

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Ketumpang Air

1. Klasifikasi

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida (Dicotyledona)

Subkelas : Magnoliidae

Order : Piperales

Keluarga : Piperaceae

Genus : Peperomia Ruiz & Pav

Spesies : pellucida

Nama botani : *Peperomia pellucida* (L.) Kunth (Amarathunga and Kankanamge, 2017).

Nama daerah : sasaladan (Sunda); range-range, sladanan, Suruhan (Jawa); tumpangan air (Sumatera, Jakarta); gofu goroho (Ternate)

Nama asing : ulasiman bato (Filipina), cao hu jiao (Cina) (Hariana, 2015)

Pada umumnya tumbuhan obat ini, memiliki tinggi 6-45 cm dengan batang dasar yang tegak, namun terkadang lurik, epifit (tanaman yang dapat tumbuh menumpang dengan tanaman lain, tanpa mengambil unsur hara pada tanaman yang ditumpanginya). Daunnya sederhana, dengan panjang yang sama dengan lebar sekitar 0,3-4 cm, tangkai daun bulat dengan galur yang membujur dengan panjang sekitar 0,1-0,7 cm, berdaging, oval, bersegitiga, daun melebar pada pangkal dan mengerucut pada ujungnya bertepi secara keseluruhan, 3-5 urat daun dari pangkal,

bunga tumbuh tegak ke atas berlawanan arah dengan tumbuhnya daun, dengan panjang sekitar 0,8-9,2 cm (Htet and Khaing, 2016).

Tanaman ini memiliki bunga simetris (*zygomorf*), mempunyai sifat kedua jenis kelamin (biseksual), berwarna krem. Perbungaan dengan daun-daun pelindung yang mengecil dan berbentuk khas, dengan panjang sekitar 0,2-0,8 mm, tidak memiliki kelopak, memiliki dua serbuk sari, filament (tangkai sari) yang pendek, dengan ujung yang lonjong, berkeping satu, dikotil ovarium superior, satu stigma, buah bulat berukuran 0,8 mm, berwarna hijau dan berangsur menghitam saat menjelang matang, biji dengan endosperma dengan panjang 0,7 mm, berwarna hitam. Tumbuhan ini berbuah dan berbunga pada periode bulan Juni hingga Desember (Htet and Khaing, 2016).



Gambar 1. Tanaman Ketumpang Air, Sumber: (Ukieyanna, 2012)

2. Kandungan kimia

Tanaman ini kaya kandungan kimia seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, dan triterpenoid (Angelina *et al.*, 2015). Anggota *family Piperaceae* bersifat pedas dan sejuk (Hariana, 2015). Kandungan senyawa kimia ini memiliki mekanisme kerja dalam menghambat pertumbuhan bakteri yaitu:

a. Alkaloid

Alkaloid adalah senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam tumbuhan, bersifat basa, dan struktur kimianya mempunyai lingkaran heterosiklis dengan nitrogen sebagai hetero atomnya. Unsur-unsur penyusun alkaloid, adalah karbon, hidrogen, nitrogen, dan oksigen. Alkaloid yang struktur kimianya yang tidak mengandung oksigen hanya ada beberapa saja. Ada pula alkaloid yang mengandung unsur lain selain keempat unsur yang telah disebutkan. Adanya nitrogen dalam lingkaran pada struktur kimia alkaloid, menyebabkan alkaloid tersebut bersifat alkali. Oleh karena itu, golongan senyawa-senyawa ini disebut alkaloid (Sumardjo, 2009).

