

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistematika Tanaman Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk.)

Berikut sistematika dari tanaman karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk.) sebagai berikut :

2.1.1. Taksonomi Karamunting



Gambar 2.1 Karamunting *Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk.

Sumber : Dokumen pribadi



Gambar 2.2 Bunga dan daun karamunting

Sumber : Dokumen pribadi

Rhodomyrtus berasal dari bahasa Yunani rhodon, yang berarti merah dan myrtose artinya myrtle, Jadi Rhodomyrtus maksudnya adalah myrtle yang berbunga merah. Karamunting di Indonesia memiliki banyak nama, salah satunya harimonting (Batak), karaduduk (Bangka), kemunting (Sumatera Selatan, Sumatera Utara) masisin (Kalimantan) dan lain sebagainya. Karamunting juga tumbuh di berbagai daerah lain di dunia, Jepang, China, Vietnam, Filipina, Thailand, dan Malaysia. Karamunting dalam bahasa Inggris memiliki nama *rosemyrtle* (Ernawati dkk., 2019).

Klasifikasi tanaman karamunting sebagai berikut : (ITIS, 2020)

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Infrakingdom	: Streptophyta
Superdivision	: Embryophyta
Division	: Tracheophyta
Subdivision	: Spermatophytina
Class	: Magnoliopsida
Superorder	: Rosanae
Order	: Myrtales
Family	: Myrtaceae
Genus	: Rodomyrtes
Spesies	: <i>Rodomyrtus tomentosa</i> (Aiton) Hassk.

2.1.2. Morfologi tumbuhan karamunting

Karamunting merupakan tumbuhan yang menyerupai semak karena memiliki perdu berkayu dengan tinggi mencapai 4 meter. Daun karamunting memiliki tulang daun tiga dari pangkalnya, letaknya bersilang kemudian berhadapan. Permukaan daun karamunting memiliki atas yang mengkilap sedangkan panjang daun karamunting 5 sampai 7 cm yang memiliki lebar 2 sampai 3 cm berbentuk oval, ujung dan pangkal meruncing, memiliki tepi yang rata dan permukaan bawah daun kasar karena memiliki rambut-rambut halus (Sutomo dkk., 2010).

Karamunting memiliki bunga yang berwarna merah muda keunguan dengan mahkota bunga sebanyak lima. Buah karamunting pada saat muda berwarna hijau dengan bagian atas menyerupai kelopak, namun pada saat matang buah berubah menjadi ungu dimana memiliki rasa yang manis. Sistem perakaran karamunting tunggang, kokoh di bawah permukaan tanah (Sutomo dkk., 2010).

2.1.3. Manfaat Tumbuhan Karamunting

Karamunting adalah salah satu tumbuhan obat. Karamunting memiliki beberapa khasiat, diantaranya diare, anti diabetes, sakit perut dan luka bakar (Sutomo dkk., 2010).

Selain itu karamunting juga memiliki aktivitas biologis seperti antiinflamasi, antifungi, antibakteri, antioksidan dan antikanker (Ernawati dkk., 2019).

2.1.4 Kandungan Senyawa Bioaktif Tumbuhan Karamunting

Tanaman ini banyak mengandung senyawa-senyawa yang termasuk dalam golongan terpenoid, floroglusinol, flavonoid, tannin dan glikosida antrasena (Ernawati dkk., 2019).

Rhodomyrtus tomentosa (Aiton) Hassk. mengandung berbagai kandungan senyawa dalam bagian tanamannya salah satunya senyawa golongan terpenoid. Beberapa triterpenoid berhasil di isolasi dari daun karamunting termasuk lupeol, β -amyrin, β -amyrenonol, dan botulin. Kemudian triterpenoid baru dari hasil isolasi kembali ditemukan yaitu 3 β -hydroxy-21 α -hop-22(29)-en-30-al (Vo and Ngo, 2019).

Selain itu juga ditemukan berbagai senyawa terpenoid yang sudah dikenal seperti taraxerol, betulin, botulin-3-acetate, 3 β -acetoxy-11 α -epoxyoleanan-28, 13 β -olide, 3 β -acetoxy-12 α -hydroxyoleanan-28, 13 β -olide, dan juga 3 β -acetoxy-12-oxo-oleanan-28, 13 β -olide dimana diidentifikasi dari dalam batang karamunting. Baru-baru ini, banyak

terpenoid dari daun karamunting ditemukan seperti rhodomentones A dan B, tomentosenol A, 4S-focifolidione, 4R-focifolidione, tomentodione E, rhodomirtial A dan B, tomentodiones A–D, tomentodiones E–G, dan tomentodiones H–M. kemudian dari akar karamunting juga ditemukan tomentodiones H–M (Vo and Ngo, 2019).

Senyawa fenolik juga diidentifikasi sebagai komponen utama karamunting. Dimana ekstrak aseton daun karamunting mengandung empat jenis asilfloroglusinol baru termasuk rhodomyrtosone A, rhodomyrtosone B, rhodomyrtosone C, dan rhodomyrtosone D. Selanjutnya, kemudian senyawa turunan asam flavelagat juga berhasil diisolasi yaitu 3,3',4,4'-tetra-O-methylflavellagic acid dan enam senyawa yang telah diketahui sebelumnya, yaitu *trans*-triacontyl-4-hydroxycinnamate, 3-O-(*E*)-coumaroyloleanolic acid, (-)-(2*R*,3*R*)-1,4-O-diferuloylsecoisolariciresinol, arjunolic acid, 4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid, dan asam gallat, dari batang karamunting (Vo and Ngo, 2019).

