



**EFEK KOMBINASI MINYAK ATSIRI BANGLE (*Zingiber purpureum* Roxb.)
dan JAHE MERAH (*Zingiber officinale* var *rubrum*) SEBAGAI ANTIBAKTERI
TERHADAP *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli***

SKRIPSI

Oleh

**Faticha Putri Anggraini
NIM 102210101022**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**EFEK KOMBINASI MINYAK ATSIRI BANGLE (*Zingiber purpureum* Roxb.)
dan JAHE MERAH (*Zingiber officinale var rubrum*) SEBAGAI ANTIBAKTERI
TERHADAP *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli***

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Ilmu Farmasi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh

Faticha Putri Anggraini
NIM 102210101022

FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2015

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk

1. Ayah dan Ibu, Drs. Pujianto., MM dan Dra. Rohayani Munawaroh yang telah membesarkan dengan penuh kasih sayang, kesabaran, serta do'a beliau sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Adikku Zahra Amalia Achsani dan Damara Premaswara dan keluarga besar lainnya yang telah memberi kasih sayang, motivasi dan doa, skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi atas ilmu dan bimbingan yang diberikan dengan penuh kesabaran.
4. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTTO

“Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menetapi kesabaran.”

(QS. Al ‘Ashr: 1-3)

“Jalan masih teramat jauh mustahil berlabuh bila daun tak terkayuh”

(Iwan Fals, 1984)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faticha Putri Anggraini

NIM : 102210101022

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: **“Efek Kombinasi Minyak Atsiri Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.) dan Jahe Merah (*Zingiber officinale var rubrum*) sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 10 Juli 2015

Yang menyatakan,

Faticha Putri Anggraini
NIM 102210101022

SKRIPSI

**EFEK KOMBINASI MINYAK ATSIRI BANGLE (*Zingiber purpureum* Roxb.)
dan JAHE MERAH (*Zingiber officinale* var *rubrum*) SEBAGAI ANTIBAKTERI
TERHADAP *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli***

Oleh

Faticha Putri Anggraini
NIM. 102210101022

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Evi Umayah Ulfa, S.Si., M.Si., Apt.

Dosen Pembimbing Anggota : Endah Puspitasari, S.Farm., M.Sc., Apt.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Efek Kombinasi Minyak Atsiri Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.) dan Jahe Merah (*Zingiber officinale var rubrum*) sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada:**

Hari : Jumat

Tanggal : 10 Juli 2015

Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Evi Umayah Ulfa S.Si., M.Si., Apt.
NIP : 197807282005012001

Endah Puspitasari, S.Farm., M.Sc., Apt.
NIP. 198107232006042002

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Yuni Retnaningtyas, S.Si., M.Si., Apt.
NIP. 197806092005012004

Ema Rachmawati, S.Farm., M.Sc., Apt.
NIP. 198403082008012003

Mengesahkan
Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M. Farm
NIP. 197604142002122001

RINGKASAN

Efek Kombinasi Minyak Atsiri Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.) dan Jahe Merah (*Zingiber officinale var rubrum*) sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*; Faticha Putri Anggraini, 102210101022, 2015: 81 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* merupakan bakteri flora normal pada tubuh. Adanya flora normal pada bagian tubuh tidak selalu menguntungkan, dalam kondisi tertentu flora normal dapat menjadi patogen dan menimbulkan penyakit. Pada penelitian sebelumnya, minyak atsiri bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.) dan jahe merah (*Zingiber officinale var rubrum*) menunjukkan aktivitas antibakteri pada bakteri Gram positif dan Gram negatif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya aktivitas antibakteri kombinasi bangle dan jahe merah pada bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. Penelitian ini juga untuk mengetahui aktivitas antibakteri paling tinggi dari kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah dengan perbandingan konsentrasi 1:3, 1:1, 3:1, 1:0 dan 0:1.

Jenis penelitian yang dilakukan adalah *true experimental laboratories* dan rancangan yang digunakan adalah *post test only group design*. Pengujian aktivitas antibakteri diujikan pada 6 sampel uji yaitu kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah dengan perbandingan 1:3, 1:1, 3:1, 1:0 dan 0:1 serta kontrol positif (gentamisin 9,2 µg/ml). Pengujian antibakteri dilakukan dengan metode difusi agar. Pengamatan dilakukan dengan menghitung zona bening yang terbentuk. Data yang didapat dari uji antibakteri diuji statistik menggunakan metode Kruskal-wallis dan Man-whitney untuk mengetahui adanya perbedaan antar perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah mempunyai aktivitas antibakteri pada *S. aureus*. Masing-masing kombinasi minyak atsiri memberikan aktivitas yang berbeda-beda terhadap masing-masing

kelompok bakteri uji. Hal ini ditunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna dengan tingkat kepercayaan 95%. Aktivitas antibakteri kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah lebih berpengaruh terhadap *S. aureus* dibandingkan *E. coli*, hal ini dikarenakan adanya perbedaan struktur dinding sel bakteri tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah dibandingkan dengan bentuk tunggal memiliki aktivitas sebagai antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* dengan perbandingan konsentrasi 1:3, 1:1, 3:1, 1:0 dan 0:1. Pada aktivitas yang ditunjukkan *E. coli* menunjukkan hasil yang tidak signifikan. Kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah perbandingan 1:3 mempunyai aktivitas lebih besar dibandingkan perbandingan yang lain terhadap bakteri *S. aureus*.

PRAKATA

Alhamdulillah Robbil'alamin, Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Efek Kombinasi Minyak Atsiri Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.) dan Jahe Merah (*Zingiber officinale var rubrum*) sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*".** Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah SWT. atas semua karunia yang telah diberikan;
2. Ibu Lestyo Wulandari S.Si., Apt., M.Farm selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember;
3. Ibu Evi Umayah Ulfa, S.Si., M.Si., Apt. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Endah Puspitasari, S. Farm., M.Sc., Apt. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktunya, selalu sabar memberikan arahan dan bimbingan serta motivasi dalam membimbing penulis selama menyelesaikan skripsi.
4. Ibu Yuni Retnaningtyas, S. Si., M.Si., Apt. selaku Dosen Penguji I dan Ibu Ema Rachmawati S. Farm., M. Sc., Apt. selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan masukan untuk perbaikan skripsi ini.
5. Bapak Moch. Amrun Hidayat, S.Si., M. Farm., Apt. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing dan memberikan saran serta motivasi kepada penulis selama masa studi.

6. Bapak Ibu Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan yang berguna.
7. Pak Mistar, Mbak Anggra, Bu Widhi, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya dengan baik di laboratorium selama penelitian dan penulis mengerjakan skripsi.
8. Kedua orang tua penulis, Pujiyanto dan Rohayani Munawaroh yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat, serta atas kesabarannya yang luar biasa, yang merupakan anugrah terbesar dalam hidup.
9. Adik penulis tercinta, Zahra Amalia Achsani, Damara Premaswara. Terima kasih atas motivasi, doa dan segala dukungan.
10. Orang-orang terbaik, Ageng Dwi Wicaksono, Ajeng Maharani, Diastika Bella dan Zulaikha Rachmi yang telah memberikan motivasi, serta do'a. Semoga persahabatan kita terjaga selamanya;
11. Ashari, Ima, Endah, Novanda, Ajeng dan Ulya, rekan-rekan terbaik yang mendampingi penulis selama penelitian hingga skripsi ini diselesaikan. Semoga kelak kesuksesan kita tercapai nyata;
12. Sahabat di kosanku tersayang Siska, Ratri, Riza, Risma, Ajeng dan Mbak Yuni yang selalu memberi motivasi, kesabaran dan do'a selama ini.
13. Keluarga Farmakepo (Farmasi UJ 2010) terima kasih atas kebersamaan dan bantuan selama saya menempuh kuliah sampai akhirnya selesai mengerjakan skripsi.
14. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 10 Juli 2015

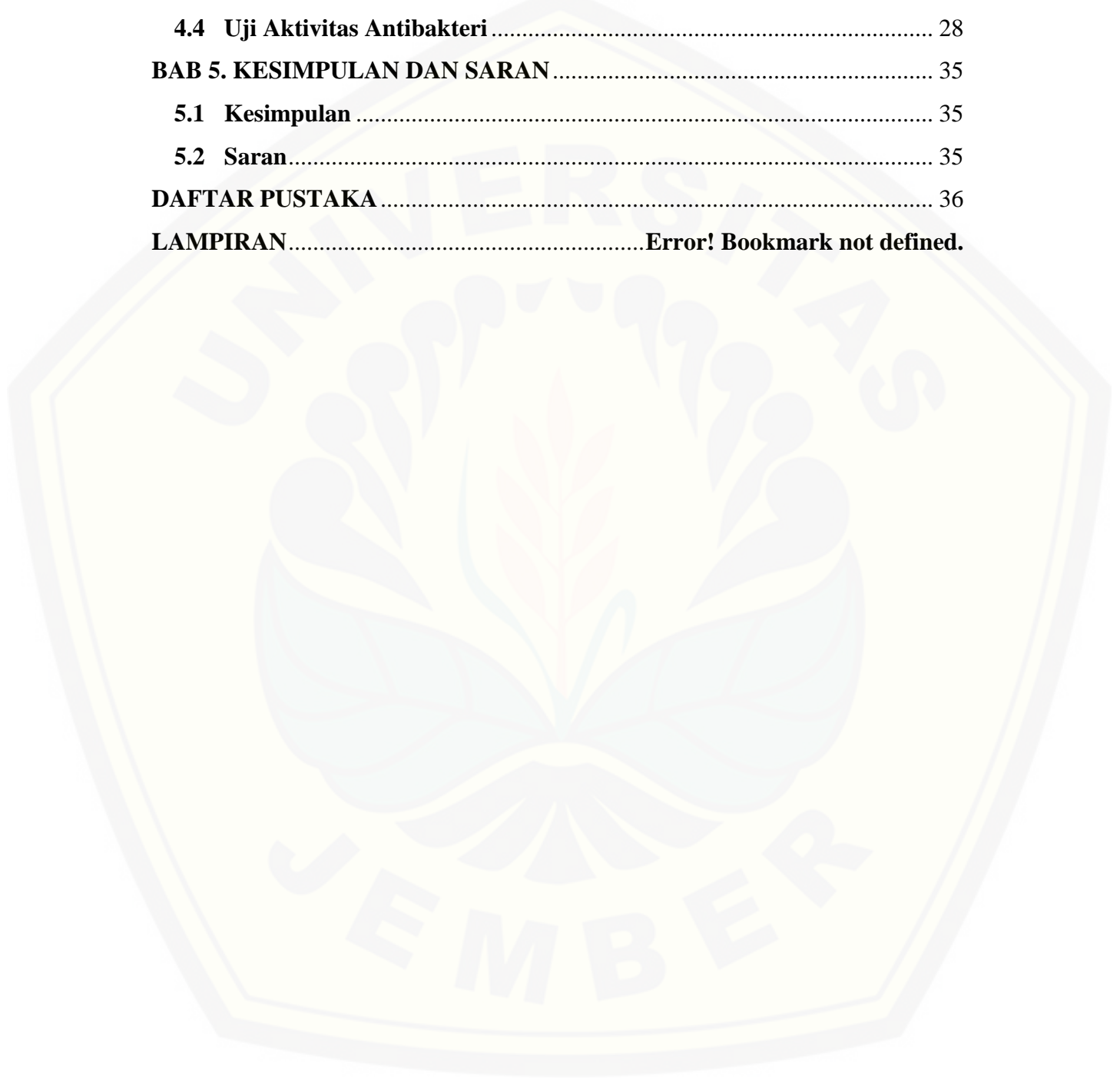
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan tentang Tanaman	5
2.1.1 Bangle (<i>Zingiber purpureum</i> Roxb.)	5
2.1.2 Jahe Merah (<i>Zingiber officinale var rubrum</i>)	6
2.2 Minyak Atsiri	8
2.3 Tinjauan tentang Bakteri	9
2.3.1 <i>S. aureus</i>	10

2.3.2	<i>E. coli</i>	11
2.4	Struktur Bakteri Gram Positif dan Gram Negatif	12
2.5	Tinjauan tentang Destilasi	13
2.5.1	Destilasi Air	14
2.5.2	Destilasi dengan Uap-Air	14
2.5.3	Destilasi Uap Langsung	14
2.6	Antibakteri	15
2.7	Mekanisme Minyak Atsiri sebagai Antibakteri	15
2.8	Tinjauan Gentamisin	16
BAB 3. METODE PENELITIAN	17
3.1	Jenis Penelitian	17
3.2	Rancangan Penelitian	17
3.3	Sampel Minyak Atsiri Bangle dan Jahe Merah	18
3.4	Pengulangan	19
3.5	Variabel Penelitian dan Definisi Operasional	19
3.5.1	Variabel Bebas	19
3.5.2	Variabel Terikat	19
3.5.3	Variabel Terkendali.....	20
3.5.4	Definisi Operasional.....	20
3.6	Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.7	Alat dan Bahan	20
3.8	Prosedur Penelitian	21
3.8.1	Penyulingan Minyak Atsiri Bangle dan Jahe Merah.....	21
3.8.2	Uji Aktivitas Antibakteri.....	21
3.9	Analisis Data	23
3.10	Skema Penelitian	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1	Identifikasi Serbuk Rimpang Bangle dan Jahe Merah	25

4.2 Karakteristik Minyak Atsiri	26
4.3 Identifikasi Bakteri secara Mikroskopis	27
4.4 Uji Aktivitas Antibakteri	28
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil identifikasi serbuk simplisia	25
Tabel 4.2 Karakteristik minyak atsiri hasil destilasi	26
Tabel 4.3 Hasil pengukuran zona hambat kombinasi minyak atsiri terhadap bakteri <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i>	29
Tabel 4.4 Analisis Log P komponen minyak atsiri	31

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tanaman bangle	6
Gambar 2.2 Tanaman jahe merah.....	8
Gambar 2.3 Bentuk koloni <i>S. aureus</i>	11
Gambar 2.4 Bentuk koloni <i>E. coli</i>	12
Gambar 2.5 Perbedaan struktur dinding sel bakteri	13
Gambar 2.6 Lokasi dan mekanisme minyak atsiri sebagai antibakteri	16
Gambar 3.1 Skema rancangan penelitian	17
Gambar 3.2 Pengamatan uji antibakteri	23
Gambar 4.1 Koloni bakteri <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i>	28
Gambar 4.2 Hasil uji aktivitas antibakteri	28

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Rendemen Minyak Atsiri Bangle dan Jahe Merah	42
Lampiran 2. Hasil Penyulingan Minyak Atsiri	43
Lampiran 3. Indeks Bias dan Bobot Jenis Minyak Atsiri	45
Lampiran 4. Perhitungan Pengenceran Konsentrasi Gentamisin	47
Lampiran 5. Laporan Laboratorium Bakteri <i>S. aureus</i>	48
Lampiran 6. Data Hasil Uji Antibakteri.....	51
6.1 Data Hasil Uji Aktivitas Antibakteri <i>S. aureus</i>	51
6.2 Data Hasil Uji Aktivitas Antibakteri <i>E. coli</i>	52
Lampiran 7. Hasil Uji Statistika.....	53
7.1. Hasil Uji Statistika Data Pengamatan Uji Antibakteri Kombinasi Minyak Atsiri Bangle dan Jahe Merah terhadap Bakteri <i>S. aureus</i>	53
7.2 Hasil Uji Statistika Data Pengamatan Uji Antibakteri Kombinasi Minyak Atsiri Bangle dan Jahe Merah terhadap Bakteri <i>E. coli</i>	63
Lampiran 8. Hasil Uji Analisis nilai Log P	74

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia hidup di alam selalu terpapar oleh mikroorganisme seperti bakteri, virus, fungi, dan parasit. Di antara mikroorganisme tersebut, bakteri merupakan mikroorganisme uniseluler yang banyak terdapat di alam bahkan flora normal dalam tubuh manusia yang terdapat di beberapa bagian tubuh. Pertumbuhan flora normal pada bagian tubuh tertentu dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, nutrisi, dan adanya zat penghambat. Keberadaan flora normal pada bagian tubuh tertentu mempunyai peranan penting dalam pertahanan tubuh karena menghasilkan suatu zat yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain (Jawetz *et al.*, 2005).