Alkaloid memiliki kemampuan sebagai antibakteri. Mekanisme kerjanya adalah dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh, terganggunya sintesis peptidoglikan sehingga pembentukan sel tidak sempurna karena tidak mengandung peptidoglikan dan dinding selnya hanya meliputi membran sel. Rusaknya dinding sel akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan sel bakteri dan pada akhirnya bakteri akan mati (Retnowati, Bialangi dan Posang, 2011).

b. Flavonoid

Istilah flavonoid menggambarkan semua pigmen tanaman polifenol yang memiliki kerangka $C_6-C_3-C_6$. Semua sekitar 4.000 flavonoid yang telah diidentifikasi memiliki susunan struktur dasar yang sama. Flavonoid adalah pigmen tumbuhan, bertanggung jawab atas warna bunga, buah, dan kadang daun. Bila tidak langsung terlihat, mereka sering bertindak sebagai *co-pigmen*. Misalnya, pigmen

flavon dan flavonol tak berwarna melindungi jaringan tanaman dan senyawa seperti antosianin terhadap kerusakan radiasi ultraviolet (UV) (Hoffmann, 2003).

Senyawa flavonoid merupakan senyawa antibakteri yang mempunyai kemampuan mendenaturasi protein sel bakteri dan merusak membran sel. Mekanisme kerja senyawa ini dengan cara merusak dinding sel yang terdiri atas lipid dan asam amino yang akan bereaksi dengan gugus alkohol pada senyawa flavonoid. Senyawa flavonoid mampu membentuk senyawa kompleks dengan protein melalui ikatan hidrogen sehingga struktur tersier protein terganggu dan protein tidak dapat berfungsi lagi, oleh sebab itu terjadi kerusakan/denaturasi protein dan asam nukleat. Denaturasi tersebut menyebabkan koagulasi protein serta mengganggu metabolisme dan fungsi fisiologis bakteri (Heni, Arreneuz dan Zaharah, 2015).

c. Saponin

Saponin adalah sekelompok glikosida tanaman yang dapat larut dalam air dan dapat menempel pada steroid lipofilik (C_{27}) atau triterpenoid (C_{30}). Asimetri hidrofobikidrofi ini berarti bahwa senyawa ini memiliki kemampuan untuk menurunkan tegangan permukaan dan bersifat seperti sabun. Mereka membentuk busa dalam larutan berair (Hoffmann, 2003).

Saponin merupakan senyawa aktif yang kuat dan menimbulkan busa bila dikocok. Saponin bekerja sebagai antibakteri dengan mengganggu stabilitas membran sel bakteri sehingga menyebabkan sel bakterilisis. Mekanisme kerja saponin termasuk dalam kelompok antibakteri yang mengganggu permeabilitas membran sel bakteri, yang mengakibatkan rusaknya membran sel dan menyebabkan keluarnya berbagai komponen penting dari dalam sel bakteri yaitu

protein, asam nukleat dan nukleotida. Hal ini akhirnya mengakibatkan sel bakteri mengalami lisis (Kurniawan dan Aryana, 2015).

d. Tanin

Kata tanin telah lama digunakan untuk menggambarkan zat organik yang ada dalam ekstrak tumbuhan yang dapat larut dalam air. Tanin adalah senyawa polifenol ($C_6-C_3-C_6$) yang mengendapkan protein dan membentuk kompleks dengan polisakarida, dan terdiri dari kelompok oligomer dan polimer yang sangat beragam (Hoffmann, 2003). Mekanisme antimikroba tanin berkaitan dengan kemampuan tannin membentuk kompleks dengan protein polipeptida dinding sel bakteri sehingga terjadi gangguan pada dinding bakteri dan bakteri menjadi lisis (Sujatmiko, 2014).

e. Terpenoid

Seperti telah dikemukakan, terpena dan turunannya dikenal sebagai terpenoid merupakan komponen minyak terbang. Minyak terbang disebut juga minyak atsiri, minyak esensial, minyak terpenen, atau minyak etiris. Minyak ini terdapat dalam bunga-bunga, daun-daun, dan akar-akar berbagai jenis tanaman. Senyawa terpena dan turunannya juga terdapat di dalam kayu, misalnya dalam kayu kapur barus, dan kayu cendana atau dalam getah dammar pohon pinus (Sumardjo, 2009).

