

PENGARUH AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) TERHADAP BAKTERI GRAM POSITIF (*Staphylococcus aureus*) DAN GRAM NEGATIF (*Escherichia coli*) SECARA *IN VITRO*

Oleh

HARI HARDANA UTAMA SALIM



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF GARLIC EXTRACT (*Allium Sativum*) ON GRAM POSITIVE BACTERIA (*Staphylococcus aureus*) AND GRAM NEGATIVE BACTERIA (*Escherichia coli*) IN VITRO

By

Hari Hardana Utama Salim

Bacterial-infection diseases are one of the oldest illnesses that still being primary health problem and antibiotic as definitive drug has become less effective due to antibiotic resistance. This phenomenon forces researcher to find alternative for herbal plant like garlic. The purpose of this research was to study the effect of garlic extract on gram-positive and gram-negative bacteria. This was laboratoric analytics experiment with static group comparison design and conducted on January 2015 in Microbiology Laboratory, Medical faculty of Lampung University. The sample of this study is *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Garlic extraction was done mechanically with aquades as the solvent. This study used kirby-bauer disk diffusion as the method. The result showed average diameter of inhibition zone of *S. aureus* and *E. coli* were 23.78mm and 22.30mm respectively. *Mann-whitney* test result showed that there was no difference antimicrobial effect of garlic extract between gram-positive and gram-negative bacteria ($p = 0.56$). It could be concluded that the extract has antimicrobial activity on gram-positive and gram-negative bacteria but without statistically different susceptibility between those bacterias.

Keywords: antibiotic, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, resistance

ABSTRAK

PENGARUH AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) TERHADAP BAKTERI GRAM POSITIF (*Staphylococcus aureus*) DAN GRAM NEGATIF (*Escherichia coli*) SECARA *IN VITRO*

Oleh

Hari Hardana Utama Salim

Penyakit infeksi akibat bakteri adalah salah satu penyakit yang paling tua yang masih menjadi masalah kesehatan utama dan antibiotik sebagai obat definitif telah menjadi kurang efektif karena adanya resistensi bakteri. Fenomena resistensi ini memaksa peneliti di dunia untuk menemukan antibiotik alternatif dari tanaman herbal seperti bawang putih. Tujuan penelitian ini adalah untuk meneliti efek ekstrak bawang putih terhadap bakteri gram positif dan negatif. Penelitian eksperimen ini bersifat analitik laboratorik dengan menggunakan rancangan atau desain penelitian eksperimen perbandingan kelompok statis yang dilaksanakan pada bulan Januari 2015 di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas kedokteran Universitas Lampung. Sampel pada penelitian ini adalah bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Ekstraksi bawang putih dilakukan secara mekanik dengan aquades sebagai pelarutnya. Penelitian ini menggunakan metode cakram *kirby-bauer*. Hasil penelitian didapatkan rerata diameter zona hambat *S. aureus* 23.78mm dan *E. coli* 22.30mm. Berdasarkan hasil analisis *mann-whitney* didapatkan tidak ada perbedaan aktivitas antimikroba bawang putih antara bakteri gram positif dan bakteri gram negatif ($p = 0.56$) Maka kesimpulannya ekstrak bawang putih memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri gram positif dan gram negatif tetapi dengan kepekaan yang secara statistik tidak berbeda antara kedua bakteri tersebut.

Kata kunci: antibiotik, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, resistensi

**PENGARUH AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK BAWANG PUTIH
(*Allium sativum*) TERHADAP BAKTERI GRAM POSITIF (*Staphylococcus
aureus*) DAN GRAM NEGATIF (*Escherichia coli*) SECARA *IN VITRO***

Oleh :

Hari Hardana Utama Salim

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KEDOKTERAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Dokter
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

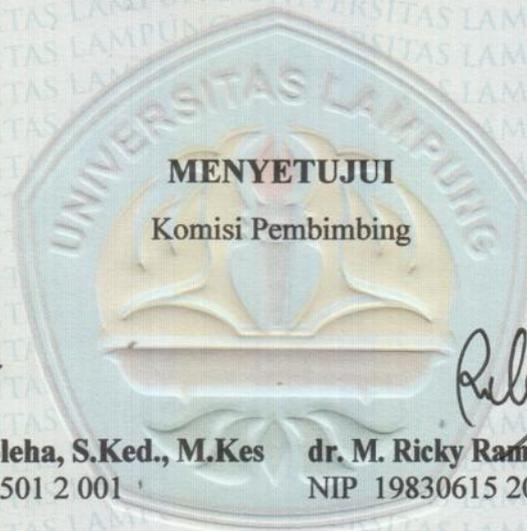
Judul Skripsi : **PENGARUH AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) TERHADAP BAKTERI GRAM POSITIF (*Staphylococcus aureus*) DAN GRAM NEGATIF (*Escherichia coli*) SECARA IN VITRO**

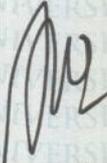
Nama Mahasiswa : **Hari Hardana Utama Salim**

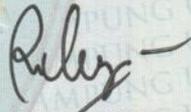
No. Pokok Mahasiswa : **1218011067**

Program Studi : **Pendidikan Dokter**

Fakultas : **Kedokteran**




dr. Tri Umiana Soleha, S.Ked., M.Kes
NIP 19760903 200501 2 001


dr. M. Ricky Ramadhian, S.Ked., M.Sc
NIP 19830615 200812 1 001

MENGETAHUI

Dekan Fakultas Kedokteran

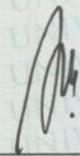



Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes., Sp.PA
NIP 19701208 200112 1 001

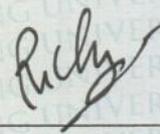
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : dr. Tri Umiana Soleha, S.Ked., M.Kes

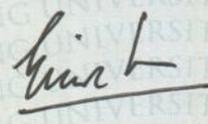


Sekretaris : dr. M. Ricky Ramadhian, S.Ked., M.Sc

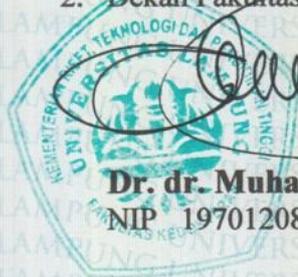


Penguji

Bukan Pembimbing : Prof. Dr. dr. Efrida Warganegara, M.Kes., Sp.MK



2. Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes., Sp.PA
NIP 19701208 200112 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 April 2016

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya, bahwa :

1. Skripsi dengan judul “Pengaruh Aktivitas Antimikroba Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) Terhadap Bakteri Gram Positif (*Staphylococcus aureus*) Dan Gram Negatif (*Escherichia coli*) Secara *In Vitro*” adalah hasil karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

Bandar Lampung, April 2016



ernyataan,

Hari Hardana Utama Salim

NPM. 1218011067

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Surabaya, 17 Maret 1993, sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari Bapak Hadi Salim, S.H., M.H. dan Ibu Dyah Esti Budiastuti, S.E. Penulis memiliki seorang adik perempuan, yaitu Irma Dian Sari, S.H.

Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) di TK Aisyah dan diselesaikan pada tahun 1999, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN Pucang 2 Sidoarjo pada tahun 2005, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMPN 1 Sidoarjo pada tahun 2008, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMAN 1 Sidoarjo pada tahun 2011.

Tahun 2012, penulis masuk ke Universitas Lampung dan terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif pada organisasi PMPATD Pakis Rescue Team Fakultas Kedokteran Unila

SANWACANA

Puji syukur Penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad S.A.W.