Adanya flora normal pada bagian tubuh tidak selalu menguntungkan, dalam kondisi tertentu flora normal dapat menjadi patogen dan dapat menimbulkan penyakit. Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan flora normal pada saluran penapasan. Selain pada saluran pernapasan, *S. aureus* juga merupakan flora normal pada kulit dan saluran cerna (Jawetz *et al.*, 2005). *S. aureus* merupakan bakteri Gram positif yang dapat mengakibatkan infeksi pada kulit atau luka pada organ tubuh jika bakteri ini mengalahkan mekanisme pertahanan tubuh. Saat bakteri masuk ke peredaran darah, bakteri dapat menyebar ke organ lain dan menyebabkan infeksi (Anwar, 2009). Selain *S. aureus*, juga terdapat bakteri *Escherichia coli* yang banyak ditemukan di usus besar manusia sebagai flora normal. Di dalam usus bakteri ini tidak menyebabkan penyakit, namun dapat membantu fungsi normal dan nutrisi. Organisme ini menjadi patogen hanya bila mencapai jaringan di luar saluran pencernaan, khususnya saluran air kemih, saluran empedu, paru-paru, peritoneum, atau selaput otak menyebabkan peradangan pada tempat-tempat tersebut (Jawetz *et al.*, 1991).

Penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri flora normal masih banyak dijumpai di Indonesia. Penelitian yang dilakukan di 11 rumah sakit di DKI Jakarta pada tahun 2004 menunjukkan bahwa 9,8 % pasien rawat inap mendapat infeksi selama dirawat (Wesetian, 2006). Infeksi yang disebabkan oleh bakteri atau mikroorganisme masuk ke dalam jaringan dan berkembang biak di dalam jaringan tubuh (Waluyo, 2004). Di antara bakteri yang dapat menyebabkan infeksi tersebut adalah *S. aureus* dan *E. coli* (Jawetz *et al.*, 2005). Hal ini didukung oleh penelitian Haris (2012), yang menyatakan bahwa kejadian infeksi saluran kemih yang disebabkan bakteri *E. coli* adalah sebanyak 21,43 % dan yang disebabkan oleh *S. aureus* sebanyak 14,29 %.

Pengobatan infeksi yang paling umum dilakukan adalah dengan terapi antibiotik. Antibiotik merupakan substansi yang dihasilkan oleh suatu mikroorganisme, yang mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroorganisme lain. Timbulnya strain bakteri yang resisten terhadap antibiotik pada penyakit infeksi merupakan masalah penting (Katzung, 1997). Penggunaan antibiotik yang tidak rasional akan menimbulkan terjadinya toksisitas atau efek samping obat sehingga perawatan pasien lebih lama, biaya pengobatan juga menjadi lebih mahal (Davies & Cartwright, 1998). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Katarnida *et al.*, (2014) di salah satu rumah sakit di Jakarta menunjukkan pemberian antibiotik sefotaksim tidak tepat sebesar 46,8 % lebih banyak dibandingkan dengan penggunaan antibiotik tepat sebesar 34,4 %. Selain itu pemberian antibiotik tertentu dapat menimbulkan masalah seperti pada pemberian antibiotik aminoglikosida menimbulkan kerusakan organ pendengaran dan keseimbangan serta bersifat nefrotoksik (Okeke *et al.*, 2005).

Salah satu pemanfaatan tumbuhan sebagai obat tradisional adalah pemanfaatan senyawa yang terkandung dalam suatu tumbuhan atau bagiannya sebagai bahan obat. Salah satu komponen tanaman obat yang memiliki khasiat sebagai antibakteri antara lain adalah minyak atsiri. Sifat toksik alami minyak atsiri berguna dalam pengobatan dan minyak atsiri telah lama dikenal sebagai sumber

terapi yang penting, misalnya sebagai senyawa antibakteri. Minyak atsiri dapat menghambat pertumbuhan atau mematikan bakteri dengan mengganggu proses terbentuknya membran atau dinding sel sehingga tidak terbentuk atau terbentuk tidak sempurna (Triphati *et al.*, 2013).

Khasiat minyak atsiri sebagai antibakteri telah dibuktikan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.) dan jahe merah (*Zingiber officinale var rubrum*) merupakan tanaman famili *Zingiberaceae* yang mempunyai minyak atsiri cukup pada rimpangnya. Pada suatu penelitian menunjukkan minyak atsiri dari bangle teruji dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan Gram negatif (Marliani, 2012). Bangle memiliki kandungan senyawa minyak atsiri sebanyak 0,95 % (Bhuiyan *et al.*, 2008). Minyak atsiri jahe merah juga menunjukkan aktivitas antibakteri, jahe merah mengandung minyak atsiri sekitar 2,58-3,90 % yang memiliki khasiat untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme dibandingkan dengan jenis jahe yang lain (Koswara, 2006). Zat bioaktif pada jahe merah berpengaruh terhadap 3 (tiga) strain bakteri yaitu *S. aureus*, *E. coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* (Sastroamidjojo, 2001). Minyak atsiri yang terdapat pada jahe merah dapat merusak membran sel bakteri sehingga menyebabkan lisis yang menghambat pertumbuhannya (Sarjono & Mulyani, 2007).

Pada penelitian sebelumnya, belum pernah ada yang menguji kombinasi dari minyak atsiri bangle dan jahe merah, kombinasi keduanya diharapkan dapat meningkatkan efektivitas antibakteri. Kombinasi yang pernah dilakukan pada penelitian Ardani (2010) adalah kombinasi minyak atsiri daun cengkeh dan minyak atsiri kulit batang kayu manis yang dapat meningkatkan aktivitas antibakteri.

Berdasarkan uraian di atas, maka sangatlah menarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai sifat antibakteri bangle dan jahe merah jika keduanya dikombinasikan untuk mengetahui potensi antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. Penelitian ini menggunakan metode difusi sumuran dengan enam kombinasi, yaitu 1:3, 1:1, 3:1, 1:0, dan 0:1.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana aktivitas antibakteri kombinasi bangle dan jahe merah dibandingkan dengan bentuk tunggal terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*?
2. Manakah aktivitas antibakteri paling tinggi dari kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah dengan perbandingan konsentrasi 1:3, 1:1, 3:1, 1:0 dan 0:1?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui aktivitas antibakteri kombinasi bangle dan jahe merah dibandingkan dengan bentuk tunggal terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*
2. Mengetahui aktivitas antibakteri paling tinggi dari kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah dengan perbandingan konsentrasi 1:3, 1:1, 3:1, 1:0 dan 0:1.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terhadap aktivitas antibakteri dari bahan herbal (kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah) sebagai salah satu pencegahan infeksi akibat bakteri flora normal.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan tentang Tanaman

2.1.1 Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.)

Klasifikasi tanaman bangle adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Bangsa	: Zingiberales
Suku	: Zingiberaceae
Genus	: Zingiber
Species	: <i>Zingiber purpureum</i> Roxb.

(USDA, 2014)

a. Nama Daerah

Z. purpureum tersebar di beberapa wilayah Indonesia, pada umumnya *Z. purpureum* dikenal dengan nama yang berbeda-beda pada tiap-tiap daerah yaitu seperti Sumatra: mogle (Aceh), bengle (Gayo), bungle (Batak Simelungun), baglai, banlai (Mentawai), banglai (Palembang), bunglai, bangle, kunit bolai, kunyit bolai (Melayu). Kalimantan: bangalai (Dayak-Ngaju). Jawa: panglai (Sunda), bengle (Jawa), pandiyang (Madura). Nusa Tenggara: banggele (Bali), banggulae (Bima), bangalae (Roti). Sulawesi: manglai, mangulai, bangerei, bangelei, wangelei, kekuniran, kukundiren, walegai (Minahasa), bale (Makassar), panini (Bugis). Maluku: unin makei, unin pakei (Ambon), bangle (Ternate, Tidore) (Depkes RI, 1977).

b. Morfologi

Bangle tumbuh di daerah Asia tropis, dari India sampai Indonesia. Di Jawa dibudidayakan atau ditanam di pekarangan dan pada tempat-tempat yang cukup

mendapat sinar matahari, mulai dari dataran rendah sampai 1.300 m d.p.l. Pada tanah yang tergenang atau becek, pertumbuhannya akan terganggu dan rimpang cepat membusuk (Depkes RI, 1977).

Bangle banyak ditanam oleh penduduk terutama warga pedesaan. Bangle ditanam di tempat-tempat terlindung, seperti tanah pekarangan dekat pagar dan sebagainya. Selain itu bangle tumbuhnya membentuk rumpun yang cukup rapat dan tinggi dan batang pokoknya dapat mencapai 1,5 meter seperti yang terlihat pada gambar 2.1. Daunnya berbentuk bulat telur dan kedua ujungnya membentuk sudut mempunyai permukaan yang halus. Bunganya berwarna putih berbentuk gelondong. Umbi rimpang bangle memiliki aroma yang menyengat dan mengandung zat yang rasanya pahit dan pedas. Perkembangbiakan tanaman ini dapat dilakukan dengan umbi rimpangnya (Thomas, 1992).



Gambar 2.1 Tanaman bangle (Depkes RI, 1978)

2.1.2 Jahe Merah

Klasifikasi tanaman jahe merah adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida

Bangsa : Zingiberales
Suku : Zingiberaceae
Genus : Zingiber
Species : *Zingiber officinale var rubrum*
(USDA, 2005)

a. Nama Daerah

Tanaman jahe memiliki beberapa sebutan, antara lain gember (Aceh), halia (Gayo), goraka (Manado), halia, sipadas (Minangkabau), lai (Sunda), jahe (Jawa), jae (Madura), lia tana', lia (Gorontalo), gihoro, gisoro, (Ternate) (Heyne, 1987). Di luar negeri dikenal dengan nama ginger, red ginger (Inggris), sunthi (Kanada), adrak, sunthi (Hindi), djahe (Belanda) (Khare, 2007).

b. Morfologi

Jahe merah adalah tumbuhan tahunan dengan mirip dengan jahe pada umumnya, tetapi rimpangnya lebih kecil dan lebih pedas. Tumbuhan ini memiliki rimpang tebal berwarna coklat kemerahan, diameter rimpang 4-4,5 cm dan panjang rimpang 5-11 cm. Daunnya sempit berbentuk lanset dengan panjang 5-25 cm dan lebar 8-20 mm. Ujung daunnya runcing, pangkal tumpul dan bertepi rata. Berbunga majemuk dengan bentuk bulat telur, muncul dari rimpang, dengan panjang tangkai 10-25 cm dan terdapat daun kecil pada dasar bunga. Mahkota bunga bentuk corong, panjang 2-2,5 cm, berwarna ungu tua dengan bercak krem-kuning. Kelopak bunga kecil, berbentuk tabung dan bergerigi tiga (USM, 2014).

Jahe merah merupakan merupakan salah satu dari tiga jenis keanekaragaman *Z. officinale* Rosc., jenis lainnya adalah jahe besar dan jahe putih kecil. Jahe putih besar rimpangnya lebih besar dan ruas rimpangnya lebih menggembung dari kedua jenis jahe lainnya. Jahe putih kecil ruasnya kecil agak rata dan sedikit menggembung, sementara jahe merah rimpangnya berwarna merah dan lebih kecil dari jahe putih kecil (Depkes RI, 1978). Rimpang jahe merah ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Rimpang jahe merah

2.2 Minyak Atsiri

Minyak atsiri adalah suatu zat yang berbau dan terdapat pada beberapa tanaman, karena mudah menguap bila dibiarkan terbuka pada suhu kamar maka disebut minyak menguap, minyak eteris atau minyak esensial. Pada umumnya minyak atsiri tidak dapat bercampur dengan air, larut dalam eter, alkohol, kebanyakan larut dalam pelarut organik, bersifat optis aktif, memiliki indek bias tinggi, rotasi spesifik dan sering digunakan sebagai alat diagnostis (Claus *et al.*, 1970).

Secara kimia terpena minyak atsiri dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu monoterpena dan seskuiterpena, berupa isoprenoid C10 dan C15 yang titik didihnya berbeda (titik didih monoterpena 140-180°C, titik didih seskuiterpena >200°C). Secara ekonomi senyawa tersebut penting sebagai dasar wewangian alam dan juga untuk rempah-rempah serta sebagai senyawa citarasa dalam industri makanan (Harborne, 1987).

Minyak atsiri juga dapat sebagai antimikroba tetapi tidak semua minyak atsiri dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Minyak atsiri bagi manusia terutama pada dosis yang tinggi atau berlebihan dapat menyebabkan depresi susunan syaraf yang disertai dengan gejala kejang dan kematian. Beberapa jenis minyak atsiri dapat digunakan sebagai bahan antiseptik eksternal dan internal, sebagai bahan analgetik,

haemolitik, sedatif, stimulan untuk obat sakit perut dan sebagai obat cacing (Guenther, 1987).

Minyak atsiri pada umumnya mempunyai bau khas aromatik dan tidak berwarna, akan tetapi bila dibiarkan lebih lama maka warnanya akan berubah kecoklatan karena terjadi proses oksidasi. Untuk mencegah oksidasi, minyak atsiri disimpan pada tempat yang sejuk dan kering dalam wadah tertutup rapat. Umumnya minyak atsiri larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air (Claus *et al.*, 1970).

Sebagian besar minyak atsiri terdiri dari persenyawaan hidrokarbon isosiklik serta golongan hidrokarbon yang telah mengikat oksigen seperti alkohol, fenol, dan lain-lain. Minyak atsiri mengandung bermacam-macam komponen kimia yang berbeda-beda dan dapat digolongkan ke dalam empat kelompok, yaitu terpena yang ada hubungannya dengan isoprena, persenyawaan berantai lurus tidak mengandung rantai cabang, turunan benzena, dan bermacam-macam senyawa lain, misalnya turunan alkohol (linalool, borneol, sineol, eugenol), aldehid (benzaldehyd, anisaldehyd, sitral), keton (kamfor, mentol, piperiton) (Guenther, 1987).

2.3 Tinjauan tentang Bakteri

Bakteri merupakan mikroba prokariotik uniseluler, berkembang biak secara aseksual dengan pembelahan sel. Semua bakteri memiliki struktur sel yang relatif sederhana. Berdasarkan komposisi dan struktur dinding sel, maka bakteri dibagi ke dalam dua golongan yaitu bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif. Bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang terdiri atas lapisan peptidoglikan yang tebal dan asam teikoat yang mengandung alkohol (gliserol atau ribitol). Ada dua asam teikoat, yaitu asam lipoteikoat yang merentang di lapisan peptidoglikon dan terikat pada membran plasma, dan asam teikoat dinding yang terikat pada lapisan peptidoglikon. Sedangkan dinding sel bakteri Gram negatif mengandung satu atau beberapa lapis peptidoglikan dan membran luar (*outer membrane*). Peptidoglikan

terikat pada membran luar dan periplasma terdapat di antara membran plasma dan membran luar (Pratiwi, 2008).

