

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Bahan Medikamen Saluran Akar

Bahan medikamen saluran akar adalah suatu bahan yang diletakkan sementara pada saluran akar yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan bakteri – bakteri dalam saluran akar tersebut. Bahan medikamen saluran akar memiliki beberapa syarat, diantaranya yaitu memiliki efek antibakteri yang cukup lama, biokompatibel dan tidak bersifat iritatif terhadap jaringan, dapat mengontrol rasa nyeri pasca perawatan, serta mampu mencegah infeksi berulang (Grossman and Oliet , 1995).

Bahan medikamen saluran akar dalam perawatan endodontik dibagi dalam beberapa kelompok besar, diantaranya golongan aldehid (formokresol dan glutaraldehid), golongan fenol (*Parachlorofenol*, Eugenol, *Cresatin*, *Cresol*, *Creosote*, *Camphorated Parachlorofenol*, dan *Thymol*), golongan halida/halogen (sodium hipoklorit dan *iodine-potassium iodide*), steroid, kalsium hidroksida (Ca(OH)_2), antibiotik, dan kombinasi.

a. Golongan Fenol

Bahan medikamen golongan fenol merupakan bahan kristalin putih mempunyai bau khas batu bara. Fenol adalah racun protoplasma dan menyebabkan nekrosis jaringan lunak. Medikamen golongan fenol seperti

salah satunya formokresol merupakan kombinasi formalin dan kresol. Formokresol adalah suatu medikamen bakterisidal yang tidak spesifik. Keduanya sama-sama mengandung kortikosteroid sebagai agen anti-inflamasi, namun belum sesuai untuk digunakan pada perawatan saluran akar karena spektrum kerja kedua jenis antibiotik tersebut kurang luas (Athanasiadis and Walsh, 2007).

b. Chlorophenol Kamfer Menthol (ChKM)

Chlorophenol Kamfer Menthol (ChKM) merupakan senyawa yang terdiri dari dua bagian paraklorofenol dan tiga bagian kamfer. ChKM memiliki sifat desinfektan yang dapat mengiritasi jaringan lebih kecil daripada formokresol. Senyawa ini memiliki spektrum antibakteri yang luas dan sangat efektif sebagai antijamur. Bahan utamanya yaitu paraklorofenol dapat memusnahkan berbagai mikroorganisme yang ada dalam saluran akar. Bahan pendampingnya yaitu kamfer berfungsi sebagai bahan pelarut dan dapat mengurangi efek iritasi yang terdapat dalam paraklorofenol. Kamfer juga dapat memperpanjang efek antibakterial. Menthol dalam ChKM mampu mengurangi iritasi yang disebabkan oleh chlorophenol serta dapat mengurangi rasa sakit (Walton and Torabinejad, 2008).

c. Kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

Kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) telah digunakan secara luas di bidang endodontik dan dikenal sebagai salah satu bahan desinfeksi saluran akar yang paling efektif. Sebagai bahan sterilisasi saluran akar atau medikamen, kalsium hidroksida diaplikasikan dalam bentuk pasta non setting atau konus padat.

Kalsium hidroksida harus dikombinasikan dengan cairan karena serbuk kalsium hidroksida sulit dimasukkan ke saluran akar dan cairan juga diperlukan untuk melepas ion hidroksilnya. Kalsium hidroksida dapat melepaskan ion hidroksil sehingga terjadi peningkatan pH yang menyebabkan rusaknya membran sitoplasma dari bakteri sehingga terjadi proses denaturasi protein yang akan menghambat replika DNA dari bakteri dan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan bakteri (Dewi, 2012 ; Mulyawati, 2011).

Kalsium hidroksida memiliki daya larut yang rendah di dalam air dan memiliki pH yang sangat tinggi (sekitar 12.5-12.8), serta larut di dalam alkohol. Daya larutnya yang rendah di dalam air merupakan karakteristik yang berguna karena periode yang panjang sangat diperlukan sebelum kalsium hidroksida larut dalam cairan jaringan ketika berkontak langsung dengan jaringan-jaringan vital. Ion-ion kalsium juga memiliki peran dalam stimulasi, migrasi, proliferasi, dan mineralisasi sel. Kalsium hidroksida juga dapat menonaktifkan LPS (lipopolisakarida) dan dapat membantu perbaikan jaringan periapikal. Sifat-sifat biologis dari kalsium hidroksida meliputi biokompatibilitas (memiliki daya larut yang rendah dalam air dan difusi yang terbatas), kemampuan untuk merangsang perbaikan jaringan keras periapikal disekitar kanal gigi yang terinfeksi, serta menghambat resorpsi akar dan menstimulasi perbaikan periapikal akibat trauma. Penggunaan kalsium hidroksida telah dianggap sebagai salah satu faktor yang berkontribusi dalam kembalinya bakteri *Enterococcus faecalis* setelah perawatan endodontik