Penelitian selanjutnya ditemukan juga satu senyawa floroglusinol baru, yang diberi nama rhodomyrtosone I dan enam senyawa yang sudah diketahui strukturnya sebelumnya yaitu stigmast-4-en-3-one, rhodomyrtone, rhodomyrtosone D, oleanolic acid, methyl gallate, and 3-O-methylellagic acid 4-O-rhamnopyranoside dari buah mentah karamunting. Dalam penelitian lain, Hiranrat et al. (2012) rekannya telah berhasil mengisolasi dua senyawa floroglusinol, bernama tomentosones A dan B dari ekstrak CH₂Cl₂ daun karamunting.

Selain itu Hiranrat et al. (2017) juga berhasil menemukan dua senyawa floroglusinol baru yang bernama rhodomyrtosones G dan H dari ekstrak heksan daun karamunting. Kemudian Zhang et al. (2018) menemukan tujuh senyawa turunan floroglusinol dari daun karamunting yang belum dilaporkan sebelumnya yaitu tomentodion

N-T, dan Zhuang et al. (2017) juga melaporkan sebuah senyawa baru yang diisolasi dari buah karamunting, yaitu watsonianone A (Vo and Ngo, 2019).

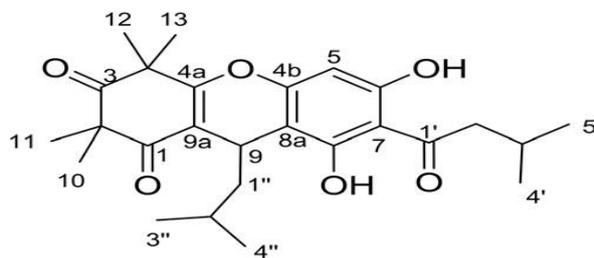
Selanjutnya flavonoid juga salah satu golongan senyawa yang terkandung dalam karamunting. Dimana Lowry dan He et al. telah mengidentifikasi beberapa senyawa antosianin dari bunga karamunting, antara lain malvidin-3-O-glukosida, pelargonidin-3,5-biglukosida, delphinidin-3-galaktosida, dan cyanidin-3-galaktosida. Selanjutnya, berbagai glikosida flavon juga berhasil ditemukan pada daun karamunting seperti myricetin 3-O- α -L-furanoarabinoside, myricetin 3-O- β -D-glucoside, dan myricetin 3-O- α -L-rhamnoside. Kemudian ditemukan satu senyawa antibiotika baru yang diisolasi dari daun karamunting, yaitu rhodomyrton dan senyawa baru piceatannol 4-O- β -D-glucopyranosida sebagai agen kosmetik kulit dari daun karamunting. Fahmi et al. (2004) melaporkan pemurnian flavonoid senyawa, combretol, dari kulit kayu dan ranting karamunting. Sedangkan Phan et al. (2007) telah mempelajari kaempferol 3-O- β -sambubioside pada tunas karamunting (Vo and Ngo, 2019).

Kemudian terakhir tannin yang merupakan golongan senyawa yang juga terkandung dalam karamunting. Liu et al. (1997) berhasil mengisolasi senyawa tanin yang dapat terhidrolisis dari daun karamunting seperti tomentosin, pedunculagin, casuariin, dan castalagin. Beberapa minyak esensial, seperti α -pinene, β -pinene, dan aromadendrene juga ditemukan dari daun karamunting (Vo and Ngo, 2019).

2.1.4.1. Kandungan Senyawa Bioaktif Karamunting sebagai Antibakteri

Senyawa antibiotika yang diisolasi pada karamunting adalah *rhodomyrton*. *Rhodomyrton* adalah senyawa asilfloroglusinol yang merupakan antibiotika alami. *Rhodomyrton* telah

dibuktikan secara *in vitro* memiliki aktivitas antibakteri luas terhadap bakteri gram positif. Ekstrak etanol kasar karamunting juga menunjukkan daya antibakteri yang kuat terhadap bakteri-bakteri gram positif termasuk *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus gordonii*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus salivarius* dan *Streptococcus pneumoniae* (Ernawati dkk., 2019).



Gambar 2.3 *Rhodomyrton*

Sumber : Bach et.al., 2019

2.2 Simplisia

Simplisia merupakan bahan alami yang digunakan untuk obat dan belum mengalami pengolahan apapun juga dan kecuali dinyatakan lain. Umumnya berupa bahan yang telah dikeringkan. Berdasarkan hal tersebut simplisia dapat dibagi menjadi tiga golongan yaitu simplisia nabati, simplisia hewani, dan simplisia pelikan/mineral (Departemen Kesehatan republik Indonesia, 1977).

Simplisia terbagi menjadi tiga yaitu sebagai berikut : (Departemen Kesehatan republik Indonesia, 1977).

2.2.1. Simplisia Nabati

Simplisia nabati merupakan tanaman utuh, bagian tanaman juga eksudat tanaman. Eksudat tanaman adalah isi sel yang keluar secara spontan dari tanaman atau dengan cara tertentu seperti sengaja mengeluarkan dari selnya. Eksudat tanaman seperti zat-zat nabati

lainnya dengan cara tertentu dipisahkan dari tanamannya dan belum berupa zat kimia murni.

