

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Plak Gigi

##### 2.1.1 Definisi

Plak gigi merupakan suatu lapisan lunak yang terdiri atas kumpulan bakteri yang berkembang biak di atas suatu matriks, terbentuk dan melekat erat pada permukaan gigi yang tidak dibersihkan. Plak gigi memiliki peranan penting dalam pembentukan karies gigi (Ariningrum, 2000). Lokasi pembentukan plak pada permukaan gigi diklasifikasikan atas plak supragingival berada pada atau koronal dari tepi gingiva dan plak subgingival berada pada apikal dari tepi gingiva (Dalimunthe, 2008). Plak supragingiva dan subgingiva hampir tiga perempat bagian terdiri atas berbagai macam bakteri gram positif dan gram negatif, termasuk bakteri fakultatif anaerob dan obligat anaerob (Marsh, 1985).

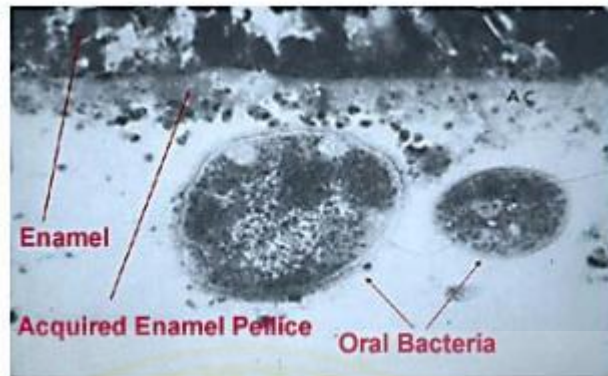
Plak gigi mengandung mikroorganisme dan matriks interseluler yang terdiri dari materi organik dan materi anorganik (Marsh, 1995). Mikroorganisme seperti bakteri kokus gram positif paling banyak ditemukan pada tahap awal pembentukan plak, sedangkan mikroorganisme lain yang juga ditemukan dalam plak antara lain spesies *Mycoplasma*, protozoa, dan virus. Mikroorganisme tersebut berada dalam matriks interseluler di dalam plak (Andlaw, 1992).

Matriks interseluler dalam plak berisi materi organik dan materi anorganik yang berasal dari saliva, cairan sulkus, dan produk bakteri. Materi organik berisi polisakarida, protein, glikoprotein, dan lemak. Sedangkan materi anorganik berisi kalsium, fosfor, natrium, kalium, dan fluor. Materi organik tersebut bersumber dari saliva sedangkan materi anorganik berasal dari cairan sulkus (Dalimunthe, 2008).

### 2.1.2 Mekanisme Pembentukan Plak Gigi

Tahap pembentukan plak dimulai dari pembentukan *dental pellicle* yang disebut dengan *initial phase*. Semua permukaan gigi/ jaringan/ restorasi tertutup glikoprotein yang terdiri dari asam amino. Fungsinya untuk protektif barrier, lubrikasi, dan substrat tempat melekatnya bakteri dengan mekanisme elektrostatik, van der waals/hidrofobik. Tahapan selanjutnya yaitu *initial colonization*, dimulai dari bakteri fakultatif gram positif contohnya *A. viscosus*, *S. Sanguis* melalui molekul spesifik (adesin) berikatan dengan reseptor pada *pellicle*. Contoh *A. viscosus* mempunyai struktur fibrous protein yaitu fimbriae yang memanjang dari permukaan sel bakteri. Protein adhesi yang ada pada fimbriae akan berikatan dengan *proline-rich protein* yang terdapat di dalam *dental pellicle*, menyebabkan perlekatan sel bakteri ke permukaan gigi yang dilapisi *pellicle*. Tahap berikutnya yang merupakan tahapan terakhir adalah *secondary colonization and maturation*. *Secondary colonizer* merupakan mikroorganisme yang tidak mengkolonisasi inisial permukaan gigi termasuk *Prevotella intermedia*, *Prevotella loescheii*, *Capnocytophaga spp.*, *Fusobacterium nucleatum*, dan *Porphyromonas gingivalis*. Karakteristik pada *secondary colonizer* ini yaitu memiliki

kemampuan untuk melekat pada mikroorganisme plak yang berbeda spesies satu sama lain yang disebut *coaggregation* (Carranza, 2009).