2.3.1 *S. aureus*

Klasifikasi bakteri *S. aureus* adalah sebagai berikut:

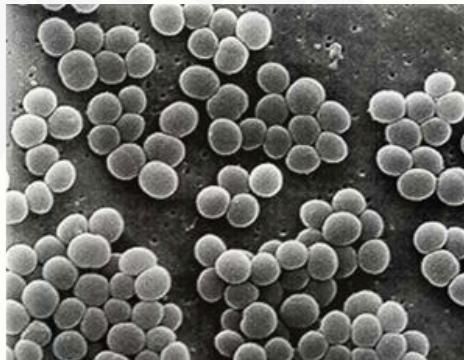
Divisi	: Protophyta
Kelas	: Schizomycetes
Bangsa	: Eubacteryales
Suku	: Mycrococaceae
Marga	: Staphylococcus
Jenis	: <i>Staphylococcus aureus</i> (Salle, 1961)

S. aureus termasuk bakteri Gram positif, berbentuk bulat, berdiameter 0,1-0,5 μm , satu-satu atau berpasangan, tidak bergerak, dinding sel mengandung dua komponen utama, peptidoglikan dan asam-asam teikoat. Metabolisme aerob dan anaerob biasanya peka terhadap panas terutama di permukaan kulit, kelenjar kulit dan selaput lendir. *S. aureus* mudah tumbuh pada berbagai pembenihan atau metabolisme yang aktif, meragikan banyak karbohidrat dengan lambat, menghasilkan asam laktat tetapi tidak menghasilkan gas dan meragikan pigmen yang bervariasi dari putih sampai kuning tua. *Staphylococcus* patogen sering menghemolisis darah dan mengkoagulasi plasma, beberapa di antaranya tergolong flora normal kulit dan selaput lender manusia (Jawetz *et. al.*, 1986). Koloni bakteri *S. aureus* dapat dilihat pada gambar 2.3.

S. aureus dapat ditemukan pada permukaan kulit sebagai flora normal, terutama di sekitar hidung, mulut, alat kelamin, dan anus. Dapat menyebabkan infeksi pada luka biasanya berupa abses, suatu kumpulan nanah atau cairan dalam jaringan yang disebabkan oleh infeksi. Jenis-jenis abses yang spesifik di antaranya bengkak (boil), dan radang akar rambut (folliculitis). Infeksi oleh *S. aureus* dapat menyebabkan sindroma kulit. Infeksi *S. aureus* dapat menular selama ada nanah yang

keluar dari lesi atau hidung. Selain itu jari jemari juga dapat membawa infeksi *S. aureus* dari satu bagian tubuh yang luka atau robek (Ryan *et al.*, 1994).

Sindroma syok toksik (SST) pada infeksi *S. aureus* timbul secara tiba-tiba dengan gejala demam tinggi, muntah, diare, mialgia, ruam, dan hipotensi, dengan gagal jantung dan ginjal pada kasus yang berat. SST sering terjadi dalam lima hari permulaan haid pada wanita muda yang menggunakan tampon, atau pada anak-anak dan pria dengan luka yang terinfeksi stafilokokus. *S. aureus* dapat diisolasi dari vagina, tampon, luka, atau infeksi lokal lainnya (Jawetz *et al.*, 1995).



Gambar 2.3 Bentuk koloni *S. aureus* (Fardiaz, 1993)

2.3.2 *E. coli*

Klasifikasi bakteri *E. coli* adalah sebagai berikut:

Divisi	: Protophyta
Kelas	: Schizomycetes
Bangsa	: Eubacteriales
Suku	: Enterobacteriaceae
Marga	: Escherichia
Jenis	: <i>Escherichia coli</i> (Salle, 1961)

E. coli adalah bakteri Gram negatif, berbentuk batang pendek, motil aktif dan tidak membentuk spora. Pemiakkan *E. coli* bersifat aerob atau fakultatif anaerob, pertumbuhan optimum pada suhu 37°C. *E. coli* mempunyai beberapa antigen, yaitu

antigen O (polisakarida), antigen K (kapsular), antigen H (flagella). Antigen O merupakan antigen somatik berada di bagian terluar dinding sel lipopolisakarida dan terdiri dari unit berulang polisakarida. *E. coli* mempunyai tiga lapisan dinding sel pada bakteri yang menyebabkan beberapa senyawa tidak mampu merusak jaringan dari dinding sel bakteri *E. coli* sehingga bakteri ini bersifat kebal terhadap senyawa-senyawa tertentu (Jawetz *et al.*, 1995). Koloni bakteri *E. coli* dapat dilihat pada gambar 2.4.

E. coli banyak ditemukan di dalam usus halus manusia sebagai flora normal, tetapi bila kesehatan menurun, bakteri ini dapat bersifat patogen terutama akibat toksin yang dihasilkan. *E. coli* umumnya tidak menyebabkan penyakit bila masih berada dalam usus, tetapi dapat menyebabkan penyakit pada saluran kencing, paru-paru, saluran empedu dan saluran otak (Jawetz *et al.*, 2005). Bakteri ini dapat menyebabkan penyakit seperti diare, infeksi saluran kemih, pneumonia, meningitis pada bayi yang baru lahir dan infeksi luka (Karsinah *et al.*, 1994).

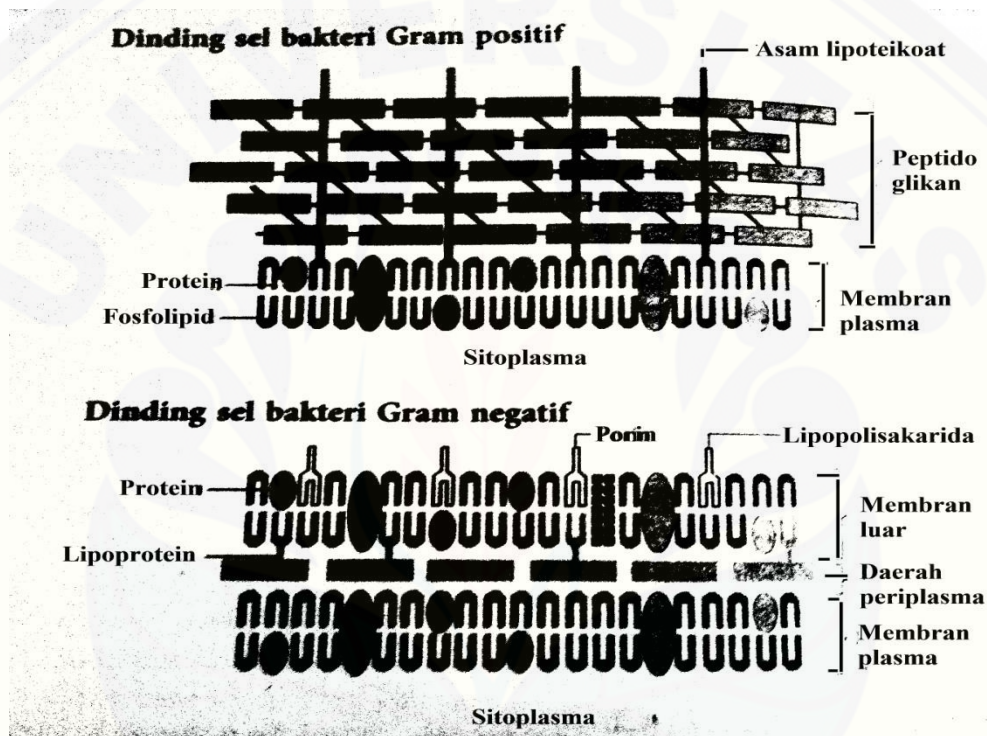


Gambar 2.4 Bentuk koloni *E. coli* (Melliawati, 2009)

2.4 Struktur Bakteri Gram Positif dan Gram Negatif

Dinding sel bakteri Gram positif mengandung banyak lapisan peptidoglikan (murein) yang membentuk struktur yang tebal dan kaku. Selain peptidoglikan juga terdapat asam teikoat (*teichoic acid*) yang mengandung alkohol (gliserol atau ribitol) dan fosfat. Sedangkan dinding sel bakteri Gram negatif mengandung satu atau beberapa lapis peptidoglikan dan membran luar (*outer membrane*). Peptidoglikan

terikat pada lipoprotein pada membran luar. Terdapat daerah periplasma yaitu daerah yang terdapat diantara membran plasma dan membran luar. Periplasma berisi enzim degradasi konsentrasi tinggi serta protein-protein transport. Dinding sel bakteri Gram negatif tidak mengandung asam teikoat (Pratiwi, 2008). Perbedaan struktur bakteri Gram positif dan Gram negatif dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Perbedaan struktur dinding sel bakteri Gram positif dan Gram negatif (Pratiwi, 2008)

2.5 Tinjauan tentang Destilasi

Bahan yang mengandung minyak atsiri dapat diperoleh dengan metode penyulingan atau destilasi (Guenther, 1987). Sebelum melakukan destilasi, bahan perlu perlakuan pendahuluan. Perlakuan pendahuluan meliputi pengecilan ukuran, pengeringan atau pelayuan dan fermentasi (pemeraman). Pengecilan ukuran dilakukan dengan merajang bahan, perajangan ini dimaksudkan untuk memudahkan

penguapan minyak atsiri dan untuk mengurangi sifat kamba bahan olah. Pelayuan atau pengeringan bahan dilakukan untuk menguapkan sebagian air sehingga memudahkan proses destilasi dan untuk menguraikan zat tidak berbau menjadi berbau wangi. Sedangkan proses pemeraman dilakukan pada minyak-minyak tertentu untuk memecahkan sel-sel minyak pada daun (Ketaren, 1985). Menurut Sastrohamidjojo (2004), ada tiga metode destilasi yang digunakan dalam industri minyak atsiri, yaitu:

2.5.1 Destilasi Air

Bahan yang akan disuling dihubungkan langsung dengan air mendidih atau dengan kata lain merebus tanaman secara langsung. Kelebihannya adalah alatnya sederhana dan waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan minyak atsiri sebentar. Sedangkan untuk kekurangannya destilasi air ini tidak cocok untuk bahan baku yang tidak tahan uap panas dan kualitas hasil penyulingan tidak sebaik destilasi uap-air.

2.5.2 Destilasi dengan Uap-Air

Bahan yang digunakan tidak kontak langsung dengan air namun diberi sekat antara air dan simplisia yang biasa disebut angsang. Prinsipnya air mendidih dan uap air akan membawa partikel minyak atsiri untuk dialirkan ke kondensor kemudian ke alat pemisah secara otomatis air dan minyak akan terpisah karena ada perbedaan berat jenis. Di mana berat jenis minyak lebih kecil dibandingkan berat jenis air sehingga minyak berada di atas dan air di bawah.

2.5.3 Destilasi Uap Langsung

Dalam bejana tersebut hanya terdapat simplisia. Prinsipnya uap air yang dihasilkan oleh steam generator akan mengalir ke wadah simplisia dan membawa minyak atsiri bersama dengan uap air tersebut. Destilasi uap ini merupakan destilasi yang paling baik karena dapat menghasilkan minyak atsiri dengan kualitas yang tinggi karena tidak bercampur dengan air.

2.6 Antibakteri

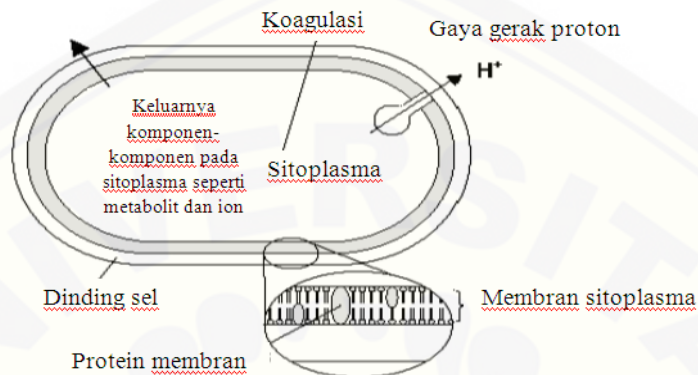
Antibakteri merupakan sifat dari suatu bahan yang menunjukkan efek penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri. Penghambatan pertumbuhan bakteri dibedakan menjadi 2 sifat, yaitu bakterisidal dan bakteriostatik. Suatu bahan disebut bersifat bakterisidal jika mampu membunuh bakteri, sedangkan sifat bakteriostatik hanya menghambat pertumbuhan bakteri. Bahan antibakteri dapat bersifat bakteriostatik pada konsentrasi rendah, namun bersifat bakterisidal pada konsentrasi tinggi (Lay, 1994).

Aktivitas suatu bahan antibakteri dalam menghambat bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kepadatan populasi bakteri, kepekaan terhadap bahan antibakteri, volume bahan antibakteri, lamanya bahan antibakteri yang diaplikasikan, konsentrasi bahan antibakteri, suhu dan kandungan bahan organik (Lay, 1994). Menurut Neal (2002), mekanisme kerja bahan antibakteri dibagi menjadi 3 jenis, yaitu antibakteri yang menghambat sintesis asam nukleat, menghambat sintesis dinding sel dan menghambat sintesis protein.

2.7 Mekanisme Minyak Atsiri sebagai Antibakteri

Minyak atsiri telah terbukti memiliki aktivitas sebagai antimikroba. Banyaknya kelompok komponen senyawa mengakibatkan minyak atsiri tidak memiliki mekanisme dan target sel yang spesifik. Karakteristik minyak atsiri yang bersifat hidrofobik memungkinkan minyak atsiri dapat terpartisi ke dalam membran lipid sehingga dapat mengganggu struktur dan membuatnya lebih permeabel (Burt, 2004). Minyak atsiri bersifat lipofil sehingga dapat melewati dinding sel, membran sitoplasma, dan merusak struktur sel bakteri serta membuatnya lebih permeabel. Permeabilitas membran bakteri erat hubungannya dengan ion yang hilang, potensi membran yang berkurang, kerusakan pompa proton, dan ketiadaan ATP. Kemudian, terjadi koagulasi sitoplasma dan pengrusakan lipid serta protein oleh minyak atsiri. Rusaknya dinding sel dan membran dapat menyebabkan kebocoran makromolekul

sehingga dapat terjadi lisis (Tripathi *et al.*, 2013). Lokasi dan mekanisme minyak atsiri sebagai antibakteri dapat dilihat pada gambar 2.6 sebagai berikut:



Gambar 2.6 Lokasi dan mekanisme minyak atsiri sebagai antibakteri: degradasi dinding sel; merusak membran sitoplasma; merusak membran protein; kebocoran isi sel; koagulasi sitoplasma dan penurunan kekuatan protein (Burt, 2004).

2.8 Tinjauan Gentamisin

Gentamisin merupakan antibiotik golongan aminoglikosida yang diproduksi dari *Micromonospora purpurea*. Gentamisin bersifat bakterisidal dengan spektrum luas terhadap bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif. Antibiotik ini bersifat bakterisidal dengan mekanisme penghambatan pada sintesis protein. Gentamisin aktif terhadap bakteri Gram positif seperti *S. aureus*, *Bacillus subtilis* dan Gram negatif seperti *Proteus*, *Pseudomonas*, *E. coli*, *Aerobacter*, *Klebsiella*, *Salmonella*, dan *Shigella*. Gentamisin juga aktif terhadap jamur seperti *Candida utilis*, *Candida albicans*, dan *Saccharomyces cerevisiae*, tetapi tidak aktif terhadap spesies Oospora, *Epicoccum purpurascens*, *Penicillium brevicompactum*, dan *Aspergillus flavus* (Abou-Zeid *et al.*, 1978).

Mekanisme kerja antibiotik gentamisin sama seperti mekanisme kerja antibiotik golongan aminoglikosida lainnya yaitu dengan menghambat sintesis

protein bakteri. Antibiotik golongan aminoglikosida juga dapat terikat pada sub unit 30 S ribosom yang akan mengakibatkan kode genetika pada mRNA tidak terbaca dengan baik sehingga mengakibatkan biosintesis protein dari bakteri dapat terganggu (Laurent *et al.*, 1982).



BAB 3. METODE PENELITIAN

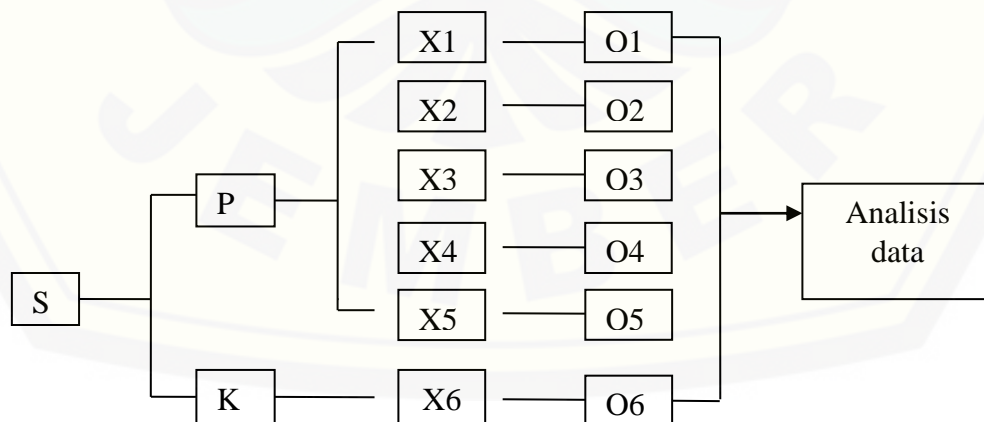
3.1 Jenis Penelitian

Uji aktivitas antibakteri kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* termasuk jenis penelitian *true experimental laboratoris*.

3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi beberapa tahap, yaitu pengeringan rimpang bangle dan jahe merah, penghalusan simplisia rimpang bangle dan jahe merah, serta destilasi uap untuk menghasilkan minyak atsiri dari rimpang bangle dan jahe merah. Selanjutnya dilakukan pengujian aktivitas antibakteri pada *S. aureus* dan *E. coli* dengan kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah.

Rancangan penelitian yang dilakukan adalah *the post control only group design*. Rancangan penelitian ini terbagi atas kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dikukur kadar hambat minimumnya. Rancangan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema rancangan penelitian

Keterangan :

S = sampel

P = kelompok perlakuan

K = kelompok kontrol positif

X1 = kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah dengan perbandingan volume 1:3 v/v

X2 = kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah dengan perbandingan volume 1:1 v/v

X3 = kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah dengan perbandingan volume 3:1 v/v

X4 = kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah dengan perbandingan volume 1:0 v/v

X5 = kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah dengan perbandingan volume 0:1 v/v

X6 = kontrol positif (antibiotik gentamisin) pengenceran empat kali (Lampiran 4)

O1 = data hasil pengujian antibakteri X1

O2 = data hasil pengujian antibakteri X2

O3 = data hasil pengujian antibakteri X3

O4 = data hasil pengujian antibakteri X4

O5 = data hasil pengujian antibakteri X5

O6 = data hasil pengujian antibakteri X6

3.3 Sampel Minyak Atsiri Bangle dan Jahe Merah

Sampel yang digunakan untuk uji aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli* adalah simplisia kering bangle dan jahe merah dengan usia 9-10 bulan yang diperoleh di Yogyakarta. Kontrol positif *S. aureus* dan *E. coli* yang digunakan adalah antibiotik gentamisin sediaan injeksi yang diperoleh dari apotek semesta group yang berada di Jember.

3.4 Pengulangan

Jumlah pengulangan dalam pengujian aktivitas antibakteri ditentukan menurut cara Hanafiah (2005) sebagai berikut:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

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

$$(5)(r-1) \geq 15$$

$$5r-5 \geq 15$$

$$5r \geq 20$$

$$r \geq 4$$

Keterangan :

t = jumlah perlakuan

r = jumlah pengulangan

Berdasarkan rumus pengulangan tersebut, maka pengulangan dilakukan sebanyak 5 kali untuk mendapatkan hasil yang konsisten. Sampel yang dimasukkan ke dalam sumuran sebanyak 6 sampel.

3.5 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

3.5.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah dengan perbandingan konsentrasi 1:3 ; 1:1 ; 3:1 ; 1:0 dan 0:1.

3.5.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah daya hambat antibakteri kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* yang tumbuh pada media agar *Mueller Hinton* setelah kontak selama 24 jam (selama inkubasi 37°C) berupa diameter (ϕ) zona hambat dan hambatan minimum bakteri *S. aureus* dan *E. coli*.

5.5.3 Variabel Terkendali

Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah simplisia bangle dan jahe merah, pengambilan minyak atsiri bangle dan jahe merah, media *Mueller Hinton*, suhu dan waktu inkubator, sterilisasi alat dan bahan dengan menggunakan autoklaf, cara pengukuran daya hambat *S. aureus* dan *E. coli*. Serta prosedur penelitian.

3.5.4 Definisi Operasional

Berikut definisi operasional dari penelitian ini:

- a. Simplisia bangle dan jahe merah yang digunakan didapatkan di daerah Wates, Kulon Progo, Yogyakarta.
- b. Simplisia yang digunakan berumur sekitar 11-12 bulan masa panen.
- c. Bakteri *S. aureus* dan *E. coli* yang digunakan adalah bakteri yang masih sensitif terhadap berbagai antibiotik.
- d. Metode uji antibakteri yang digunakan adalah metode difusi sumuran.
- e. Pengukuran kadar hambat minimum pada uji antibakteri menggunakan jangka sorong.

3.6 Tempat dan Waktu penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fitokimia, Mikrobiologi dan Bioteknologi Bagian Biologi Fakultas Farmasi Universitas Jember mulai bulan Mei - September 2014.

3.7 Alat dan bahan

Alat yang digunakan adalah seperangkat alat gelas, *rotary evaporator*, kertas, kapas, jarum ose, inkubator, autoklaf, pipet mikro, pinset, jangka sorong, penggaris.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jahe merah dan bangle. Bahan kimia yang digunakan adalah metanol, akuades, NaCl fisiologis, *Mueller Hinton*, *Blood agar*, antibiotik gentamisin.

3.8 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu:

3.8.1 Penyulingan minyak atsiri bangle dan jahe merah

Sebanyak 5,5 kg masing-masing simplisia rimpang bangle dan jahe merah dibersihkan dan dikupas kemudian didestilasi dengan destilasi uap selama 6 jam dihitung dari tetesan destilat pertama keluar. Minyak atsiri yang dihasilkan dari proses destilasi uap ini disimpan dalam wadah gelap dan tertutup pada suhu 4°C (Sukatta *et al.*, 2009). Minyak atsiri yang diperoleh dilakukan pengukuran indeks bias dan bobot jenis masing-masing pada kedua minyak atsiri, pengukuran dilakukan di laboratoriu pengawasan mutu SMKN 5 Jember.

3.8.2 Uji aktivitas antibakteri

a. Sterilisasi Alat dan Bahan

Semua alat yang digunakan sebelumnya disterilisasi terlebih dahulu dengan cara membungkus semua alat dengan kertas kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 15 psi dan selama 15 menit. Alat yang tidak tahan panas dapat disterilisasi dengan alkohol atau dipanaskan dengan pemijaran. Untuk bahan yang digunakan seperti media pertumbuhan bakteri juga dilakukan sterilisasi menggunakan autoklaf. Sebelum digunakan peralatan gelas dilakukan pengeringan dalam oven untuk memastikan bahwa alat gelas yang digunakan kering.

b. Penyiapan media

Pembuatan media padat dilakukan dengan cara melarutkan 3,8 gram media *Mueller Hinton* dalam 100 ml akuades. Media ini selanjutnya dilakukan sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 15 psi selama 15 menit yang

kemudian dilakukan pemindahan media ke cawan petri untuk media padat sekitar 20 ml per petri dan dilakukan pemindahan ke dalam tabung reaksi sebanyak 10 ml per tabung pemindahan ini dilakukan dengan teknik aseptis di bawah LAF (*Laminar Air Flow*) dan di dekat nyala api.

c. Peremajaan biakan murni

Biakan murni bakteri diremajakan pada *blood agar plate* dengan cara menggosokkan jarum ose yang mengandung bakteri *S. aureus* secara aseptis yaitu dengan mendekatkan mulut cawan petri pada nyala api saat menggosokkan jarum ose. Bakteri *E. coli* diremajakan menggunakan media agar miring. Setelah itu media ditutup rapat menggunakan plastik kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C dalam inkubator.

d. Pembuatan biakan aktif

Satu ose hasil peremajaan biakan murni bakteri dibiakkan dalam 10 ml NaCl 0,85 % steril dan dihomogenkan. Larutan ini berfungsi sebagai biakan aktif.

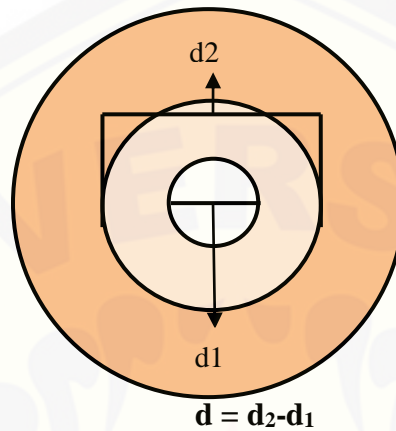
e. Uji Antibakteri

Lidi kapas steril dicelupkan masing-masing ke dalam suspensi bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. Lidi kapas disuap pada seluruh permukaan medium agar *Mueller Hinton*. Kemudian dibuat lubang sumuran dengan menggunakan *cork borer* steril yang berdiameter 10 mm. Larutan uji minyak atsiri sebanyak 5 µl dimasukkan pada setiap sumuran. Kemudian masukkan suspensi gentamisin sebanyak 5 µl ke dalam sumuran yang masih kosong sebagai kontrol positif. Biarkan selama 10 menit dalam LAF agar terjadi difusi, kemudian diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C dengan menggunakan inkubator. Kemudian diamati secara visual zona bening yang menunjukkan adanya penghambatan pertumbuhan bakteri.

f. Tahap Pengamatan

Pengamatan dilakukan dengan mengukur diameter zona hambatan yang terbentuk diukur menggunakan penggaris untuk menentukan efektifitas antibakteri. Zona hambatan diukur dengan cara mengurangi diameter keseluruhan (sumuran +

zona hambatan) dengan diameter sumuran seperti yang terdapat pada Gambar 3.2. Dilakukan tiga kali pengukuran pada setiap zona hambat yang terbentuk.



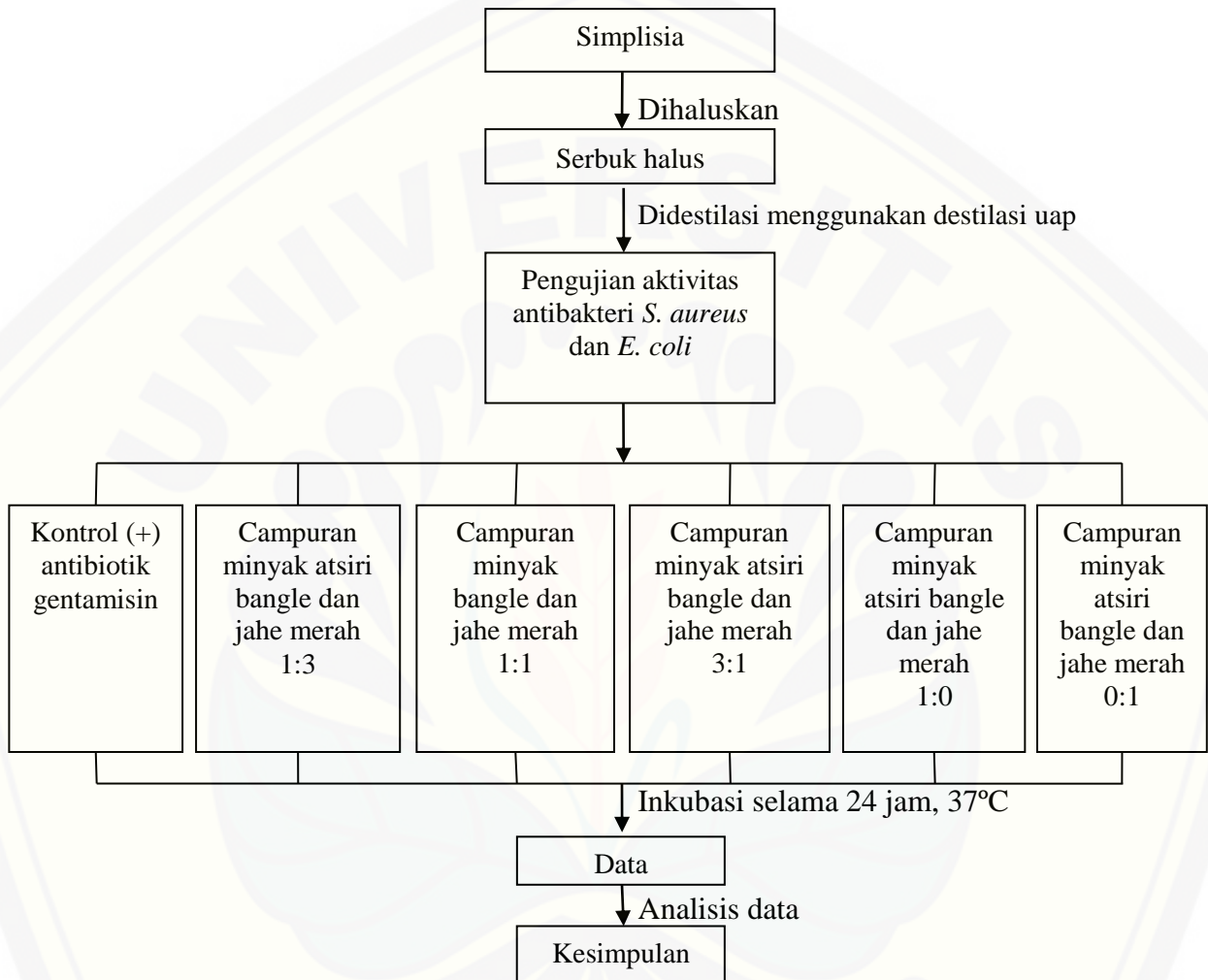
Gambar 3.2 Pengamatan uji aktivitas antibakteri dengan metode sumuran

Keterangan : d = diameter hambatan bakteri
 d_1 = diameter sumuran (1 cm)
 d_2 = diameter sumuran + zona hambat

3.9 Analisis Data

Data yang diperoleh dari metode ini berupa nilai besarnya zona hambat atau zona bening dari minyak atsiri dalam milimeter. Besarnya nilai zona hambat atau zona bening yang dihasilkan dari kontrol positif dan perlakuan pada bakteri yang sama dianalisis dengan uji normalitas. Ketika uji normalitas menunjukkan sebaran yang tidak normal maka dilakukan uji Kruskal-wallis yang dilanjutkan dengan uji Man-Whitney (Dahlam, 2006).

3.10 Skema Penelitian




















BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Serbuk Rimpang Bangle dan Jahe Merah

Simplisia rimpang bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.) dan jahe merah (*Zingiber officinale var rubrum*) yang berumur sekitar 11 sampai 12 bulan dari Desa Wates Kulonprogo, Yogyakarta dilakukan identifikasi secara makroskopik. Hasil identifikasi serbuk rimpang bangle dan jahe merah dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil identifikasi serbuk rimpang bangle dan jahe merah

Reagen	Bangle			Jahe Merah		
	Warna standar	Gambar	Hasil	Warna standar	Gambar	Hasil
5 tetes asam sulfat P	Coklat merah		+	Coklat hitam		+
5 tetes asam sulfat 10 N	Kuning merah		+	Kuning		+
5 tetes asam klorida pekat	Coklat tua		+	Colat tua		+
5 tetes asam klorida encer	-	-	-	Kuning		+
5 tetes larutan NaOH P 5%	Jingga		+	Coklat tua		+
5 tetes larutan KOH 5%	Jingga		+	Coklat tua		+
5 tetes ammonia	Jingga		+	Coklat		+
5 tetes KI	Kuning		+	Kuning		+
						

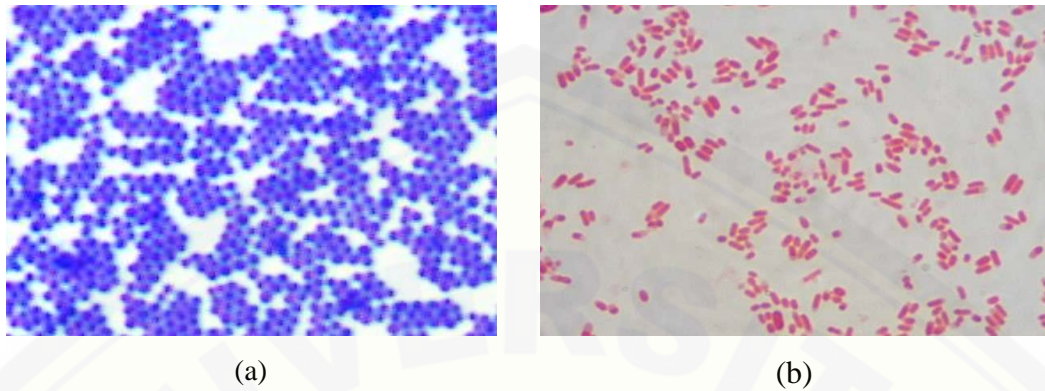
Minyak atsiri bangle berupa cairan kuning yang memiliki bau aromatik khas bangle dengan rasanya yang pedas dan pahit, rendemen minyak atsiri bangle yang diperoleh sebesar 3,57 % (v/b) (Lampiran 1). Sedangkan minyak atsiri jahe merah yang diperoleh dari hasil destilasi uap berupa cairan kuning jingga yang memiliki bau khas jahe dengan rasa yang pedas, rendemen minyak atsiri jahe merah yang diperoleh sebesar 0,88 % (v/b) (Lampiran 1).