Terpena merupakan persenyawaan hidrokarbon alifatik atau hidrokarbon siklik yang memiliki rumus perbandingan (C_5H_8). Terpena dapat dianggap sebagai hasil kondensasi 2-metil-1,3-butadiena atau isoprena. Terpenoid merupakan turunan-turunan terpena atau senyawa-senyawa yang strukturnya mirip terpena.

Molekul terpenoid dapat mengandung gugus karboksil, hidrosil, formil, atau gugus yang lain (Sumardjo, 2009).

Menurut Cowan dalam Kalokasari, (2012) terpenoid memiliki mekanisme antibakteri melalui membran sel bakteri karena sifat senyawa triterpenoid cenderung lipofilik. Kerusakan membran sel dapat terjadi ketika senyawa aktif antibakteri bereaksi dengan sisi aktif dari membran atau dengan melarutkan konstituen lipid dan meningkatkan permeabilitasnya. Membran sel bakteri terdiri dari fosfolipid dan molekul protein. Akibat peningkatan permeabilitas, senyawa antibakteri dapat masuk ke dalam sel. Ketika di dalam sel, senyawa tersebut dapat melisis membran sel atau mengkoagulasi sitoplasma dari sel bakteri tersebut.

3. Bagian yang digunakan dan pemanfaatannya

Seluruh bagian tanaman dimanfaatkan sebagai obat untuk mengatasi beragam penyakit seperti, luka bakar dan terpukul, penyakit ginjal, sakit kepala, dan demam (Hariana, 2015). Tanaman ini juga memiliki efek farmakologis lainnya yaitu, sebagai antihiperlikemik, dalam penelitian yang dilakukan oleh Salma dkk., (2013), melaporkan bahwa tanaman ini dapat menurunkan kadar glukosa darah tikus yang hiperlikemia akibat diinduksi sukrosa. Tanaman ketumpang air ini juga memiliki kemampuan menurunkan kadar asam urat pada ayam kampung jantan (Yunarto, 2013).

Gel ekstrak dari daun tanaman ini dapat menyembuhkan luka bakar (Mappa, Edy dan Kojong, 2013), ekstrak daun dari tanaman ini juga dapat dimanfaatkan sebagai antikanker dan antibakteri (Wei *et al.*, 2011). Daun ketumpang air yang memiliki aktivitas antibakteri ini mampu menghambat pertumbuhan *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda*, *Escherichia coli*,

Flavobacterium sp., *Klebsiella* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* sp., *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio cholera*, *Vibrio parahaemolyticus* (Wei et al., 2011).

B. Metode Ekstraksi Senyawa Bahan Alam

1. Pengertian ekstraksi

Beberapa definisi mengenai ekstraksi adalah sebagai berikut (Marjoni, 2016):

- a. Ekstraksi adalah suatu proses penyarian zat aktif dari bagian tanaman obat yang bertujuan untuk menarik komponen kimia yang terdapat dalam bagian tanaman obat tersebut.
- b. Ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut tertentu.
- c. Ekstraksi adalah suatu cara untuk memperoleh sediaan yang mengandung senyawa aktif dari suatu bahan alam menggunakan pelarut yang sesuai.
- d. Ekstraksi merupakan suatu proses penarikan senyawa dari tumbuh-tumbuhan, hewan dan lain-lain menggunakan pelarut tertentu.

Proses ekstraksi pada dasarnya adalah proses perpindahan masa dari komponen zat padat yang terdapat pada simplisia ke dalam pelarut organik yang digunakan. Pelarut organik akan menembus dinding sel dan selanjutnya akan masuk ke dalam rongga sel tumbuhan yang mengandung zat aktif. Zat aktif akan terlarut dalam pelarut organik pada bagian luar sel untuk selanjutnya berdifusi masuk ke dalam pelarut. Proses ini terus berulang sampai terjadi keseimbangan konsentrasi zat aktif antara di dalam sel dengan konsentrasi zat aktif di luar sel.