**Gambar 2.1** Perlekatan bakteri ke pelikel

Tipe mikroorganisme bervariasi pada tiap individu, tempat yang diperiksa dan umur plak. Jumlah  $1 \text{ mm}^3$  plak gigi yang matang berisi  $> 10^8$ . 1 jam setelah gigi dibersihkan tampak  $\pm 10^6$  bakteri yang dapat menutupi tiap  $\text{cm}^2$  permukaan gigi (Newmann, 2006).

Plak gigi mulai terbentuk dan dapat diukur 30 menit setelah gigi dibersihkan sedangkan akumulasi maksimal terjadi lebih kurang 30 hari (Nield-Gehrig, 2003). Kematangan plak gigi terjadi  $\pm 24$  jam setelah gigi dibersihkan dan dekolonisasi bakteri pada *acquired pellicle* dimulai antara 2-4 jam setelah gigi dibersihkan. Secara khas plak gigi tergantung dari penumpukan bakteri secara lapis demi lapis, perkembangan bakteri dan akumulasi produk bakteri. Penumpukan bakteri tergantung keadaan sekitarnya. Di dalam mulut penumpukan bakteri yang secara berlapis menimbulkan kondisi yang berbeda dari lapisan-lapisan tersebut. Lapisan bakteri yang ada dipermukaan mendapat nutrisi dari saliva dalam jumlah

yang mencukupi dibandingkan dengan yang terdapat pada lapisan dibawahnya (Newmann, 2006).

## **2.2 Hubungan Plak Gigi dengan Penyakit Periodontal**

Penyakit periodontal merupakan penyakit infeksi diawali oleh bakteri yang terakumulasi dalam plak sehingga menyebabkan peradangan pada gingiva. Plak yang terletak pada gigi dekat gingiva, prosesnya akan berlangsung mulai dari marginal kemudian menyebabkan penyakit periodontal (gingivitis marginal, periodontitis marginal, bahkan hingga abses periodontal). Plak pada margin gingiva jika tidak dihilangkan secara cermat akan mengalami pengapuran dan menjadi keras. Plak yang mengeras ini disebut kalkulus yang tidak dapat dihilangkan dengan menggunakan sikat gigi ataupun benang gigi, namun diperlukan bantuan dokter gigi untuk menghilangkannya (Boediharjo, 1985).

Pasien dengan penyakit periodontal sering mengabaikan penyakit tersebut karena sakit pada giginya tidak mengganggu aktivitas, jarang konsultasi ke dokter gigi sehingga proses periodontal akan terus berlanjut jika tidak dikenali dan ditangani lebih lanjut. Deteksi terlambat pada proses periodontal menyebabkan pembentukan dan peradangan poket, seringkali gigi sudah goyang dan penanganan lebih sulit. Oleh karena itu, sangat diperlukan pengenalan dan upaya-upaya pencegahan dini dari proses tersebut (Marsh, 1985).

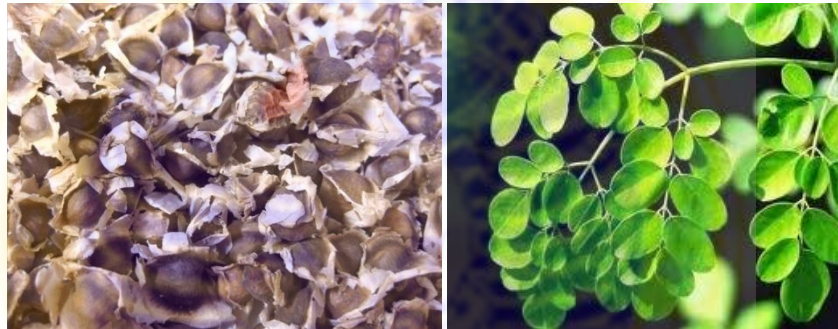
## **2.3 Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*)**