2.2.2 Simplisia Hewani

Simplisia hewani adalah simplisia berupa hewan utuh, bagian hewan atau zat-zat yang berguna, dihasilkan oleh hewan dan belum berupa bahan kimia murni.

2.2.3. Simplisia Pelikan atau Mineral

Simplisia pelikan atau mineral adalah simplisia yang belum diolah atau dengan kata lain telah diolah menggunakan cara yang sederhana dan belum berupa zat kimia murni.

2.3 Ekstrak

Ekstrak adalah sediaan kental diperoleh dengan mengekstrak senyawa aktif yang berasal dari simplisia hewani atau simplisia nabati dengan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian rupa sehingga memenuhi baku yang telah ditetapkan (Depkes RI, 2000).

Ekstrak cair adalah sediaan dari simplisia nabati yang mengandung etanol sebagai pelarut atau sebagai pengawet. Sedangkan infus adalah sediaan cair yang dibuat dengan mengekstraksi simplisia nabati dengan air pada suhu 90°C selama 15 menit (Depkes RI, 2000).

2.4 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai (Mukhriani, 2014). Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan pelarut cair. Simplisia yang diekstrak mengandung senyawa aktif yang dapat larut dan senyawa yang tidak dapat larut seperti serat, karbohidrat, protein dan lain-lain. Senyawa aktif yang terdapat dalam berbagai simplisia dapat digolongkan kedalam golongan minyak atsiri, alkaloid, flavonoid dan lain-lain (Depkes RI, 2000).

Struktur kimia yang berbeda-beda akan mempengaruhi kelarutan serta stabilitas senyawa-senyawa tersebut terhadap pemanasan, udara, cahaya, logam berat, dan derajat keasaman. Diketuinya senyawa aktif yang dikandung simplisia akan mempermudah pemilihan pelarut dan cara ekstraksi yang tepat. Simplisia yang lunak seperti rimpang dan daun mudah diserap oleh pelarut, karena itu pada proses ekstraksi tidak perlu diserbuk sampai halus. Simplisia yang keras seperti biji, kulit kayu dan kulit akar susah diserap oleh pelarut, karena itu perlu diserbuk sampai halus. Disamping memperhatikan sifat fisik dan senyawa aktif dari simplisia juga diperhatikan senyawa-senyawa lain seperti protein, karbohidrat, lemak dan gula, karena senyawa ini akan mempengaruhi tingkat kejenuhan pelarut sehingga akan berpengaruh pula pada proses pelarutan senyawa aktif (Depkes RI, 2000).

Adapun metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut, terdiri sebagai berikut :

2.4.1. Cara Dingin

Metode ekstraksi dengan cara dingin adalah sebagai berikut :

2.4.1.1. Maserasi

Maserasi merupakan proses pengekstrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruangan (kamar). Maserasi kinetik berarti dilakukan pengadukan yang kontinu (terus-menerus). Sedangkan remaserasi berarti dilakukan pengulangan penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan maserat pertama dan seterusnya (Depkes RI, 2000).

Maserasi adalah metode yang sederhana dan paling banyak digunakan. Maserasi dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah inert, tertutup rapat pada suhu kamar. Metode ini memiliki kerugian dimana kerugian utamanya adalah memakan banyak waktu, menggunakan pelarut yang cukup banyak dan besar

kemungkinan beberapa senyawa juga akan hilang. Selain itu mungkin saja ada beberapa senyawa yang sulit diekstraksi dalam suhu kamar. Namun di sisi lain, metode ini dapat menghindari kerusakan senyawa-senyawa yang bersifat termolabil (Mukhriani, 2014).

2.4.1.2. Perkolasi

Perkolasi merupakan ekstraksi menggunakan pelarut yang selalu baru dan sempurna (*Exhaustiva extraction*) umumnya dilakukan pada suhu ruang. Prinsip perkolasi adalah menempatkan serbuk simplisia pada bejana silinder, dimana bagian bawahnya diberi sekat berpori. Tahap perkolasi dan tahap maserasi adalah tahap ekstraksi terus menerus sampai diperoleh ekstrak (perkolat) yang jumlahnya 1-5 kali bahan (Depkes RI, 2000).

Kelebihan dari metode perkolasi adalah senantiasa dialiri pelarut baru. Sedangkan kerugian metode perkolasi ialah jika sampel yang ada dalam perkolator tidak homogen maka pelarut akan sulit menjangkau seluruh area. Selain itu metode perkolasi memakan banyak waktu dan memakan banyak pelarut (Mukhriani, 2014).

2.4.2. Cara Panas

Metode ekstraksi dengan cara panas adalah sebagai berikut :

2.4.2.1. Refluks

Refluks merupakan ekstraksi dengan pelarut yang menggunakan temperatur titik didihnya, pada waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik. Umumnya dilakukan pengulangan pada residu pertama 3 sampai 5 kali sehingga dapat termasuk proses ekstraksi yang sempurna (Depkes RI, 2000).

2.4.2.2. Sokletasi

Sokletasi merupakan ekstraksi yang menggunakan pelarut yang selalu baru. Pada umumnya dilakukan menggunakan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi kontinyu dengan jumlah pelarut yang relatif konstan dengan menggunakan pendingin balik (Depkes RI, 2000).

