

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Wedelia (*Sphagnethicola trilobata*)

#### 2.1.1 Morfologi dan Klasifikasi Wedelia (*Sphagnethicola trilobata*)

Menurut *United States Department Of Agriculture* 2021, klasifikasi tanaman wedelia sebagai berikut :



Gambar 2. 1 Tanaman Wedelia (*Sphagnethicola trilobata*)

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Superdivision	: <i>Spermatophyta</i>
Division	: <i>Magnoliophyta</i>
Class	: <i>Magnoliopsida</i>
Subclass	: <i>Asterida</i>
Order	: <i>Asterales</i>
Family	: <i>Asteraceae / Compositae</i>
Genus	: <i>Sphagnethicola</i> O. Hoffm.
Species	: <i>Sphagnethicola trilobata</i> (L.) Pruski

Wedelia (*Sphagnethicola trilobata*) merupakan salah satu jenis tanaman herba basah. Bentuk perakaran tunggang, arah pertumbuhan batang merambat dengan pola percabangan simpodial. Batangnya bulat, dan permukaan batangnya rata. Batang yang dekat dengan akar besarnya hampir sama dengan jari-jari tangan. Batang wedelia memiliki kulit seperti perdu tetapi berserat. Wedelia memiliki bunga berwarna kuning cerah berbentuk cawan yang muncul di ketiak daun bagian atas. Jenis tumbuhan ini berdaun tunggal, daun nya berhadapan, bentuk daun nya lonjong panjang, ujung daun nya runcing, tepi daun nya bergerigi, bagian bawah daun nya tumpul, tulang daun nya menyirip dan permukaan daun nya kasar (Yunasfi, 2010). Wedelia merupakan tanaman penutup tanah yang termasuk dalam keluarga *Asteraceae* dengan bunga

kuning dan dedaunan lebat. Karena tanaman ini telah digunakan sebagai penutup tanah dan tanaman hias di jalan-jalan kota Singapura, tanaman ini berpotensi sebagai tanaman jalur hijau (*Singapore Goverment*, 2018).

### **2.1.2 Kandungan dan Manfaat Tanaman Wedelia (*Sphagnethicola trilobata*)**

Tanaman wedelia merupakan bagian dari famili *Asteraceae* yang banyak digunakan sebagai obat herbal oleh masyarakat. Daun wedelia memiliki nilai obat, terutama untuk penggunaan luar, dapat mengobati luka atau gigitan. Cairan yang diekstrak dari daun dapat digunakan sebagai obat sakit perut dan dapat digunakan untuk ibu yang baru melahirkan. Seduhan daun wedelia digunakan sebagai obat gatal dan bengkak. Air rebusan akar dapat digunakan untuk mengobati penyakit gonorrhea dan batang wedelia digunakan untuk meredakan panas. wedelia berpotensi sebagai antibakteri, antifungi, antidiabetik, anti kanker, dan antiplasmodium (Mardina dkk., 2020).

Beberapa spesies *Wedelia sp* telah ditelaah memiliki kandungan kimia yang berbeda, ada 6 turunan *eudesmanolida* dan 2 turunan asam entkaurenoat yang telah berhasil diisolasi dari *Spagnethicola trilobata*. Senyawa lain yang telah diketahui yaitu *pseudoguanolida* yang telah berhasil diisolasi dari *Wedelia grandifolia* (Bohlmann dkk., 1980; Rinidar dkk., 2017). Terdapat pula senyawa wedelosida yang merupakan racun dalam *Wedelia asperrima* dan diketahui memiliki aktivitas antitumor yang potensial (Lewis, 1980; Rinidar dkk., 2017).