Skripsi dengan judul “PENGARUH AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) TERHADAP BAKTERI GRAM POSITIF (*Staphylococcus aureus*) DAN GRAM NEGATIF (*Escherichia coli*) SECARA *IN VITRO*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Kedokteran di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. dr. Muhartono, S.Ked, M.Kes, Sp.PA, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
3. dr. Tri Umiana Soleha, M.Kes, selaku Pembimbing Utama atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran yang cerdas, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini. Beliau adalah orang yang paling berjasa terwujudnya penelitian pada skripsi ini;

4. dr. M. Ricky Ramadhian, M.Sc, selaku Pembimbing Kedua atas kesediannya untuk memberikan bimbingan, saran yang cerdas, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini. Beliau adalah orang yang paling berjasa terwujudnya penelitian pada skripsi ini;
5. Prof. Dr. dr. Efrida Warganegara, M.Kes., Sp.MK, selaku Penguji Utama pada ujian skripsi atas masukan, ilmu, dan saran-saran yang telah diberikan.
6. dr. Oktadoni Saputra, M.Med.Ed, selaku Pembimbing Akademik saya, terima kasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama ini;
7. Bapak Hadi Salim, S.H., M.H dan Ibu Dyah Esti Budiastuti, S.E yang tidak pernah berhenti menyebut nama saya dalam doanya, membimbing, menasehati, memberi semangat, dan memberikan segala yang terbaik untuk saya;
8. Ria Rizki Jayanti yang telah selalu setia membantu, mendukung dan menemani saya.
9. Rio Gasa, Kautsar Ramadhan, Andrian Rivanda, Yudha Prasetyo, Galih Prasetio, Amri Yusuf, Asoly Giovano, M. Syahrezki, Leon Lisman, Rana Raydian, Talytha Alethea, Gemayang, I Ratna, Sefira Ramadhani, Septyne Rahayuni; terima kasih untuk kebersamaan sejak masa propti hingga saat ini.
10. M. Khamim yang telah menjadi guru terbaik dalam setiap jenjang studi saya.
11. PMPATD PAKIS RESCUE TEAM atas ilmu dan kekompakannya selama ini dan lamtoro (Hambali Humam dan Eduard) atas pengalaman tentang alam.
12. Larry Page dan Sergey Brin yang telah mendirikan Google sehingga mempermudah dalam penyusunan skripsi ini.
13. Teman-teman angkatan 2012 yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu,

terima kasih atas kebersamaan yang terjalin dan memberi motivasi belajar.

14. Seluruh Staf Dosen FK Unila atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis untuk menambah wawasan yang menjadi landasan untuk mencapai cita-cita.

15. Semua yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih atas doa dan dukungannya.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan.

Akan tetapi, sedikit harapan semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, Maret 2016

Penulis

Hari Hardana Utama Salim

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB I . PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II . TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bakteri Gram Positif <i>Staphylococcus aureus</i>	5
2.2 Bakteri Gram Negatif <i>Escherichia coli</i>	9
2.3 Bawang Putih	12
2.4 Antimikroba	15
2.5 Kerangka Teori.....	17
2.6 Kerangka Konsep	18

2.7	Hipotesis.....	18
-----	----------------	----

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1	Desain Penelitian.....	19
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.3	Mikroba Uji dan Bahan Uji Penelitian.....	20
3.4	Identifikasi Variabel.....	21
3.5	Definisi Operasional.....	22
3.6	Besar Sampel.....	22
3.7	Prosedur Penelitian.....	23
3.8	Pengolahan dan Analisis Data.....	32

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Penelitian.....	34
4.2	Hasil Analisis Data	37
4.3	Pembahasan.....	41

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran.....	48

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Definisi Operasional.....	22
2. Hasil isolasi dan pewarnaan gram ulang bakteri uji.....	30
3. Hasil uji biokimawi ulang bakteri uji.....	35
4. Zona hambat <i>S. aureus</i>	35
5. Zona hambat <i>Escherichia coli</i>	36
6. Rerata diameter zona hambat <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i> (dalam mm)	37
7. Hasi Analisis Univariat	38
8. Uji non-parametrik kelompok konsentrasi bakteri.....	40
9. Hasil uji statistik antara kelompok konsentrasi dengan kontrol positif	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Staphylococcus aureus</i>	6
2. <i>Escherichia coli</i>	10
3. Bawang Putih	13
4. Kerangka teori.....	17
5. Kerangka Konsep.....	18
6. Alur Kerja Penelitian.....	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit infeksi adalah salah satu penyakit yang paling tua yang masih menjadi masalah kesehatan utama, meskipun penyakit lain seperti penyakit degeneratif dan metabolik cenderung mengalami peningkatan. Penyakit infeksi saluran pernafasan dan diare yang disebabkan bakteri masih menjadi masalah kesehatan di negara berkembang maupun negara maju. Bakteri gram positif (*Staphylococcus aureus*) dan bakteri gram negatif (*Escherichia coli*) merupakan bakteri yang sering menyebabkan penyakit infeksi (Zein, 2004). Penyakit infeksi bakteri umumnya dapat diobati dengan antibiotik. Antibiotik dan obat-obatan sejenis, yang dikemudian disebut sebagai obat antimikroba, telah digunakan selama lebih dari 70 tahun untuk mengobati pasien dengan penyakit infeksi.

Sejak tahun 1940-an, obat-obatan ini telah mengurangi gejala dan kematian yang diakibatkan penyakit infeksi. Tetapi, karena telah digunakan secara luas dan berlebihan, mikroorganisme yang seharusnya dapat dibasmi oleh

antimikroba, telah beradaptasi dan membuat antimikroba menjadi kurang efektif (CDC, 2014a). Mekanisme resistensi yang menjadi bagian dari evolusi mikroorganisme, mengancam kemampuan seorang dokter dalam mengobati penyakit infeksius umum, yang mengakibatkan kematian atau kecacatan yang seharusnya dapat sembuh dan menjalankan hidup yang normal.

Tanpa pengobatan anti-infektif yang efektif, banyak prosedur medis standar akan gagal atau menjadi sangat beresiko. Infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme resisten dapat mempersulit penyembuhan, peningkatan biaya pengobatan dan resiko kematian yang meningkat (WHO, 2014). Fenomena resistensi ini memaksa peneliti di dunia untuk menemukan antibiotik alternatif dari tanaman herbal.

Bawang putih (*Allium sativum*) telah digunakan dari jaman dahulu hingga jaman modern (Harris *et al.*, 2001). Pada tahun 1858, Louis Pasteur yang pertama kali mendeskripsikan tentang aktivitas antimikroba dari bawang putih dan bawang merah. Bawang putih menunjukkan sifat antibiotik yang luas terhadap bakteri gram-positif dan gram-negatif, termasuk terhadap strain yang multi-resisten antibiotik (Fujisawa *et al.*, 2009), aktivitas antifungi terutama pada strain *Candida sp*, aktivitas antiviral dan antiparasit, termasuk protozoa usus seperti *Giardia lamblia* dan *Entamoeba histolytica* (Kedzia, 2010).

Bawang putih memiliki potensi sebagai pengganti antibiotik. Karena selain mudah untuk diaplikasikan sebagai obat, bawang putih telah menjadi salah satu tanaman tertua yang dibudidayakan manusia sehingga bawang putih dapat ditemukan di seluruh dunia. Manfaat bawang putih sangat banyak. Bawang putih dipercaya memiliki manfaat antispasme, ekspektoran, antiseptik, bakteriostatik, antiviral, antihelminik dan antihipertensi (Kurian, 2010; Kemper, 2005).

Sudah dinyatakan bahwa bawang putih, sebagai agen antibakteri, efektif terhadap banyak bakteri gram-positif dan gram-negatif dan efek ini berasal dari allisin. Allisin adalah senyawa sulfur teroksigenasi, yang terbentuk ketika sel bawang putih mengalami kerusakan. Alliin adalah senyawa prekursor dari allisin dan disimpan dalam suatu kompartemen dalam sel bawang putih yang terpisah dari enzimnya yaitu allinase. Ketika sel bawang putih mengalami kerusakan, allin dan allinase akan bercampur dan alliin akan berubah menjadi allicin (Cutler dan Wilson, 2004; Kemper, 2005).

Dari latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian terhadap ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) untuk menguji aktivitas antimikroba terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, dapat dibentuk pertanyaan penelitian:

Apakah ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) mempunyai aktivitas antimikroba terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan bakteri *E. coli*?

1.3 Tujuan Penelitian

- **Tujuan umum**

Untuk mengetahui apakah bawang putih memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. Coli*.

- **Tujuan Khusus**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat aktivitas antimikroba bawang putih terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. Coli*.