### **2.3.1 Definisi Umum**

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) termasuk famili Moringaceae. Famili Moringaceae terdiri dari *M.oleifera*, *M.arabica*, *M.pterygosperma*, dan *M.peregrina*. Berikut adalah klasifikasi ilmiah dari tanaman kelor:



Regnum : Plantae  
Divisio : Spermatophyta  
Subdivisio : Angiospermae  
Classis : Dicotyledonae  
Subclassis : Dialypetalae  
Ordo : Rhoadales (Brassicales)  
Familia : Moringaceae  
Genus : Moringa  
Spesies : *Moringa oleifera* (Tjitrosoepomo, 2005)



**Gambar 2.2** Biji kelor (kiri) dan daun kelor (kanan)

### 2.3.2 Morfologi dan Penyebaran Tanaman Kelor

Pohon kelor sejak zaman dahulu telah tersebar di banyak tempat di dunia dan di Indonesia. Tanaman kelor secara luas telah digunakan sebagai bahan konsumsi makanan manusia, produk-produk farmasi, penjernihan air dan makanan hewan (Fuglie, 2001). Pada beberapa Negara kelor dikenal dengan sebutan benzolive, drumstick tree, kelor, marango, mlonge, mulangay, nebeday, saijhan, dan sajna (Fahey, 2005).

Tanaman ini berbunga sepanjang tahun, berwarna putih, buahnya berbentuk segitiga dengan panjang sekitar 30 cm, tumbuh subur mulai dari

dataran rendah sampai ketinggian 700 m di atas permukaan laut (Suriawiria, 2005). Daun kelor berbentuk sirip majemuk ganda dan beranak daun membundar kecil – kecil. Bunganya berwarna putih kekuning – kuning dan tudung pelepah bunganya berwarna hijau. Tanaman kelor dikembang biakkan dengan cara stek. Biji kelor berbentuk segitiga memanjang yang disebut dengan *klentang* (Jawa). Tanaman kelor merupakan tanaman perdu dengan tinggi 7 – 11 meter (Savitri, 2006).

### 2.3.3 Kandungan Biji Kelor

Dalam berbagai penelitian, biji kelor sering digunakan sebagai koagulan yang efektif dalam proses penjernihan air karena mengandung zat aktif 4- $\alpha$ -4-rhamnosyloxy benzil isotiosianat yang dapat mengabsorbsi partikel – partikel limbah. Biji kelor merupakan bagian dari tanaman kelor yang memiliki protein dengan konsentrasi yang tinggi. Protein biji kelor penting untuk diketahui dalam proses penjernihan air, protein inilah yang berperan sebagai koagulan partikel – partikel penyebab kekeruhan air (Stevens, 2013).

Jahn (1986) dalam Hidayat (2006) dan Ndabigengesere (1995:708) menyatakan bahwa konsentrasi protein yang tinggi di dalam biji kelor merupakan flokulan polielektrolit kationik alami berbasis polipeptida dengan berat molekul berkisar antara 6.000-16.000 dalton. Muyubi dan Evison (1995) dalam Hidayat (2006:133) menyatakan bahwa konsentrasi protein dari biji kelor (biji dalam kotiledon) sebesar 147.280 ppm/gram, dari kulit biji kelor sebesar 15.680 ppm/gram, dan dari kulit biji kelor sebesar 73.547 ppm/gram. Protein tersebut mengandung tiga asam amino yang

sebagian besar merupakan asam glutamat, metionin, dan arginin (Winarno, 2003).

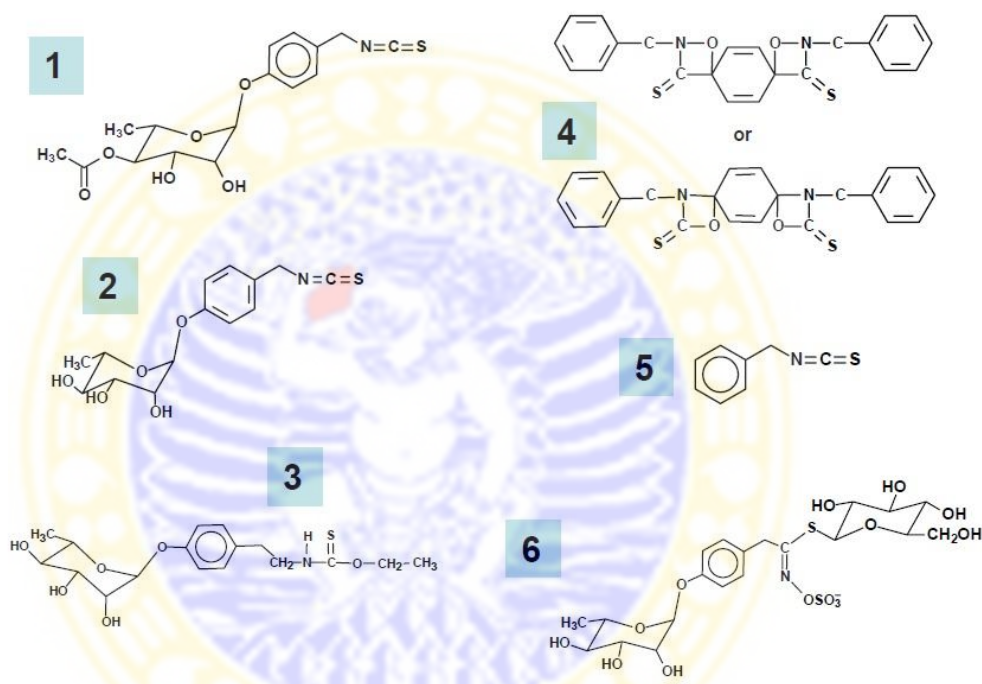
**Tabel 2.1** Kandungan nutrisi dalam biji kelor (per 100 gram sampel)

(Fuglie, 2001)

Komponen	Nilai
Calories (g)	26.0
Protein (g)	2.5
Fat (g)	0.1
Carbohydrate (g)	3.7
Fiber (g)	4.8
Minerals (g)	2.0
Ca (g)	30.0
Mg (mg)	24.0
P (mg)	110.0
K (mg)	259.0
Cu (mg)	3.1
Fe (mg)	5.3
S (mg)	137.0
Oxalic acid (mg)	10.0
Vitamin A-B carotene (mg)	0.1
Vitamin B-choline (mg)	423.0
Vitamin B1-thiamin (mg)	0.05
Vitamin B2-riboflavin (mg)	0.07
Vitamin B3-nicotinic acid (mg)	0.2
Vitamin C-ascorbic acid (mg)	120

Biji kelor juga memiliki sifat antimikroba. Dalam penelitiannya, Broin et al. (2002) melaporkan bahwa protein dalam biji kelor mampu mengkoagulasi sel-sel bakteri Gram-positif dan Gram-negatif. Dalam hal ini, biji kelor mampu membunuh bakteri dengan cara yang sama seperti pembersihan koloid pada air yang kotor. Biji kelor juga dapat membunuh bakteri secara langsung dan menghambat pertumbuhan bakteri. Senyawa 4-( $\alpha$ -L-rhamnopyranosyloxy) benzyl isothiocyanate yang bertindak sebagai zat

antibakteri pada biji kelor mampu merusak membran sel bakteri atau menghambat enzim – enzim penting yang berperan dalam pertumbuhan bakteri. Fahey (2005) juga menyebutkan bahwa selain senyawa di atas terdapat juga senyawa - senyawa lain yang dapat berperan sebagai antibakteri, yaitu 4-(4'-O-acetyl- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyloxy)benzyl isothiocyanate, niazimicin, pterygospermin, benzyl isothiocyanate, and 4-( $\alpha$ -L-rhamnopyranosyloxy).