Indeks bias dan bobot jenis merupakan salah satu parameter identifikasi minyak atsiri. Pengukuran indeks bias dan bobot jenis dilakukan di laboratorium pengawasan mutu SMKN 5 Jember. Minyak atsiri bangle sebesar 1,483 dan 0,8972 g/ml (Lampiran 3.1), sedangkan pada penelitian Laurence *et al.*, (1970) menunjukkan hasil indeks bias dan berat jenis sebesar 1,489 dan 0,8940 g/ml.

Hasil pengujian indeks bias dan bobot jenis pada minyak atsiri jahe merah pada suhu 27°C memiliki indeks bias sebesar 1,483 dan bobot jenis sebesar 0,9093 g/ml (Lampiran 3.2). Menurut ketentuan *EOA (Essential Oil Association)* pengukuran indeks bias minyak atsiri jahe pada suhu 25°C berkisar antara 1,486-1,492 dan bj 0,877-0,882 g/ml. Pengukuran yang dilakukan pada perbedaan suhu tersebut menghasilkan indeks bias dan bobot jenis yang masih memenuhi rentang dalam literatur. Perbedaan pengukuran indeks bias dan bobot jenis minyak atsiri dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya perbedaan tempat asal tanaman dan juga perbedaan suhu ruang pengukuran (Zheljakov *et al.*, 2008).

4.3 Identifikasi bakteri secara mikroskopis

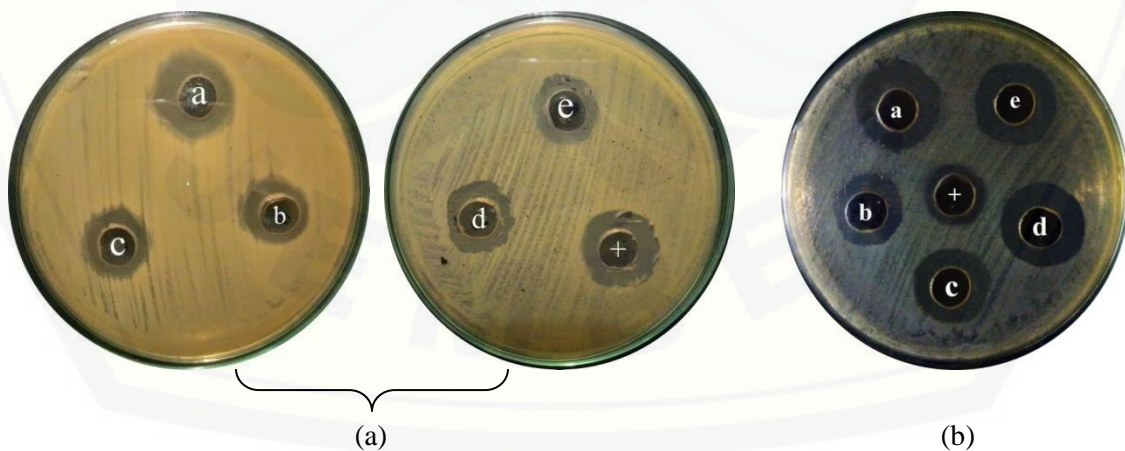
Identifikasi bakteri secara mikroskopik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bahwa kedua bakteri yang digunakan adalah bakteri *S. aureus* sebagai Gram positif dan *E. coli* sebagai Gram negatif. Pada Jawetz *et al.*, (1995), *S. aureus* sebagai bakteri Gram positif berbentuk bulat bergerombol dan membentuk kelompok yang tidak beraturan sedangkan *E. coli* sebagai bakteri Gram negatif berbentuk batang pendek tampak seperti Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Koloni bakteri a. *S. aureus* dan b. *E. coli*

4.4 Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah dilakukan menggunakan metode difusi sumuran. Media pada *plate* yang mengandung bakteri uji dibuat sumuran dengan diameter 10 mm kemudian sumuran diisi dengan minyak atsiri dan kontrol positif yang akan diuji aktivitasnya selanjutnya diukur zona hambat yang terbentuk. Besarnya zona hambat ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan data zona hambat yang terbentuk kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* dapat dilihat pada Tabel 4.3



Gambar 4.2 Aktivitas antibakteri kombinasi minyak atsiri. a. Bakteri *S. aureus* dan b. Bakteri *E. coli*

Keterangan

a : Kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah (1:3)

b : Kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah (1:1)

c : Kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah (3:1)

d : Kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah (1:0)

e : Kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah (0:1)

+ : Gentamisin 0,0092 mg/ml

Tabel 4.3 Aktivitas antibakteri kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*

Perlakuan	Zona Hambat (mm) Rata-rata ± SD (n=5)	
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>
Bangle : Jahe Merah (1:3)	15,47 ± 0,27 ^a	13,37 ± 0,19 ^a
Bangle : Jahe Merah (1:1)	12,77 ± 0,09 ^b	10,40 ± 0,40 ^b
Bangle : Jahe Merah (3:1)	11,53 ± 0,27 ^c	13,17 ± 0,33 ^b
Bangle : Jahe Merah (1:0)	10,32 ± 0,30 ^d	13,60 ± 0,22 ^b
Bangle : Jahe Merah (0:1)	10,23 ± 0,25 ^d	13,04 ± 0,22 ^b
Gentamisin 0,0092 mg/ml	14,87 ± 0,27	8,60 ± 0,28

Keterangan : Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap bakteri uji yang sama. Gentamisin hanya digunakan sebagai kontrol positif dan tidak digunakan dalam perbandingan kombinasi minyak atsiri.

Hasil pengujian aktivitas antibakteri (Tabel 4.3) menunjukkan bahwa Aktivitas antibakteri kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah terhadap *S. aureus* menunjukkan zona hambat yang lebih besar dibandingkan pemberian minyak atsiri secara tunggal, aktivitas antibakteri tertinggi kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah terhadap *S. aureus* ditunjukkan pada perbandingan 1:3. Sedangkan aktivitas antibakteri kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah terhadap *E. coli* menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan dibandingkan pemberiannya secara tunggal. Hasil tersebut menunjukkan kombinasi minyak atsiri pada aktivitas antibakteri berpengaruh terhadap *S. aureus* dibandingkan aktivitas antibakteri terhadap *E. coli*, hal ini dikarenakan adanya perbedaan struktur dinding sel bakteri *S. aureus* dan *E. coli*.

Bakteri Gram positif dan Gram negatif mempunyai dinding sel yang berbeda susunan kimianya. Dinding sel bakteri Gram positif hanya tersusun dari satu lapisan

saja, yaitu lapisan peptidoglikan yang relatif tebal. Menurut Klien, *et al.*, (1999) menyatakan bahwa dinding sel bakteri Gram positif terdapat asam teikoat mengandung alkohol yang terdiri dari gliserol dan ribitol, asam teikoat merupakan polimer yang bersifat larut air dan berfungsi sebagai transpor ion positif masuk dan keluar sel sehingga menyebabkan bakteri bersifat polar. Sedangkan dinding sel bakteri Gram negatif mempunyai dua lapisan dinding sel, yaitu lapisan luar yang tersusun dari lipopolisakarida dan protein, serta lapisan dalam yang tersusun dari peptidoglikan tetapi lebih tipis daripada lapisan peptidoglikan pada bakteri Gram positif (Timotius, 1982). Dinding sel bakteri Gram negatif sebelah luar merupakan komponen yang terdiri dari fosfolipid dan beberapa protein yang sering disebut *auto layer*, sehingga dinding sel bakteri *E. coli* bersifat lebih non polar.

Selain perbedaan struktur dinding sel bakteri, perbedaan aktivitas penghambatan kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah juga dipengaruhi oleh perbedaan kandungan minyak atsiri bangle dan jahe merah. Kandungan minyak atsiri bangle terdiri dari senyawa seskuiterpena (98,78 %) dan mengandung sebagian kecil monoterpena (1,22 %) (Kamazeri *et al.*, 2012). Sedangkan kandungan minyak atsiri jahe merah terdiri dari senyawa monoterpenoid (81,9 %) dan lain-lain (19,10 %) (Sivasothy *et al.*, 2010).

Kandungan minyak atsiri yang berbeda mempengaruhi lipofilitas minyak atsiri yang dapat mempengaruhi aktivitas kombinasi minyak atsiri, hal ini dapat ditunjukkan dengan analisis nilai Log P secara teoritis menggunakan Chemoffice 11 trial. Analisis nilai Log P digunakan sebagai parameter tingkat lipofilitas suatu senyawa, semakin besar nilai Log P semakin tinggi lipofilitas suatu senyawa (Siswandono & Soekardjo, 2000).

Hasil analisis Log P pada tabel 4.4 menunjukkan bahwa komponen penyusun minyak atsiri rimpang bangle seperti zerumbon (60,77 %), kariofilena (6,44 %) dan α -kariofilena (23,92 %) (Kamazeri *et al.*, 2012) menunjukkan lipofilitas yang lebih tinggi dibandingkan komponen minyak atsiri rimpang jahe merah yang memiliki komponen penyusun seperti kamfena (14,5 %), 1,8-sineol (5,0 %), geranil asetat

(13,7 %), geranial (2,18 %), neral (2,18 %) dan geraniol (7,3 %) dan α -pinena (3,6 %) (Sivasothy *et al.*, 2010). Berdasarkan hasil analisis nilai Log P dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Analisis Log P komponen minyak atsiri

Sampel	Senyawa	Nilai Log P
Bangle	Zerumbon	3,82
Bangle	Kariofilena	3,29
Bangle	α -kariofilena	4,78
Jahe merah	Kamfena	2,95
Jahe merah	1,8-sineol	1,86
Jahe merah	Geranil asetat	2,72
Jahe merah	Geranial	2,18
Jahe merah	Neral	2,18
Jahe merah	Geraniol	2,49
Jahe merah	α pinena	2,95

Lipofilitas yang lebih tinggi pada minyak atsiri rimpang bangle menyebabkan minyak atsiri rimpang bangle lebih mudah menembus dinding sel bakteri *E. coli* sehingga aktivitas antibakteri yang dihasilkan minyak atsiri rimpang bangle lebih tinggi terhadap *E. coli* dibandingkan *S. aureus*. Sedangkan minyak atsiri rimpang jahe merah mempunyai tingkat lipofilitas lebih rendah sehingga minyak atsiri rimpang jahe merah lebih mudah menembus dinding sel bakteri *S. aureus* dibandingkan dengan *E. coli* sehingga aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* lebih tinggi dibandingkan *E. coli*.

Interaksi yang terjadi pada kombinasi minyak atsiri rimpang bangle dan jahe merah disebabkan oleh adanya hubungan antara jumlah senyawa lipofil yang terkandung dalam masing-masing minyak atsiri dan kelarutan senyawa aktif minyak atsiri dalam media dengan mekanisme aksi yang bermacam-macam (Ardani *et al.*, 2010). Efek antagonis dalam minyak atsiri terjadi akibat adanya penghalangan aktivitas senyawa aktif oleh senyawa non-aktif dalam minyak atsiri. Peningkatan konsentrasi senyawa non-aktif dapat menurunkan konsentrasi senyawa aktif yang terlarut dalam media, yang dapat menyebabkan penurunan aktivitas dari senyawa aktif dalam minyak atsiri tersebut (Cox *et al.*, 2001).

Zerumbon merupakan salah satu senyawa seskuiterpen yang terkandung dalam minyak atsiri rimpang bangle. Senyawa bioaktif ini mempunyai struktur yang unik dengan adanya keton dalam 11 rantai karbon (Kitayama *et al.*, 2003). Senyawa dengan struktur unik ini dapat digunakan sebagai agen antimikroba yang mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba (Yamamoto *et al.*, 2001). Senyawa zerumbon (2,6,9,9-tetramethyl-2,6,10-cycloundecatrien-1-one) lebih banyak terkandung dalam bangle sekitar 60,77 % (Kamazeri *et al.*, 2012). Selain itu minyak atsiri bangle mempunyai kandungan senyawa seskuiterpena lain seperti α -kariofilena sebesar 23,92 % (Kamazeri *et al.*, 2012).

Komponen utama dari minyak atsiri jahe merah adalah trimetyl-heptadienol, keduanya merupakan senyawa monoterpen teroksidasi yang diduga bersifat antibakteri yang kuat. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Sasidharan & Menon (2010) yang melaporkan komponen monoterpen aktif menghambat bakteri *B. subtilis* dan *P. aeruginosa* dibandingkan dengan hidrokarbon seskuiterpen. Aktivitas antibakteri komponen-komponen hidrokarbon lebih rendah dibandingkan dengan komponen-komponen teroksigenasi. Burt (2004) menjelaskan bahwa turunan senyawa terpenoid seperti geranial, neral, geraniol, 1,8-cineole, β -caryophyllene, α -pinene, dan camphor diduga terlibat pada berbagai mekanisme kerusakan membran sitoplasma bakteri, mengkoagulasi komponen sel dan mengganggu *Proton Motive Force* (PMF). Senyawa antibakteri minyak atsiri seperti thymol, eugenol dan carvacrol dapat menyebabkan kerusakan membran seluler, melepaskan ATP intraseluler dan komponen lain dari mikroba.

Akumulasi terpena pada membran juga menyebabkan hilangnya integritas membran dan PMF. Rusaknya PMF dan berkurangnya ATP akhirnya akan memicu kematian sel. Seperti pada kerja bahan pengawet umumnya, minyak atsiri akan menyebabkan kebocoran ion, ATP, asam nukleat dan asam amino dari mikroba target. Minyak atsiri dapat mencapai periplasma bakteri Gram negatif melalui protein porin dari membran luar. Permeabilitas membran sel tergantung pada komposisinya dan hidrofobitas komponen yang melewatinya (Ousallah *et al.*, 2006).

Aktivitas penghambatan kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah menunjukkan aktivitas penghambatan yang tinggi. Aktivitas antibakteri kombinasi minyak atsiri terhadap bakteri *S. aureus* maupun pada *E. coli* bersifat sinergis. Hal ini ditunjukkan dengan adanya kombinasi minyak ini dapat meningkatkan aktivitas penghambatannya, terutama terhadap *S. aureus*. Peningkatan daya hambat ini dikarenakan adanya peningkatan senyawa yang mempunyai aktivitas antibakteri.