Metode soklet ini dilakukan dengan cara menempatkan serbuk sampel dalam sarung selulosa (dapat digunakan kertas saring) di dalam klonsong yang diletakkan diatas labu dan dibawah kondensor. Keuntungan metode soklet adalah proses ekstraksi yang kontinyu, sehingga tidak membutuhkan banyak pelarut dan tidak memakan banyak waktu. Sedangkan kerugian metode sokletasi adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi karena ekstrak yang di dapat terus-menerus berada pada titik didih (Mukhriani, 2014).

2.4.2.3. Digesti

Digesti merupakan maserasi kinetik (dengan pengadukan secara kontinu) menggunakan suhu yang lebih tinggi dari suhu ruangan. Secara umum dilakukan pada suhu 40°C – 50°C (Depkes RI, 2000).

2.4.2.4. Infus

Infus merupakan ekstraksi dengan menggunakan pelarut air pada temperatur 96°C - 98°C dalam waktu 15-20 menit pada penangas air, dapat berupa bejana infus yang tercelup di penangas air yang mendidih (Depkes RI, 2000).

2.4.2.5. Dekok

Dekok merupakan infus dalam waktu lebih lama (30 menit) dan temperatur sampai titik didih air (Depkes RI, 2000).

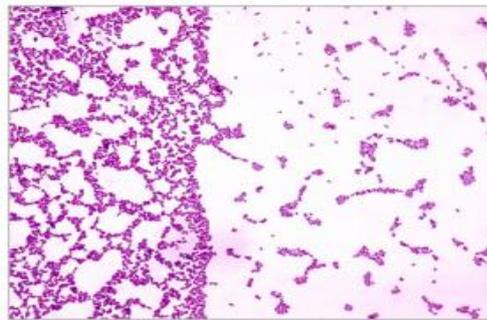
2.4.3. Destilasi Uap

Destilasi uap merupakan ekstraksi senyawa kandungan menguap (minyak atsiri) dari bahan (segar/simplisia) dengan uap air

berdasarkan peristiwa tekanan parsial senyawa kandungan menguap dengan fase uap air dari ketel secara kontinu sampai sempurna dan diakhiri dengan kondensasi fase uap campuran (senyawa kandungan menguap ikut terdestilasi) menjadi destilat air bersama senyawa kandungan yang memisah sempurna atau memisah sebagian (Depkes RI, 2000).

2.5 *Streptococcus mutans*

2.5.1. Taksonomi *Streptococcus mutans*



Gambar 2.4 *Streptococcus mutans*

Sumber : (Ranganathan and Akhila, 2019)

Kingdom	: Bacteria
Subkingdom	: Posibacteria
Phylum	: Firmicutes
Class	: Bacilli
Order	: Lactobacillales
Family	: Streptococcaceae
Genus	: Streptococcus
Species	: <i>Streptococcus mutans</i>

(ITIS, 2020)

2.5.2. Sifat dan Morfologi *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans adalah flora normal yang hidup di rongga mulut, namun ketika berlebih dapat menyebabkan karies gigi. Bakteri *Streptococcus mutans* dapat memetabolisme karbohidrat sehingga menghasilkan asam. Metabolisme *Streptococcus mutans* lebih cepat dibandingkan bakteri lain seperti *Streptococcus mitis*. *Streptococcus*

mutans dapat berkembang biak secara cepat pada suasana asam atau pH rendah. Bakteri ini mempunyai koloni berpasangan atau berantai, tidak berspora dan tidak bergerak. Metabolisme bakteri ini anaerob namun dapat hidup secara anaerob fakultatif. *Streptococcus mutans* melakukan fermentasi dengan lingkungan asam dan pH yang rendah. *Streptococcus mutans* adalah bakteri gram positif bersifat nonmotil (tidak bergerak) dan anaerob fakultatif. *Streptococcus mutans* memiliki bentuk kokus, bulat atau bulat telur juga tersusun dalam rantai. Bakteri ini tumbuh secara optimal pada suhu 18 °C - 40 °C. *Streptococcus mutans* akan tumbuh optimal pada pH saliva 4,5 – 5,5 (Kusumaningsari dan Handajani, 2011).

2.5.3. Patogenesis

Streptococcus mutans menyebabkan penyakit karies gigi sehingga membuat rongga atau lubang pada gigi. Terbentuknya karies gigi diawali oleh penguraian plak (sisa-sisa makanan) di gigi oleh bakteri *Streptococcus mutans*. Selain itu juga disebabkan oleh perilaku menggosok gigi yang salah. Menggosok gigi yang baik dan benar adalah pada waktu pagi setiap hari sesudah sarapan pagi dan pada waktu malam sebelum tidur supaya mendapatkan hasil yang optimal (Tresia Jawa, 2016).

2.6 Karies Gigi

Karies gigi atau biasa disebut gigi berlubang merupakan penyakit pada jaringan keras gigi, dimana ditandai dengan rusaknya email juga dentin karena aktivitas metabolisme suatu bakteri dalam plak sehingga terjadi demineralisasi akibat interaksi produk-produk mikroorganisme, ludah juga bagian-bagian yang berasal dari makanan dan email (Ramayanti dan Purnakarya, 2013).

2.6.1. Faktor Penyebab Karies Gigi

Terdapat empat faktor penting yang saling berinteraksi pada pembentukan karies gigi, diantaranya adalah : (Ramayanti dan Purnakarya, 2013).

2.6.1.1. Mikroorganisme

Mikroorganisme mempunyai peranan besar terhadap pembentukan karies. *Streptococcus mutans* merupakan bakteri utama penyebab karies gigi dan 1 dari 500 bakteri yang terdapat pada plak gigi. Plak melekat erat pada permukaan gigi. Plak adalah massa padat berupa kumpulan bakteri yang tidak terklasifikasi, tahan terhadap pelepasan dengan berkumur atau gerakan fisiologis jaringan lunak. Plak berkembang ditempat paling baik pada daerah yang sulit dibersihkan diantaranya tepi gingival, didalam fisur dan pada permukaan proksimal.

2.6.1.2. Gigi (*Host*)

Morfologi gigi setiap manusia memiliki perbedaan. Karies gigi biasanya terjadi pada permukaan gigi susu maupun gigi permanen.

Karies pada gigi permanen dapat ditemui dipermukaan pit dan fisur sedangkan pada gigi susu akan mudah mengalami karies pada permukaan gigi yang halus. Gigi yang memiliki lekukan yang dalam merupakan daerah yang sulit dibersihkan dari berbagai sisa-sisa makanan sehingga plak mudah berkembang dan dapat menyebabkan karies gigi terjadi.

2.6.1.3. Makanan

Makanan juga berperan dalam pembentukan karies gigi yang bersifat lokal. Sisa makanan yang ada dalam mulut (karbohidrat) merupakan substrat yang difermentasi oleh bakteri untuk mendapatkan energi.

2.6.1.4. Waktu

Kecepatan karies gigi antara anak-anak dan orang dewasa berbeda. Pada anak-anak lebih tinggi jika dibandingkan dengan kecepatan kerusakan gigi orang dewasa. Karies adalah penyakit yang berkembang secara lambat dan

keaktifannya berjalan secara bertahap serta merupakan proses dinamis yang ditandai oleh periode demineralisasi dan remineralisasi.

2.6.2. Mekanisme Terjadinya Karies Gigi

Mekanisme terjadinya karies gigi terdiri menjadi tiga teori yaitu *proteolysis*, *preteolitic-chelation* dan *chemoparasitic* atau biasa disebut dengan teori asidogenik. Teori asidogeneik adalah pembentukan karies gigi yang disebabkan karena aksi mikroorganisme terhadap karbohidrat. Ditandai dengan dekalsifikasi komponen inorganik dilanjutkan oleh disintegrasi substansi organik yang berasal dari gigi (Ramayanti dan Purnakarya, 2013).

2.7 Bakteri

Bakteri merupakan mikroorganisme yang sangat sederhana, tidak memiliki nukleus dan memiliki sifat berbeda dengan organisme yang memiliki inti sel. Bakteri adalah organisme yang sangat kecil (berukuran mikroskopis) akibatnya pada mikroskop tidak tampak jelas dan morfologinya sukar dilihat sehingga dilakukan pewarnaan bakteri biasa disebut pengenceran bakteri (Putri dkk, 2017).

2.7.1. Bentuk Bakteri

Berdasarkan morfologi bakteri dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu sebagai berikut: (Putri dkk, 2017)

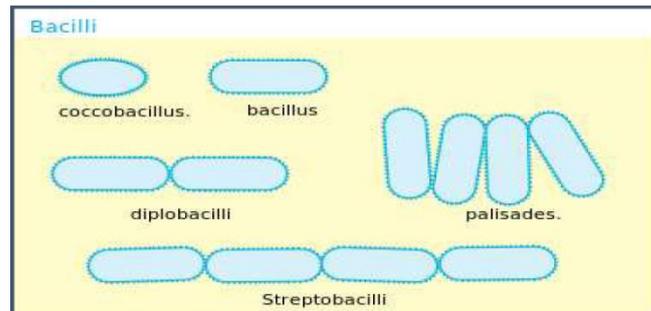
2.7.1.1. Bentuk Batang

Bakteri yang berbentuk batang terdiri dari bentuk batang pendek dan bentuk batang panjang, dengan ujung lengkung dan datar. Bentuk batang dibedakan lagi atas bentuk batang yang memiliki garis tengah sama atau tidak sama di seluruh bagian panjangnya.

Bakteri bentuk batang dapat membentuk formasi sebagai berikut :

- a. Bentuk sel tunggal (monobaasil) contohnya : *Escherichia coli*

- b. Bentuk bergandengan dua-dua (diplobacil), contohnya : *Diplococcus pneumonia*
- c. Bentuk rantai (streptobacil) atau sebagai jaringan tiang (palisade), contohnya : *Bacillus anthrax*

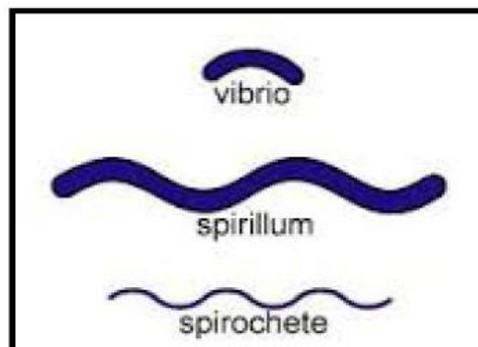


Gambar 2.5 Formasi bakteri berbentuk batang

Sumber : Putri dkk, 2017

2.7.1.2. Bentuk Spiral

- a. Berbentuk Spirial jika lengkungnya lebih dari setengah lingkaran, contohnya : *Spirillum minor* yang menyebabkan demam karena gigitan tikus atau hewan pengerat lainnya.
- b. Berbentuk Koma atau vibrio jika lengkungnya kurang dari setengah lingkaran, contohnya : *Vibrio cholera*, penyebab penyakit kolera.
- c. Berbentuk Spirochaeta : spiral yang halus dan lentur, lebih berkelok dengan ujung lebih runcing, contohnya : *Treponema pallidum*, penyebab penyakit sifilis.

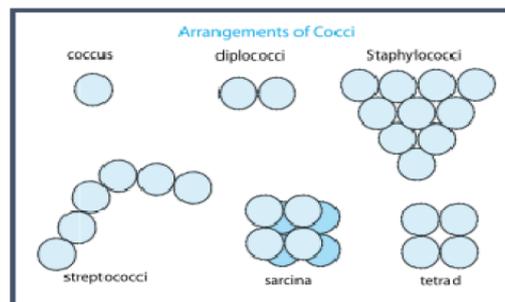


Gambar 2.6 Bakteri berbentuk spiral

Sumber : Putri dkk, 2017

2.7.1.3. Bentuk Bulat

- a. Monococcus berbentuk bulat satu-satu, contohnya : *Monococcus gonorrhoe*.
- b. Diplococcus berbentuk bulat bergandeng dua-dua, contohnya : *Diplococcus pneumoniae*
- c. Streptococcus berbentuk bulat bergandeng seperti rantai, contohnya : *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus lactis* dan lain-lain
- d. Tetracoccus berbentuk bulat terdiri atas 4 sel berbentuk bujur sangkar, sebagai hasil pembelahan sel kedua arah, contohnya : *Pediococcus*
- e. Sarcina berbentuk bulat terdiri dari 8 sel yang tersusun dalam bentuk segi kubus, contohnya : *Thiosarcina rosea*
- f. Staphylococcus berbentuk bulat yang tersusun seperti buah anggur, contohnya : *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprofiticus*.



Gambar 2.7 Bakteri berbentuk bulat

Sumber : Putri dkk, 2017

2.7.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri

Berdasarkan regulasi pertumbuhan bakteri di lingkungannya sangat dipengaruhi oleh nutrisi. Meski demikian, kondisi intrasel dan ekstrasel juga dapat memodifikasi laju pertumbuhan bakteri.

Faktor-faktor intraseluler sebagai berikut : (Putri dkk, 2017)

2.7.2.1. Penekan oleh Katabolit :

Sintesa enzim yang dihambat oleh produk-produk katabolit.

2.7.2.2. Produk Akhir yang Menghambat Tumbuh :

Enzim pertama pada jalur metabolic dihambat oleh produk akhir dari jalur tersebut.

Faktor-faktor ekstrasel sebagai berikut : (Putri dkk, 2017)

2.7.2.3. Suhu

Bakteri mempunyai suhu optimal yang dibutuhkan untuk kerja enzim bakteri yang efektif. Berdasarkan kemampuan tumbuh pada suhu lingkungan bakteri dapat dibedakan menjadi beberapa golongan yaitu :

- a. Bakteri thermofil adalah bakteri yang tumbuh baik antara suhu 55-80°C (*Thermus aquaticus* misalnya tumbuh pada daerah yang bersuhu tinggi, dan enzimnya seperti *Taq-polimerase*, merupakan enzim yang tahan panas).
- b. Bakteri mesofil adalah bakteri yang tumbuh baik antara suhu 25-40°C (tumbuh baik pada temperatur badan)
- c. Bakteri psikofil adalah bakteri yang tumbuh pada suhu dibawah 20°C.

2.7.2.4. pH

Pada saat pertumbuhan bakteri mempunyai pH tertentu. Konsentrasi ion hidrogen di lingkungan seharusnya antara pH 7,2-7,4 (misal pH fisiologis) untuk pertumbuhan optimal suatu bakteri. Namun ada beberapa bakteri seperti *Lactobacillus* sp yang dapat mempengaruhi lingkungan ekologisnya, misalnya dapat menyebabkan proses karies gigi dan pH dapat diturunkan sampai 5,0.

Berdasarkan pertumbuhan aerob dan anaerob bakteri diklasifikasikan menurut kemampuannya hidup di lingkungan dengan sedikit oksigen ataupun bebas oksigen.

2.7.2.5. Oksigen

Berdasarkan kebutuhan bakteri terhadap oksigen dapat dibagi menjadi beberapa golongan yaitu :

- a. Bakteri obligat aerob (mutla aerob) yaitu bakteri yang membutuhkan oksigen pada saat pertumbuhannya (misalnya : *Mycobacterium tuberculosis*).
- b. Bakteri obligat anaerob yaitu bakteri yang dapat hidup apabila tidak ada oksigen (misalnya : *Porphyromonas gingivalis*).
- c. Bakteri fakultatif anaerob yaitu bakteri yang jika oksigen ada mereka menggunakan oksigen untuk membentuk energi, tetapi jika oksigen tidak tersedia secara cukup mereka menggunakan jalur fermentasi untuk mensintesa ATP (misalnya : bakteri rongga mulut yaitu *Streptococcus mutans*, *Eschericia coli*).
- d. Bakteri *mikroaerofilik* yaitu bakteri yang dapat hidup ketika ada oksigen dalam jumlah yang kecil (misalnya *Campylobacter fetus*) (Putri dkk, 2017).