2. Jenis –jenis ekstraksi

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk melakukan ekstraksi, berikut ini merupakan jenis-jenis ekstraksi menurut (Marjoni, 2016):

a. Berdasarkan bentuk substansi dalam campuran

1) Ekstraksi padat-cair

Proses ekstraksi padat-cair ini merupakan proses ekstraksi yang paling banyak ditemukan dalam mengisolasi suatu substansi yang terkandung di dalam suatu bahan alam. Proses ini melibatkan substansi yang berbentuk padat di dalam campurannya dan memerlukan kontak yang sangat lama antara pelarut dan zat padat. Kesempurnaan proses ekstraksi sangat ditentukan oleh sifat dari bahan alam dan sifat dari bahan yang akan diekstraksi.

2) Ekstraksi cair-cair

Ekstraksi ini dilakukan apabila substansi yang akan diekstraksi berbentuk cairan di dalam campurannya.

b. Berdasarkan penggunaan panas

1) Ekstraksi secara dingin

Metode ekstraksi secara dingin bertujuan untuk mengekstrak senyawa-senyawa yang terdapat dalam simplisia yang tidak tahan terhadap panas atau bersifat termolabil. Ekstraksi secara dingin dapat dilakukan dengan beberapa cara berikut ini (Marjoni, 2016):

a) Maserasi

Maserasi adalah proses ekstraksi sederhana yang dilakukan hanya dengan cara merendam simplisia dalam satu atau campuran pelarut selama waktu tertentu pada temperatur kamar dan terlindung dari cahaya. Prinsip kerja maserasi adalah

proses melarutnya zat aktif berdasarkan sifat kelarutannya dalam suatu pelarut (*like dissolved like*). Ekstraksi zat aktif dilakukan dengan cara merendam simplisia nabati dalam pelarut yang sesuai selama beberapa hari pada suhu kamar dan terlindung dari cahaya.

Pelarut yang digunakan, akan menembus dinding sel dan kemudian masuk ke dalam sel tanaman yang penuh dengan zat aktif. Pertemuan antara zat aktif dan pelarut akan mengakibatkan terjadinya proses pelarutan dimana zat aktif akan terlarut dalam pelarut. Pelarut yang berada di dalam sel mengandung zat aktif sementara pelarut yang berada di luar sel belum terisi zat aktif, sehingga terjadi ketidakseimbangan antara konsentrasi zat aktif di dalam dengan konsentrasi zat aktif yang ada di luar sel. Perbedaan konsentrasi ini akan mengakibatkan terjadinya proses difusi, dimana larutan dengan konsentrasi rendah. Peristiwa ini terjadi berulang-ulang sampai di dapat suatu kesetimbangan konsentrasi larutan antara di dalam sel dengan konsentrasi larutan di luar sel.

b) Perkolasi

Perkolasi adalah proses penyarian zat aktif secara dingin dengan cara mengalirkan pelarut secara kontinu pada simplisia selama waktu tertentu.

2) Ekstraksi secara panas

Metode panas digunakan apabila senyawa-senyawa yang terkandung dalam simplisia sudah dipastikan tahan panas. Metode ekstraksi yang membutuhkan panas diantaranya:

a) Seduhan

Merupakan metode ekstraksi paling sederhana hanya dengan merendam simplisia dengan air panas selama waktu tertentu (5-10 menit).

b) *Coque* (penggodokan)

Merupakan proses penyarian dengan cara menggodok simplisia menggunakan api langsung dan hasilnya dapat langsung digunakan sebagai obat baik secara keseluruhan termasuk ampasnya atau hanya hasil godokannya saja tanpa ampas.

c) Infusa

Infusa merupakan sediaan cair yang dibuat dengan cara menyari simplisia nabati dengan air pada suhu 90°C selama 15 menit.

d) Digesti

Digesti adalah proses ekstraksi yang cara kerjanya hampir sama dengan maserasi hanya saja digesti menggunakan pemanasan rendah pada suhu 30-40°C.