## **2.2 Tanaman Pisang Mas (*Musa acuminata*)**

### **2.2.1 Morfologi dan Klasifikasi Tanaman Pisang Mas (*Musa acuminata*)**

Menurut *United States Department Of Agriculture* 2021, klasifikasi tanaman pisang sebagai berikut :



**Gambar 2. 2 Tanaman Pisang (*Musa acuminata*)**

(Sumber : Poerba dkk., 2018)

Kingdom : *Plantae*

Subkingdom : *Tracheobionta*

Superdivision : *Spermatophyta*

Division	: <i>Magnoliophyta</i>
Class	: <i>Liliopsida</i>
Subclass	: <i>Zingiberidae</i>
Order	: <i>Zingiberales</i>
Family	: <i>Musaceae</i>
Genus	: <i>Musa</i> L.
Species	: <i>Musa acuminata</i> Colla

Pisang merupakan salah satu tanaman atau tumbuhan yang memiliki ukuran relatif besar. Pohon pisang merupakan tumbuhan yang mampu tumbuh dengan baik di iklim tropis ataupun subtropis. Pisang adalah tanaman monokotil dari genus *Ensete* dan *Musella*, termasuk keluarga *Musaceae*. Genus *Musa* dibagi menjadi lima yaitu *Eumusa*, *Australimusa*, *Rhodochlamys*, *Callimusa* dan *Ingentimusa*. Varietas pisang yang dapat dikonsumsi dan diolah secara segar merupakan kelompok *Eumusa* dan *Australimusa*. Namun, kelompok *Eumusa*, yaitu *Musa balbisina* dan *Musa acuminata* merupakan bagian besar kelompok pisang yang dapat dikonsumsi (Poerba dkk., 2016).

Ketinggian batang pohon pisang bisa mencapai 2-8 meter dan bonggol lebih pendek, tergantung varietas dan kondisinya. Batang pohon pisang adalah batang semu yang terdiri dari daun-daun yang saling bertumpuk dengan daun yang baru, diikuti dengan bunga yang mekar dari tengah. Diameter batangnya sebesar 48 cm, ketebalannya mampu mencapai 20-50 cm. Ketika bunga terbentuk, batang asli akan keluar. Batang asli ini tumbuh di dalam batang semu dan menopang tandan. Sistem akar pohon pisang berbentuk akar adventif yang lunak. Akar utama tebalnya 58 mm, sehat dan warnanya putih disaat muda. Rimpang sehat dapat menghasilkan 200-500 akar utama. Panjang akar berkisar antara 50-100 cm yang keluar dari umbi. Bibit pisang sebenarnya adalah cabang lateral yang keluar dari rimpang dan menonjol dari permukaan tanah dengan jarak yang dekat dari induknya (Mudita, 2012).

Daun dewasa tersusun atas upih daun, tangkai daun, dan helaian daun. Daun upih membentuk batang semu lalu tumbuh menjadi tangkai daun, dan menjadi tulang utama daun (*midrib*). Helaian daun yang terletak di sebelah kiri dan kanan tulang daun disebut *lamina*. Jumlah daun pada batang berkisar 10-20 daun. Bunga pisang merupakan bunga sempurna yang mempunyai benang sari serta kuncup. Jumlah benang sari biasanya 5. Daun bunga pisang yang pekat biasanya tersusun rapat dan tersusun dalam pola spiral. Bunga betina tersusun di bawah bunga jantan (jika ada). Bentuk jantung menyerupai simpul, sedang, lonjong hingga bulat. Biasanya, bunga pisang yang mekar ditandai dengan membukanya kelopak bunga setiap 1 hingga 2 hari sekali selama 7 hingga 10 hari. Buahnya memiliki 3-5 alur, melengkung di ujung

meruncing. Daging buah (*mesocarpa*) tebal dan lembut. Kulit buah yang belum matang (*epicarp*) berwarna hijau, tetapi ketika matang berubah menjadi kuning, dan strukturnya juga berubah dari tebal menjadi tipis (Mudita, 2012).