2.8 Antibakteri

Antibakteri merupakan senyawa untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri yang merugikan. Pengendalian pertumbuhan mikroorganisme bertujuan mencegah penyakit dan infeksi yang menyebar, mencegah pembusukan serta rusaknya bahan oleh mikroorganisme dan membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi (Utomo dkk, 2018).

Antibakteri adalah zat yang memiliki sifat menghambat pertumbuhan serta perkembangan mikroorganisme. Zat tersebut harus mampu menghambat serta membunuh mikroorganisme bila diharuskan, tetapi tidak membahayakan manusia (Tresia Jawa, 2016).

2.8.1. Mekanisme Kerja Antibiotik

Berdasarkan mekanisme kerjanya antibiotik dapat dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu sebagai berikut :

2.8.1.1. Menghambat Sintesis Dinding Sel

Antibiotik yang menghambat sintesis dinding sel bekerja dengan cara merusak lapisan peptidoglikan yaitu penyusun dinding sel baik bakteri gram positif maupun gram negatif.

2.8.1.2. Merusak Membran plasma

Antibiotik yang merusak membran plasma merupakan antibiotik yang dapat mengubah permeabilitas membran plasma sel bakteri.

2.8.1.3. Menghambat Asam Nukleat (DNA/RNA)

Merupakan antibiotik yang menghambat proses transkrip dan replikasi DNA ataupun RNA.

2.8.1.4. Menghambat Sintesis Metabolit

Antibiotik ini bekerja dengan cara menghambat metabolit mikroorganisme.

2.8.1.5. Menghambat Sintesis Protein

Antibiotik ini bekerja dengan cara menghambat sintesis protein pada bakteri dengan spektrum yang luas (Tresia Jawa, 2016).

2.8.2. Uji Aktivitas Bakteri

Uji potensi antibakteri dapat dilakukan dengan beberapa metode dimana metode yang biasa dilakukan yaitu :

2.8.2.1. Metode Difusi

Metode difusi yang digunakan adalah Mueller Hinton. Pada metode ada beberapa cara yaitu :

a. Cara Kirby Baurer

Cara *Kirby Baurer* adalah metode uji sensitivitas bakteri yang dilakukan dengan pembuatan suspensi bakteri pada media *Brain Herath Infusion* (BHI) cair dari koloni waktu tumbuhnya kuman selama 24 jam. Selanjutnya disuspensikan dalam 0.5 ml BHI cair (kemudian diinkubasi 408 jam dengan suhu 37°C). Hasil inkubasi bakteri kemudian diencerkan sampai sesuai standar

konsentrasi pada kuman 10^8 CFU/ml (CFU : *Colony Forming Unit*). Suspensi bakteri lalu diuji sensitivitasnya dengan cara meratakan suspensi bakteri dalam permukaan media agar. Disk antibiotik diletakkan diatas media kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 19-24 jam. Setelah diinkubasi kemudian hasil dari inkubasi diamati yaitu :

1. *Radical zone* adalah zona didaerah sekitar zat uji yang sama sekali tidak ditemukan adanya pertumbuhan bakteri
2. *Irradical Zone* adalah daerah disekitar zat uji yang pertumbuhan bakteri dihambat oleh zat uji tersebut.

b. Cara *Cup Plate Teqnique*

Metode *Cup Plate Teqnique* serupa dengan *disc diffusion*, pada metode ini dibuat sumuran terlebih dahulu pada media agar yang ditanami dengan mikroorganisme dan pada sumur tersebut diberi agen anti mikroba yang akan diuji (Annisa, 2015).

c. Cara Difusi Agar

Metode difusi agar adalah metode yang paling sering digunakan. Cakram kertas saring yang berisi sejumlah obat tertentu diletakkan pada medium padat yang sebelumnya di inkubasi, kemudian dilakukan pengukuran pada diameter zona hambat disekitar cakram. Hal ini dilakukan untuk melihat kekuatan hambatan dari obat terhadap mikroorganisme uji. Metode difusi agar dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik dan kimia, selain faktor antara obat dan organisme (misalnya sifat medium dan kemampuan difusi, ukuran molekular dan stabilitas obat). Namun standarisasi faktor-faktor tersebut tetap memungkinkan dilakukan uji kepekaan dengan baik (Annisa, 2015).

2.8.2.2. Metode Dilusi

a. Metode dilusi cair

Metode ini adalah metode yang digunakan untuk mengukur Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Kadar Bunuh Minimum (KBM) dilakukan dengan cara membuat seri pengenceran agen antimikroba pada medium cair yang ditambahkan dengan mikroba uji. Larutan agen mikroba kadar terkecil dan terlihat jernih tanpa adanya mikroba uji yang tumbuh maka dinyatakan sebagai KHM. Larutan yang dinyatakan sebagai KHM diukur ulang pada media cair tanpa penambahan mikroba uji atau antimikroba kemudian diinkubasi selama 18-24 jam. Media cair setelah diinkubasi terlihat jernih maka dinyatakan sebagai KBM.

b. Metode dilusi padat

Metode dilusi padat serupa dengan metode cair namun menggunakan media padat (*solid*). Keuntungan metode ini yaitu satu konsentrasi dapat digunakan untuk beberapa mikroba uji (Annisa, 2015).