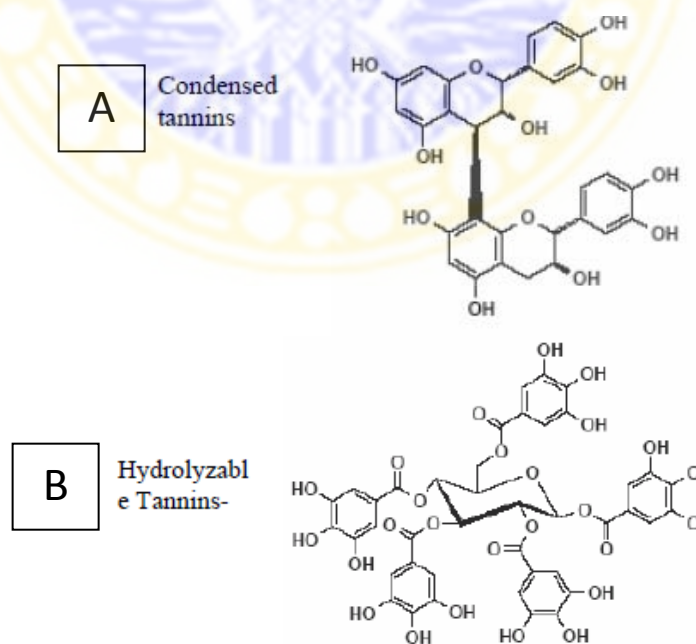
**Gambar 2.34-**(4'-O-acetyl- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyloxy)benzyl isothiocyanate, 4-( $\alpha$ -L-rhamnopyranosyloxy)benzyl isothiocyanate, niazimicin, pterygospermin, benzyl isothiocyanate, dan 4-( $\alpha$ -L-rhamnopyranosyloxy)

Dalam biji kelor juga didapatkan senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin pada ekstrak menggunakan pelarut metanol (Esther, 2012).



### a. Tanin

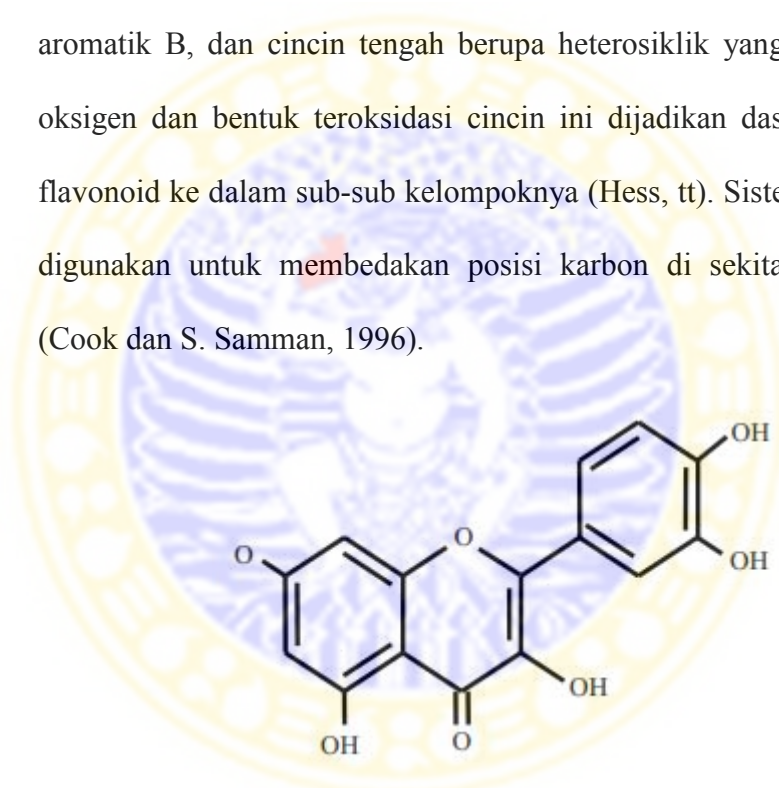
Tanin secara umum didefinisikan sebagai senyawa polifenol yang memiliki berat molekul cukup tinggi (lebih dari 1000) dan dapat membentuk kompleks dengan protein. Berdasarkan strukturnya, tanin dibedakan menjadi dua kelas yaitu *condensed tannins* (tanin terkondensasi) dan *hydrolysable tannins* (tanin terhidrolisis). Masing-masing memiliki struktur dan sifat yang berbeda. Tanin terhidrolisis umumnya memiliki ikatan glikosida yang dapat dihidrolisis oleh asam. Namun tanin terkondensasi biasanya berbentuk polimer, jenis ini didominasi dengan *flavonoid* sebagai monomernya. Mekanisme antibakteri dari tanin adalah merusak aktivitas dinding sel bakteri dan termasuk denaturasi protein membran lipid serta kerusakan membrane sel yang menyebabkan kebocoran komponen intraseluler (Keiji F, 2003; Pietro B, 2008)