1.4 Manfaat Penelitian

- **Manfaat Teoritis**

Sebagai acuan peneliti lain dalam meneliti ekstrak bawang putih atau uji aktivitas antimikroba dengan bahan lain

- **Manfaat Praktis**

Dengan Penelitian ini, diharapkan ekstrak bawang putih dapat diterapkan sebagai antibiotik sistemik.

BAB II

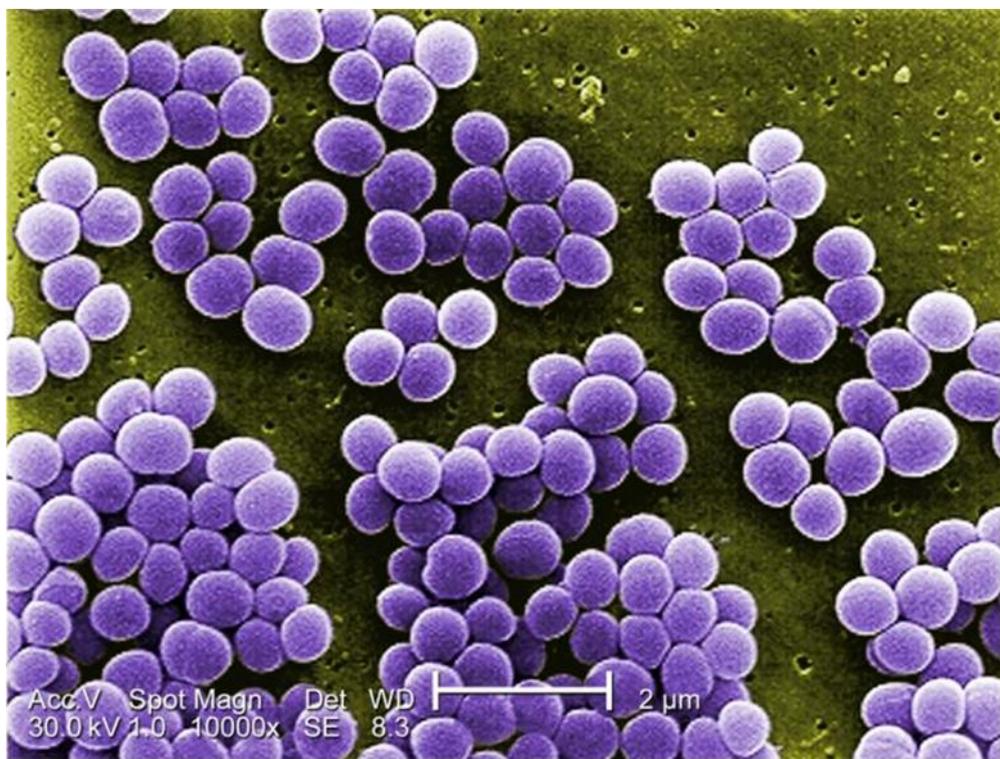
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus adalah bakteri gram positif anaerobik fakultatif berbentuk bulat yang juga dikenal dengan nama “staph emas”, memiliki ukuran 0,7-1,2 μm . Bakteri ini tumbuh optimal pada suhu 37°C dan berkelompok seperti buah anggur dan memiliki warna berwarna emas pada agar darah. *Staphylococcus aureus* bereproduksi dengan cara pembelahan biner. Dua sel anakan tidak terpisah secara sempurna sehingga bakteri ini selalu terlihat membentuk koloni kluster seperti anggur. Bakteri ini bersifat flora normal pada kulit sehat, tetapi dapat menjadi patogen pada jaringan kulit yang terbuka. *Staphylococcus aureus* hidup sebagai saprofit di dalam saluran-saluran pengeluaran lendir dari tubuh manusia dan hewan-hewan seperti hidung, mulut dan tenggorokan dan dapat dikeluarkan pada waktu batuk atau bersin. Bakteri ini juga sering terdapat pada pori-pori dan permukaan kulit, kelenjar keringat dan saluran usus (Brooks *et al.*, 2007).

Infeksi oleh *S. aureus* ditandai dengan kerusakan jaringan yang disertai abses bernanah. Manifestasi klinis yang paling sering ditemukan adalah furunkel

pada kulit dan impetigo. Infeksi superfisial ini dapat menyebar ke jaringan yang lebih dalam menimbulkan osteomielitis, artritis, endokarditis dan abses pada otak, paru-paru, ginjal serta kelenjar mammae. Pneumonia yang disebabkan *S. aureus* sering merupakan suatu infeksi sekunder setelah infeksi virus influenza. *Staphylococcus aureus* dikenal sebagai bakteri yang paling sering mengkontaminasi luka pasca bedah sehingga menimbulkan komplikasi (Lowy, 1998).



Gambar 1. *Staphylococcus aureus* bawah mikroskop elektron (cdc.gov)

Kedudukan *S. aureus* dalam mikrobiologi (Hill, 1981)

Kingdom : *Eubacteria*

Phylum : *Firmicutes*

Class : *Coccus*

Order : *Bacillales*

Family : *Staphylococcaceae*

Genus : *Staphylococcus*

Species : *S. aureus*

Nama binomial : *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus dapat menimbulkan penyakit melalui kemampuannya tersebar luas dalam jaringan dan melalui pembentukan berbagai zat ekstraseluler. Berbagai zat yang berperan sebagai faktor virulensi dapat berupa protein, termasuk enzim dan toksin, yaitu:

- a) Katalase, enzim yang mengkatalisir perubahan H_2O_2 menjadi air dan oksigen dan berperan dalam daya tahan terhadap fagositosis.
- b) Koagulase, enzim ini dapat membekukan plasma oksalat atau plasma sitrat bila di dalamnya terdapat faktor-faktor pembekuan. Koagulase ini menyebabkan terjadinya deposit fibrin pada permukaan sel yang menghambat fagositosis.
- c) Enzim-enzim yang lain, seperti hialuronidase satu faktor penyebaran, stafilokinase yang menyebabkan fibrinolisis, proteinase dan beta-laktamase.
- d) Eksotoksin, yang bisa menyebabkan nekrosis kulit.

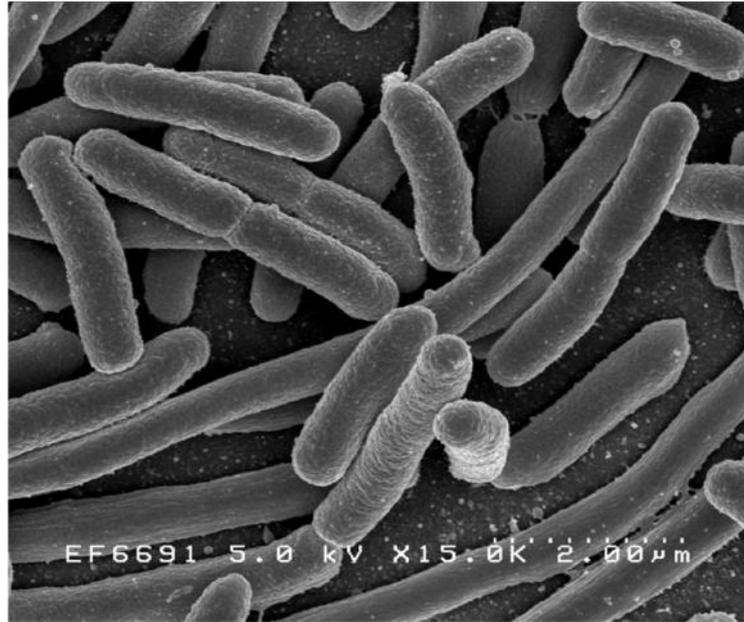
- e) Lekosidin, yang dihasilkan Stafilokokus menyebabkan infeksi rekuren, karena leukosidin menyebabkan Stafilokokus berkembang biak secara intraselular (Garzoni dan Kelley, 2009).
- f) Toksin eksfoliatif, yang dihasilkan oleh Stafilokokus aureus terdiri dua protein yang menyebabkan deskuamasi kulit yang luas (Brooks *et al.*, 2007; Gordon dan Lowy, 2008).
- g) Toksin penyebab sindroma renjatan toksin, (*Staphylococcus toxic shock syndrome*) yang menyebabkan sindroma syok toksik (Gordon dan Lowy, 2008; Otto, 2012).
- h) Enterotoksin, dihasilkan oleh *S. aureus* yang berkembang biak pada makanan, toksin ini tahan panas, dan bila tertelan oleh manusia bersama makanan, akan menyebabkan gejala muntah berak (keracunan makanan).