karena kurang efisien digunakan sebagai agen antimikroba terhadap mikroorganisme tersebut (Athanassiadis and Walsh, 2007).

2. Bakteri *Enterococcus faecalis*

Enterococcus faecalis merupakan bakteri kokus gram positif berbentuk ovoid berdiameter antara 0,5 – 1 μm yang dapat berkoloni secara rantai, berpasangan ataupun soliter. Bakteri ini bersifat fakultatif anaerob, yang berarti memiliki kemampuan untuk hidup dan berkembang biak dengan ataupun tanpa oksigen (Evans *et al.*, 2002).

Bakteri *Enterococcus faecalis* adalah bakteri yang dikenal sebagai spesies yang paling resisten dan paling sering ditemukan pada kelainan setelah dilakukan perawatan endodontik. Selain itu, bakteri *Enterococcus faecalis* juga flora normal pada manusia yang biasanya terdapat saluran gastrointestinal dan saluran vagina. Bakteri tersebut dapat menginfeksi pembuluh darah, saluran urin, lambung, endokardium, saluran empedu, serta luka bakar (Grossman and Oliet, 1995).

Enterococcus faecalis merupakan bakteri yang biasa ditemukan dalam saluran akar dan tetap bertahan di dalamnya meskipun telah dilakukan perawatan endodontik. Bakteri ini bertanggung jawab terhadap 80-90% infeksi saluran akar yang biasanya merupakan satu - satunya spesies *Enterococcus* yang diisolasi dari saluran akar yang telah selesai dilakukan perawatan endodontik. Suatu hasil penelitian lain juga menyebutkan bahwa 63% dari kegagalan perawatan saluran akar mengalami infeksi ulang disebabkan oleh *Enterococcus faecalis* (Peciuliene *et al.*, 2000 ; Fisher and Phillips, 2009).

Enterococcus faecalis ditemukan sebanyak 20 dari 30 kasus infeksi endodontik yang persisten pada gigi yang telah dilakukan perawatan saluran akar. Bakteri ini ditemukan pada 18% dari kasus infeksi endodontik primer dan prevalensinya lebih tinggi pada gigi dengan pengisian saluran akar yaitu 67% dari kasus yang ada. *Enterococcus faecalis* sangat resisten terhadap bahan – bahan medikasi selama perawatan saluran akar dan menyebabkan kegagalan perawatan saluran akar. Bakteri ini 9 kali lebih banyak terdapat pada infeksi pasca perawatan saluran akar dibandingkan pada infeksi primer endodontik (Wardhana and Rukmo, 2008 ; Mulyawati, 2011).

Tingginya prevalensi *Enterococcus faecalis* pada kasus endodontik pasca perawatan saluran akar disebabkan karena bakteri *Enterococcus faecalis* dapat beradaptasi pada beberapa kondisi yang ekstrem seperti hiperosmolariti, panas, etanol, hidrogen peroksida, asam, dan basa. *Enterococcus faecalis* menginvasi tubulus dentinalis untuk perlindungan diri dari prosedur preparasi saluran akar kemomekanikal dan teknik dressing intrakanal. Selanjutnya *Enterococcus faecalis* terlepas dari tubulus dentinalis menuju saluran akar dan menjadi sumber infeksi ulang. Beberapa studi melaporkan rendahnya sensitivitas *Enterococcus faecalis* terhadap bahan irigasi dan medikamen saluran akar seperti kalsium hidroksida, diperkirakan karena efek basanya dapat meningkatkan sifat adhesif dari bakteri *Enterococcus faecalis* (Wardhana and Rukmo, 2008).