e) Dekokta

Proses penyarian secara dekokta hampir sama dengan infusa, perbedaannya hanya terletak pada lamanya waktu pemanasan. Waktu pemanasan pada dekokta lebih lama dibanding metode infusa, yaitu 30 menit dihitung setelah suhu mencapai 90°C. Metode ini sudah sangat jarang digunakan karena selain proses penyariannya yang kurang sempurna dan juga tidak dapat digunakan untuk mengekstraksi senyawa yang bersifat termolabil.

f) Refluks

Refluks merupakan proses ekstraksi dengan pelarut pada titik didih pelarut selama waktu dan jumlah pelarut tertentu dengan adanya pendingin balik (kondensor). Proses ini umumnya dilakukan 3-5 kali pengulangan pada residu pertama, sehingga termasuk proses ekstraksi yang cukup sempurna.

g) *Soxhletasi*

Soxhletasi merupakan proses ekstraksi panas menggunakan alat khusus berupa ekstraktor *soxhlet*. Suhu yang digunakan lebih rendah dibandingkan dengan suhu pada metode refluks.

C. *Streptococcus pyogenes*

1. Morfologi dan fisiologi

Streptococcus pyogenes atau yang dikenal dengan *Streptococcus beta hemolyticus* grup A merupakan bakteri gram positif berbentuk kokus dengan diameter 0,5-1 μm . *Streptococcus pyogenes* tumbuh tersusun menyerupai bentuk rantai yang khas. Dalam media pembenihan cair yang sesuai, *Streptococcus pyogenes* dapat membentuk rantai panjang yang terdiri atas 8 buah kokus atau lebih. *Streptococcus* dapat menimbulkan berbagai jenis penyakit infeksi (Radji, 2011).

2. Karakteristik pertumbuhan

Energi terutama diperoleh dari pemanfaatan glukosa dengan asam laktat sebagai produk akhir. Pertumbuhan *Streptococcus* cenderung buruk pada medium yang padat atau dalam kaldu, kecuali diperkaya dengan darah atau cairan jaringan. Kebutuhan *nutritive* sangat bervariasi antarspesies yang berbeda. Patogen pada manusia adalah yang memiliki kebutuhan nutrisi yang paling banyak, memerlukan beragam faktor pertumbuhan. Pertumbuhan dan hemolysis ditingkatkan dengan inkubasi dalam CO_2 10%. Sebagian besar *Streptococcus* hemolitik patogen tumbuh paling baik pada suhu 37°C . Kebanyakan *Streptococcus* merupakan organisme

anaerob fakultatif, serta tumbuh pada kondisi anaerobik. *Peptostreptococcus* merupakan organisme anaerob obligat (Jawetz, Melnick, dan Adelberg, 2010).

3. Patogenesis dan gambaran klinis

Menurut Jawetz, Melnick, dan Adelberg (2010) infeksi paling umum yang diakibatkan oleh *Streptococcus pyogenes* adalah faringitis. *Streptococcus pyogenes* melekat ke epitel faring dengan menggunakan pili permukaan yang dilapisi *lipoteichoic acid* dan juga dengan asam hialuronat pada galur yang berkapsul. Fibronektin glikoprotein (BM 440.000) pada sel epitel mungkin berperan sebagai ligan lipoteichoic acid. Pada bayi dan anak kecil, nyeri tenggorokan bermanifestasi sebagai nasofaring subakut disertai demam ringan, tetapi dengan kecenderungan penyebaran infeksi ke telinga tengah dan mastoid. Kelenjar getah bening servikalis biasanya membesar. Penyakit dapat menetap selama berminggu-minggu.

Pada anak yang lebih besar dan dewasa, penyakit terjadi lebih akut dan ditandai dengan tonsillitis dan nasofaringitis berat, serta eritema dan edema yang berat pada membrane mukosa dengan eksudat purulent, pembesaran dan nyeri tekan pada kelenjar getah bening servikalis, dan (biasanya) demam tinggi. Dua puluh persen infeksi tidak menimbulkan gejala. Gambaran klinis serupa dapat terjadi pada mononukleosis infeksiosa, difteri, infeksi gonokokus, dan infeksi adenovirus. Infeksi *Streptococcus pyogenes*, pada saluran napas atas biasanya tidak melibatkan paru. Pneumonia, jika terjadi, bersifat progresif cepat dan berat serta paling umum merupakan sekuele infeksi virus, misalnya influenza atau campak yang tampaknya sangat meningkatkan kerentanan pasien.

D. Pengukuran Aktivitas Antimikroba

Penentuan kerentanan suatu patogen bakteri terhadap obat antimikroba dapat dilakukan dengan salah satu di antara dua metode utama yaitu dilusi atau difusi. Penting untuk menggunakan metode standar untuk mengontrol semua faktor yang memengaruhi aktivitas antimikroba. Berikut merupakan metode untuk pengukuran aktivitas antimikroba yaitu (Jawetz, Melnick, dan Adelberg, 2010):

1. Metode dilusi

Substansi antimikroba dalam kadar bertingkat dicampurkan ke dalam medium bakteriologis solid atau cair. Biasanya digunakan substansi antimikroba dengan pengenceran dua kali lipat (\log_2). Medium kemudian diinokulasikan dengan bakteri penguji dan diinkubasi. Titik akhir yang diambil adalah jumlah substansi antimikroba yang diperlukan untuk menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri penguji. Uji sensitivitas dilusi agar memakan banyak waktu dan penggunaan mereka dibatasi hanya pada kondisi khusus. Uji dilusi kaldu tidak praktis dan hanya digunakan jika dilusi dilakukan pada tabung uji, tetapi tersedianya rangkaian dilusi kaldu yang sudah jadi untuk berbagai macam obat dalam lempeng mikrodilusi telah sangat memperbaiki sekaligus menyederhanakan metode tersebut. Keuntungan uji dilusi *microboth* adalah mereka memungkinkan dilaporkannya hasil kuantitatif yang menunjukkan jumlah obat tertentu yang diperlukan untuk menghambat (atau membunuh) mikroorganisme yang diuji.

2. Metode difusi

Metode yang paling banyak digunakan adalah tes difusi lempeng. Suatu lempeng kertas saring yang mengandung obat dalam jumlah tertentu ditempatkan dipermukaan medium solid yang telah diinokulasikan dengan organisme penguji di

permukaanya. Metode tersebut dipengaruhi oleh banyak faktor fisik dan kimiawi di samping interaksi sederhana antara obat dan organisme (yaitu sifat medium dan difusibilitas, ukuran molekuler, dan kestabilan obat). Bagaimanapun juga, standarisasi kondisi tetap memungkinkan penentuan kerentanan organisme.

Interpretasi hasil tes difusi harus didasarkan pada perbandingan antara metode difusi dan dilusi. Perbandingan demikian telah menghasilkan nilai standar rujukan. Garis-garis regresi linier dapat memperlihatkan hubungan antara log konsentrasi inhibitorik minimum dalam tes dilusi dan diameter zona inhibisi dalam tes difusi (Jawetz, Melnick, dan Adelberg, 2010). Aktivitas antimikroba ada yang kuat sedang dan lemah. Berikut merupakan kategori daya hambat bakteri.

Tabel 1
Kategori Daya Hambat Bakteri

Diameter Zona Hambat	Kategori
≤ 5 mm	Lemah
6 – 10 mm	Sedang
11 – 20 mm	Kuat
≥ 20 mm	Sangat kuat

Sumber: Susantoto, Sudrajat dan Ruga (2012) dalam Permadani, Puguh, dan Sarwiyono (2014)

E. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Antimikroba

Diantara banyak faktor yang memengaruhi aktivitas *in vitro* antimikroba hal-hal berikut harus dipertimbangkan karena memengaruhi hasil pemeriksaan secara bermakna (Jawetz, Melnick dan Adelberg, 2010).

1. pH lingkungan

Beberapa obat lebih aktif pada pH asam (misalnya, nitro-furantoin); lain-lain, pada pH basa (misalnya aminoglikosida, sulfonamida)

2. Komponen medium

Sodium polyane (dalam medium kultur darah) dan deterjen anionik lainnya menghambat aminoglikosida. Protein serum mengikat penisilin dalam derajat yang berbeda-beda, berkisar dari 40% untuk metisilin hingga 98% dikloksasilin. Penambahan NaCl ke medium mempertinggi deteksi resistensi metisilin pada *S. aureus*.

3. Kestabilan obat

Pada suhu inkubator, beberapa agen antimikroba kehilangan aktivitas mereka. Penisilin mengalami inaktivasi secara lambat, sedangkan aminoglikosida dan siprofloksasin cukup stabil untuk periode yang lama.

4. Besar inokulum

Secara umum, semakin besar inokulum bakteri, semakin rendah “kerentanan” yang tampak pada organisme itu. Populasi besar bakteri lebih lambat dan lebih jarang mengalami inhibisi total dibandingkan populasi kecil. Selain itu, suatu mutan resisten jauh lebih mungkin muncul pada populasi yang besar.

5. Lama inkubasi

Pada banyak kondisi, mikroorganisme tidak dimatikan, tetapi hanya dihambat pada pajanan singkat terhadap agen antimikroba. Semakin lama masa inkubasi berlangsung, semakin besar kesempatan mutan resisten untuk muncul, atau semakin besar kesempatan bagi anggota yang paling tidak sensitif terhadap antimikroba untuk mulai memperbanyak diri seiring dengan berkurangnya obat.

6. Aktivitas metabolik mikroorganisme

Secara umum, organisme yang aktif dan cepat bertumbuh lebih sensitif terhadap keja obat dibandingkan organisme yang berada dalam fase istirahat. Organisme yang tidak aktif secara metabolik dan berhasil bertahan hidup pada pajanan lama suatu obat mungkin saja memiliki keturunan yang sepenuhnya sensitif terhadap obat yang sama.

F. Antibiotik

Antibiotik adalah suatu metabolit yang diperoleh atau dibentuk oleh berbagai jenis mikroorganisme, yang dalam konsentrasi rendah mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain. Antibiotik memegang peranan penting, dalam mengontrol populasi mikroba di dalam tanah, air, limbah, dan lingkungan. Dari berbagai jenis antibiotik yang telah ditemukan, hanya beberapa golongan antibiotik yang dapat digunakan dalam pengobatan (Radji, 2011).

Menurut Sunaryo, (2017) antibiotik memiliki sifat yaitu bakteristatik dan bakterisida. Bakteristatik, yaitu menghambat atau menghentikan pertumbuhan bakteri sehingga bakteri yang bersangkutan menjadi stasioner dan tidak terjadi lagi multiplikasi atau perkembangbiakan. Bakterisida, yaitu membunuh bakteri.

Salah satu antibiotik yang sering digunakan sebagai pengobatan yaitu *Amoxicillin* merupakan golongan penisilin yaitu aminopenisillin berspektrum luas, yaitu dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan gram negatif, yang mana menghambat pembentukan mukopeptida yang diperlukan untuk sintesis dinding sel mikroba (Asriadi, 2012). Dalam penelitian (Ndiaye *et al.*, 2009) yang menguji kerentanan 98 isolat *Streptococcus pyogenes* terhadap 16 antibiotik,

melaporkan bahwa Amoksisilin memiliki aktivitas tinggi (100%) terhadap infeksi streptokokus.

Dalam dekade terakhir, *amoxicillin* telah dilaporkan berguna dalam pengelolaan banyak indikasi dan digunakan untuk mengobati infeksi pada telinga tengah (otitis media), amandel (tonsilitis & tonsilofaringitis), tenggorokan, laring (radang tenggorokan), faring (faringitis), bronkus (bronkitis), paru-paru (pneumonia), saluran kemih (ISK), kulit dan untuk mengobati gonore (Kaur, Rao and Nanda, 2011).