Pengobatan Stafilokokus cukup menggunakan antibiotik lini pertama seperti ampisilin. Pada infeksi yang cukup berat, seperti sindroma renjatan toksik, diperlukan pemberian antibiotik secara oral atau intravena, seperti penisilin, metisillin, sefalosporin, eritromisin, linkomisin, vankomisin, dan rifampisin. Sebagian besar galur Stafilokokus sudah resisten terhadap berbagai antibiotik tersebut, sehingga perlu diberikan antibiotik berspektrum lebih luas seperti kloramfenikol, amoksilin, dan tetrasiklin (Brooks *et al.*, 2007; Miller dan Kaplan, 2009).

2.2 *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* adalah bakteri gram negatif, anaerobik fakultatif berbentuk batang yang umumnya ditemukan di usus besar makhluk berdarah panas. Umumnya, strain dari *E. Coli* tidak berbahaya, tetapi beberapa serotip dapat menyebabkan keracunan makanan yang serius dan penarikan produk makanan karena terkontaminasi bakteri ini (CDC, 2014b). Strain yang tidak berbahaya adalah flora normal dari usus dan bermanfaat untuk produksi vitamin K₂ (Bentley dan Meganathan, 1982) dan menghambat bakteri patogen pada usus (Hudault *et al.*, 2001).

Escherichia coli berbentuk batang, panjang 2 µm, diameter 0,7 µm, lebar 0,4–0,7µm memiliki flagela sehingga dapat bergerak bebas. *Escherichia coli* membentuk koloni yang bundar, cembung, dan halus dengan tepi yang nyata. Bakteri ini bersifat heterotrof dan menghasilkan makanan dengan cara fermentasi CO₂, H₂O, etanol, laktat dan asetat (Brooks *et al.*, 2007).



Gambar 2. *Escherichia coli* (cdc.gov)

Kedudukan *Escherichia coli* dalam mikrobiologi (Hudault *et al.*, 2001):

Kingdom : *Eubacteria*

Phylum : *Proteobacteria*

Class : *Gammaproteobacteria*

Order : *Enterobacteriales*

Family : *Enterobacteriaceae*

Genus : *Escherichia*

Species : *E. coli*

Nama Binomial : *Escherichia coli*

Escherichia coli adalah kelompok bakteri dengan strain yang beragam. Beberapa strain dapat menghasilkan enterotoksin terhadap sel epitel usus yang menyebabkan diare. Strain tersebut adalah sebagai berikut:

- *Escherichia coli* Enteropatogenik (EPEC)

Strain ini adalah penyebab utama diare pada bayi, khususnya di negara berkembang. EPEC sebelumnya dikaitkan dengan wabah diare pada anak-anak di negara maju. EPEC melekat pada sel mukosa usus kecil.

- *Escherichia coli* Enterotoksigenik (ETEC)

Strain ini adalah penyebab yang sering dari “diare wisatawan” dan penyebab diare pada bayi di negara berkembang. Faktor kolonisasi ETEC yang spesifik untuk manusia menimbulkan pelekatan ETEC pada sel epitel usus kecil.

- *Escherichia coli* Enteroinvasif (EIEC)

Penyakit yang paling sering pada anak-anak di negara berkembang dan para wisatawan yang menuju negara tersebut. Galur EIEC bersifat non-laktosa atau melakukan fermentasi laktosa dengan lambat serta bersifat tidak dapat bergerak. EIEC menimbulkan penyakit melalui invasinya ke sel epitel mukosa usus.

- *Escherichia coli* penghasil toksin shiga (*Shiga toxin-producing E. coli*)

Shiga toxin-producing E. coli adalah strain yang dapat menghasilkan enterotoksin yang sama dengan bakteri *Shigella sp* karena transfer DNA via konjugasi bakteri. Strain ini juga dikenal sebagai *E. Coli* verositotoksik (VTEC) atau *E. Coli* enterohemoragik (EHEC).

- *Escherichia coli* Enteroagregatif (EAEC)

Enteroagragative E. coli menyebabkan diare akut dan kronik pada masyarakat di negara berkembang (Brooks *et al.*, 2007; CDC, 2014b).

2.3 Bawang Putih

Bawang putih (*Allium sativum*) adalah tanaman umbi lapis dan salah satu spesies dari genus *Allium sp.* Bawang putih memiliki kekerabatan dekat dengan bawang merah, bawang bombay dan daun bawang. Bawang putih adalah tanaman asli dari asia tengah. Dengan riwayat dimanfaatkan manusia lebih dari 7000 tahun, bawang putih telah menjadi bahan pokok di wilayah Mediterania, Afrika dan Eropa dan menjadi bumbu masak di wilayah Asia. Bawang putih telah dimanfaatkan orang mesir kuno sebagai bahan medis dan bahan masak (Bayan *et al.*, 2014; Ehrlich, 2011). Penggunaan bawang putih dalam mengobati luka dimulai dari abad pertengahan hingga perang dunia dua, ketika bawang putih digunakan untuk mengobati luka dari tentara (Amagase *et al.*, 2001).

Bawang putih memiliki bunga hemaprodit dengan batang yang panjang dan tegak yang dapat mencapai tinggi dua hingga tiga kaki (0,6-0,91 m). Bawang putih memiliki tiga cara reproduksi; umbi lapis yang menjadi akar bunga (siung), umbi kecil yang secara botani disebut bulbil yang berasal dari bunga, dan dari biji. Bawang putih di alam liar diduga melakukan reproduksi seksual dan aseksual sekaligus tetapi pada pertanian hampir dilakukan secara aseksual

dengan cara menanam langsung umbi bawang putih dalam tanah karena lebih mudah (Meredith dan Drucker, 2012).



Gambar 3. Bawang putih (youthhealthmag.com)

Kedudukan bawang putih dalam botani (Hutapea, 2000)

Kingdom : *Plantae*

Class : *Monocotyledon*

Order : *Asparagales*

Family : *Amaryllidaceae*

Genus : *Allium*

Spesies : *A. Sativum*

Nama binomial : *Allium sativum*

Sebagai tanaman herbal, bawang putih memiliki banyak potensi klinis dari studi eksperimental (Kemper, 2005). Banyak bukti epidemiologi yang mendemonstrasikan tentang efek terapeutik dan preventif dari bawang putih. Efek-efek ini memiliki implikasi dalam mengurangi resiko penyakit kardiovaskuler, mengurangi resiko kanker, memiliki efek hepatoprotektor, antioksidan dan antimikroba (Bayan *et al.*, 2014).

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 klinis (Kemper, 2005). Senyawa sulfur primer dalam siung bawang putih adalah *-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 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 *et al.*, 2014; Fujisawa *et al.*, 2009; Kemper, 2005).

Allicin dan derivatnya adalah senyawa sulfur yang teroksidasi yang terbentuk pada saat sel bawang putih mengalami kerusakan, adalah senyawa yang tidak stabil. Allicin hanya memiliki paruh waktu satu hari dalam

temperatur 37°C (Fujisawa *et al.*, 2008). Tetapi, alkohol 20% dapat menstabilkan molekul allicin (Cutler dan Wilson, 2004; Fujisawa *et al.*, 2008).

Aktivitas antibakteri bawang putih sebagian besar karena allicin yang muncul ketika sel bawang putih rusak. Allicin dan derivatnya mempunyai efek menghambat secara total sintesis RNA dan menghambat secara parsial pada sintesis DNA dan protein. Allicin bekerja dengan cara memblok enzim bakteri yang memiliki gugus thiol yang akhirnya menghambat pertumbuhan bakteri (Boboye dan Alli, 2008).