Kemampuan virulensi dan bertahan hidup bakteri *Enterococcus faecalis* berasal dari enzim – enzim yang dimilikinya seperti enzim litik, sitolisin, senyawa agregasi, feromon, dan asam lipoteikoat (LTA). Bakteri tersebut melekat pada sel

host dengan mengekspresikan protein dan berkompetisi dengan bakteri lain serta mengubah respon host. Bakteri *Enterococcus faecalis* menekan aksi limfosit yang mempunyai potensi untuk berkontribusi dalam kegagalan endodontik. *Enterococcus faecalis* mempunyai gelatinase, serin protease, dan protein pengikat kolagen yang membantu pengikatan dentin. *Enterococcus faecalis* akan menginvasi dan bertahan di tubulus dentin. Protease berperan dalam menyediakan nutrisi pada organisme dan menyebabkan kerusakan baik secara langsung maupun tidak langsung pada jaringan pejamu. Faktor virulensi terkait dengan kolonisasi pada pejamu, kompetisi dengan bakteri lain, resistensi dalam merespon mekanisme kekebalan pejamu, dan produksi bahan patologis yang dapat mempengaruhi pejamu secara langsung dengan menghasilkan toksin atau secara tidak langsung yakni dengan cara menginduksi terjadinya proses inflamasi (Kayaoglu and Orstavik, 2004 ; (Mulyawati, 2011).

Dinding sel bakteri *Enterococcus faecalis* ini terdiri dari peptidoglikan 40%, sisanya merupakan *teichoic acid* dan polisakarida. Peptidoglikan merupakan molekul utama yang terlibat dalam penentuan bentuk sel dan pemeliharaannya, serta sebagai lapisan pelindung dari tekanan osmotik yang tinggi yang dapat menyebabkan kerusakan bakteri (Signoretto *et al.*, 2000 ; Wormser and Marlowe, 2006).

Enterococcus faecalis resisten terhadap beberapa antibiotik dengan spektrum luas. Resistensi *Enterococcus faecalis* terhadap antimikroba diperoleh secara intrinsik maupun *acquired* (didapat). Resistensi *acquired* (didapat) diperoleh dari mutasi DNA atau dapat juga dari gen yang baru melalui transfer plasmid. Selain

itu, adanya mekanisme yang mempertahankan level pH sitoplasma tetap optimal menyebabkan bakteri tersebut juga resisten terhadap antimikroba kalsium hidroksida. Dalam lingkungan basa atau alkali, *Enterococcus faecalis* akan menjaga homeostasis melalui pH internal yang berfungsi untuk menjaga agar enzim dan protein berfungsi normal. Prinsip homeostasis terdiri dari dua komponen, yaitu fungsi pasif melalui permeabilitas membran yang rendah dan kemampuan buffer, serta fungsi aktif melalui kontrol kation melalui membran sel. Pada lingkungan asam, sistem antiport kation akan meningkatkan pH internal dengan keluarnya proton melalui membran sel. Pada keadaan basa, kation/proton akan dipompa ke dalam sel agar pH internal lebih rendah. Fungsi pompa proton intraseluler tersebut merupakan faktor utama dari sifat resistensi *Enterococcus faecalis* terhadap pH (Nurdin and Satari, 2011).

3. Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Bawang putih merupakan tanaman herbaparenial yang membentuk umbi lapis. Tanaman ini tumbuh secara berumpun dan berdiri tegak sampai setinggi 30-75 cm. Batang yang nampak di atas permukaan tanah adalah batang semu yang terdiri dari pelepah – pelepah daun. Sedangkan batang yang sebenarnya berada di dalam tanah. Dari pangkal batang tumbuh akar berbentuk serabut kecil yang banyak dengan panjang kurang dari 10 cm. Akar yang tumbuh pada batang pokok bersifat rudimenter, berfungsi sebagai alat penghisap makanan (Santoso, 2000).