**Gambar 2.3** Tanin terkondensasi (a) dan tanin terhidrolisis (b)

## b. Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu kelompok senyawa metabolit sekunder yang paling banyak ditemukan di dalam jaringan tanaman (Rajalakshmi dan S. Narasimhan, 1985). Flavonoid termasuk dalam golongan senyawa phenolik dengan struktur kimia C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> (White dan Y. Xing, 1951; Madhavi et al., 1985; Maslarova, 2001) (Gambar 1). Kerangka flavonoid terdiri atas satu cincin aromatik A, satu cincin aromatik B, dan cincin tengah berupa heterosiklik yang mengandung oksigen dan bentuk teroksidasi cincin ini dijadikan dasar pembagian flavonoid ke dalam sub-sub kelompoknya (Hess, tt). Sistem penomoran digunakan untuk membedakan posisi karbon di sekitar molekulnya (Cook dan S. Samman, 1996).



**Gambar 2.4** Struktur kimia flavonoid

Mekanisme kerja flavonoid berfungsi sebagai antibakteri dengan cara membentuk senyawa kompleks terhadap protein ekstraseluler yang mengganggu keutuhan membran sel bakteri. Mekanisme kerjanya dengan cara mendenaturasi protein sel bakteri dan merusak membran sel tanpa dapat diperbaiki lagi (Juliantina, 2008).

### c. Saponin

Saponin merupakan senyawa glikosida kompleks dengan berat molekul tinggi yang dihasilkan terutama oleh tanaman. Berdasarkan struktur kimianya, saponin dikelompokkan menjadi tiga kelas utama yaitu kelas stereroid, kelas steroid alkaloid, dan kelas triterpenoid. Sifat yang khas dari saponin antara lain berasa pahit, berbusa dalam air. Mekanisme saponin sebagai antibakteri adalah bereaksi dengan porin (protein transmembran) pada membran luar dinding sel bakteri, membentuk ikatan polimer yang kuat sehingga mengakibatkan rusaknya porin. Rusaknya porin yang merupakan pintu keluar masuknya senyawa akan mengurangi permeabilitas membran sel bakteri yang akan mengakibatkan sel bakteri akan kekurangan nutrisi, sehingga pertumbuhan bakteri terhambat atau mati (Rachmawati, 2010).

### d. Alkaloid

Senyawa alkaloid memiliki mekanisme penghambatan dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut (Juliantina, 2008). Selain itu, menurut Gunawan (2009), menyatakan bahwa di dalam senyawa alkaloid terdapat gugus basa yang mengandung nitrogen akan bereaksi dengan senyawa asam amino yang menyusun dinding sel bakteri dan DNA bakteri. Reaksi ini mengakibatkan terjadinya perubahan struktur dan susunan asam amino. sehingga akan menimbulkan perubahan

keseimbangan genetik pada rantai DNA sehingga akan mengalami kerusakan akan mendorong terjadinya lisis sel bakteri yang akan menyebabkan kematian sel pada bakteri.

Suarez et al. (2005) dalam penelitiannya melaporkan bahwa derivat dari biji kelor yang diendapkan juga dapat berperan sebagai desinfeksi bakteri. Senyawa ini dapat membunuh bakteri yang resisten terhadap antibiotik, termasuk beberapa bakteri patogen. Antimikrobia peptida (AMP) yang terkandung dalam ekstrak biji kelor turut berperan dalam respon imun innate tubuh, yang merupakan lini pertama pertahanan tubuh terhadap bakteri patogen. AMP banyak dihasilkan oleh berbagai mikroorganisme, termasuk protozoa, prokariota, tumbuhan, dan serangga (Suarez et al., 2005). Ekstrak biji kelor memiliki kation peptida yang dapat mengurangi kemampuan resistensi membran bakteri. Kation peptida ini akan berinteraksi dengan sel anion membran dari bakteri tersebut dan mengganggu stabilitas membran yang akan mengakibatkan bocornya sitoplasma sehingga mengakibatkan kematian bakteri (Chen, 2009).

Berbagai macam AMP tersebut memiliki sel target yang berbeda – beda yang menghambat efek bakteriosid, fungisid, dan tumorisid. Karena AMP telah terbukti secara efektif membunuh bakteri patogen yang dinyatakan resisten terhadap berbagai antibiotik yang umum digunakan, AMP telah menarik perhatian dalam beberapa tahun terakhir sebagai terapi baru dan berpotensi berkhasiat. Keberhasilan AMP bervariasi secara signifikan dalam hal dosis efektif dan spesifisitas relatif terhadap sel-sel bakteri yang dihambat (Suarez et al., 2005).

## 2.4 Zat Antibakteri

Anti bakteri adalah bahan yang mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri, khususnya bakteri yang merugikan manusia. Anti bakteri yang digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri harus memiliki sifat toksisitas selektif setinggi mungkin, artinya bahan tersebut haruslah bersifat sangat toksik untuk bakteri, tetapi relatif tidak toksis untuk host. Berdasarkan sifat toksisitas selektif, anti bakteri dibagi menjadi dua kelompok: (1) Bersifat menghambat pertumbuhan bakteri, yang disebut *bakteriostatik*; (2) Bersifat membunuh bakteri, disebut sebagai *bakterisid*. Kadar minimal yang diperlukan untuk menghambat pertumbuhan bakteri disebut Konsentrasi Hambat Minimal (*Minimal Inhibition Concentration*) sedangkan kadar minimal yang diperlukan untuk membunuh bakteri disebut sebagai Konsentrasi Bunuh Minimal (*Minimal Bactericidal Concentration*) (Pratiwi, 2008).

Berdasarkan mekanisme kerjanya bakteri dibagi didalam lima kelompok : (1) Mengganggu metabolisme sel bakteri; (2) Menghambat sintesis dinding sel bakteri; (3) Mengganggu permeabilitas membrane sel bakteri; (4) Menghambat sintesis protein sel bakteri; (5) Menghambat sintesis atau merusak asam nukleat sel bakteri. Faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas antibakteri in vitro antara lain : pH lingkungan, komponen media, stabilitas obat, suhu, ukuran inokulum, waktu inkubasi, dan aktifitas metabolik bakteri (Pratiwi, 2008).

Penelitian kandungan antibakteri yang terkandung dalam ekstrak biji kelor sebelumnya pernah dilakukan oleh Saadabi (2011) untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus subtilis*. Hasil penelitian menunjukkan adanya zona hambat pada konsentrasi 20% dan 40%. Penelitian



serupa yang dilakukan oleh Khesorn (2006) terhadap bakteri *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Klebsiella pneumoniae* juga menunjukkan zona hambat terhadap pertumbuhan bakteri pada konsentrasi minimal 10%. Penelitian yang dilakukan oleh Oluoma (2011) juga menunjukkan bahwa ekstrak biji kelor mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, dan *Shigella flexneri*.