2.4 Antimikroba

Antimikroba adalah suatu senyawa atau agen yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan suatu mikroorganisme dan terutama mikroorganisme patogen manusia (Syarif *et al.*, 2007). Agen senyawa antimikroba dapat digolongkan menurut jasad renik yang dibasmi, yaitu antibiotik, antivirus, antifungi, antiprotozoa dan antihelminthes. Antimikroba juga dibagi menjadi dua kelompok luas, yaitu golongan bakteriostatik yang menghambat replikasi mikroba, dan golongan bakterisidal yang secara bekerja secara utama membunuh mikroba (Bennet *et al.*, 2012). Antibiotik adalah salah satu jenis antimikroba yang digunakan untuk mengobati atau mencegah infeksi bakteri.

Antibiotik dapat dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan mekanisme kerjanya. Kelompok tersebut adalah sebagai berikut (Bennet *et al.*, 2012):

- Antibiotik yang menghambat sintesis dinding sel bakteri

Obat yang termasuk dalam kelompok ini adalah penisilin, sefalosporin, sefamisin dan β -laktam lain seperti karbapenem, monobaktam, vankomisin, teikoplanin dan β -laktamase. Antibiotik golongan ini akan menghambat reaksi pembentukan peptidoglikan yang berfungsi sebagai dinding sel bakteri. Oleh karena hal tersebut, tekanan osmotik dalam sel kuman lebih tinggi daripada di luar sel sehingga merusak dinding sel kuman yang menyebabkan lisis.

- Antibiotik yang menghambat sintesis protein bakteri

Obat yang termasuk dalam kelompok ini adalah aminoglikosida, makrolid, tetrasiklin, kloramfenikol, linezolid dan linkomisin. Antibiotik ini akan mengganggu pembentukan protein pada ribosom dengan cara berikatan pada ribosom 30S atau 50S. Ikatan pada ribosom 30S atau 50S ini menyebabkan tidak terbentuknya ribosom 70S yang fungsional.

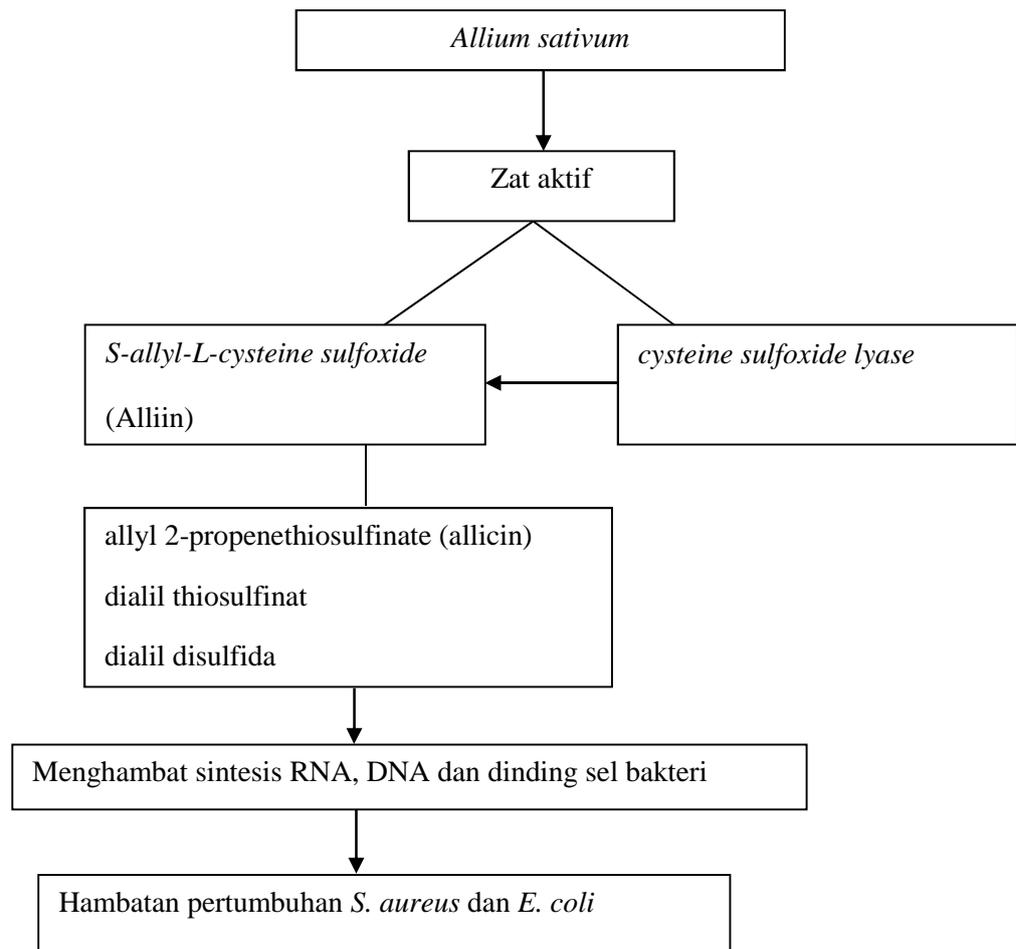
- Antibiotik yang menghambat sintesis asam nukleat

Obat yang termasuk dalam kelompok ini adalah sulfonamid, kuinolon, rifampisin, trimetoprim, golongan azol dan sulfon. Obat golongan obat ini menginterupsi pembentukan asam folat sehingga mengganggu kehidupan bakteri.

2.5 Kerangka Teori

Berdasarkan tinjauan pustaka di atas, bawang putih memiliki zat aktif yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri yaitu allisin dan derivatnya seperti dialil thiosulfinat dan dialil disulfida.

Dari teori tersebut, dapat dibentuk kerangka teori sebagai berikut.



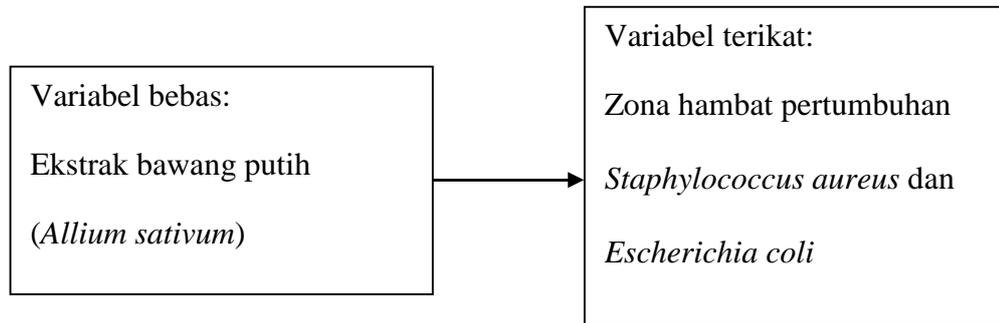
Gambar 4. Kerangka teori

keterangan:

→ = mempengaruhi

— = terdiri dari

2.6 Kerangka Konsep



Gambar 5. Kerangka konsep

2.7 Hipotesis

Hipotesis Penelitian : ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) mempunyai aktivitas antimikroba terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. coli*

Hipotesis nol : tidak ada pengaruh pemberian ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) terhadap daya hambat pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli*

Hipotesis Alternatif : ada pengaruh pemberian ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) terhadap daya hambat pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli*

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian eksperimen ini bersifat analitik laboratorik dengan menggunakan rancangan atau desain penelitian eksperimen perbandingan kelompok statis (*static group comparison*). Rancangan penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antimikroba dari ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. coli* dibandingkan dengan kelompok kontrol. Sedangkan metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *kirby bauer disk diffusion*, yaitu menggunakan kertas disk yang sudah terkandung ekstrak bawang putih maupun variabel kontrol. Metode penelitian ini mengacu pada standar CLSI.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

- Waktu Penelitian

Penelitian akan dilakukan pada bulan November hingga Desember 2015

3.3 Mikroba Uji dan Bahan Uji Penelitian

- Mikroba Uji

Dalam penelitian ini digunakan beberapa mikroba uji, diantaranya adalah bakteri gram positif (+) yaitu *S. aureus* dan bakteri gram negatif (-) yaitu *E. coli*. Baik bakteri gram positif dan negatif didapatkan dari laboratorium Laboratorium Kesehatan Daerah Bandar Lampung dan dikultur dalam agar MSA dan agar *MacConkey*.

- Bahan Uji

Penelitian ini menggunakan bawang putih (*Allium sativum*) yang nantinya akan diekstrak untuk diambil senyawa allicin. Ekstraksi akan dilakukan di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

- Media Kultur

Media kultur yang akan digunakan adalah media agar MSA untuk mengkultur bakteri *S. aureus* dan media *MacConkey* untuk bakteri *E. coli*.

Pada uji daya hambat, media yang akan digunakan adalah media agar MHA (*Muller Hilton Agar*).

3.4 Identifikasi Variabel

Dalam penelitian ini digunakan beberapa variabel yang nantinya akan digunakan dalam penelitian. Variabel dalam penelitian ini dibagi ke dalam beberapa bagian, yaitu variabel bebas, variabel tergantung, dan variabel kontrol.

- Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah ekstrak air bawang putih (*Allium sativum*) dalam tingkatan konsentrasi yaitu 20%, 40%, 60% 80% dan 100%.

- Variabel Tergantung

Variabel tergantung dalam penelitian ini adalah zona hambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. coli* yang dipengaruhi oleh variabel bebas atau bawang putih (*Allium sativum*) dengan konsentrasi yang telah ditentukan.

- Variabel Kontrol

Variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. coli* yang dipengaruhi oleh antibiotik amoksisilin untuk *S. aureus* dan kloramfenikol untuk *E. coli* sebagai kontrol positif dan aquades sebagai kontrol negatif.

3.5 Definisi Operasional

Tabel 1. Definisi operasional

Variabel	Definisi	hasil	Cara Ukur	Skala
Ekstrak bawang putih (<i>Allium sativum</i>)	Ekstrak bawang putih (<i>Allium sativum</i>) adalah cairan yang mengandung sari pati bawang putih melalui pengolahan mekanik. (variabel bebas)	Konsentrasi bertingkat ekstrak aquades bawang putih (%)	Dengan persamaan: $N1 \times V1 = N2 \times V2$ Keterangan: N1=konsentrasi awal V1=volume awal N2=konsentrasi akhir V2=volume akhir	Rasio
Diameter zona hambat pertumbuhan <i>Staphylococcus aureus</i>	Pertumbuhan bakteri (variabel tergantung)	Zona hambat (mm)	Metode <i>kirby bauer</i>	Rasio
Diameter zona hambat pertumbuhan <i>Escherichia coli</i>	Pertumbuhan bakteri (variabel tergantung)	Zona Hambat (mm)	Metode <i>kirby bauer</i>	Rasio
Amoksisilin	Antibiotik β -laktam sebagai kontrol positif dari <i>S. aureus</i>	Zona hambat (mm)	Metode <i>kirby-bauer</i>	Rasio
Kloramfenikol	Antibiotik sebagai kontrol positif dari <i>E. coli</i>	Zona hambat (mm)	Metode <i>kirby-bauer</i>	Rasio
Aquades	Kontrol negatif	Zona hambat (mm)	Metode <i>kirby-bauer</i>	Rasio

3.6 Besar Sampel

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang valid, harus dilakukan pengulangan perlakuan yang sebanding dengan jumlah kelompok perlakuan. Dalam penelitian ini, sampel ekstrak bawang putih dalam berbagai kadar (100%, 80%, 60%, 40% dan 20%) serta kontrol positif dan kontrol negatif sebagai pembanding sehingga didapat ada tujuh perlakuan. Untuk menentukan besar pengulangan, maka akan digunakan rumus federer:

$$(n - 1)(k - 1) \geq 15$$

$$(n - 1)(7 - 1) \geq 15$$

$$(n - 1)6 \geq 15$$

$$6n - 6 \geq 15$$

$$6n \geq 21$$

$$n \geq 3,5$$

Keterangan:

n = banyaknya pengulangan

k = jumlah kelompok perlakuan

Berdasarkan rumus diatas, maka banyak pengulangan yang harus dilakukan lebih dari 3,5 kali, sehingga pengulangan akan dibulatkan menjadi 4 pengulangan. Pengulangan pada penelitian ini akan dilakukan mengacu pada besarnya angka n yang telah dihitung.

3.7 Prosedur Penelitian

Prinsip penelitian ini adalah analitik laboratorik dengan cara sejumlah ekstrak bawang putih diencerkan hingga diperoleh beberapa macam konsentrasi di dalam tabung reaksi. Lalu setelah terbentuk konsentrasi yang diinginkan, ke dalamnya diberikan cakram kertas. Cakram kertas ini yang nantinya akan digunakan ke dalam media agar untuk melihat daya hambat dari pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. coli* yang akan diulang sebanyak besar sampel yang telah dihitung.

3.7.2 Persiapan

•Alat Penelitian

- a. rak dan tabung reaksi
- b. ose
- c. beker glass
- d. pipet
- e. kapas alkohol
- f. cawan petri
- g. alat pengaduk
- h. autoklaf
- i. inkubator
- j. blender

3.7.2 Bahan Penelitian

- a. Ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) yang diperoleh dari ekstraksi bawang putih. Proses pengekstrakan dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
- b. Bakteri *S. aureus* dan *E. coli*.
- c. Media agar; lempeng agar MSA, agar *MacConkey*, dan MHA.
- d. Aquades.

3.7.3 Sterilisasi Alat

Alat dan bahan penelitian disterilisasi, kecuali ekstrak bawang putih dan suspensi kuman, agar terhindar dari senyawa atau mikroorganisme lain yang mungkin dapat mempengaruhi hasil penelitian, dengan

menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15-20 menit. Alat-alat yang digunakan ditunggu sehingga mencapai suhu kamar dan kering.

3.7.4 Pembuatan Ekstrak Bawang Putih

Untuk pembuatan ekstrak, bawang putih 500 gram bawang putih yang sudah dikupas diblender kemudian hasil blender dimasukan kedalam kain muslin dan diperas. Hasil perasan kemudian disentrifugasi dua kali dengan kecepatan 10.000 rpm masing-masing selama lima menit. supernatan dikumpulkan dan didapatkan hasil ekstraksi dengan kadar 100% (Madakusuma, 2009). Kemudian untuk mendapatkan kadar konsentrasi 80%, 60%, 40%, dan 20% dilakukan pengenceran dengan aquades menggunakan persamaan berikut:

$$N1 \times V1 = N2 \times V2$$

Keterangan:

N1 = Konsentrasi awal

V1 = Volume awal

N2 = Konsentrasi akhir

V2 = Volume akhir

3.7.5 Identifikasi Ulang Bakteri

Identifikasi sampel bakteri akan dilakukan dengan tes kimiawi dan tes resistensi dengan metode *kirby bauer disk diffusion*.

- Pewarnaan Gram

Dari bahan pemeriksaan akan dibuat sediaan dari bahan kaca objek glass, lalu diwarnai dengan prinsip pewarnaan gram, dan diamati di bawah mikroskop.

- Uji Katalase bakteri gram-positif

Untuk memastikan bahwa bakteri yang digunakan adalah *Staphylococcus sp*, dilakukan dengan cara meneteskan H₂O₂ pada koloni yang diambil sebanyak satu ose dan dipindahkan pada kaca objek. Hasil positif apabila terdapat busa yang menandakan bahwa bakteri yang diuji adalah *Staphylococcus sp* (Brooks *et al.*, 2007).

- Uji TSIA

Berupa agar miring yang mengandung 3 jenis gula yaitu glukosa, laktosa dan sakarosa. Uji ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri memfermentasi gula dan menghasilkan sulfur.

- Uji sitrat

Merupakan tes biokimiawi untuk melihat kemampuan suatu organisme untuk menggunakan natrium sitrat sebagai sumber utama metabolisme dan pertumbuhan. Positif bila berubah warna menjadi biru yang bermakna timbul asam.

Tabel 2. Hasil Uji Biokimiawi Bakteri

Uji biokimia	Bakteri	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
Uji perwarnaan gram		Ungu	Merah
Uji katalase		Menghasilkan busa/O ₂	-
Uji TSIA		-	Warna kuning
Uji sitrat		-	Warna hijau

3.7.6 Pembuatan Standar Kekeruhan Larutan *McFarland*

Standar kekeruhan *McFarland* yang digunakan dalam penelitian ini adalah standar nomor 0.5 dengan cara mencampurkan 2 senyawa yaitu BaCl₂ dan H₂SO₄. Larutan BaCl₂ 1% sebanyak 0,05 ml dicampur dengan larutan H₂SO₄ 1% sebanyak 9,95 ml. Campuran tersebut dikocok hingga homogen dan terlihat keruh. Campuran ini akan membentuk presipitat barium sulfat yang warnanya keruh. Kekeruhan ini ekuivalen dengan suspensi bakteri sebanyak $1,5 \times 10^8$ CFU/ml.

3.7.7 Teknik Pembuatan Suspensi Bakteri

Pembuatan suspensi bakteri *S. aureus* dan *E. coli* dilakukan dengan cara menambahkan larutan NaCl 0,9% di dalam tabung sampai didapatkan kekeruhan yang sesuai dengan standar kekeruhan *McFarland* 0.5 untuk mendapatkan bakteri sebanyak $1,5 \times 10^8$ CFU/ml.

Cara pengukuran tingkat kekeruhan dengan cara membandingkan secara berdampingan. Kekeruhan dinilai dengan cara dibandingkan dengan latar belakang kertas putih dengan garis hitam kontras yang dilakukan oleh dua pengamat di ruangan yang terang. Jika kurang keruh, suspensi dapat ditambahkan koloni bakteri, dan jika terlalu keruh, suspensi dapat ditambahkan NaCl 0,9% sampai didapat tingkat kekeruhan yang sama antara dua pengamat.

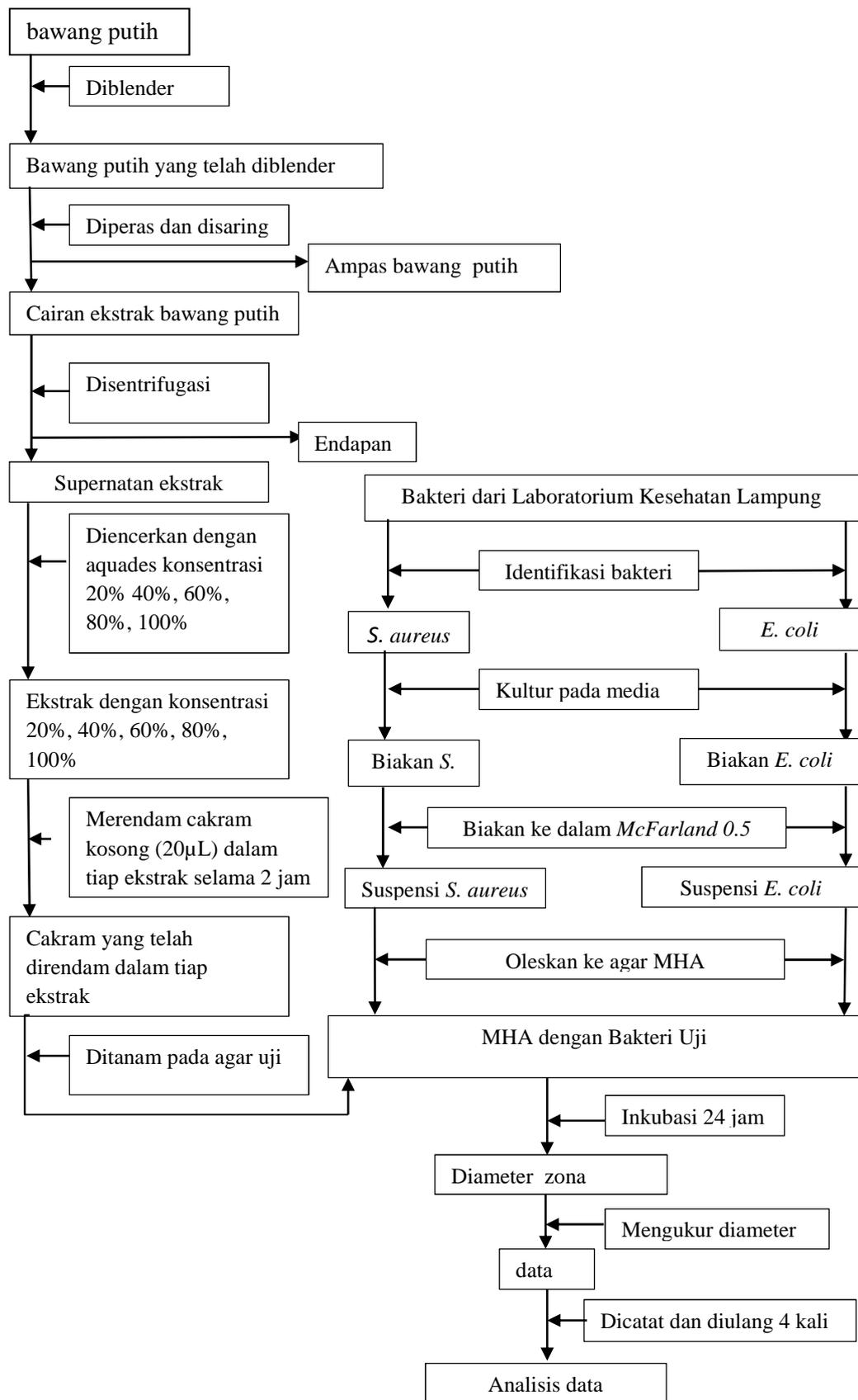
3.7.8 Teknik Pembuatan Media Agar MHA

Timbang 3,8 gr *Muller Hinton Agar* (38 gr/L) dengan komposisi medium (*Beef Infusion* 300 gr, *Casamino acid* 17,5 gr, Agar 17 gr, *starch* 1,5 gr) kemudian dilarutkan dalam 200 ml aquadest. Panaskan hingga mendidih, sterilkan selama 15 menit di autoklaf dengan tekanan udara 1 atm suhu 121°C. Setelah diautoklaf, agar langsung dituangkan kedalam cawan petri dan didinginkan hingga agar beku.

3.7.9 Uji Daya Hambat dengan Metode *Kirby Bauer Disk Diffusion*

Konsentrasi ekstrak bawang putih yang digunakan ialah 5 konsentrasi yaitu 100%, 80%, 60%, 40%, 20% dan ditambah 1 kelompok kontrol bakteri (K+), dan 1 kelompok kontrol bakteri negatif (K-). Penelitian ini membagi sampel terhadap 7 kelompok :

- a) Pada lempeng MHA, diusapkan biakan bakteri *S. aureus* dengan lidi kapas steril sebagai media 1.
- b) Pada lempeng MHA, diusapkan biakan bakteri *E. coli* dengan lidi kapas steril sebagai media 2.
- c) Diletakkan cakram kertas yang telah direndam dalam ekstrak bawang putih selama ± 2 jam (Mohsenipour dan Hassanshahian, 2015) dengan konsentrasi 100%, 80%, 60%, dan 40% pada cawan pertama. 20%, kontrol positif dan kontrol negatif pada cawan kedua pada media 1 dengan jarak ± 24 mm.
- d) Diletakkan cakram kertas yang telah direndam dalam ekstrak bawang putih selama ± 2 jam dengan konsentrasi 100, 80%, 60%, 40% pada cawan pertama. 20%, kontrol positif dan kontrol negatif pada cawan kedua pada media 2 dengan jarak ± 24 mm.
- e) Sebagai kontrol positif untuk *S. aureus*, digunakan cakram amoksisilin.
- f) Sebagai kontrol positif untuk *E. coli*, digunakan cakram kloramfenikol.
- g) Sebagai kontrol negatif, digunakan kertas cakram yang direndam dalam aquades selama ± 2 jam.
- h) Kedua media diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam
- i) Zona hambat diukur dengan jangka sorong.
- j) Prosedur diulang sebanyak besar sampel yang telah dihitung.



Gambar 6. Alur Kerja Penelitian

3.8 Pengolahan dan Analisis Data

3.8.1 Pengolahan Data

Data yang diperoleh akan diubah ke dalam bentuk tabel yang kemudian data diolah menggunakan aplikasi program statistik.

3.8.2 Analisis Data

- **Analisis Univariat**

Analisis univariat yang akan dilakukan dalam penelitian ini digunakan untuk menilai *mean*, *median*, dan standar deviasi.