Gambar 2.1. Bawang Putih (Syamsiah, 2003)

Kedudukan bawang putih dalam botani :

Kingdom : Plantae

Class : Monocotyledon

Order : Liliales

Family : Amaryllidaceae

Genus : Allium

Spesies : A. Sativum

Nama binomial : *Allium sativum* L. (Hutapea, 2000).

a. Kandungan Kimia Bawang Putih (*Allium sativum*)

Bawang putih setidaknya mengandung 33 senyawa sulfur, 17 asam amino, beberapa enzim dan mineral. Senyawa sulfur inilah yang membuat bawang putih memiliki bau tajam yang khas dan membuat bawang putih memiliki efek (Kemper, 2000). Senyawa sulfur primer dalam siung bawang putih utuh adalah γ -glutamyl-S-alk(en)yl-L-cysteines dan S-alk-(en)yl-L-cysteine sulfoxides atau yang disebut sebagai alliin (Amagase *et al.*, 2001). Senyawa paling aktif dari bawang putih, *allicin* (*allyl 2-propenethiosulphinate*) dan hasil turunannya (dialil thiosulfinat dan dialil disulfida) tidak akan ada jika bawang putih dihancurkan atau dipotong; kerusakan pada sel bawang putih akan mengaktifkan enzim allinase yang

merubah alliin menjadi *allicin* (Bayan and Gorji, 2014; Fujisawa *et al.*, 2008; Kemper, 2000).

Bawang putih mengandung minyak atsiri yang sangat mudah menguap di udara bebas. Minyak atsiri pada bawang putih diduga mempunyai kemampuan sebagai antibakteri dan antiseptik. Sementara itu, zat yang berperan memberi aroma khas pada bawang putih adalah *allicin*. *Allicin* mengandung sulfur dengan struktur tidak jenuh dan mudah terurai menjadi dialil-disulfida. Di dalam tubuh manusia, *allicin* merusak protein kuman penyakit sehingga menyebabkan kematian pada kuman penyakit tersebut. *Allicin* rupakan zat aktif yang mempunyai daya antibiotika yang cukup ampuh. Kandungan kimia lain dalam bawang putih per 100 gram adalah sebagai berikut :

- 1) Air 66,2 – 71 gr.
- 2) Kalori 95 – 122 kal.
- 3) Kalsium 25 – 42 mg.
- 4) Sulfur 60 – 120 mg.
- 5) Protein 4,5 – 7 gr.
- 6) Lemak 0,2 – 0,3 gr.
- 7) Besi 1,4 – 1,5 mg.
- 8) Vitamin A, B dan C
- 9) Kalium 346 – 377 mg
- 10) Selenium
- 11) Scordinin (Syamsiah, 2003).

b. Sifat antibakteri Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Kandungan kimia umbi bawang putih yang berfungsi sebagai antibakteri adalah minyak atsiri, flavonoid, polifenol, dan saponin (Supardi, 2007). Jika *Allium sativum* dihancurkan, maka akan terjadi pelepasan enzim *alliinase* yang dengan cepat melisiskan *alliin* dengan memecah ikatan karbon dan sulfur *alliin* untuk membentuk *sulfenic acid*. Senyawa ini dengan segera akan berkondensasi menjadi *allicin* dan senyawa *thiosulfinat* lainnya (Singh and Singh, 2000).