Mekanisme minyak atsiri dalam penghambatan pertumbuhan bakteri belum diketahui secara pasti, hal ini dikarenakan minyak atsiri merupakan campuran beberapa senyawa monoterpen dan seskuiterpen. Komponen utama penyusun minyak atsiri bangle adalah zerumbon, α -caryophyllene dan caryophyllene yang diduga mempunyai aktivitas antibakteri (Kamazeri *et al.*, 2012). Banyaknya komponen kimia yang terkandung dalam minyak atsiri memungkinkan aktivitas kerja antibakterinya tidak spesifik pada satu target sel bakteri. Menurut Mayachiew & Devahastin (2008) komponen-komponen minor dapat berperan sebagai faktor kritis atau penentu terhadap daya aktivitas antibakteri, karena dimungkinkan adanya efek sinergis di antara berbagai komponen pembentuk minyak atsiri.

Aktivitas kerja minyak atsiri dalam menghambat pertumbuhan atau mematikan bakteri yaitu dengan cara mengganggu proses terbentuknya membran dan atau dinding sel, membran atau dinding sel tidak terbentuk atau terbentuk secara tidak sempurna (Ajizah, 2004). Supaya dapat membunuh mikroorganisme, bahan uji harus masuk ke dalam sel melalui dinding sel. Bakteri ditutupi oleh membran sel, yang semipermeabel. Air dapat bebas berdifusi ke dalam atau keluar dari sel melalui protein transport, tergantung pada konsentrasi zat terlarut. Umumnya, di bagian dalam sel, ada cukup banyak zat terlarut. Bakteri memiliki DNA, protein, enzim, garam, nutrisi, dan ion dalam larutan dalam sitoplasma yang diadakan oleh sifat semipermeabel membran. Hal ini penting bagi kelangsungan hidup bakteri yang molekul-molekul ini tinggal pada sitoplasma. Di dalam sel, larutan sitoplasma adalah hipertonik dibandingkan dengan lingkungan. Apabila terjadi keadaan hipertonik menyebabkan tekanan yang signifikan dan berusaha untuk menjaga keseimbangan

dan harus berdifusi ke dalam sel, sehingga keadaan hipertonik dapat menyebabkan penghambatan pembentukan dinding sel sehingga sel hanya dibatasi oleh membran sel yang tipis (Jawetz *et al.*, 2005). Selain itu minyak atsiri dapat melarutkan fosfolipid yang merupakan penyusun dinding sel bakteri, hal ini dikarenakan komponen minyak atsiri mempunyai percabangan gugus fenol maupun alkohol (Dorman & Deans, 2000). Adanya gugus fenol maupun alkohol berfungsi sebagai racun terhadap mikroba (Cowam, 1999). Fosfolipid yang rusak atau larut menyebabkan kerusakan pada membran sel, kerusakan ini menyebabkan kebocoran sel sehingga komponen-komponen penting seperti protein, asam nukleat dan nukleotida akan keluar dari sel bakteri yang menyebabkan bakteri tidak dapat melakukan aktivitas kehidupannya dan pertumbuhan bakteri tersebut dapat terhambat atau mati (Rupilu & Lamapaha, 2008).

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah dapat meningkatkan aktivitas antibakteri dibandingkan bentuk tunggalnya terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*.
2. Kombinasi minyak atsiri bangle dan jahe merah 1:3 mempunyai aktivitas antibakteri terbesar pada *S. aureus* dan

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan percobaan yang telah dilakukan, penulis menyarankan perlu dilakukan penelitian tentang:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan agar dapat digunakan untuk kemaslahatan manusia.
2. Pengujian aktivitas kombinasi bangle dan jahe merah terhadap bakteri-bakteri Gram positif atau Gram negatif yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Abou-Zeid, A.A., Eissa, A.I., and Salemi, H.M. 1978. Mode of action of gentamicin antibiotics produced by *Micromonospora purpurea*. *Zentralblatt Für Mikrobiol*, 133: 362–368.
- Ajizah, A. 2004. Sensitivitas Salmonella Typhimurium Terhadap Ekstrak Daun Psidium Guajava L. *Bioscientiae*. 1(1): 31-38.
- Thomas, A.N.S. 1992. *Tanaman Obat Tradisional*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Ardani, M., Pratiwi, S.U.T. dan Hertiani, T., 2010. Efek Campuran Minyak Atsiri Daun Cengkeh dan Kulit Batang Kayu Manis sebagai Antiplak Gigi. *Majalah Farmasi Indonesia*, 21(3): 191-201.
- Backer, C. A., 1968. *Flora of Java vol. III*. N.V.P. Noordoff Groningen.
- Bhuiyan M. N .I., Chowdhury J. U., and Begum J. 2008. Volatile Constituents of Essential Oils From Leaf and Rhizome of *Zingiber cassumunar* Roxb. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 3 (2): 69-73.
- Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *Int. J. Food Microbiol*, 94: 223–253.
- Cantoria, M. C. 1982. The identification of *Zingiber purpureum*. *Transactions National Academy of Science*. 139-150
- Claus, E. P., Tyler., V. E., and Brady., L. R. 1970. *Pharmacognosy*. 6th edition. Philadelphia: Lea and Febinger.
- Cowan, M. M. 1999. *Plant Product as Antimicrobial Agents*. Oxford. Miami University. Hal. 331.
- Cox. S. D., Mann, C. M., and Markham, J. L., 2001. Interaction between Components of the Essential Oil of *Melaluca alternifolia*. *Journal of Appliad Microbiology*, 91 (3): 492-497.
- Dahlan, M. S. 2006. *Statistika Untuk Kedokteran dan Kesehatan*. PT. Arkans Entertainment and Education in Harmony: Jakarta.

- Davies & Cartwright, 1998. Gentamicin Dosage Intervals in Neonates Longer Dosage Interval Less Toxicity. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 34 (6): 577-580.
- Depkes RI. 1977. *Materia Medika Indonesia. Jilid I*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Depkes RI. 1978. *Materia Medika Indonesia. Jilid II*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Dorman H.J.D. & Deans S. G. 2000. Antimicrobial Agents from Plants: Antibacterial Activity of Plant Volatile Oils. *Journal Applied Microbiology*. Vol. 88(2): 308–316.
- EOA Specifications and Standards, Essential Oil Association of USA, Inc.
- Fardiaz S. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. PT. Raja Grafindo Persada; Jakarta.
- Green, J. & Rianto S. 2005. *Pengobatan alami mengatasi bakteri*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Guenther, E. 1987. *Minyak atsiri. Jilid I*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Harborne, J. B. 1987. *Metode Fitokimia*. Bandung: Penerbit ITB.
- Haris, Sarindah, Yusni, dan Raihan. 2012. Kejadian Infeksi Saluran Kemih di Ruang Rawat Inap Anak RSUD Dr. Zainoel Abidin Banda Aceh. *Sari Pediatri*. Vol. 14 (14): 235-240.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia. Jilid 3*. Jakarta: Departemen Kehutanan.
- Jawetz, E., Melnick, J. L., dan Adelburg, E. A. 1986. *Mikrobiologi Untuk Profesi Kesehatan*. Jakarta: Buku kedokteran.
- Jawetz, E., Melnick, J. L., dan Adelburg, E. A. 1991. *Mikrobiologi untuk Profesi Kesehatan (Review of Medical Microbiology), Edisi 16*, 239-244. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Jawetz, E., Melnick, J. L., dan Adelberg, E. A. 2001. *Mikrobiologi Kedokteran Edisi XXII diterjemahkan oleh Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga*, 205-209. Jakarta: Penerbit Salemba Medika.

- Jawetz, E., J. Melnick, L., dan Adelberg, E.A. 2005. *Microbiologi Untuk Profesi Kesehatan*. Terjemahan Huriati dan Hartanto. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Juliantina, Citra, Nirwani, Nurmasitoh, dan Bowo. 2009. Manfaat Sirih Merah (*Piper crocatum*) sebagai Agen Antibakterial terhadap Bakteri Gram Positif dan Gram Negatif. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*. Vol. 1 (1): 12-20.
- Kamazeri, Samah, Tahe, Susanti, and Qarelleh. 2012. Antimicrobial Activity and Essential Oils of *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma mangga* and *Zingiber cassumunar* Roxb. from Malaysia. *Asian Pacific Journal Tropical Medical*. Vol. 5 (3): 202-209.
- Karsinah, Lucky, Suharto, dan Mardiasuti. 1994. *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Katarnida, S. S., Murniati, D., dan Katar, Y. 2014. Evaluasi Penggunaan Antibiotik secara Kualitatif di RS Penyakit Infeksi Sulianti Saroso. *Sari Pediatri*. Vol. 15 (6): 369-376.
- Katzung, B. G. 1997. *Farmakologi Dasar dan Klinik*. Edisi Ke 6. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Ketaren, S. 1985. *Pengantar Teknologi Minyak atsiri*. Jakarta: Penerbit Balai Pustaka.
- Khare, C. P. (2007). *Indian Medicinal Plants*. New Delhi: Springer Science and Business Media LLC.
- Klein, D. A., Prescott, L. M., and Harley, J. P. 1999. *Microbiology Fourth Edition*. New York: WCB. MC Grow – Hill.
- Kitayama, Yokoi, Kawai, Hill, and Morita. 2003. The Chemistry of Zerumbone. Structural transformation of The Dimethylamine derivates. *Tetrahedron*. Vol. 59: 4857-4866.
- Laurent, Carlier, Rollman, Van Hoof, and Tulkens. 1982. Mechanism of aminoglycoside-induced lysosomal phospholipidosis: In vitro dan in vivo studies with gentamicin dan amikacin. *Biochem. Pharmacol*. Vol. 31: 3861–3870.

- Lawrence, B. M., Hogg, J. W., and Terhun, S. J. 1970. Essential Oil of *Zingiber cassumunar*. *Riechst Aromen Koerperjlegem*. Vol. 20 (7): 261-267.
- Lay, W. B. 1994. *Analisa Mikroba di Laboratorium*. Edisi I. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Marliani, L. 2012. *Aktivitas Antibakteri dan Telaah Senyawa Komponen Minyak Atsiri Rimpang Bangle (Zingiber cassumunar Roxb.)*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan PKM: Sains, Teknologi, dan Kesehatan. Bandung. Hal.1-6.
- Mayachiew, P. & Devahastin, S. 2008. *Antimicrobial and antioxidant activities of Indian gooseberry and galangal extracts*. *LWT-Food Science and Technology*. Vol. 41 (7): 1153-1159.
- Melliawati, R. 2009. *Escherichia coli* dalam Kehidupan Manusia. *BioTrends*. Vol. 4 (1): 10-14.
- Neal, M. J. 2002. *Medical Pharmacology at A Glance 4th* Ed. Oxford: Blackwell Science.
- Monografi Ekstrak Tumbuhan Obat Indonesian Volume 1*. 2004. Jakarta: Badan POM RI. 18-20.
- Okeke, Laxminarayan, Bhutta, Duse, Jenkins, O'Brien, Pablos-Mendez, and Klugman. 2005. Antimicrobial resistance in developing countries. Part I: recent trends and current status. *Lancet Infectious Diseases*. Vol. 5: 481-493.
- Pratiwi, S. T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta: Erlangga.
- Rupilu, N. S., & Lamapaha, Y. F. 2008. *Potensi Lengkuas Sebagai Antimikroba (Studi in vitro pada Bakteri Gram Negatif)*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Ryan, Champoux, Falkow, Plonde, Drew, Neidhardt, and Roy. 1994. *Medical Microbiology An Introduction to Infectious Disease*. 3rd ed. *Connecticut: Appleton&Lange*.p.254.
- Salle, A. J., 1961. *Fundamental Principles of Bacteriology*. New York: McGraw Hill Co, Inc.

- Sarjono, P. R. & Mulyani, N. S., 2007. Aktivitas Antibakteri Rimpang Temu Putih (*Curcuma mangga* Val.). *Jurnal Sains dan Matematika (JSM)*. Vol. 15 (2): 89- 93.
- Sasidharan I. A. N. 2010. Comparative Chemical Composition and Antimicrobial activity of Fresh and Dry Ginger Oils (*Zingiber officinale* Roscoe). *International Journal of Current Pharmaceutical Research*. Vol. 2 (4): 40-43.
- Sastroamidjojo, S. 2001. *Obat Asli Indonesia Cetakan keenam*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Sastroamidjojo, H. 2004. *Kimia Minyak Atsiri*. Yogyakarta: Penerbit Gadjah Mada University Press.
- Siswandono & Soekardjo, 2000. *Kimia Medisinal*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Sivasothy, Chong, Hamid, Ibrahim, Sulaiman and Awang. 2010. Essential oils of *Zingiber officinale* var *rubrum* Theilade and their antibacterial activities. *Food Chemistry*. Vol. 124 (2011): 514–517.
- Sudjana. 2000. *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sukatta, Prapassorn, Putthita, Sopida, dan Vichien. 2009. *Chemical Composition and Physical Properties of Oil from Plai (Zingiber cassumunar Rox.) Obtained by Hydro Distillation and Hexane Extraction*. *J. Nat. Sci.* 43:212-217.
- Supardi. 1999. *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Bandung: Alumni.
- Suryaningrum, S. 2009. *Aktivitas Minyak Atsiri Terhadap Staphylococcus Aureus dan E.Coli*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Timotius , K. H. 1982. *Mikrobiologi Dasar*. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana.
- Tripathi, Priyanka, Ruby, and Shivangi, 2013. Essential Oil from Family *Zingiberaceae* for Antimicrobial Activity-A Review. *International Journal Pharmaceutical Biology Science*. Vol. 4 (4): 149-162.
- USDA, NRCS. 2005. The PLANTS DATABASE, Version 3,5 (<http://plants.usda.gov>). Data compiled from various sources by Mark W Skinner. National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA.

- USDA, 2014. *Classification of Zingiber montanum* (J. Koenig) Link. ex A. Dietr. *Cassumunar ginger*. <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=ZIMO2>. Diakses 16 Oktober 2014.
- USM. 2014. *Halia Bara*. <http://www.amdi.usm.edu.my/halia-bara> [diakses 17 juni 2014].
- Wesetian. 2006. Kewaspadaan Nosokomial, Yayasan Spritia, [diakses pada tanggal 24 Desember 2014]. Available from: <http://Spritia.or.id/est/dok/kol.pdf>
- Waluyo, L. 2004. *Mikrobiologi Umum*. Malang: Penerbit Universitas Muhamadiyah Press.
- Yamamoto, Kitayama, Minagawa, Watanabe, Sawada, Okatoma, and Utsumi. 2001. Antibacterial Agents That Inhibit Histidine Protein Kinase YycG of *Bacillus subtilis*. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*. Vol.65: 2306-2310.
- Zheljazkov, V. D., Callahan, A., dan Cantrell, C. L. 2008. Yield and Oil Composition of 38 Basil (*Ocimum basilicum* L.) Accessions Grown in Mississippi, *J. Agric. Food Chem.* Vol. 56: 241-245.

LAMPIRAN 1. Perhitungan Rendemen Minyak Atsiri Jahe Merah dan Bangle**Perhitungan Rendemen Minyak Atsiri Rimpang Bangle**

Berat simplisia rimpang Bangle = 1400 gram

Hasil minyak atsiri yang diperoleh = 50 ml

$$\begin{aligned}\text{Rendemen minyak atsiri rimpang Bangle} &= \frac{50}{1400} \times 100 \% \\ &= 3,57 \% \text{ (v/b)}\end{aligned}$$


Perhitungan Rendemen Minyak Atsiri Rimpang Jahe Merah

Berat simplisia rimpang jahe merah = 2500 gram

Hasil minyak atsiri yang diperoleh = 22 ml

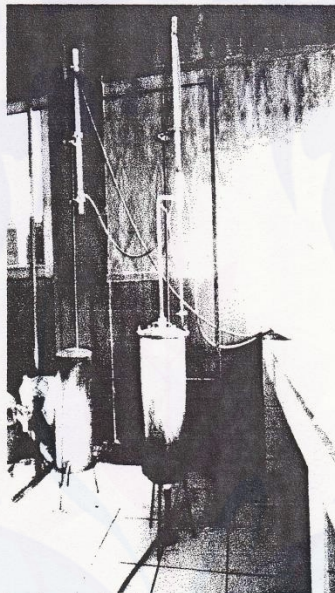
$$\begin{aligned}\text{Rendemen minyak atsiri rimpang jahe merah} &= \frac{22}{2500} \times 100 \% \\ &= 0,88 \% \text{ (v/b)}\end{aligned}$$

LAMPIRAN 2.

	LAPORAN KEGIATAN PLP		No. Formulir : 06																																								
	MELAKUKAN KEGIATAN PENGELOLAAN LABORATORIUM		Edisi/Revisi : 1																																								
			Tgl berlaku : 15 April 2014																																								
			Halaman : 12-13																																								
<table border="1"> <tr> <td>Nama Kegiatan</td> <td>:</td> <td>Melakukan supervisi proses produksi dalam skala terbatas yang menggunakan peralatan kategori 2 dan bahan umum pada kegiatan penelitian</td> </tr> <tr> <td>Kode Butir Kegiatan</td> <td>:</td> <td>II.B. 1. 23</td> </tr> <tr> <td>Waktu Pelaksanaa</td> <td>:</td> <td>Semester Genap 2013/2014</td> </tr> <tr> <td>Angka Kredit Acuan</td> <td>:</td> <td>0,24</td> </tr> <tr> <td>Angka Kredit Dihitung</td> <td>:</td> <td>$1/6 \times 0,24 = 0,04$</td> </tr> <tr> <td>Nama Laboratorium</td> <td>:</td> <td>Lab. Rekayasa Proses Hasil Pertanian – Jurusan Teknologi Hasil Pertanian</td> </tr> <tr> <td>Nama PLP</td> <td>:</td> <td>Akhmad Mistar, S.P.</td> </tr> <tr> <td>Waktu Kegiatan</td> <td>:</td> <td>1 bulan</td> </tr> <tr> <td>Judul Penelitian</td> <td>:</td> <td>Efek Kombinasi Minyak Atsiri Jahe Merah (<i>Zingiber Officinale var rubrum</i>) dan Bangle (<i>Zingiber purpureum</i>) sebagai Antibakteri terhadap <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i></td> </tr> <tr> <td>Nama Mahasiswa</td> <td>:</td> <td>Faticha Putri Anggraini</td> </tr> <tr> <td>NIM.</td> <td>:</td> <td>102210101022</td> </tr> <tr> <td>Jurusan/Program Study</td> <td>:</td> <td>Farmasi</td> </tr> <tr> <td>Dosen Pembimbing</td> <td>:</td> <td>Evi Umayah Ulfa, S.Si., M.Si., Apt.</td> </tr> </table>					Nama Kegiatan	:	Melakukan supervisi proses produksi dalam skala terbatas yang menggunakan peralatan kategori 2 dan bahan umum pada kegiatan penelitian	Kode Butir Kegiatan	:	II.B. 1. 23	Waktu Pelaksanaa	:	Semester Genap 2013/2014	Angka Kredit Acuan	:	0,24	Angka Kredit Dihitung	:	$1/6 \times 0,24 = 0,04$	Nama Laboratorium	:	Lab. Rekayasa Proses Hasil Pertanian – Jurusan Teknologi Hasil Pertanian	Nama PLP	:	Akhmad Mistar, S.P.	Waktu Kegiatan	:	1 bulan	Judul Penelitian	:	Efek Kombinasi Minyak Atsiri Jahe Merah (<i>Zingiber Officinale var rubrum</i>) dan Bangle (<i>Zingiber purpureum</i>) sebagai Antibakteri terhadap <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	Nama Mahasiswa	:	Faticha Putri Anggraini	NIM.	:	102210101022	Jurusan/Program Study	:	Farmasi	Dosen Pembimbing	:	Evi Umayah Ulfa, S.Si., M.Si., Apt.
Nama Kegiatan	:	Melakukan supervisi proses produksi dalam skala terbatas yang menggunakan peralatan kategori 2 dan bahan umum pada kegiatan penelitian																																									
Kode Butir Kegiatan	:	II.B. 1. 23																																									
Waktu Pelaksanaa	:	Semester Genap 2013/2014																																									
Angka Kredit Acuan	:	0,24																																									
Angka Kredit Dihitung	:	$1/6 \times 0,24 = 0,04$																																									
Nama Laboratorium	:	Lab. Rekayasa Proses Hasil Pertanian – Jurusan Teknologi Hasil Pertanian																																									
Nama PLP	:	Akhmad Mistar, S.P.																																									
Waktu Kegiatan	:	1 bulan																																									
Judul Penelitian	:	Efek Kombinasi Minyak Atsiri Jahe Merah (<i>Zingiber Officinale var rubrum</i>) dan Bangle (<i>Zingiber purpureum</i>) sebagai Antibakteri terhadap <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>																																									
Nama Mahasiswa	:	Faticha Putri Anggraini																																									
NIM.	:	102210101022																																									
Jurusan/Program Study	:	Farmasi																																									
Dosen Pembimbing	:	Evi Umayah Ulfa, S.Si., M.Si., Apt.																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Nama Bahan</th> <th>Berat Bahan</th> <th>Berat/Volume Minyak Atsiri yang diperoleh</th> <th>Waktu Produksi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Jahe Merah (<i>Zingiber Officinale var rubrum</i>)</td> <td>2,5 Kg</td> <td>22 ml</td> <td rowspan="2">15 April 2014</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Banglai (<i>Zingiber purpureum</i>)</td> <td>1,4 kg</td> <td>50 ml</td> </tr> </tbody> </table>					No.	Nama Bahan	Berat Bahan	Berat/Volume Minyak Atsiri yang diperoleh	Waktu Produksi	1.	Jahe Merah (<i>Zingiber Officinale var rubrum</i>)	2,5 Kg	22 ml	15 April 2014	2.	Banglai (<i>Zingiber purpureum</i>)	1,4 kg	50 ml																									
No.	Nama Bahan	Berat Bahan	Berat/Volume Minyak Atsiri yang diperoleh	Waktu Produksi																																							
1.	Jahe Merah (<i>Zingiber Officinale var rubrum</i>)	2,5 Kg	22 ml	15 April 2014																																							
2.	Banglai (<i>Zingiber purpureum</i>)	1,4 kg	50 ml																																								
<p>Alat yang digunakan : 1 Set Alat Distilasi Minyak Atsiri</p> <p>Prosedur Produksi Minyak Atsiri Jahe Merah ((<i>Zingiber Officinale var rubrum</i>))</p> <ol style="list-style-type: none"> Menyiapkan bahan yang akan di ekstraksi (diperkecil ukurannya/dipotong). Menyiapkan alat ekstraksi (alat distilasi) minyak atsiri Tabung alat distilasi di isi air kurang lebih 7 liter (3/4 dari bawah ke batas loyang) Kemudian bahan dimasukkan kedalam tabung, lalu tabung ditutup rapat jangan sampai ada baut yang kendor agar tidak bocor. Tabung dihubungkan dengan alat distilasi yang terbuat dari kaca, kemudian pendinginan balik dihubungkan ke alat distilasi. Pendingin balik dialiri air kran secara terus-menerus sampai distilasi selesai. 																																											

7. Kompor gas dihubungkan ke tabung dan dihidupkan serta diatur besar kecilnya api pemanasan. Pemanasan bejalan sekitar 5 jam
8. Hasil minyak atsiri diambil dan dipisahkan dari air dengan corong pemisah.
9. Hitung rendemen minyak atsiri dengan rumus :

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat minyak atsiri (gr)}}{\text{Berat bahan/sample (gr)}} \times 100 \%$$



Gambar : Alat Ekstraksi Minyak Atsiri

Hasil Verifikasi :

Jember, 17 April 2014

Dibuat Oleh :
PLP

Diverifikasi/Diperiksa Oleh :
Dosen Pembimbing Penelitian

Disetujui Oleh :
Ketua Lab. Rekayasa Proses
Hasil Pertanian

Akhmad Mistar, S.P.
NIP. 197007101993031002

Evi Umayah Ulfa, S.Si.,M.Si.,Apt
NIP. 19780728 200501 2 001

Dr. Triana Lindriati, ST., MP.
NIP. 19680814 199803 2 001

LAMPIRAN 3.

3.1 Hasil Uji Indeks Bias dan Bobot Jenis Bangle

SMK NEGERI 5 JEMBER
BIDANG STUDI KEAHLIAN AGRIBISNIS HASIL PERTANIAN
PROGRAM STUDI KEAHLIAN PENGAWASAN MUTU
LABORATORIUM PENGAWASAN MUTU

ANALISA MUTU MINYAK ATSIRI

Identitas Pemilik :
 Nama : Fakultas Farmasi, Universitas Jember
 Alamat : Fakultas Farmasi, Universitas Jember
 Tanggal Pengujian : 01 Juli 2014
 Jenis contoh : **Minyak Bangle** (*Zingiber Casumounar*)
 Asal Contoh : Fakultas Farmasi, Universitas Jember
 Tempat Pengujian : Laboratorium Pengawasan Mutu, SMKN 5 Jember
 Metode Pengujian : Fisiko Kimia (Indek bias menggunakan Abbe Refraktometer & Bobot jenis)

HASIL ANALISA

Parameter	Satuan	Hasil	Keterangan
Indeks Bias	-	1,483	Di uji pada suhu 27°C
Bobot jenis	g/ml	0,8972	

Jember, 01 Juli 2014

Penguji


 A. Rizqi Arief F.



3.2 Hasil Uji Indeks Bias dan Bobot Jenis Jahe Merah

SMK NEGERI 5 JEMBER
BIDANG STUDI KEAHLIAN AGRIBISNIS HASIL PERTANIAN
PROGRAM STUDI KEAHLIAN PENGAWASAN MUTU
LABORATORIUM PENGAWASAN MUTU

ANALISA MUTU MINYAK ATSIRI

Identitas Pemilik :
 Nama : Fakultas Farmasi, Universitas Jember
 Alamat : Fakultas Farmasi, Universitas Jember
 Tanggal Pengujian : 12 Juli 2014
 Jenis contoh : **Minyak Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)**
 Asal Contoh : Fakultas Farmasi, Universitas Jember
 Tempat Pengujian : Laboratorium Pengawasan Mutu, SMKN 5 Jember
 Metode Pengujian : Fisiko Kimia (Indek bias menggunakan Abbe Refraktometer & Bobot jenis)

HASIL ANALISA

Parameter	Satuan	Hasil	Keterangan
Indeks Bias	-	1,483	Di uji pada suhu 27°C
Bobot jenis	g/ml	0,9093	

Jember, 12 Juli 2014

Penguji


 A. Rizqi Arief F.



LAMPIRAN 4.**Perhitungan Pengenceran Konsentrasi Kontrol Positif (Gentamisin)**

$$\text{Stok gentamisin} = 40 \text{ mg/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran 1} &= \frac{10 \mu\text{l}}{1610 \mu\text{l}} \times 40 \text{ mg/ml} \\ &= 0,2480 \text{ mg/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran 2} &= \frac{500 \mu\text{l}}{1500 \mu\text{l}} \times 0,2480 \text{ mg/ml} \\ &= 0,0827 \text{ mg/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran 3} &= \frac{500 \mu\text{l}}{1500 \mu\text{l}} \times 0,0827 \text{ mg/ml} \\ &= 0,0276 \text{ mg/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran 4} &= \frac{500 \mu\text{l}}{1500 \mu\text{l}} \times 0,0276 \text{ mg/ml} \\ &= 0,0092 \text{ mg/ml} \end{aligned}$$

LAMPIRAN 5.

Laporan Laboratorium Bakteri *S. Aureus*

GRANOSTIC DIAGNOSTIC CENTER

bioMerieux Customer:
System #: 3176

Laboratory Report

Printed Sep 8, 2014 14:17 ICT
Printed by: labtech

Patient Name: JEREMY ETHANIEL JAYADI, AN
Isolate Group: 0.1408.01.0903-1

Patient ID: 140801007312

Bionumber: 050402022763231
Selected Organism: Staphylococcus aureus

Comments	

Identification Information	Card: GP	Lot Number: 242319940	Expires: Sep 17, 2015 12:00 ICT
	Completed: Aug 31, 2014 19:04 ICT	Status: Final	Analysis Time: 5.00 hours
Selected Organism	99% Probability Staphylococcus aureus		
SRF Organism	Bionumber: 050402022763231	Confidence: Excellent identification	
Analysis Organisms and Tests to Separate:			
Analysis Messages: The following antibiotic(s) are not claimed: Ampicillin, Gentamicin High Level (synergy), Streptomycin High Level (synergy).			
Contraindicating Typical Biopattern(s)			

Installed VITEK 2 Systems Version: 06.01
MIC Interpretation Guideline: Global CLSI-based 2013 Therapeutic Interpretation Guideline: NATURAL RESISTANCE 2013
AES Parameter Set Name: Global CLSI-based+Natural Resistance 2013 AES Parameter Last Modified: Dec 16, 2013 12:49 ICT

GRANOSTIC DIAGNOSTIC CENTER

bioMerieux Customer:
System #: 3176

Laboratory Report

Printed Sep 8, 2014 14:17 ICT
Printed by: labtech

Patient Name: JEREMY ETHANIEL JAYADI, AN
Isolate Group: 0.1408.01.0903-1

Patient ID: 140801007312

Bionumber: 050402022763231
Selected Organism: Staphylococcus aureus

Susceptibility Information		Card: AST-GP67	Lot Number: 132320142	Expires: Sep 19, 2015 12:00 ICT	
		Completed: Sep 1, 2014 01:33 ICT	Status: Final	Analysis Time: 11.50 hours	
Antimicrobial	MIC	Interpretation	Antimicrobial	MIC	Interpretation
Cefoxitin Screen	NEG	-	+Cefoxitin		S
+Latamoxef		S	+Cefdinir		S
Benzylpenicillin	>= 0.5	R	+Cefditoren		S
+Nafcillin		S	+Cefpodoxime		S
+Amoxicillin		R	+Cefoperazone		S
Ampicillin			+Cefotaxime		S
+Amoxicillin/Clavulanic Acid		S	+Ceftazidime		S
+Ampicillin/Subactam		S	+Ceftizoxime		S
+Carbencillin		R	+Ceftriaxone		S
+Ticarcillin		R	+Cefepime		S
+Ticarcillin/Clavulanic Acid		S	+Ceftobiprole		S
+Azlocillin		R	+Doripenem		S
+Mezlocillin		R	+Ertapenem		S
+Piperacillin		R	+Faropenem		S
+Piperacillin/Tazobactam		S	+Imipenem		S
+Cloxacillin		S	+Meropenem		S
+Dicloxacillin		S	Gentamicin High Level (synergy)		
+Flucloxacillin		S	Streptomycin High Level (synergy)		
+Methicillin		S	Gentamicin	<= 0.5	S
Oxacillin	<= 0.25	S	Ciprofloxacin	<= 0.5	S
+Cefaclor		S	Levofloxacin	0.25	S
+Cefadroxil		S	Moxifloxacin	<= 0.25	S
+Cefalexin		S	+Ofloxacin		S
+Cefalotin		S	Inducible Clindamycin Resistance	NEG	-
+Cefazolin		S	Erythromycin	<= 0.25	S
+Cefonicid		S	Clindamycin	<= 0.25	S
+Cefprozil		S	Quinupristin/Dalfopristin	<= 0.25	S
+Cefradine		S	Linezolid	2	S
+Cephapirin		S	Vancomycin	>= 32	R
+Loracarbef		S	Tetracycline	>= 16	R

Installed VITEK 2 Systems Version: 06.01
 MIC Interpretation Guideline: Global CLSI-based 2013 Therapeutic Interpretation Guideline: NATURAL RESISTANCE 2013
 AES Parameter Set Name: Global CLSI-based+Natural Resistance 2013 AES Parameter Last Modified: Dec 16, 2013 12:49 ICT

