gram (-) tidak tahan pada perlakuan fisik (Bakteri ini akan mati pada suhu 60°C selama 30 menit) (Fardiaz, 1992).

2.4.3 Kontaminasi

Esherichia coli berasal dari kotoran hewan dan manusia serta kontaminasi pada proses yang kotor. *Esherichia coli* dapat mencemari daging pada saat pemotongan maupun proses pengolahan daging. Salah satu faktor pencemaran *Esherichia coli* adalah peralatan pemotongan daging serta air pencucian daging (sanitasi pengolahan). Daging saat dipotong pada saat panas mengeluarkan energi yang menjadi sumber kontaminan yang baik bagi *Esherichia coli*. Penyebab akibat adanya perubahan energi yang memicu kinerja daripada enzim yang dibakar pada autolisis dan memberikan peluang bakteri berkembang lebih cepat pada kondisi autolisis. *Esherichia coli* dapat membentuk koloni pada saluran pencernaan manusia maupun hewan dalam beberapa jam setelah kelahiran. Kebanyakan *Esherichia coli* memiliki virulensi yang rendah dan bersifat oportunistik (Songer dan Post 2005).

2.4.4 Patogenitas

Menurut Brooks et al. (2005) bakteri *Esherichia coli* merupakan mikroflora alami yang terdapat pada saluran pencernaan manusia dan hewan. Beberapa galur *Esherichia coli* yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia adalah *Enteropathogenic Esherichia coli* (EPEC), *Enterotoxigenic Esherichia coli* (ETEC), *Enterohaemorrhagic Esherichia coli* (EHEC), *Enteroinvasive Esherichia coli* (EIEC), dan *Enteroggregative Esherichia coli* (EAEC).

1. ETEC (*Enterotoxigenic E. coli*)

ETEC adalah *Esherichia coli* patogen penyebab utama diare akut dengan dehidrasi pada anak-anak dan orang dewasa di negara-negara yang mempunyai 2 musim maupun 3 musim. ETEC dapat menghasilkan enterotoksin yang mengakibatkan adanya ekskresi cairan elektrolit tubuh sehingga timbul diare dengan dehidrasi. Enterotoksin yang dihasilkan oleh ETEC secara immunologis sama seperti enterotoksin yang dihasilkan oleh *Vibrio cholera*.

Enterotoksin ETEC terdiri dari dua macam yaitu:

- A. Labile Toxin (LT) yang mempunyai berat molekul yang tinggi dan tidak tahan panas (musnah pada pemanasan 60°C selama 10 menit); toksin inilah yang mirip dengan cholera toxin.
- B. Stable Toxin (ST) adalah peptida berukuran kecil yang terdiri atas 18-48 asam amino yang memiliki banyak cystein dalam rantainya. Mempunyai berat molekul rendah, tahan pada pemanasan dan tidak mempunyai sifat antigenik.
(Dubreuil., et al, 2002).

2. EPEC (*Enteropathogenic E. coli*)

EPEC merupakan strain pertama diantara strain *Esherichia coli* yang berhasil diidentifikasi sebagai penyebab diare patogenik pada pasien bayi dan anak-anak pada rumah sakit di Inggris dan beberapa negara di Eropa. Diare yang disebabkan oleh EPEC ini biasanya bersifat selflimited tetapi dapat berkembang menjadi diare yang persisten terutama pada anak-anak di bawah umur 6 bulan. Di negara-negara berkembang, yang dapat terkena infeksi EPEC adalah anak-anak umumnya berusia 1 tahun ke atas (Whittam et al., 2011).

3. EIEC (*Enteroinvasive E. coli*)

EIEC memiliki beberapa kesamaan dengan *Shigella* yaitu dalam hal reaksi biokimia dengan gula-gula rantai pendek, serologi dan sifat patogenitasnya. Sebagaimana halnya dengan *Shigella*, EIEC mengadakan penetrasi mukosa usus dan mengadakan multiplikasi 14 pada sel-sel epitel

colon (usus besar). Kerusakan yang terjadi pada epitel usus menimbulkan diare berdarah. Gejala klinis yang sering ditimbulkan sama seperti gejala disentri yang disebabkan oleh *Shigella* (Parsot et al., 2005).

4. EHEC (*Enterohaemorrhagic E. coli*)

Di Amerika Utara dan beberapa daerah lainnya, EHEC menyebabkan haemorrhagic colitis (radang usus besar). Transmisi EHEC terjadi melalui makanan daging yang diolah dan dihidangkan secara tidak higienis, tapi dapat pula terjadi secara orang ke orang (kontak langsung). Patogenitas EHEC adalah dengan memproduksi sitotoksin yang bertanggung jawab terhadap terjadinya peradangan dan perdarahan yang meluas di usus besar yang menimbulkan terjadinya haemolytic uraemic syndrome terutama pada anak-anak. Gejala khas yang dapat terjadi adalah kejang, panas, diare akut, dan dalam waktu yang cukup singkat diare menjadi berdarah. Kejadian diare yang berdarah tersebut yang membedakan strain EHEC dengan *Shigella* (Karch et al., 2001).

5. EAEC (*Enteroadherent E. coli*)

EAEC telah ditemukan di beberapa negara di dunia ini. Transmisinya dapat food-borne maupun water-borne. Patogenitas EAEC dapat terjadi disebabkan oleh kuman yang melekat dengan rapat pada bagian mukosa usus sehingga menyebabkan gangguan. Beberapa strain EAEC memiliki serotipe seperti EPEC. EAEC tersebut dapat menyebabkan diare yang berair pada anak-anak, dan semakin lama dapat berlanjut menjadi diare persisten (Eslava et al., 2009).

2.5 Tinjauan Ekstrak

Berdasarkan FI edisi V tahun 2015, pengertian ekstrak adalah sediaan pekat yang didapat dengan cara mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati maupun simplisia hewani dengan menggunakan pelarut yang sesuai, lalu semua atau hampir sebagian besar pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian hingga memenuhi baku yang telah ditetapkan.

Berdasarkan bentuk campuran sediaan, ekstraksi dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu sebagai berikut:

1. Ekstraksi Padat – Cair

Substansi yang diekstraksi terdapat didalam campurannya yang berbentuk padat. Maserasi adalah salah satu contoh metode ekstraksi padat-cair yang dilakukan dengan jalan membiarkan padatan terendam dalam suatu pelarut. Maserasi yang dilakukan dengan pelarut polar seperti air, maka diperlukan ekstraksi fasa air yang diperoleh dengan pelarut organik. Maserasi langsung dilakukan dengan pelarut organik maka filtrat hasil ekstraksi dikumpulkan menjadi satu, kemudian dievaporasi atau didistilasi. Salah satu keuntungan metode maserasi adalah cepat, terutama jika maserasi dilakukan pada suhu didih pelarut. Metode ini tidak selalu efektif dan efisien. Waktu yang dibutuhkan untuk merendam serbuk simplisia dalam pelarut bervariasi antara 15-30 menit tetapi terkadang dapat sampai 24 jam. Jumlah pelarut yang diperlukan juga cukup besar, berkisar antara 10-20 kali jumlah sampel (Kristanti, 2008).

2. Ekstraksi Cair – Cair

Mukhriani (2014) menerangkan tentang jenis-jenis metode ekstraksi yang dapat digunakan adalah sebagai berikut :

1. Maserasi

Maserasi merupakan metode sederhana yang paling banyak digunakan. Cara ini sesuai, baik untuk skala kecil maupun skala industri (Agoes, 2007). Metode ini dilakukan dengan menambahkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah yang tertutup rapat dan bersifat inert pada temperature kamar. Proses ekstraksi dapat dihentikan saat kesetimbangan antara jumlah senyawa dalam pelarut dengan jumlah senyawa dalam sel tanaman sudah tercapai. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Kerugian dari metode ini adalah memerlukan waktu dan pelarut yang banyak, dan kemungkinan besar dapat menyebabkan beberapa senyawa hilang. Selain itu, ada beberapa senyawa mungkin sukar diekstraksi dalam kondisi temperature kamar. Namun di sisi

lain, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil.

2. Ultrasound - Assisted Solvent Extraction

Metode ini adalah metode maserasi yang sudah dimodifikasi dengan menggunakan bantuan ultrasound (sinyal dengan frekuensi tinggi, 20 kHz). Wadah yang berisi serbuk sampel ditempatkan dalam wadah ultrasonic dan ultrasound. Hal ini dimaksudkan agar menghasilkan tekanan mekanik pada sel hingga muncul rongga pada sampel. Kerusakan sel dapat menyebabkan peningkatan kelarutan senyawa dalam pelarut dan meningkatkan hasil ekstraksi.

3. Perkolasi

Pada metode ini, serbuk simplisia dilarutkan secara perlahan-lahan dalam sebuah perkolator (wadah silinder yang dilengkapi dengan kran pada bagian bawahnya). Pada bagian atas serbuk sampel di tambahkan pelarut lalu biarkan menetes secara perlahan-lahan pada bagian bawah. Kelebihan dari metode ini adalah sampel senantiasa dialiri oleh pelarut baru. Sedangkan kerugiannya adalah jika sampel dalam perkolator tidak homogen maka pelarut akan sulit menjangkau seluruh area. Selain itu, metode ini juga membutuhkan banyak pelarut dan memakan banyak waktu.

4. Soxhlet

Metode ini dilakukan dengan menempatkan serbuk sampel dalam sarung selulosa (dapat digunakan kertas saring) dalam klonsong yang ditempatkan di atas labu dan di bawah kondensor. Kemudian dimasukkan pelarut yang sesuai ke dalam labu dan atur suhu penangas sehingga nilainya di bawah suhu reflux. Keuntungan dari metode ini adalah proses ekstraksi yang kontinyu, sampel terekstraksi oleh pelarut murni hasil kondensasi sehingga tidak membutuhkan banyak pelarut dan tidak memakan banyak waktu. Kerugiannya adalah senyawa yang memiliki sifat tidak stabil dapat mengalami degradasi karena ekstrak yang didapat terus-menerus berada pada titik didih.

5. Reflux dan Destilasi Uap

Pada metode reflux, sampel dimasukkan bersama pelarut ke dalam labu yang dihubungkan dengan kondensor. Pelarut dipanaskan hingga mencapai titik didih. Uap terkondensasi dan kembali ke dalam labu. Destilasi uap memiliki proses yang sama dan biasanya digunakan untuk mengekstraksi minyak esensial (campuran berbagai senyawa menguap). Selama pemanasan, uap terkondensasi dan destilat (terpisah sebagai 2 bagian yang tidak saling bercampur) ditampung dalam wadah yang terhubung dengan kondensor. Kerugian dari kedua metode ini adalah senyawa yang memiliki sifat tidak stabil (termolabil) dapat terdegradasi (Seidel, 2006).

2.6 Tinjauan Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia adalah cara mengidentifikasi senyawa yang memiliki aktivitas biologi yang belum nampak sehingga diperlukan pemeriksaan yang dapat dengan cepat memisahkan antara bahan alam yang mengandung fitokimia tertentu dengan yang tidak mempunyai kandungan fitokimia. Skrining fitokimia merupakan tahap pendahuluan dalam suatu penelitian fitokimia yang bertujuan untuk memberikan gambaran tentang golongan senyawa yang terkandung dalam tanaman yang sedang diteliti. Metode skrining fitokimia dapat diidentifikasi melalui reaksi uji warna. Hal yang berperan penting dalam skrining fitokimia adalah pemilihan pelarut dan metode ekstraksi (Kristianti *dkk.*, 2008).

Menurut Robinson (1991) alasan lain melakukan skrining fitokimia adalah untuk menentukan ciri senyawa aktif penyebab efek racun atau efek yang bermanfaat, yang ditunjukkan oleh ekstrak tumbuhan kasar bila diuji dengan sistem biologis. Pemanfaatan prosedur fitokimia telah mempunyai peranan yang mapan dalam semua cabang ilmu tumbuhan. Meskipun cara ini penting dalam semua telaah kimia dan biokimia juga telah dimanfaatkan dalam kajian biologis.

2.7 Tinjauan Antibiotik

Antibiotik merupakan komponen alami ataupun sintetik yang dapat membunuh bakteri, terdapat banyak jenis antibiotik yang bekerja secara berbeda terhadap bakteri, biasanya antibiotik tidak bekerja langsung terhadap virus. Antibiotik juga dapat diperoleh dari bakteri, organisme eukaryotik, dan tanaman.

Biasanya dihasilkan untuk melindungi diri dan membunuh bakteri lain (Lerner, K. Lee and Lerner, Brenda Wilmoth, 2003).

Antibiotik jika ditinjau berdasarkan struktur kimianya, terbagi menjadi beberapa kelompok yaitu:

1. Golongan Glikopeptida. Diantaranya vankomisin, teikoplanin, ramoplanin dan dekaplanin.
2. Golongan Poliketida. Diantaranya golongan ketolida (telitromisin), golongan makrolida (eritromisin, azitromisin, klaritromisin, roksitromisin), golongan tetrasiklin (doksisiklin, oksitetrasiklin, klortetrasiklin).
3. Golongan Polimiksin. Diantaranya polimiksin dan kolistin.
4. Golongan Streptogramin. Diantaranya pristinamycin, virginiamycin, mikamycin, dan kinupristin-dalfopristin.
5. Golongan Kinolon (fluorokinolon). Diantaranya asam nalidiksik, siprofloksasin, ofloksasin, norfloksasin, levofloksasin, dan trovafloksasin.
6. Golongan Sulfonamida. Diantaranya kotrimoksazol dan trimetoprim.
7. Golongan Aminoglikosida. Diantaranya amikasin, dibekasin, gentamisin, kanamisin, neomisin, netilmisin, paromomisin, sisomisin, streptomisin, tobramisin.
8. Golongan Beta-Laktam. Diantaranya golongan sefalosporin (sefaleksin, sefazolin, 8 sefuroksim, sefadroksil, seftazidim), golongan karbapenem (ertapenem, imipenem, meropenem), golongan beta-laktam monosiklik, dan golongan penisilin (penisilin, amoksisilin).
9. Golongan Oksazolidinon. Diantaranya linezolid dan AZD2563.
10. Antibiotika lain yang penting, seperti kloramfenikol, klindamisin dan asam fusidat (Glazer, 2007).

2.7.1 Aksi Antibiotik

Salah satu yang dapat membunuh atau menghambat mikroba adalah zat antibiotik. Antibiotik yang menghambat pertumbuhan dari bakteri disebut bakterostatik, dimana mekanisme kerjanya dengan mempertahankan normal sel host agar dapat membunuh beberapa bakteri setelah terlebih dahulu menghambat

pertumbuhannya. Sedangkan bakteriosidal adalah zat antibiotik yang dapat membunuh, ketika pertahanan dari sel host tidak kuat untuk menghancurkan bakteri patogen maka pemberian bakteriosidal dapat membunuh mikroba pathogen (Nester et al., 2009).

2.7.2 Spektrum Antibiotik

Antibiotik dapat membunuh atau menghambat mikroorganisme dengan spektrum sempit, misalnya hanya membunuh bakteri gram positif saja. Sedangkan antibiotik yang memiliki spektrum luas dapat membunuh bakteri Gram positif maupun Gram negatif. Antibiotik dengan spectrum luas memiliki beberapa kekurangan yaitu dapat membunuh semua bakteri maupun flora normal yang ada di dalam tubuh. (Nester dkk, 2009).

2.7.3 Mekanisme Antibiotik

Antibiotik dapat menghambat kerja reaksi. Reaksi tersebut ada yang penting untuk pertumbuhan sehingga mengganggu pertumbuhan mikroba. Penghambatan dari antibiotik pada beberapa reaksi dapat terjadi dengan memblokir beberapa reaksi tersebut secara langsung, namun masing-masing reaksi memerlukan konsentrasi antibiotik yang berbeda-beda. Ketergantungan pada konsentrasi ini menggambarkan perbedaan kepekaan reaksi tersebut terhadap antibiotik (Glazer, 2007).

Menurut Nester dkk (2009) mekanisme aksi antibiotik ada 4 poin, yaitu :

1. Menghambat sintesis dinding sel

Dinding sel bakteri sangat unik, karena mengandung peptidoglikan. Ada beberapa antibiotik yang dapat merusak dinding sel bakteri yaitu dengan cara menghambat sintesis enzim atau menginaktivasi enzim, sehingga menyebabkan hilangnya viabilitas dari sel bakteri dan terjadilah lisis (Purwoko, 2007). Antibiotik yang dapat menghambat sintesis dinding sel adalah golongan penisilin, sefalosporin, sikloserin, vankomisin, ristosetin dan basitrasin. Antibiotik ini menghambat sintesis dinding sel terutama dengan mengganggu sintesis peptidoglikan. Pada bakteri Gram positif struktur dinding selnya relatif sederhana tersusun dari peptidoglikan yang lapisan cukup tebal dan Gram negatif relatif lebih

komplek dan mempunyai lapisan peptidoglikan cukup tipis, diselubungi oleh lapisan lipoprotein, lipopolisakarida, fosfolipid dan beberapa protein (Hardy, 2002).

2. Menghambat sintesis protein

Sel mikroba perlu mensintesis protein yang berlangsung di dalam ribosom bekerja sama dengan mRNA dan tRNA. Jika terjadi gangguan sintesis protein akan berakibat sangat fatal, antibiotik dengan mekanisme kerja seperti ini mempunyai daya antibakteri sangat kuat. Antibiotik kelompok ini meliputi aminoglikosid, makrolid, linkomisin, tetrasiklin, kloramphenikol, novobiosin, puromisin (Nester dkk, 2009).

Bila sel dipindahkan ke media bebas antibiotik, mereka dapat tumbuh kembali setelah antibiotik berkurang dari sel kecuali streptomisin yang mempunyai aktivitas bakterisid. Pengaruh zat ini terhadap sel eukariot diperkirakan sitotoksik. Beberapa penghambat ribosom 80s seperti puromisin dan sikloheksimid sangat toksik terhadap sel mamalia, oleh karena itu tidak digunakan untuk terapi, sedang tetrasiklin mempunyai toksisitas relatif kecil bila digunakan oleh orang dewasa. (Hardy, 2002).

3. Menghambat sintesis asam nukleat

Menurut Hardy (2002), antibiotik yang mempengaruhi sintesis asam nukleat dan protein mempunyai mekanisme kegiatan pada tempat yang berbeda, antara lain :

- a) Mempengaruhi replikasi DNA, seperti bleomisin, phleomisin, mitomisin, edeine dan porfiromisin.
- b) Mempengaruhi transkripsi, seperti aktinomisin, kromomisin, ekonomisin, rifamisin, korisepin dan streptolidigin.
- c) Mempengaruhi pembentukan aminoacyl-tRNA, seperti borrelidin.
- d) Mempengaruhi translasi DNA, yaitu chloramphenicol, karbomisin, crytromisin, streptomisin, neomisin, kanamisin, linkomisin, dan tetrasiklin.

4. Menghambat jalur metabolime utama

Beberapa antibiotik mempunyai cara membunuh dan menghambat dengan mengganggu metabolime utama mikroba, cara ini merupakan yang paling efektif dalam membunuh mikroorganisme, misalnya sulfonamides dan trimethoprim, keduanya menghambat tahapan yang berbeda pada jalur metabolime yang menginisiasi sintesis dari asam folat dan akhirnya menghambat sintesis koenzim untuk biosintesis nukleotida (Nester dkk, 2009).

2.7.4 Ekstrak Tunbunan yang Teruji Memiliki Aktivitas Antibakteri

1. Ekstrak kasar flavanoid fraksi etil asetat biji mahoni (*S.magahoni*) berpotensi kuat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif *staphylococcus aureus* pada dosis 900 µg/cakram dengan DDH (cm±SE) 1.08±0.01 cm dan bakteri *Escherechia coli* pada dosis 1200 µg/cakram dengan DDH (cm±SE) 1.27±0.01 cm. (Soetjito et al., 2010)
2. Ekstrak metanol pada daun *L. furcatus* mempunyai daya hambat paling tinggi dengan zona hambat 12 mm (konsentrasi 50 µg), 19.5 mm (konsentrasi 100 µg), dan 20 mm (konsentrasi 200 µg) terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (Purwantoro et al., 2016)
3. Pada penelitian Mpila dkk. (2012) ditimbang 0,05 g; 0,1 g; 0,2 g; 0,4 g; dan 0,8 g ekstrak etanol daun mayana kemudian masing-masing dilarutkan dalam 1 ml larutan CMC. Sehingga didapatkan konsentrasi efektif untuk menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* pada kosentrasi 20%, 40% dan 80%. Sedangkan pada konsentrasi ekstrak 10%, 20%, 40% dan 80% merupakan konsentrasi efektif untuk menghambat bakteri *Escherichia coli*.
4. Pada penelitian Sani (2015) Konsentrasi ekstrak etanol pukul empat (*Mirabilis jalapa L.*) yang paling efektif yaitu berada pada 1000 µg/ml.
5. Pada ekstrak daun lidah buaya memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* terjadi pada konsentrasi 100% dengan rata-rata daya hambat 11,58 mm, sedangkan pada bakteri *Escherichia coli* kemampuan tertinggi aktivitas antibakteri terjadi pada konsentrasi 75% dengan rata-rata daya hambat 6,92 mm (Puteri, 2017).