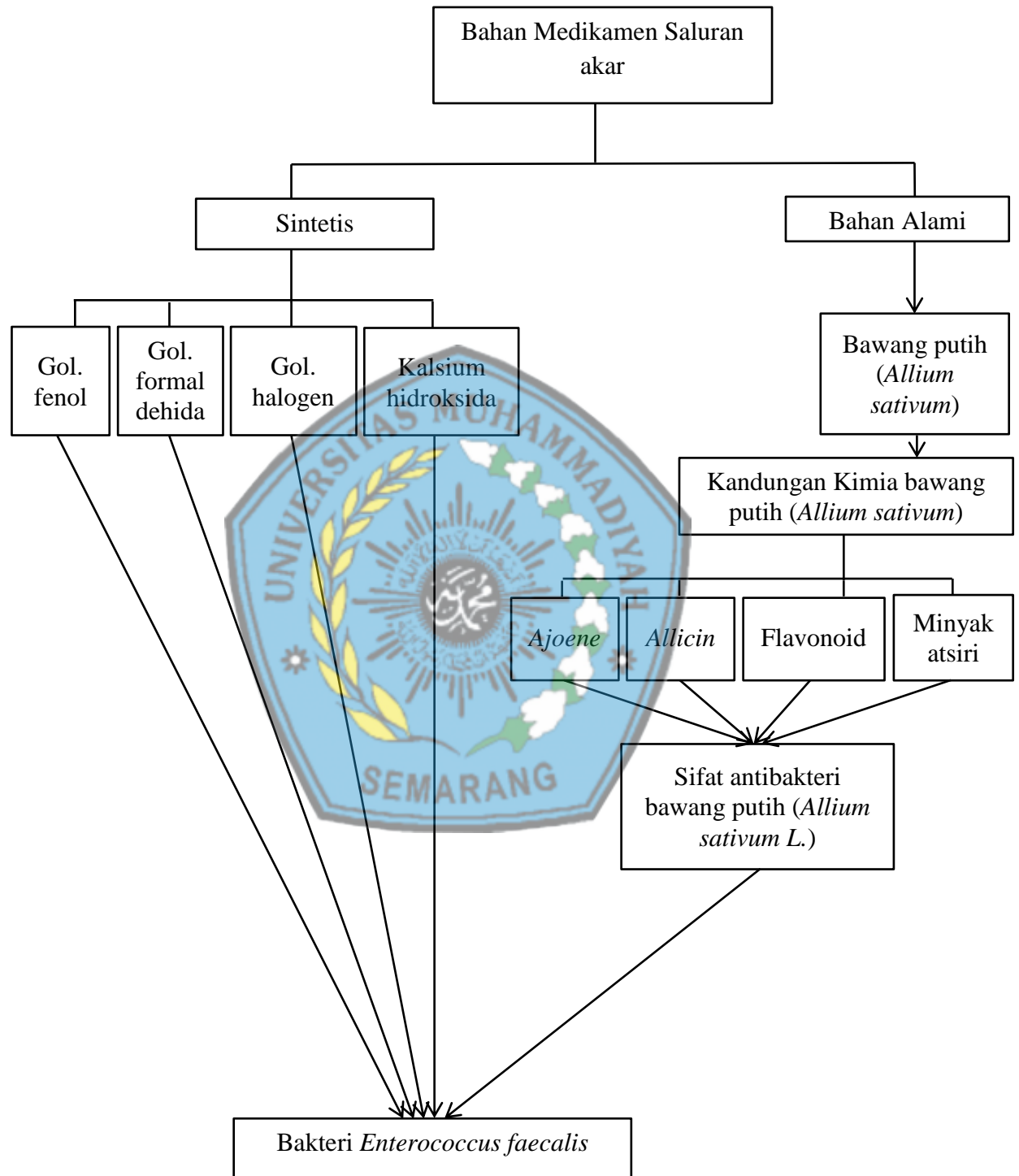
Para pakar kesehatan secara konsisten melakukan penggalian informasi khasiat bawang putih melalui penelitian farmakologi laboratoris yang sistematis (Rukmana, 1995). Penelitian farmakologi tentang bawang putih telah banyak dilakukan, tidak hanya secara *in vivo* (dengan hewan percobaan) tetapi juga *in vitro* (dalam tabung kultur). Hal ini ditempuh untuk membuktikan khasiat dan aktivitas biologi dari senyawa aktif bawang putih, sekaligus dosis dan kemungkinan efek sampingnya. Berbagai penelitian yang telah dikembangkan untuk mengeksplorasi aktivitas biologi umbi bawang putih yang terkait dengan farmakologi, antara lain sebagai antidiabetes, anti-hipertensi, anti-kolesterol, antiatherosklerosis, anti-oksidan, anti-agregasi sel platelet, pemacu fibrinolisis, anti-virus, antimikrobia, dan anti-kanker (Kemper, 2000)

Umbi bawang putih berpotensi sebagai agen anti-mikrobia. Kemampuannya menghambat pertumbuhan mikrobia sangat luas, mencakup virus, bakteri, protozoa, dan jamur (Nok and Onyenekwe, 1996; Zhang *et al.*,

2001 ; Ohta *et al.*, 1999). Data in vitro menunjukkan bahwa Perasan bawang putih mentah memiliki aktivitas melawan bakteri, baik gram negatif (*E. Coli*, *Proteus spp*, *Salmonella*, *Serratia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*) maupun gram positif (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus sanguis*, *Grup A Streptococcus*) (Kemper, 2000).