- **Analisis bivariat**

Analisis bivariat dilakukan dengan uji normalitas dan uji hipotesis. Untuk uji normalitas data, akan digunakan uji *kolmogorov-smirnov* karena besar sampel lebih dari lima puluh. Distribusi memenuhi asumsi normalitas bila nilai $p > 0,05$ dan jika nilai $p < 0,05$ maka distribusi dikatakan tidak normal. Untuk uji hipotesis, akan digunakan uji non-parametrik *mann-whitney* karena data tidak terdistribusi normal. Hipotesis bernilai bermakna jika P value kurang dari 0,05.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Bakteri gram-positif (*S. aureus*) dan gram-negatif (*E. coli*) tergolong peka terhadap ekstrak bawang putih dengan diameter zona hambat lebih dari 20mm dengan kadar 60%, 80% dan 100% menurut CLSI edisi ke-11 dengan rerata diameter zona hambat seluruh kelompok konsentrasi 23.78 mm untuk *S. aureus* dan 22.30 mm untuk *E. coli*.
2. Terdapat perbedaan bermakna antara kontrol positif masing-masing bakteri dengan kelompok konsentrasi 80% dan 100% bakteri *S. aureus* dan 100% bakteri *E. coli*.
3. Tidak ada perbedaan bermakna secara statistik pengaruh aktivitas antimikroba bawang putih antara bakteri gram-positif (*S. aureus*) dan bakteri gram-negatif (*E. Coli*) secara in vitro.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang diharapkan sebagai berikut:

1. Kepada institusi pendidikan diharapkan dapat meneliti lebih lanjut aktivitas antimikroba bawang putih terhadap bakteri dengan resistensi antibiotik.
2. Kepada pihak produsen obat untuk dapat mengaplikasikan aktivitas antimikroba bawang putih sebagai antibiotik alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alli JA, Boboye BE, Okonko IO, Kolade AF, Nwanze JC. 2011. Cellular effects of garlic (*Allium sativum*) extract on *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*. *Pelagia Research Library*. 2(4): 25–36.
- Amagase H, Petesch BL, Matsuura H, Kasuga S, Itakura Y 2001. Recent Advances on the Nutritional Effects Associated with the Use of Garlic as a Supplement. *JN*. 1:1118–9.
- Bayan L, Koulivand PH, Gorji A. 2014. Garlic: a review of potential therapeutic effects. *Avicenna Journal of Phytomedicine*. 4(1):1–14
- Bennet P, Brown M, Sharma P. 2012. *Clinical Pharmacology*. London: Elsevier.
- Bentley R, Meganathan R. 1982. Biosynthesis of Vitamin K (menaquinone) in Bacteria. *Microbiological Reviews*. 46(3):241–80.
- Borlinghaus J, Albrecht F, Gruhlke MCH, Nwachukwu ID, Slusarenko AJ. 2014. Allicin: chemistry and biological properties. *Molecules (Basel, Switzerland)*. 19(8):12591–618.
- Brooks GF, Carroll KC, Butel JS, Morse SA. 2007. *Jawetz, Melnick, Adelberg's Medical Microbiology*. London: McGraw-Hill Medical.
- CDC. 2014a. Antimicrobial Resistance. Diakses tanggal 6 Maret 2015. Tersedia dari: <http://www.cdc.gov/drugresistance/>
- CDC. 2014b. E.coli (*Escherichia coli*). Diakses tanggal 5 April 2015. Tersedia dari: <http://www.cdc.gov/ecoli/index.html/>

- CLSI, 2012. *Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests ; Approved Standard* 11th ed., Pennsylvania: CLSI.
- Cutler RR, Wilson P. 2004. Antibacterial activity of a new, stable, aqueous extract of allicin against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *British Journal of Biomedical Science*. 61(2):71–4.
- Durairaj S, Srinivasan S, Lakshmanaperumalsamy P. 2009. In vitro Antibacterial Activity and Stability of Garlic Extract at Different pH and Temperature. *Electric Journal of Biology*. 5(1):5–10.
- Ehrlich, SD. 2011. Garlic. Diakses tanggal 16 Maret 2016. Tersedia dari: <https://umm.edu/health/medical/altmed/herb/garlic>
- Kurian A. 2010. *Handbook of herbs and spices*. India: Elsevier.
- Fujisawa H, Suma K, Origuchi K, Seki T, Ariga T. 2008. Thermostability of allicin determined by chemical and biological assays. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 72(11):2877–83.
- Fujisawa H, Watanabe K, Suma K, Origuchi K, Matsufuji H, Seki T, Ariga T. 2009. Antibacterial potential of garlic-derived allicin and its cancellation by sulfhydryl compounds. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 73(9): 1948–55.
- Garzoni C, Kelley WL. 2009. *Staphylococcus aureus*: New Evidence for Intracellular Persistence. *Trends in Microbiology*. 2(17): 59-65
- Gordon RJ, Lowy FD. 2008. Pathogenesis of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection. *Clinical Infectious Diseases*. 46(5):350–9.
- Harris JC, Cottrell SL, Plummer S, Lloyd D. 2001. Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic). *Applied Microbiology and Biotechnology*. (57):282-6.
- Hill LR. 1981. Taxonomy of the Staphylococci. *The Staphylococci: Proceedings of the Alexander Ogston Centennial Conference*.
- Hudault S, Guignot J, Servin AL. 2001. *Escherichia coli* strains colonising the

gastrointestinal tract protect germfree mice against *Salmonella typhimurium* infection. *Gut*. 49(1): 47–55.

Hutapea J. 2000. *Inventaris Tanaman Obat Indonesia*. Jakarta: balitbangkes.

Kedzia A. 2010. Antimicrobial activity of garlic (*Allium sativum* L.). *Postepy Fitoterapii*. (11): 46-52

Kemper KJ. 2005. Garlic (*Allium sativum*). *The Longwood Herbal Task Force and The Center for Holistic Pediatric Education and Research*.

Lowy FD. 1998. *Staphylococcus aureus* Infections. *The New England Journal of Medicine*, 339(8):520–32.

Lingga ME, Rustama MM. 2009. *Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Air dan Etanol Bawang Putih (Allium sativum L.) Terhadap Bakteri Gram Negatif dan Gram Positif yang Diisolasi dari Udang Dogol (Metapenaeus monoceros), Udang Lobster (Panulirus sp), dan Udang Rebon (Mysis dan Acetes)*. Sumedang: Universitas Padjadjaran.

Madakusuma AR. 2009. *Uji Daya Hambat Umbi Bawang putih (Allium sativum linn) Terhadap Pertumbuhan Candida albicans Dengan Metode Dilusi Tabung Secara In Vitro*. Lampung: Universitas lampung.

Meredith TJ. 2008. *The Complete Book of Garlic: A Guide for Gardeners, Grower, and Serious Cooks*. London: Timber Press.

Miller LG, Kaplan SL. 2009. *Staphylococcus aureus: A Community Pathogen*. *Infectious Disease Clinics of North America*. 1(23):35-52.

Mohsenipour Z, Hassanshahian M. 2015. The Effects of *Allium sativum* Extracts on Biofilm Formation and Activities of Six Pathogenic Bacteria. *Jundishapur Journal of Microbiology*. 8(8): 1-7.

Otto M. 2012. MRSA virulence and spread. *Cellular Microbiology*. 14(10):1513–21.

Puspitasari I. 2008. *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Bawang Putih*. Semarang: Universitas Diponegoro.

Ramadanti IA. 2008. *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Bawang Putih (Allium sativum Linn) Terhadap Bakteri Escherichia coli In Vitro*. Semarang: Universitas Diponegoro

Syarif A, Estuningtyas A, Setiawati A, Muchtar A, Arif A, Bahry B, *et al.*, 2007. *Farmakologi Dan Terapi*. Edisi ke-5. Jakarta: FKUI.

WHO. (2014). WHO | Antimicrobial resistance. diakses tanggal 4 April 2015. tersedia dari <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs194/en/>

Zein U. 2004. Diare Akut Disebabkan Bakteri. *Universitas Sumatera Utara*. 1–15.