6. Aktivitas penghambatan bakteri ekstrak daun cabe rawit 25%, 50%, 75% dan 100% secara berturut-turut menghasilkan zona hambat 8 mm, 9,1 mm, 10,1 mm dan 11,2 mm. dan ekstrak daun cabe rawit (*Capsicum frutescens* L.) 25%, 50%, 75% dan 100% memiliki potensi untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.(Lestari, 2016)
7. Menurut penelitian Sinarsih (2016) Konsentrasi optimum pemberian ekstrak etanol daun trembesi dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus* adalah sebesar 8,3% (b/v) dan *E. coli* sebesar 9% (b/v).
8. Ekstrak daun putri malu sensitif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan konsentrasi yang disarankan adalah 25 mcg/ml (Sari et al., 2015)
9. Kadar Hambat Minimal (KHM) ekstrak etanol buah pare (*Momordica charantia*) terhadap *Staphylococcus aureus* didapatkan pada konsentrasi 25% (Rachmawati et al., 2015)

2.8 Tinjauan Metode Uji Aktivitas Antibakteri

Metode skrining yang sering digunakan untuk mendeteksi aktivitas anti mikroba produk alam dibagi menjadi 3 kelompok yaitu metode difusi, metode dilusi, dan bioautografi. Metode difusi dan bioautografi merupakan teknik secara kualitatif karena metode ini hanya menunjukkan ada atau tidaknya senyawa dengan aktivitas antimikroba. Sedangkan metode dilusi digunakan untuk kuantitatif yang akan menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (Choma et al., 2010).

2.8.1 Metode Difusi

Metode yang paling sering digunakan adalah metode difusi agar. Cakram kertas saring berisi sejumlah tertentu obat ditempatkan pada permukaan medium yang sebelumnya telah diinokulasi bakteri uji pada permukaannya. Setelah inkubasi, jika sampel memiliki daya antimikroba, maka akan terlihat adanya daerah hambatan pertumbuhan bakteri.. Metode ini dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik dan kimia, selain faktor antara obat dan organisme (misalnya sifat medium dan kemampuan difusi, ukuran molekular dan stabilitas obat) (Jawetz *et al.*, 2001).

Metode difusi dibagi lagi menjadi tiga, yaitu difusi cakram, difusi silinder dan *hole plate*. Dalam prosedur cakram, kertas cakram (berdiameter ± 6 mm) yang mengandung senyawa uji ditempatkan pada permukaan agar yang sebelumnya diinokulasi dengan mikroorganisme uji. Senyawa uji berdifusi ke medium agar menyebabkan perambatan pertumbuhan mikroorganisme. Cawan petri diletakan pada suhu kamar sebelum diinkubasi, kemudian zona hambat diukur. Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) ditentukan secara visual, karena uji senyawa konsentrasi terendah, yang dapat menyebabkan zona hambat pertumbuhan dapat dikenali. Namun, metode difusi kurang cocok untuk menentukan nilai KHM dari pada dilusi, karena tidak mungkin mengukur jumlah senyawa uji yang berdifusi kedalam medium agar (Choma *et al.*, 2010).

2.8.2 Metode Dilusi

Keuntungan utama dari metode dilusi dapat memperkirakan konsentrasi senyawa uji dalam medium agar atau suspensi *broth*, biasanya digunakan untuk menentukan nilai KHM. Pada metode dilusi agar, medium diinokulasi dengan organisme dan sampel yang diuji dicampur dengan inokulum. Material yang diinokulasi dan pertumbuhan mikroorganisme dapat terlihat dan dibandingkan dengan kultur kontrol yang tidak mengandung sampel uji. Pengujian diulang dengan variasi dilusi sampel uji dalam medium kultur dan menentukan dilusi yang paling tinggi dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme sampel (Rahmat *et al.*, 2005).

Dalam tabung uji, berbagai konsentrasi senyawa uji dicampur dengan suspensi bakteri pada beberapa tabung, konsentrasi terendah menyebabkan penghambatan pertumbuhan mikroorganisme sesuai dengan nilai KHM. Pada uji mikrodilusi cair, mikroorganisme yang tumbuh disumur plat, dimana berbagai konsentrasi senyawa uji ditambahkan. Pertumbuhan mikroorganismenya ditunjukkan oleh adanya kekeruhan dalam sumur (Choma *et al.*, 2010).

2.8.3 Metode Bioautografi

Bioautografi adalah suatu metode pendeteksian untuk menemukan suatu senyawa antimikroba yang belum teridentifikasi dengan cara melokalisasi aktivitas antimikroba tersebut pada suatu kromatogram. Bioautografi dapat juga digunakan untuk mendeteksi antibiotik yang belum diketahui yang mana metode kimia dan fisika hanya terbatas pada substansi yang murni. Sementara deteksi kimia dengan reaksi warna spesifik digunakan sebagai pembanding hasil bioautografi sehingga kedua metode tersebut saling melengkapi. Dalam prakteknya, kromatogram diletakkan pada permukaan media agar di dalam petri yang telah diinokulasi dengan mikroorganisme yang sensitive untuk antibiotik yang dipelajari. Setelah diinkubasi selama 15-20 jam pada temperatur kira-kira 37°C akan tampak zona jernih pada lapisan media agar yang antibiotiknya berdifusi ke lapisan tersebut dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme, sedangkan lapisan media agar yang ditumbuhi media mikroorganisme akan tampak buram (Mulyaningsih, 2004).

2.9 Tinjauan Kromatografi

Saat ini kromatografi merupakan teknik pemisahan yang paling umum dan paling sering digunakan dalam bidang kimia analisis dan dapat dimanfaatkan untuk melakukan analisis, baik analisis kualitatif, analisis kuantitatif, atau preparatif dalam bidang farmasi, industry dan lain sebagainya. Kromatografi merupakan suatu teknik pemisahan dan pemurnian suatu senyawa berdasarkan perbedaan distribusinya terhadap fase diam (*stationary phase*) dan fase gerak (*mobile phase*) (Rohman dan Gandjar, 2007).

2.9.1 Kromatografi Lapis Tipis

Pada kromatografi lapis tipis (KLT) atau disebut juga dengan kromatografi planar, fase diamnya berupa lapisan yang seragam (*uniform*) pada permukaan bidang datar yang didukung oleh lempeng kaca, pelat aluminium, atau plat plastik. Kromatografi lapis tipis dalam pelaksanaannya lebih mudah dan lebih murah. Demikian juga peralatan yang digunakan (Rohman, 2007).

Pengamatan pada kromatografi lapis tipis dilakukan dengan cara melihat nilai R_f (*Retention factor*) dari solut. Nilai R_f didefinisikan sebagai jarak yang

ditempuh solut dibagi jarak yang ditempuh fase gerak. Nilai minimum R_f yaitu 0, ini terjadi ketika solut tertahan pada posisi titik awal permukaan fase diam. Apabila solut bermigrasi dengan kecepatan yang sama dengan fase gerak yang menunjukkan bahwa solut mempunyai perbandingan distribusi (D) dan faktor retensi (k') sama dengan 0, maka nilai R_f bernilai maksimal yaitu 1 atau jika dinyatakan dalam hR_f ($R_f \times 100$) 100 (Gandjar dan Rohman, 2007).

$$R_f = \frac{\text{Jarak yang ditempuh senyawa}}{\text{Jarak yang ditempuh fase gerak}}$$

Ada pula faktor kapasitas, k' , yang menyatakan rasio kuantitas solut yang terdistribusi antara fase gerak dan fase diam.

$$k' = \frac{t_s}{t_m}$$

dengan t_s adalah waktu retensi komponen dalam fase diam dan t_m adalah waktu retensi komponen dalam fase gerak.

2.9.2 Kromatografi Lapis Tipis Preparatif

Salah satu bentuk lain dari KLT adalah kromatografi lapis tipis preparatif. KLT preparatif digunakan untuk memisahkan dan mengisolasi senyawa atau komponen 25 dengan kuantitas yang lebih banyak dibandingkan dengan KLT analitik (biasanya 10–1000 mg). Tujuan dari KLT preparatif adalah untuk mendapatkan senyawa murni untuk digunakan dalam proses analisis spektrometri atau kromatografi lebih lanjut, atau untuk penentuan aktivitas biologisnya (Kowalska dan Sherma, 2006).

Penjerap dapat disiapkan sendiri secara baru di laboratorium dengan cara mencetak penjerap di atas plat, atau tersedia juga plat yang sudah terdapat penjerap (*precoated layer*) secara komersial di pasaran. Ketebalan penjerap biasanya 0,5 – 2 mm tergantung kapasitas pemuatan sampel (Kowalska dan Sherma, 2006).