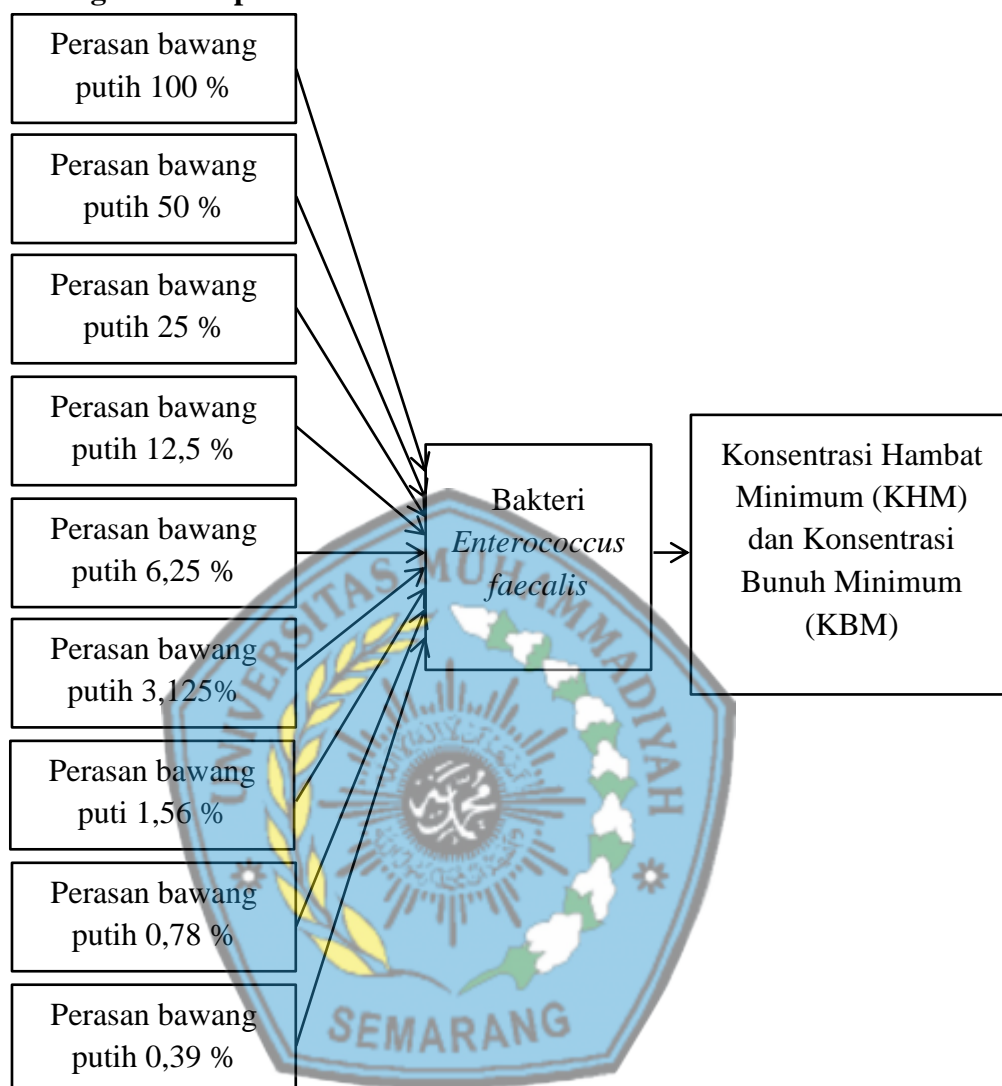
Ajoene merupakan senyawa yang mengandung sulfur yang berasal dari bawang putih yang mencegah agregasi trombosit, menunjukkan aktivitas antimikroba spektrum luas. Pertumbuhan bakteri gram positif, seperti *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Mycobacterium smegmatis*, dan *Streptomyces griseus* dihambat pada 5 mikrogram *aegena* per ml. *Enterococcus faecalis* dan *Lactobacillus plantarum* juga dihambat di bawah 20 mikrogram *ajoene*. Sementara itu, untuk bakteri gram negatif, seperti *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Xanthomonas maltophilia*, MIC (*Minimum Inhibitory Concentration*) atau konsentrasi hambat minimum antara 100 dan 160 mikrogram / ml. *Ajoene* juga menghambat pertumbuhan ragi pada konsentrasi di bawah 20 mikrogram / ml (Naganawa *et al.*, 1996).

B. Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Kerangka Konsep

D. Hipotesis

Terdapat daya antibakteri perasan bawang putih (*Allium sativum L.*) terhadap pertumbuhan *Enterococcus faecalis* dengan mencari nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM).