

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Uraian Tanaman Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

##### 2.1.1. Klasifikasi Tanaman

Kingdom : Plantae  
Division : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Sub Kelas : Roidae  
Ordo : Geraniales  
Suku/Familia : Oxalidaceae  
Genus/Marga : *Averrhoa*  
Spesies/Jenis : *Averrhoa bilimbi* L.  
(Panjaitan, 2018).



Gambar 2.1 Pohon belimbing wuluh  
(Kumar et al., 2013).



Gambar 2.2. Buah dan Bunga Belimbing Wuluh  
(Dokumen pribadi, 2020).



Gambar 2.3 Daun belimbing wuluh  
(Dokumen pribadi, 2020).

#### 2.1.2. Nama lain

Tanaman belimbing wuluh memiliki beragam nama disetiap daerah, antara lain :

Sumatera: Asom belimbing, balimbieng, balimbingan, balimbing.

Jawa : Belimbing wuluh, calincing wulet, bhalingbhing bulu

Bali : Blimbing buloh

Sulawesi: Limbi, balimbeng, lumpias, lembetue, bainang, calene, takurela

Kalimantan Selatan : Belimbing wuluh, belimbing tunjuk.

Papua : Uteke

(Jannah, 2019).

### 2.1.3. Morfologi Tanaman

Tanaman belimbing wuluh berbentuk pohon kecil, tingginya mencapai 10 m dengan batang yang tidak terlalu besar. Belimbing wuluh merupakan pohon buah, dapat tumbuh liar dan ditemukan di dataran rendah. Daun belimbing wuluh ini majemuk menyirip ganjil dengan 21-45 pasang anak daun. Anak daun bertangkai pendek, bentuknya bulat telur, ujung runcing, pangkal membundar, tepi rata, panjang 2-10 cm, lebar 1-3 cm, warnanya hijau, permukaan bawah warnanya lebih muda. Buah belimbing wuluh berbentuk bulat lonjong bersegi hingga seperti torpedo, panjangnya 4-10 cm. Warna buah ketika muda hijau dengan sisa kelopak bunga menempel pada ujungnya. Apabila buah sudah masak, maka buah berwarna kuning atau kuning pucat. Daging buahnya mengandung banyak air dan rasanya asam. Kulit buahnya berkilap dan tipis. Biji bentuknya bulat telur, gepeng (Jannah, 2019).

### 2.1.4. Kandungan Kimia

Kandungan kimia dari buah belimbing mengandung flavonoid, steroid/triterpenoid, glikosida, protein, lemak, kalsium, fosfor, besi, vitamin A, B1, dan C (Jannah, 2019). Ekstrak daun belimbing wuluh mengandung alkaloid, fenolik, flavonoid, saponin, triterpenoid, glikosida dan tanin (Hasanah & Novian, 2020). Sedangkan ibu tangkai daunnya sendiri mengandung alkaloid dan polifenol (Jannah, 2019). Batang tanaman belimbing mengandung senyawa saponin, glukosida, tanin, sulfur, kalsium oksalat, asam format, peroksidase (Azmi, 2013). Ekstrak etanol bunga belimbing wuluh mengandung

saponin, triterpenoid dan fenolik, sementara ekstrak akuades bunga belimbing wuluh mengandung flavonoid dan saponin (Agustin *et al.*, 2019).

## 2.2. Ekstraksi

### 2.2.1. Pengertian Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses penarikan atau pemisahan komponen kimia atau zat aktif suatu simplisia dengan menggunakan pelarut tertentu. Ekstraksi bertujuan untuk menarik komponen kimia yang terdapat pada bahan alam. Ekstraksi ini didasarkan pada prinsip berpindahannya massa komponen zat ke dalam pelarut, perpindahan mulai terjadi pada lapisan antar muka lalu berdifusi masuk ke dalam pelarut (Harbone, 1987).

### 2.2.2. Metode Ekstraksi

Ada 2 jenis ekstraksi yaitu ekstraksi dengan cara pendinginan dan pemanasan.

#### 2.2.2.1. Cara Dingin

##### 1. Maserasi

Maserasi berasal dari kata *macerare* artinya melunakkan. Maserasi merupakan proses ekstraksi simplisia yang menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengadukan pada suhu ruangan. Metode ini bertujuan untuk menarik zat-zat berkhasiat yang tahan pemanasan maupun yang tidak tahan terhadap pemanasan. Prosedurnya dilakukan dengan merendam simplisia dalam pelarut yang sesuai dalam wadah tertutup. Proses pengadukan dapat mempercepat ekstraksi, sedangkan apabila tidak ada pengadukan maka dapat terjadi penurunan perpindahan zat berkhasiat (Depkes RI, 1986). Keuntungan dari metode maserasi yaitu prosedur dan peralatan yang digunakan sederhana dan tidak dipanaskan sehingga senyawa dari

bahan alam tidak menjadi terurai. Ekstraksi dingin ini memungkinkan banyak senyawa terekstraksi, meskipun beberapa senyawa memiliki kelarutan terbatas dalam pelarut pada suhu kamar.

## 2. Perkolasi

Perkolasi adalah ekstraksi yang dilakukan dengan mengalirkan pelarut melalui serbuk simplisia yang telah dibasahi. Bertujuan agar zat berkhasiat dapat tertarik semua. Simplisia terlebih dahulu direndam dengan pelarut dan dibiarkan membengkak untuk mempermudah pelarut masuk ke dalam sel, tetapi pembengkakan tersebut dapat menyebabkan pecahnya wadah. Saat pengisian simplisia tidak boleh ada rongga, karena dapat mengganggu keteraturan aliran dan menyebabkan kurangnya hasil ekstraksi (Voigt, 1994). Keuntungan dari metode ini adalah proses penarikan zat berkhasiat dari tumbuhan lebih sempurna, sedangkan kerugiannya adalah membutuhkan waktu yang lama dan peralatan yang digunakan mahal.

### 2.2.2.2. Cara Panas

#### 1. Sokletasi

Sokletasi adalah metode ekstraksi dengan prinsip pemanasan dan perendaman sampel. Hal tersebut menyebabkan terjadinya pemecahan dinding dan membran sel akibat adanya perbedaan tekanan di dalam dan di luar sel. Sehingga, metabolit sekunder dalam sitoplasma akan terlarut ke dalam pelarut organik. Larutan itu kemudian menguap ke atas dan melewati pendingin udara yang akan mengembunkan uap kemudian menjadi tetesan yang akan terkumpul kembali. Jika larutan melewati batas lubang pipa

samping soklet maka disebut dengan sirkulasi. Sirkulasi yang berulang itulah yang menghasilkan ekstrak yang baik (Depkes RI, 2006).

## 2. Refluks

Ekstraksi ini termasuk ekstraksi berkesinambungan. Bahan yang akan diekstraksi direndam dengan cairan penyari pada labu alas bulat yang dilengkapi dengan alat pendingin tegak, kemudian dipanaskan hingga mendidih. Cairan penyari akan menguap, uap akan diembunkan dengan pendingin tegak dan akan kembali menyari zat aktif. Ekstraksi ini biasanya dilakukan 3 kali dan setiap kali ekstraksi memakan waktu selama 4 jam (Depkes RI, 2006).

## 3. Infusa

Infusa termasuk dalam ekstraksi panas, proses ekstraksi menggunakan pelarut air pada penangas air (bejana infus tercelup dalam penangas air mendidih), suhu terukur berkisar 96-98°C selama waktu tertentu yaitu 15-20 menit (Depkes RI, 2006).

## 4. Digesti

Digesti adalah maserasi kinetik (dengan pengadukan kontinyu) pada suhu yang lebih tinggi dari suhu ruangan, yaitu secara umum dilakukan pada suhu 40-50°C, cara ini hanya cocok pada simplisia yang zat berkhasiatnya tahan terhadap pemanasan (Depkes RI, 2006).

## 5. Dekokta

Dekokta merupakan metode infus tetapi dengan waktu yang lebih lama dan suhu sampai titik didih air, yaitu pada suhu 90-100°C selama 30 menit (Depkes RI, 2006).

### 2.3. Jerawat

Pada kulit dalam kondisi normal, sering terjadi penumpukan kotoran dan sel kulit mati yang disebabkan kurangnya perawatan dan pemeliharaan, khususnya kulit yang memiliki tingkat reproduksi minyak yang tinggi. Hal tersebut memicu tersumbatnya saluran kantung rambut (folikel). Sel kulit mati dan kotoran yang menumpuk tersebut, kemudian terkena bakteri jerawat, maka timbulah jerawat (Hadawiyah, 2012).

Jerawat atau *acne vulgaris* adalah suatu kondisi kulit yang mengalami peradangan dan disertai dengan penyumbatan saluran kelenjar minyak kulit dan rambut (saluran pilosebacea). Jika saluran tersebut tersumbat, maka sebum atau minyak tidak dapat keluar dan mengumpul di dalam saluran pilosebacea, jumlah oksigen di dalam saluran tersebut menjadi menipis dan *Propionibacterium acnes* tumbuh subur, tubuh membaca hal tersebut sebagai infeksi, kemudian sistem imun bereaksi. Inflamasi atau pembengkakan terjadi sebagai tanda bahwa tubuh melawan infeksi, pembekakan terjadi di saluran sehingga terjadi komedo (Hafsari et al., 2015). Jerawat yang tidak diobati dapat membengkak (membesar dan berwarna kemerahan) disebut papule. Jika jerawat mengalami peradangan yang semakin parah, sel darah putih mulai naik ke permukaan kulit dalam bentuk nanah (pus) disebut pustules. Terjadinya peradangan diakibatkan oleh folikel yang ada di dalam dermis mengembang karena berisi lemak padat, kemudian pecah, dan sel darah putih menuju ke area folikel sebacea, sehingga terjadilah peradangan. Peradangan akan semakin parah apabila kuman dari luar ikut masuk ke dalam jerawat. Jerawat yang meradang berwarna merah, cepat membesar, berisi nanah dan terasa nyeri. Pustules yang tidak terawat, mengakibatkan jaringan kolagen mengalami kerusakan sampai pada lapisan dermis, sehingga dapat menjadikan kulit/wajah bopeng (Hadawiyah, 2012).

### 2.4. Bakteri *Propionibacterium acnes*

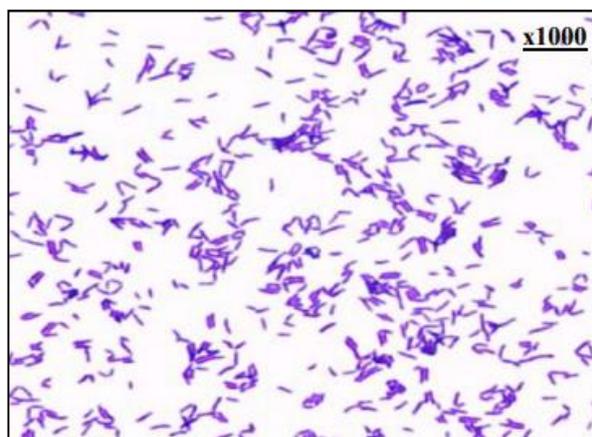
Bakteri adalah kelompok organisme yang tidak mempunyai membran inti sel (bersel tunggal). *Propionibacterium acnes* berperan penting pada patogenesis jerawat yang dapat menyebabkan inflamasi. Bakteri ini

menghasilkan lipase, yang dapat memecahkan asam lemak bebas dari lipid kulit. Asam lemak menyebabkan inflamasi jaringan ketika berhubungan dengan sistem imun dan menyebabkan terjadinya jerawat (Hasanah & Novian, 2020). Inflamasi timbul karena perusakan stratum korneum dan stratum germinativum dengan mensekresikan bahan kimia yang menghancurkan dinding pori. Jerawat timbul karena asam lemak dan minyak kulit tersumbat (Yuniasari, 2019).

*Propionibacterium acnes* merupakan bakteri anaerob yang biasanya menetap pada kulit normal. Bakteri tersebut termasuk bakteri yang tumbuhnya lambat, berbentuk batang dan dapat hidup diudara (Hasanah & Novian, 2020).

#### 2.4.1. Klasifikasi dari *Propionibacterium acnes*

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Actinobacteria
Famili	: Propionibacteriaceae
Genus	: Propionibacterium
Species	: <i>P. Acnes</i>



Gambar 2.4 Bakteri *P.acnes* (Yuniasari, 2019).

Bakteri *Propionibacterium acnes* berbentuk batang tak teratur yang terlihat pada pewarnaan Gram positif. Bakteri ini dapat tumbuh di udara dan tidak menghasilkan endospora. Bakteri ini dapat berbentuk filamen bercabang atau campuran antara bentuk batang

atau filamen dengan bentuk kokoid. Bakteri ini memerlukan oksigen mulai dari aerob atau anaerob. Beberapa bersifat patogen untuk hewan dan tanaman. Obat yang digunakan terbagi dua yaitu topikal dan sistemik, secara topikal kebanyakan mengandung unsur sulfur dan astringent lainnya. Benzoil Peroksida 2,5-10% sangat aktif melawan *Propionibacterium acne*. Obat terapi sistemik yang digunakan adalah klindamisin, tetrasiklin dan eritromisin (Dini, 2010).

## 2.5. Metode Uji Aktivitas Antibakteri

### 2.5.1. Metode Difusi

Metode difusi disk ( tes kirby & baurer ) ini untuk menentukan atau mengukur aktivitas antibakteri. Cawan yang berisi agen antibakteri diletakkan pada media agar yang telah ditanami bakteri yang akan berdifusi tersebut. Area jernih mengidentifikasi adanya hambatan pertumbuhan bakteri oleh agen antibakteri di permukaan media agar (Pratiwi, 2008). Metode difusi ini terdiri dari 3 cara, antara lain :

#### 2.5.1.1. Metode Cakram

Metode ini disebut juga *disc diffusion* (tes Kirby & Bauer). Prinsip dari metode cakram adalah bahan uji dijenuhkan pada kertas saring (kertas cakram). Fungsi dari kertas saring adalah sebagai tempat penampungan zat antimikroba. Kertas saring yang mengandung zat antimikroba tersebut diletakkan pada lempeng agar yang telah diinokulasi dengan mikroba uji lalu diinkubasi pada waktu dan suhu tertentu, kemudian diinkubasi dengan suhu 37°C dan selama 18-24 jam (Rahmawati, 2015). Hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada atau tidaknya daerah bening yang terbentuk disekeliling kertas cakram yang menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan bakteri.

#### 2.5.1.2. Metode parit/ *Ditch plate technique*

Media agar yang telah ditanamkan bakteri dibuat sebuah parit dengan cara memotong media agar yang ada di cawan petri pada bagian tengah secara membujur. Parit yang telah dibuat akan diisi dengan senyawa antimikroba. Hasil yang akan diperoleh yaitu ada atau tidaknya penghambatan bakteri di sekitar parit (Rahmawati, 2015).

#### 2.5.1.3. E-test

Digunakan untuk mengestimasi MIC (minimum inhibitory concentration) atau KHM (kadar hambat minimum) yaitu konsentrasi minimal suatu agen antimikroba untuk dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Jannah, 2019).

#### 2.5.1.4. Metode Sumuran (*Cup-plate technique*)

Metode lubang atau sumuran ini yaitu dengan membuat lubang pada agar padat yang telah diinokulasi dengan bakteri. Jumlah dan letak lubang disesuaikan dengan tujuan penelitian, lalu lubang tersebut disuntikkan dengan ekstrak yang akan diuji. Setelah itu dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam, kemudian amati pertumbuhan bakteri untuk melihat ada tidaknya daerah hambatan di sekeliling lubang (Rahmawati, 2015). Kelebihan dari metode sumuran yaitu lebih mudah untuk mengukur luas zona hambat yang terbentuk karena isolat beraktivitas tidak hanya dipermukaan atas nutrisi agar tetapi juga sampai ke bagian bawah (Abubakar & Yamlean, 2019).

#### 2.5.2. Metode Dilusi

Metode dilusi dibedakan menjadi dua yaitu dilusi cair (*broth dilution*) dan dilusi padat (*solid dilution*). Metode dilusi cair

menggunakan satu seri tabung reaksi yang diisi dengan media cair dan sejumlah tertentu mikroba yang diuji. Metode ini mengukur MIC (*minimum inhibitory concentration* atau kadar Hambat minimum KHM) dan MBC (*minimum bactericidal concentration* atau kadar hambat bunuh minimum). Metode dilusi padat serupa dengan dilusi cair namun menggunakan media padat (solid) (Jannah, 2019).

Tabel 2.1 Klasifikasi Respon Daya Hambat Antibakteri

<b>Diameter Zona Hambat</b>	<b>Hambatan Pertumbuhan Bakteri</b>
>20 mm	Sangat Kuat
10-20 mm	Kuat
5-10 mm	Sedang
<5 mm	Lemah

Sumber : Jannah (2019)

## 2.6. Senyawa Metabolit Sekunder

Metabolit sekunder pada tumbuhan berfungsi sebagai pertahanan terhadap virus, mikroba, fungi, terhadap herbivora/predator, dan tumbuhan competitor (pesaing); sebagai atraktan yaitu aroma atau bau yang dapat merangsang hewan untuk tertarik ataupun mendekat (Julianto, 2019).

### 2.6.1. Senyawa Fenolik

Karakteristik senyawa ini yaitu adanya cincin aromatic yang mengandung satu atau dua gugus hidroksi (OH). Adapun ciri-ciri dari senyawa fenolik, yaitu mudah larut dalam pelarut polar, apabila murni, maka tidak berwarna, mudah teroksidasi jika terkena udara dan menimbulkan warna gelap, membentuk kompleks dengan protein, sangat peka terhadap oksidasi enzim, mudah teroksidasi oleh basa kuat, menyerap sinar UV-Vis (Julianto, 2019).

Senyawa fenolik terbagi lagi menjadi beberapa kelompok, yaitu fenol sederhana dan asam fenolat, fenilpropanoid, flavonoid, dan tanin (Julianto, 2019).

#### 2.6.1.1. Fenol sederhana dan asam fenolat

Senyawa ini merupakan senyawa fenolik sederhana tetapi jarang ditemukan dalam tumbuhan, fenol bebas jarang terdapat pada tumbuhan, kecuali hidrokuinon (Julianto, 2019).

#### 2.6.1.2. Fenilpropanoid

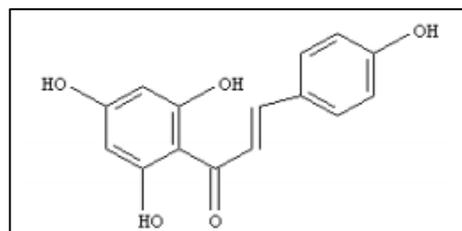
Senyawa ini merupakan senyawa yang memiliki kerangka dasar karbon yang terdiri dari cincin benzene (C<sub>6</sub>) yang berikatan pada ujung rantai karbon propana (C<sub>3</sub>). Contoh senyawa ini adalah kumarin, fenil propana, dan hidroksikumarin (Julianto, 2019).

#### 2.6.1.3. Flavonoid

Flavonoid ini merupakan golongan fenolik yang senyawanya terdiri dari 15 atom yang membentuk C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, dan merupakan senyawa kelompok fenolik terbesar di alam. Flavonoid merupakan kandungan khas pada tumbuhan hijau kecuali alga. Flavonoid sebenarnya terdapat pada semua bagian tumbuhan termasuk daun, akar, kayu, kulit, tepung sari, nectar, bunga, buah, dan biji. Dari berbagai jenis flavonoid, senyawa flavon, isoflavon, dan antosianidin merupakan jenis flavonoid yang paling banyak ditemukan di alam (Julianto, 2019).

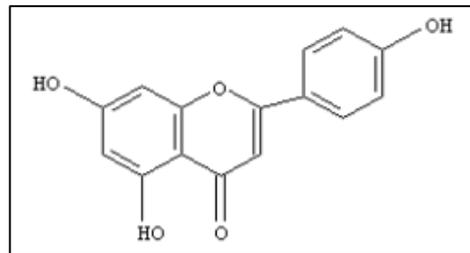
Senyawa-senyawa flavonoid yaitu :

##### 1. Kalkon



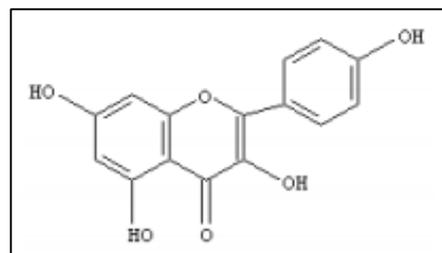
Gambar 2.5 Senyawa kalkon (Julianto, 2019).

## 2. Flavon



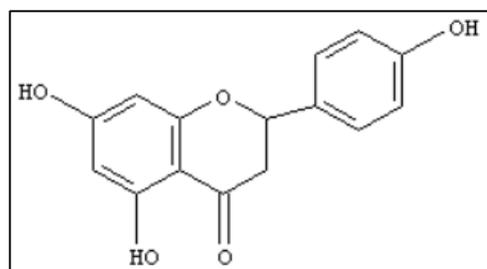
Gambar 2.6 Senyawa flavon (Julianto, 2019).

## 3. Flavonol



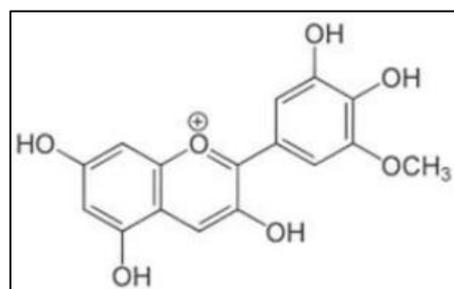
Gambar 2.7 Senyawa Flavonol (Julianto, 2019).

## 4. Flavonon



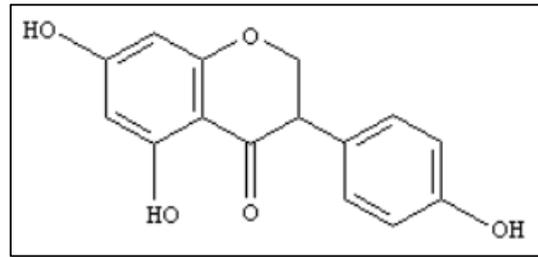
Gambar 2.8 Senyawa flavonon (Julianto, 2019).

## 5. Antosianin



Gambar 2.9 Senyawa Antosianin (Julianto, 2019).

## 6. Isoflavon



Gambar 2.10 Senyawa Isoflavon (Julianto, 2019).

### 2.6.1.4. Tannin

Tannin merupakan senyawa yang memberikan rasa pahit, dan sepat/kelat. Berat molekulnya antara 500-3000. Tannin terbagi menjadi dua bentuk senyawa, yaitu tannin terhidrolisis dan tannin terkondensasi (Julianto, 2019).

#### 1. Tannin terhidrolisis

Senyawa ini terdiri dari asam galat yang biasanya terdapat di cengkeh dan asam elagat. Bila direaksikan dengan feri klorida akan menghasilkan perubahan warna menjadi biru atau hitam (Julianto, 2019).

#### 2. Tannin terkondensasi

Tannin ini biasanya terdapat pada dalam kayu pohon kina dan daun teh, Tanin terkondensasi akan menghasilkan senyawa berwarna hijau ketika ditambahkan dengan ferri klorida (Julianto, 2019).

### 2.6.2. Alkaloid

Senyawa ini rasanya pahit, bersifat basa lemah, sedikit larut pada air, larut pada pelarut organik non polar, berbentuk padatan kristal dan amorf. Alkaloid mengandung satu atau lebih atom N (Nitrogen). Klasifikasi alkaloid berdasarkan kerangka karbonnya, yaitu alkaloid sebenarnya (*true alkaloid*), protoalkaloid, dan psedualkaloid (Julianto, 2019).

### 2.6.3. Terpenoid

Senyawa ini pada umumnya memberikan bau yang kuat dan dapat melindungi diri dari herbivora dan predator. Terpenoid ini merupakan komponen utama minyak atsiri dari beberapa jenis tumbuhan dan bunga. Minyak atsiri digunakan secara luas untuk wangi-wangian parfum, dan digunakan dalam pengobatan seperti aromaterapi. Pada umumnya senyawa ini tidak berwarna, memiliki berat jenis yang lebih ringan dari air, mudah menguap. Pada pemanasan terpenoid menghasilkan isopren sebagai salah satunya (Julianto, 2019).

### 2.6.4. Glikosida

Senyawa glikosida bersifat sangat polar mendekati air, sangat mudah terurai oleh pengaruh asam, basa, enzim, dan panas. Semakin panas lingkungannya, maka senyawa tersebut akan cepat terurai. Glikosida merupakan senyawa yang berikatan dengan senyawa gula melalui ikatan glikosida. Glikosida terdiri atas dua bagian senyawa, yaitu gula yang disebut dengan gliko dan bukan gula yang disebut aglikon. (Julianto, 2019).

### 2.6.5. Saponin

Senyawa ini menghasilkan pembentukan gelembung atau busa jika digojok bersama air sehingga disebut surfaktan alami. Biasanya terdapat pada bagian akar, kulit, daun, biji, dan buah. Contoh senyawanya yaitu liquorice yang bermanfaat untuk ekspektoran dan anti inflamasi (Julianto, 2019).

## **2.7. Mekanisme Senyawa Metabolit Sekunder Sebagai Antibakteri**

### 2.7.1. Flavonoid

Flavonoid dapat denaturasi protein sehingga menyebabkan gangguan dalam pembentukan sel dan dapat merubah komposisi komponen protein. Jika fungsi membran sel terganggu maka terjadi peningkatan permeabilitas sel, dan diikuti dengan terjadinya

kerusakan sel bakteri sehingga menyebabkan kematian sel bakteri (Hasanah & Novian, 2020).

#### 2.7.2. Saponin

Saponin dapat menyebabkan kebocoran protein dan enzim dari dalam sel, karena saponin memiliki zat aktif yang permukaannya mirip detergen, maka dapat menurunkan tegangan permukaan dinding sel dan merusak permeabilitas membran. Rusaknya membran sel akan mengganggu kelangsungan hidup bakteri. Saponin berdifusi melalui membran luar dan dinding sel, lalu mengikat membran sitoplasma sehingga mengganggu dan dapat mengurangi kestabilan sel. Hal ini menyebabkan sitoplasma bocor keluar dari sel sehingga mengakibatkan kematian sel (Agustin et al., 2019).

#### 2.7.3. Tanin

Tanin merupakan senyawa antibakteri sehingga banyak mikroorganisme yang dapat dihambat pertumbuhannya. Tanin memiliki kemampuan menghambat sintesis dinding sel bakteri dan sintesis protein sel bakteri gram positif maupun gram negatif. Aktivitas tanin sebagai antimikroba dapat terjadi melalui beberapa mekanisme yaitu menghambat enzim antimikroba dan menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara bereaksi dengan membran sel dan menginaktivasi enzim-enzim esensial atau materi genetik. Selanjutnya, senyawa tanin dapat membentuk kompleks dengan protein melalui interaksi hidrofobik sehingga dengan adanya ikatan hidrofobik akan terjadi denaturasi dan akhirnya metabolisme sel terganggu (Saputra & Anggraini, 2016).

#### 2.7.4. Alkaloid

Mengganggu integritas komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, peptidoglikan yaitu komponen penyusun dinding sel bakteri sehingga menyebabkan lapisan dinding sel bakteri tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel (Hasanah & Novian, 2020).

#### 2.7.5. Fenolik

Bekerja dengan mendenaturasi protein sel. Ikatan hidrogen yang terbentuk antara fenol dan protein mengakibatkan struktur protein menjadi rusak. Ikatan hidrogen tersebut akan mempengaruhi permeabilitas dinding sel dan membran sitoplasma karena keduanya tersusun atas protein. Permeabilitas dinding sel dan membran sitoplasma yang terganggu akan menyebabkan ketidakseimbangan makromolekul dan ion dalam sel, sehingga sel menjadi lisis (Hasanah & Novian, 2020).

#### 2.7.6. Triterpenoid

Senyawa ini bekerja dengan merusak lipid membran sitoplasma, sehingga mengganggu proses terbentuknya membran atau dinding sel, akibatnya membran atau dinding sel tidak terbentuk atau terbentuk tidak sempurna (Saputra & Anggraini, 2016).

#### 2.7.7. Glikosida

Glikosida adalah salah satu senyawa jenis alkaloid, sehingga mekanisme kerjanya sama seperti mekanisme kerja senyawa alkaloid (Hasanah & Novian, 2020).