2.9 Media

Media pertumbuhan mikroorganisme adalah bahan yang terdiri dari campuran nutrisi (*nutrient*), digunakan mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang biak. Nutrisi yang ada pada media dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk menyusun komponen selnya. Selain itu dengan media pertumbuhan juga bisa digunakan untuk mengidentifikasi mikroorganisme, mengisolasi dan membuat kultur murni. Media merupakan bahan terdiri dari campuran zat-zat hara (*nutrient*) sebagai tempat membiakkan mikroba (Putri dkk, 2017).

2.9.1. Macam-macam Media

Banyak jenis media yang digunakan untuk kultur bakteri, dimana dibagi menjadi tiga kelompok besar berdasarkan bentuk, komposisi/susunannya (Putri dkk, 2017).

2.9.1.1. Media Berdasarkan Bentuknya

Media berdasarkan bentuknya dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu sebagai berikut : (Putri dkk, 2017).

a. Media Padat

Media padat adalah media yang mengandung zat pematat kurang lebih 15% agar sehingga media menjadi padat. Media padat dibedakan menjadi beberapa jenis menurut bentuk dan wadahnya yaitu, media miring, media lempeng, dan media tegak. Media miring adalah media dengan tabung reaksi dimiringkan, media lempeng menggunakan petridish (plate) sebagai wadahnya umumnya untuk pertumbuhan koloni bakteri atau kapang. Sedangkan media tegak dengan tabung reaksi yang ditegakkan sebagai wadahnya. Media padat umumnya dipergunakan untuk bakteri, jamur, ragi dan kadang-kadang juga mikroalga.

b. Media Semi Padat

Media semi padat adalah media yang mengandung agar kurang dari yang seharusnya kurang lebih 0,3% - 0,4% sehingga media menjadi kenyal, tidak padat dan tidak begitu cair. Digunakan untuk pertumbuhan mikroba yang banyak membutuhkan air.

c. Media Cair

Media cair umumnya digunakan untuk pertumbuhan mikroalga. Media cair berbeda dengan media lainnya dimana media cair adalah media yang tidak ditambahkan bahan pematat.

2.9.1.2. Media Berdasarkan Komposisi/Susunannya

Media berdasarkan komposisi/strukturnya dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu sebagai berikut :

a. Media alami/non sintetis adalah media yang tersusun dari bahan-bahan alami, komposisinya tidak diketahui secara

pasti dan biasanya langsung diekstrak dari bahan dasarnya seperti: kentang, telur, daging, tepung, sayur juga ikan.

- b. Media semi sintesis adalah media yang tersusun dari bahan alami dan bahan sintesis. Contohnya: Kaldu nutrisi disusun dari : Pepton 10,0 g, Ekstrak daging 10,0 g, NaCl 5,0 g, dan Aquadest 1000 ml.
- c. Media sintesis, adalah media yang tersusun dari senyawa kimia dimana jenis dan takarannya diketahui secara pasti. Contohnya : Mac Conkey Agar.

2.10 Sterilisasi

Sterilisasi adalah proses yang dilakukan untuk mematikan semua mikroorganisme yang hidup. Sterilisasi merupakan metode praktis yang dirancang untuk membersihkan dari mikroorganisme, atau sengaja untuk menghambat pertumbuhannya (Putri dkk, 2017).

2.10.1. Macam-Macam Sterilisasi

Sterilisasi pada prinsipnya dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu sebagai berikut : (Putri dkk, 2017).

2.10.1.1. Sterilisasi Secara Mekanik (Filtrasi)

Sterilisasi cara mekanik dilakukan dengan cara menggunakan suatu saringan yang berpori sangat kecil (0.22 mikron atau 0.45 mikron) sehingga mikroba yang ada disaringan dapat tertahan. Sterilisasi cara mekanik dilakukan untuk bahan yang peka panas, misalnya larutan enzim dan antibiotik.

2.10.1.2. Sterilisasi Secara Fisik

Sterilisasi secara fisik dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

a. Pemanasan

- 1). Pemijaran (dengan api langsung):

Pemijaran dilakukan dengan membakar alat pada api secara langsung, seperti alat: jarum inokulum (jarum ose), pinset, batang L.

2). Panas Kering:

Panas kering adalah sterilisasi yang dilakukan dengan oven kira-kira 60-180oC. Sterilisasi panas kering ditujukan untuk alat yang terbuat dari kaca, misalnya erlenmeyer, tabung reaksi, cawan.

3). Uap Air Panas:

Sterilisasi uap air panas dilakukan dengan konsep yang mirip dengan mengukus. Sterilisasi uap air panas lebih tepat untuk bahan yang mengandung air supaya tidak terjadi dehidrasi.

4). Uap Air Panas Bertekanan:

Sterilisasi uap air bertekanan dilakukan dengan menggunakan autoklaf.

b. Penyinaran dengan Ultra Violet (UV)

Sterilisasi sinar UV dilakukan untuk membunuh mikroba yang menempel pada permukaan interior Safety Cabinet dengan disinari lampu UV.

2.10.1.3. Sterilisasi Secara Kimiawi

Sterilisasi secara kimiawi dilakukan dengan menggunakan senyawa desinfektan, antara lain alkohol