### **2.2.2 Kandungan dan Manfaat Tanaman Pisang Mas (*Musa acuminata*)**

Tanaman pisang digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti daun yang digunakan sebagai pembungkus makanan, jantung pisang yang dimasak sebagai lauk pauk, pelepas pisang yang digunakan sebagai tali dan tangkai daun yang dijadikan sebagai mainan anak-anak, serta bagian tanaman pisang dapat digunakan juga pada prosesi adat istiadat. Selain digunakan untuk kehidupan sehari-hari, tanaman pisang juga memiliki manfaat sebagai obat. Daun pisang digunakan untuk mengobati lecet, luka sayatan dan luka pada lambung oleh warga India di daerah harat dari Ghat (Sahaa *et al.*, 2013). Ekstrak etanol kulit pisang mas dapat menurunkan kadar kolesterol (Sukmawati dkk., 2020). Pelepas pisang dimanfaatkan untuk mengatasi penyakit gangguan saluran cerna seperti disentri, diare, kolera, pembuangan batu ginjal, infeksi saluran kemih serta penawar bisa ular (Kandasamy *et al.*, 2016).

Senyawa yang terkandung dalam tanaman pisang diantaranya alkaloid, flavonoid, tanin dan saponin. Alkaloid memiliki aktivitas sebagai analgesik, antispasmodik dan bakterisidal. Flavonoid diketahui memiliki efek menghambat virus dan telah terbukti sebagai antimikroba (Velumani, 2016). Tanin diketahui memiliki aktivitas sebagai antifungi dan saponin diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri, dan juga bersifat antijamur. (Yuliana dkk, 2015).

### **2.3 Fungi Endofit**

Fungi endofit merupakan mikroba yang hidup didalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan kerusakan pada inangnya (Kim *et al.*, 2019). Tanpa harus mengekstraksi bagian tanaman, fungi endofit mampu menghasilkan metabolit sekunder yang memiliki aktivitas farmakologi yang sama dengan tanaman inangnya (Sepriana dkk., 2020). Hal ini terjadi sebagai akibat koevolusi transfer genetik dari tanaman inang pada fungi endofit (Hidayati, 2010). Kemampuan fungi endofit mampu menghasilkan metabolit sekunder yang sama dengan tanaman inangnya merupakan peluang besar dan dapat diandalkan sebagai sumber obat baru. Fungi endofit dapat membentuk senyawa metabolit yang berperan sebagai antibiotik, antimalaria, antioksidan, antidiabetes, antivirus, antikanker juga metabolit yang berperan sebagai pengatur pertumbuhan dan penghasil enzim. Fungi endofit dapat diisolasi dari permukaan jaringan tanaman yang telah steril. Sintesis fungi endofit dapat dilakukan dengan cara membiakkan fungi endofit dalam media yang optimal pada jangka waktu tertentu untuk

mendapatkan senyawa metabolit (Monggoet *et al.*, 2018). Fungi endofit juga dapat merangsang pertumbuhan tanaman melalui produksi hormon pengatur tanaman dengan mengubah produksi hormon endogen dan meningkatkan kesiapan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor (Rho *et al.*, 2017).

Meningkatnya mikroorganisme yang resisten terhadap antibiotik, membuat studi tentang fungi endofit meningkat sebagai produk bioaktif alami dengan aktivitas antimikroba (Arora *et al.*, 2016). Hasil penelitian Khusnul dkk (2017), bahwa hasil uji antagonis isolate jamur endofit terhadap bakteri *Salmonella typhi* memiliki potensi menghasilkan senyawa antibiotik. Dan hasil penelitian Kursia dkk (2018) menunjukkan bahwa pada uji aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat fungi endofit bersifat antibakteri spektrum luas karena mampu menghambat bakteri patogen gram positif yaitu *S. aureus* dan bakteri gram negatif yaitu *E. coli*, *S. typhi*, *P. aeruginosa*. Adapun fungi endofit yang menghasilkan agen antibakteri baru yaitu *Xylaria sp* yang menghasilkan 7-amino-4-methylcoumarin (Arora *et al.*, 2018). *Chloridium sp* yang menghasilkan javanicin dari tanaman *Azadirachta indica*. (Ratnaweera *et al.*, 2014). *Aspergilus sp* yang menghasilkan fonsecinone A dan (R)-3-hydroxybutanonitrile dari tanaman *Melia azedarach* (Xiao *et al.*, 2014).

## 2.4 Fermentasi

Fermentasi adalah reproduksi mikroorganisme secara besar-besaran dan produk yang dihasilkan berupa metabolit sekunder seperti vitamin dan antibiotik. Selain itu fermentasi dapat menghasilkan enzim seperti enzim amilase dan protease, biomassa atau sel-sel mikroba (El Mansi *et al.*, 2012; Rollando, dkk., 2019). Faktor yang perlu diperhatikan saat proses fermentasi yaitu laju aerasi, karbon dan nutrisi lain yang disesuaikan dengan mikroorganisme dan produk yang diinginkan, toksin, perubahan pH selama fermentasi, dan busa yang timbul saat fermentasi (McNeil & Harvey, 2008). Teknik fermentasi dibagi menjadi 3 model yaitu :

### a. Batch Cultur

- Sistemnya tertutup, ini berarti bahwa nutrisi yang dibutuhkan selama proses pertumbuhan dan pembentukan produk semuanya berada dalam satu fermentor dan pada saat proses fermentasi berlangsung tidak ada penambahan bahan atau pengambilan hasil.
- Kelebihan model ini yaitu sederhana, mudah sehingga sering digunakan dilaboratorium, kecil kemungkinan adanya kontaminasi.
- Kekurangan model ini yaitu konsentrasi substrat terbatas dan tidak bisa diterapkan dalam skala besar, tidak ada pertumbuhan kembali mikroba (kulturnya menua),

bercampurnya toksik yang terbentuk dengan produk (Kulandaivelu & Janarthanan, 2012).

**b. Fed Batch**

- Sistemnya tidak tertutup, ini berarti bahwa pada proses fermentasi berlangsung dapat dilakukan penambahan substrat, nutrisi dan inducer.
- Model *fed batch* dapat dilakukan dengan dua metode yaitu sistem volume tetap yang berarti ada hasil yang dikeluarkan seperti sel atau media lama ketika ada penambahan media baru kedalam fermentor. Dan sistem volume berubah yang berarti tidak ada hasil atau media yang dikeluarkan ketika ada penambahan media baru kedalam fermentor (Kulandaivelu & Janarthanan, 2012).

**c. Continous**

- Sistem batch yang fase lognya (eksponensial) diperpanjang dengan menjaga perubahan nutrisi dan jumlah biomassa. Mikroba diberi nutrisi baru sedangkan media lama atau sejumlah selnya dikeluarkan dari sistem dengan kecepatan yang sama. Hal ini dapat memastikan tingkat kestabilan dari biomassa, volume kultur, pH, konsentrasi substrat suhu dan oksigen yang terlarut (Kulandaivelu & Janarthanan, 2012).
- Kelebihan model ini yaitu adanya produktivitas dan dapat dioptimalkannya kecepatan pertumbuhan, dapat dijalankan dalam waktu yang lama, mudahnya menganalisis faktor fisis dan lingkungan.
- Kekurangan model ini yaitu kemungkinan besar resiko terkontaminasi, terbentuknya produk yang belum optimal, dan perubahan mutasi pada mikroba mudah terjadi (McNeil & Harvey, 2008).

## 2.5 Pertumbuhan Fungi Endofit

Fase pertumbuhan fungi terbagi menjadi 4 fase yaitu :

**a. Fase lag (Adaptasi)**

Fase lag merupakan fase adaptasi/penyesuaian sel-sel fungi terhadap lingkungan serta produksi enzim-enzim hidrolisis untuk menguraikan substrat. Proses metabolisme terjadi pada fase ini diantaranya penambahan ukuran, sintesis enzim dan peningkatan jumlah ATP (Prayitno & Hidayati, 2017).

**b. Fase log (Eksponensial)**

Fase log atau fase eksponensial merupakan fase dimana sel fungi tumbuh dan memperbanyak jumlah sel serta aktivitas sel nya meningkat. Fase ini ditandai dengan pertumbuhan jumlah sel fungi yang berlimpah (Prayitno & Hidayati, 2017).

**c. Fase Stasioner**

Pada fase stasioner, sel fungi mengalami penurunan pada pembelahan sel dimana jumlah sel yang baru dihasilkan akan sama dengan jumlah sel yang telah mati, serta pertumbuhan selnya berhenti. Pada fase ini terjadi kurangnya nutrisi pada media pertumbuhan serta bertambahnya senyawa metabolit yang mengandung toksik (Black, 2008; Prayitno & Hidayati, 2017).

**d. Fase Kematian**

Fase ini sering disebut juga sebagai fase autolisis atau fase kerusakan sel. Pada fase ini, jumlah sel fungi yang hidup menurun hingga sel fungi banyak yang mati karena kurangnya nutrisi pada media pertumbuhan sehingga tidak mampu mendukung pembelahan sel, serta sel fungi yang hidup keracunan oleh metabolisme nya sendiri (Black, 2008; Prayitno & Hidayati, 2017).

**2.6 *Escherichia coli*****2.6.1 Karakterisasi *Escherichia coli***

*E. coli* merupakan basil gram negatif, berukuran 1,0 - 1,5 m x 2,0 - 6,0 m, yang tidak bergerak atau bergerak dengan flagela, mampu tumbuh dengan oksigen ataupun tanpa oksigen, sifatnya anaerob fakultatif serta toleran terhadap lingkungan yang nutrisinya rendah. Sifat biokimia lainnya dari *E. coli* adalah kemampuan untuk menghasilkan indol, negatif dalam uji urease dan fermentasi sitrat yang lebih sedikit. *E. coli* biasanya hidup didalam saluran cerna manusia dan hewan. Secara fisiologis, *E. coli* mempunyai potensi untuk bertahan hidup dalam keadaan lingkungan yang cukup sulit. *E. coli* tumbuh baik di tanah, air laut maupun air tawar. Penyakit yang disebabkan *E. coli* timbul karena *E. coli* mampu beradaptasi dan bertahan hidup di berbagai lingkungan. Terdapat kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan bagi kelangsungan hidup *E. coli* yaitu perubahan suhu dan tekanan osmotik juga lingkungan yang asam seperti saluran pencernaan manusia (Rahayu dkk., 2018).

**2.6.2 Patogenisitas *Escherichia coli***

*E. coli* umumnya non-patogen serta hidup di saluran pencernaan manusia. Awalnya, *E. coli* tidak patogen dan menjadi patogen ketika mikroorganisme lain memberi dan *E. coli* menerima tambahan gen virulensi melalui *gen switch* (transformasi), *plasmid switch* (konjugasi), atau *gen switch* melalui bakteriofag (transduksi). Penyakit yang disebabkan oleh *E. coli* patogen bergantung pada patogenesisisnya. Kapasitas suatu organisme untuk menyebabkan penyakit dikenal sebagai patogenisitas. *E. coli* dapat menimbulkan gejala

penyakit jika masuk ke dalam tubuh inang, beradaptasi dengan tubuh inang serta bertahan hidup, kemudian menyerang sistem kekebalan tubuh inang dan akhirnya menyebabkan gangguan (penyakit). Mekanisme patogenesis ini terjadi melalui beberapa tahap. Tahapan-tahapan tersebut yaitu infiltrasi sel (sel mukosa) pada permukaan usus di titik-titik tertentu, pembelahan sel, penghancuran enterosit kemudian masuk ke aliran darah, melekat pada organ target dan akhirnya terjadi kerusakan organ (Rahayu dkk., 2018).

*E. coli* menggunakan pilus atau pili untuk melekat pada permukaan mukosa usus. Pili adalah tonjolan pada dinding sel bakteri yang membawa antigen yang disebut antigen fimbriae. Masing-masing *E. coli* dikodekan oleh gen virulensi yang berbeda serta memiliki struktur fimbriae yang unik juga berbeda pada ukuran dan fungsinya. Hal ini mengakibatkan mekanisme yang berbeda pada masing-masing kelompok bakteri *E. coli* sebagai penyebab kerusakan pada sel inang. Menurut patogenisitasnya, *E. coli* dibagi menjadi enam jenis: *Enterotoksik E. coli* (ETEC), *Enteropatogenik E. coli* (EPEC), *Enterohaemorrhagic E. coli* (EHEC), *Enteroinvasif E. coli* (EIEC), *Enteroagregatif E. coli* (EAEC) dan *Difusi Adheren E. coli* (DAEC) (Rahayu dkk., 2018).

Gejala klinis yang disebabkan oleh strain patogen *E. coli* menimbulkan tiga jenis infeksi yang menyerang manusia: infeksi saluran cerna yang menyebabkan diare, infeksi saluran kemih, dan meningitis pada bayi. Seringkali infeksi saluran cerna terkait makanan disebabkan oleh kelompok *Diarrheagenic E. coli* seperti *Enterohaemorrhagic E. coli* (EHEC), *Enterotoksik E. coli* (ETEC), dan *Enteroinvasif E. coli* (EIEC) yang menyebabkan diare akut, sedangkan kelompok *Enteropatogenik E. coli* (EPEC), *Enteroagregatif E. coli* (EAEC) dan *Difusi Adheren E. coli* (DAEC) yang menyebabkan diare sedang hingga diare kronis. Kelompok *Uropathogenic E. coli* (UPEC) menyebabkan infeksi saluran kemih dan *Neonatal Meningitis E. coli* (NMFC) yang menimbulkan meningitis pada bayi (Rahayu dkk., 2018).

## 2.7 *Staphylococcus aureus*

### 2.7.1 Karakterisasi *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus* adalah anggota dari keluarga *Micrococcaceae*. Bakteri ini merupakan bakteri gram positif yang herbentuk bulat dan berdiameter 0,8 – 1,0 mikron, tidak bergerak juga bebas spora. Koloni mikroskopis cenderung berbentuk menyerupai buah anggur. Dalam bahasa Yunani, *Staphyle* berarti anggur dan *coccus* berarti bulat. Salah satu spesiesnya diberi nama *aureus* karena menghasilkan pigmen emas. *Staphylococcus aureus* menjajah saluran hidung dan bagian tubuh lainnya. Sifat dari *Staphylococcus* adalah anaerob fakultatif. *Staphylococcus*

dapat tumbuh dalam larutan NaCl 15%. Dan dapat menghasilkan enzim koagulase (Radji, 2011).

### **2.7.2 Patogenesis *Staphylococcus aureus***

*S. aureus* dapat menimbulkan beberapa jenis infeksi yang menyerang manusia, termasuk infeksi kulit seperti furunculosis. Adapun infeksi lain seperti infeksi saluran kemih, pneumonia, flebitis, meningitis dan mastitis. Selain itu, *S. aureus* menimbulkan infeksi kronis seperti endokarditis dan osteomielitis. Infeksi nosokomial akibat luka operasi dan penggunaan peralatan di rumah sakit disebabkan pula oleh *S. aureus*. Keracunan makanan dan sindrom syok toksik juga dapat disebabkan oleh *S. aureus* karena pelepasan superantigen kedalam aliran darah oleh enterotoksin yang dihasilkannya (Radji, 2011).

### **2.8 *Salmonella typhimurium***

*Salmonella enterica serovar typhimurium* adalah basil gram negatif, anaerobik fakultatif, dan termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*. *S. typhimurium* adalah patogen intraseluler yang sering menyebabkan gastroenteritis. *S. typhimurium* merupakan bakteri tidak berspora, besar koloni 24 mm, berukuran 13,5 m x 0,5-0,8 m dengan flagellata. Bakteri ini tumbuh subur pada suhu 15-41°C (suhu optimal 37,5°C) dan pada pH 6-8. Gejala gastroenteritis yang disebabkan *S. typhimurium* adalah mual dan muntah, yang hilang dalam beberapa jam, diikuti dengan sakit perut dan demam. Gejala yang paling penting adalah diare, pada kasus yang parah bisa berdarah. Pasien biasanya sembuh dengan sendirinya dalam waktu 1-5 hari, tetapi terkadang kondisinya bisa menjadi parah karena gangguan keseimbangan elektrolit dan dehidrasi (Radji, 2011).

### **2.9 Antibakteri**

Antibakteri atau yang biasa disebut dengan antibiotik merupakan senyawa yang dibuat baik secara semi sintetik ataupun secara sintetik yang dalam jumlah kecil dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain dan memiliki sifat toksitas selektif (Radji, 2016). Antibiotik mungkin merupakan kelompok obat yang paling efektif untuk mengobati infeksi mikroba pada manusia dan hewan dengan tindakan spesifik pada targetnya. Pada tahun 1928, Alexander Fleming secara tidak sengaja menemukan penisilin, sejak saat itu banyak antibiotik yang telah disintesis untuk kesehatan manusia, tumbuhan, dan hewan. Selain membunuh mikroorganisme atau menghentikan reproduksi bakteri, antibiotik juga membantu sistem pertahanan alamiah tubuh untuk mengeliminasi bakteri tersebut (Katzung, 2015). Adapun klasifikasi antibiotik sebagai berikut :

### 2.9.1 Berdasarkan toksisitas selektif

Berdasarkan toksisitas selektif, antibiotik diklasifikasikan menjadi 2 yaitu :

- a. Bakteriostatik untuk antibiotik yang bersifat menghambat pertumbuhan bakteri
- b. Bakterisida untuk antibiotik yang bersifat membunuh bakteri.

### 2.9.2 Berdasarkan spektrum kerja

Berdasarkan spektrum kerja, antibiotik diklasifikasikan menjadi 2 yaitu :

- a. Antibiotik spektrum luas (*broad spectrum*) yang dapat menghambat atau membunuh semua jenis bakteri yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Contoh : Tetrasiklin
- b. Antibiotik spektrum sempit (*narrow spectrum*) yang dapat menghambat atau membunuh pada bakteri gram positif saja atau bakteri gram negatif saja (bersifat spesifik) . Contoh : eritromisin dan gentamisin

### 2.9.3 Berdasarkan mekanisme kerja

Berdasarkan mekanisme kerja, antibiotik diklasifikasikan menjadi 5 yaitu :

- a. Antibiotik yang menginhibisi sintesis dinding sel bakteri  
Sintesis dinding sel yang terhambat membuat dinding sel tidak sempurna dan tidak tahan terhadap tekanan osmosis sehingga menyebabkan sel pecah. Antibiotik yang memiliki mekanisme ini yaitu golongan  $\beta$ -laktam yaitu penisilin, sefalosporin dan carbapenem juga golongan glikopeptida.
- b. Antibiotik yang menghambat metabolisme folat seperti golongan sulfonamida
- c. Antibiotik yang menginhibisi sintesis protein dengan cara merusak fungsi 50S ribosom dan 30S ribosom seperti tetrasiklin, kloramfenikol, aminoglikosida dan makrolida.
- d. Antibiotik yang menghambat sintesis asam nukleat seperti quinolon.
- e. Antibiotik yang mengganggu permeabilitas membran sel seperti polimiksin.

## 2.10 Metode pengujian Antibakteri

### 2.10.1 Difusi

#### a. Difusi Cakram Kertas / *Kirby Bauer*

Metode difusi cakram adalah metode umum yang banyak digunakan untuk menetapkan sensitifitas antimikroba. Proses ini menggunakan metode cakram kertas saring dimana cakram kertas akan menyerap antimikroba yang akan diuji. Cakram kertas ditempatkan pada media agar yang telah diinokulasi bakteri uji kemudian diinkubasi pada suhu dan waktu tertentu sesuai dengan kondisi optimal bakteri uji. Secara umum, hasil dapat diamati setelah 18-24 jam

inkubasi pada 37 °C. Hasil yang diperoleh berhubungan dengan ada tidaknya zona bening atau zona hambat yang terbentuk di sekitar kertas cakram. Keuntungan dari metode difusi ini adalah lebih mudah diaplikasikan karena tidak ada alat khusus dan lebih fleksibel dalam pemilihan obat yang diteliti (Katrın dkk., 2015).

**b. *E-test***

Metode *E-test* menggunakan strip plastik yang telah diberi antimikroba. Strip plastik tersebut diurutkan dari konsentrasi terendah hingga konsentrasi tertinggi yang kemudian diletakkan pada permukaan media agar yang telah diinokulasikan bakteri uji. Zona bening yang terbentuk disekitar bakteri uji setelah agen antibakteri digunakan menunjukkan bahwa agen antibakteri memiliki efek penghambatan pada bakteri uji (Pratiwi, 2008).

**c. *Ditch Plate Technique***

Metode ini dilakukan dengan cara zat antimikroba ditempatkan pada alur yang diperoleh dengan memotong media agar secara vertikal didalam cawan petri pada bagian tengahnya, kemudian mikroba uji digoreskan kearah alur yang telah berisi zat antimikroba (Pratiwi, 2008).

**d. *Cup Plate Technique***

Metode ini mirip dengan difusi cakram kertas, namun pada metode ini dibuat sumuran pada media agar yang telah ditanami bakteri uji, yang kemudian pada sumuran tersebut diisi dengan zat antimikroba (Pratiwi, 2008).

**e. *Gradient Plate Technique***

Metode ini menggunakan media agar yang dicairkan dan kemudian menambahkan larutan uji. Kedalam cawan petri dituangkan campuran media dan larutan uji serta secara perlahan diletakkan dalam posisi miring. Kemudian mikroba uji digoreskan pada media tersebut (Pratiwi, 2008).

## 2.10.2 Dilusi

**a. *Dilusi Cair***

Metode dilusi cair dapat digunakan untuk pengukuran kualitatif dan kuantitatif aktivitas antimikroba terhadap bakteri dan jamur. Nilai KHM (Konsentrasi hambat minimum) dinyatakan sebagai konsentrasi minimum zat antimikroba yang mampu menginhibisi pertumbuhan mikroorganisme uji dan Nilai KBM (Konsentrasi bunuh minimum) dinyatakan sebagai konsentrasi minimum zat antimikroba yang mampu membunuh mikroorganisme uji (Migliato dkk., 2010). Prosedur ini dilakukan dengan membuat beberapa pengenceran dengan media pertumbuhan cair dan ditambahkan mikroorganisme uji yang memenuhi standar Mc Farland. Kadar terendah larutan uji yang tampak jernih tanpa adanya pertumbuhan

mikroorganisme uji ditentukan sebagai KHM. Larutan uji yang ditentukan sebagai KHM kemudian dikultur kembali pada media cair tanpa penambahan mikroorganisme uji dan zat antimikroba dan kemudian diinkubasi selama 18-24 jam. Jika hasilnya tetap jernih maka ditetapkan sebagai KBM (Pratiwi, 2008).

**b. Dilusi Padat**

Metode dilusi padat hampir sama dengan metode dilusi cair, hanya saja pada metode dilusi padat media yang digunakan adalah media padat. Metode ini mempunyai keuntungan karena dapat menggunakan konsentrasi tunggal zat antimikroba untuk menguji beberapa mikroorganisme uji (Pratiwi, 2008).