GRANOSTIC DIAGNOSTIC CENTER

bioMerieux Customer:
System #: 3176

Laboratory Report

Printed Sep 8, 2014 14:17 ICT
Printed by: labtech

Patient Name: JEREMY ETHANIEL JAYADI, AN
Isolate Group: 0.1408.01.0903-1

Patient ID: 140801007312

Bionumber: 050402022763231
Selected Organism: Staphylococcus aureus

Susceptibility Information	Card: AST-GP67	Lot Number: 132320142	Expires: Sep 19, 2015 12:00 ICT		
	Completed: Sep 1, 2014 01:33 ICT	Status: Final	Analysis Time: 11.50 hours		
Antimicrobial	MIC	Interpretation	Antimicrobial	MIC	Interpretation
+Cefamandole		S	Tigecycline	<= 0.12	S
+Cefuroxime		S	Nitrofurantoin	<= 16	S
+Cefmetazole		S	Rifampicin	<= 0.5	S
+Cefotetan		S	Trimethoprim/Sulfamethoxazole	<= 10	S

+ = Deduced drug * = AES modified ** = User modified

AES Findings	Last Modified: Dec 16, 2013 12:49 ICT	Parameter Set: Global CLSI-based+Natural Resistance 2013
Confidence Level:	Consistent	

Installed VITEK 2 Systems Version: 06.01
MIC Interpretation Guideline: Global CLSI-based 2013 Therapeutic Interpretation Guideline: NATURAL RESISTANCE 2013
AES Parameter Set Name: Global CLSI-based+Natural Resistance 2013 AES Parameter Last Modified: Dec 16, 2013 12:49 ICT

LAMPIRAN 6.**Data Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Minyak Atsiri Bangle dan Jahe Merah****6.1 Data Hasil Uji Aktivitas Antibakteri *S. Aureus***

Replikasi	Data	1:3	1:1	3:1	1:0	0:1	K+
1	1	16,00	13,00	12,00	10,50	10,50	14,50
	2	16,00	13,00	12,00	11,00	10,00	14,50
	3	15,00	12,00	11,00	10,50	10,00	15,00
		15,67	12,67	11,67	10,67	10,17	14,67
2	1	15,00	13,00	12,00	10,00	10,00	15,00
	2	15,00	12,50	11,50	11,00	10,50	15,00
	3	16,00	13,00	11,50	10,00	10,50	14,50
		15,33	12,83	11,67	10,33	10,33	14,83
3	1	15,00	13,00	15,50	10,00	10,00	14,50
	2	15,50	13,00	12,00	10,50	9,50	15,00
	3	15,00	12,50	12,00	10,00	10,00	15,00
		15,17	12,83	11,83	10,17	9,83	14,83
4	1	16,00	12,50	11,00	10,50	10,50	14,50
	2	16,00	12,50	11,00	10,00	10,00	14,50
	3	15,50	13,00	11,50	10,00	10,50	15,00
		15,83	12,67	11,33	10,17	10,33	14,67
5	1	15,00	13,00	11,00	10,00	10,50	15,00
	2	15,50	13,00	11,50	9,50	10,50	15,50
	3	15,50	12,50	11,00	10,00	10,50	15,50
		15,33	15,00	11,17	9,83	10,50	15,33
Rata-Rata		15,47	12,77	11,53	10,32	10,23	14,87
SD		0,27	0,088	0,273	0,304	0,253	0,271

6.2 Data Hasil Uji Aktivitas Antibakteri *E. Coli*

Replikasi	Data	1:3	1:1	3:1	1:0	0:1	K+
1	1	13,50	11,00	12,50	12,50	13,50	8,50
	2	14,00	10,50	13,00	12,50	13,50	9,00
	3	13,50	11,00	12,50	13,00	13,50	9,00
		13,67	10,83	12,67	12,67	13,50	8,83
2	1	13,50	10,50	13,00	13,00	14,00	8,00
	2	13,50	10,00	13,00	13,00	13,50	8,00
	3	13,50	10,00	13,00	13,00	14,00	8,50
		13,50	10,17	13,00	13,00	13,83	8,17
3	1	14,00	10,00	13,50	13,00	14,00	9,00
	2	14,00	10,00	13,50	13,00	13,50	9,00
	3	14,00	10,00	13,50	13,50	14,00	8,00
		14,00	10,00	13,50	13,17	13,83	8,67
4	1	13,50	11,00	13,00	13,50	13,50	8,50
	2	13,50	11,00	13,50	13,00	13,00	8,50
	3	14,00	10,50	13,50	13,00	13,50	8,50
		13,67	10,83	13,33	13,17	13,33	8,50
5	1	14,00	10,00	13,50	13,50	13,50	8,50
	2	13,50	10,50	13,00	13,00	13,50	9,00
	3	14,00	10,00	13,00	13,00	13,50	9,00
		13,83	10,17	13,33	13,17	13,50	8,83
Rata-Rata		13,73	10,40	13,17	13,04	13,60	8,60
SD		0,19	0,40	0,33	0,22	0,22	0,28

LAMPIRAN 7.**Hasil Uji Statistika****7.1 Hasil Uji Statistika Data Pengamatan Uji Antibakteri Kombinasi Minyak***Atsiri Z. aromaticum dan Z. cassumunar terhadap Bakteri S.aureus***Tests of Normality**

	Konsentrasi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Zona_hambat	1	.291	5	.194	.908	5	.454
	2	.367	5	.026	.684	5	.006
	3	.351	5	.044	.810	5	.098
	4	.217	5	.200*	.961	5	.816
	5	.251	5	.200*	.913	5	.486
	6	.353	5	.041	.773	5	.048

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Kruskal-Wallis Test**Ranks**

	Konsentrasi	N	Mean Rank
Zona_hambat	1	5	27.60
	2	5	17.00
	3	5	14.00
	4	5	5.30
	5	5	5.70
	6	5	23.40
	Total	30	

Test Statistics^{a,b}

	Zona_hambat
Chi-Square	26.796
Df	5
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
Konsentrasi

Mann-Whitney Test

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	1	5	8.00	40.00
	2	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.660
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	1	5	8.00	40.00
	3	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.627
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	1	5	8.00	40.00
	4	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.627
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	1	5	8.00	40.00
	5	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.627
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	1	5	7.60	38.00
	6	5	3.40	17.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	17.000
Z	-2.234
Asymp. Sig. (2-tailed)	.025
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.032 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	2	5	7.00	35.00
	3	5	4.00	20.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	5.000
Wilcoxon W	20.000
Z	-1.596
Asymp. Sig. (2-tailed)	.110
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.151 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	2	5	8.00	40.00
	4	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.660
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	2	5	8.00	40.00
	5	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.660
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	2	5	3.00	15.00
	6	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.668
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	3	5	8.00	40.00
	4	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.627
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	3	5	8.00	40.00
	5	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.627
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	3	5	3.00	15.00
	6	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.635
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	4	5	5.30	26.50
	5	5	5.70	28.50
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	11.500
Wilcoxon W	26.500
Z	-.215
Asymp. Sig. (2-tailed)	.830
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.841 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	4	5	3.00	15.00
	6	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.635
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

	Konsentrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat	5	5	3.00	15.00
	6	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.635
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

**7.2 Hasil Uji Statistika Data Pengamatan Uji Antibakteri Kombinasi Minyak
Atsiri *Z. aromaticum* dan *Z. cassumunar* terhadap Bakteri *E.coli***

Tests of Normality

Konse ntrasi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Zona_hambat 1	.233	5	.200*	.963	5	.827
2	.318	5	.109	.795	5	.074
3	.290	5	.197	.908	5	.456
4	.331	5	.077	.737	5	.022
5	.270	5	.200*	.854	5	.208
6	.203	5	.200*	.879	5	.305

a. Lilliefors Significance
Correction

*. This is a lower bound of the true
significance.

Kruskal-Wallis Test

Ranks

Konse ntrasi	N	Mean Rank
Zona_hambat 1	5	26.30
2	5	8.00
3	5	17.10
4	5	14.60
5	5	24.00
6	5	3.00
Total	30	

Test Statistics^{a,b}

	Zona_hambat
Chi-Square	26.277
Df	5
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
Konsentrasi

Mann-Whitney Test**Ranks**

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 1	5	8.00	40.00
2	5	3.00	15.00
Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.635
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 1	5	7.90	39.50
3	5	3.10	15.50
Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.500
Wilcoxon W	15.500
Z	-2.530
Asymp. Sig. (2-tailed)	.011
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 1	5	8.00	40.00
4	5	3.00	15.00
Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.652
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 1	5	6.40	32.00
5	5	4.60	23.00
Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	8.000
Wilcoxon W	23.000
Z	-.967
Asymp. Sig. (2-tailed)	.334
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.421 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 1	5	8.00	40.00
6	5	3.00	15.00
Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.627
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 2	5	3.00	15.00
3	5	8.00	40.00
Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.635
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 2	5	3.00	15.00
4	5	8.00	40.00
Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.660
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 2	5	3.00	15.00
5	5	8.00	40.00
Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.643
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 2	5	8.00	40.00
6	5	3.00	15.00
Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.635
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 3	5	6.40	32.00
4	5	4.60	23.00
Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	8.000
Wilcoxon W	23.000
Z	-.961
Asymp. Sig. (2-tailed)	.337
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.421 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 3	5	3.60	18.00
5	5	7.40	37.00
Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	3.000
Wilcoxon W	18.000
Z	-2.041
Asymp. Sig. (2-tailed)	.041
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.056 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 3	5	8.00	40.00
6	5	3.00	15.00
Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.627
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 4	5	3.00	15.00
5	5	8.00	40.00
Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.660
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 4	5	8.00	40.00
6	5	3.00	15.00
Total	10		

Test Statistics^b

	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.652
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

Konse ntrasi	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Zona_hambat 5	5	8.00	40.00
6	5	3.00	15.00
Total	10		

Test Statistics^b

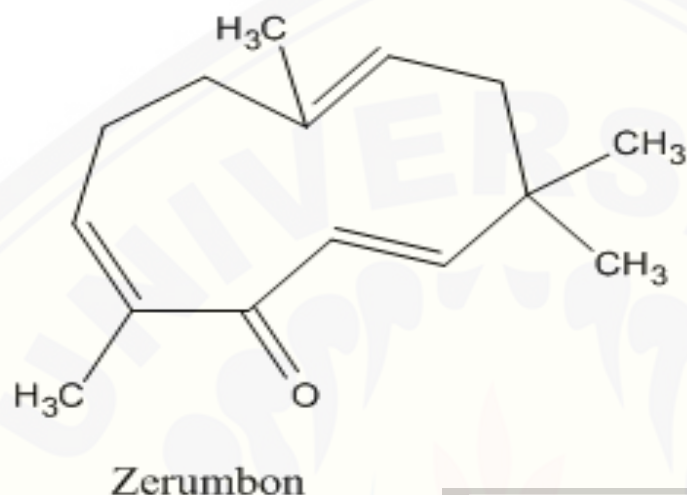
	Zona_hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.635
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi

8. Hasil Uji Analisis Nilai Log P Menggunakan Chemoffice Versi Trial

8.1 Senyawa Zerumbon



Analysis

<input checked="" type="checkbox"/> Formula:	C ₁₅ H ₂₂ O
<input checked="" type="checkbox"/> Exact Mass:	218.17
<input checked="" type="checkbox"/> Mol. Wt.:	218.33
<input checked="" type="checkbox"/> m/z:	218.17 (100.0%), 219.17 (16.5%), 220.17 (1.4%)
<input checked="" type="checkbox"/> Elem. Anal.:	C, 82.52; H, 10.16; O, 7.33

Decimals: 2

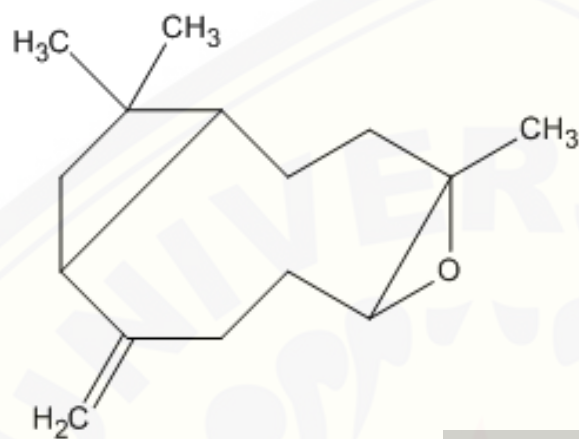
Paste

Chemical Properties

<input checked="" type="checkbox"/> Boiling Point:	659.2 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Melting Point:	367.53 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Temp:	808.21 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Pres:	21.24 [Bar]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Vol:	731.5 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Gibbs Energy:	-18.09 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Log P:	3.82
<input checked="" type="checkbox"/> MR:	73.41 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Henry's Law:	2.14
<input checked="" type="checkbox"/> Heat of Form:	-301.47 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> tPSA:	17.07
<input checked="" type="checkbox"/> CLogP:	5.284
<input checked="" type="checkbox"/> CMR:	6.9635

Paste Report

8.2 Senyawa Kariofilena



kariofilen oksida

Analysis

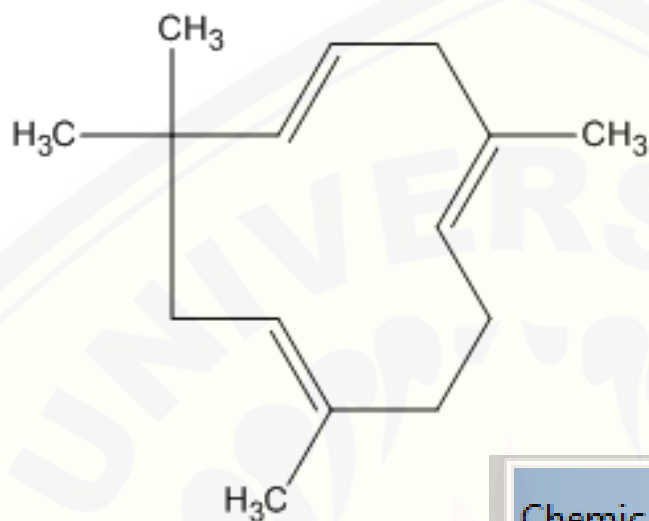
<input checked="" type="checkbox"/> Formula:	C ₁₅ H ₂₄ O
<input checked="" type="checkbox"/> Exact Mass:	220.18
<input checked="" type="checkbox"/> Mol. Wt.:	220.35
<input checked="" type="checkbox"/> m/z:	220.18 (100.0%), 221.19 (16.5%), 222.19 (1.5%)
<input checked="" type="checkbox"/> Elem. Anal.:	C, 81.76; H, 10.98; O, 7.26

Paste

Chemical Properties

<input checked="" type="checkbox"/> Boiling Point:	593.08 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Melting Point:	381.14 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Temp:	744.5 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Pres:	21.45 [Bar]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Vol:	721.5 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Gibbs Energy:	161.93 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Log P:	3.29
<input checked="" type="checkbox"/> MR:	66.3 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Henry's Law:	1.48
<input checked="" type="checkbox"/> Heat of Form:	-210.97 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> tPSA:	12.53
<input checked="" type="checkbox"/> CLogP:	4.743
<input checked="" type="checkbox"/> CMR:	6.6249

Paste Report

8.3 Senyawa α -kariofilena

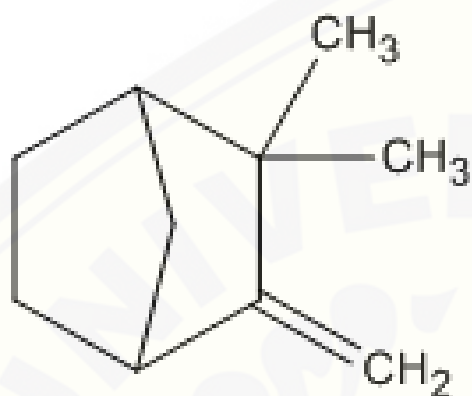
Analytic	
<input checked="" type="checkbox"/> Formula:	$\text{C}_{15}\text{H}_{24}$
<input checked="" type="checkbox"/> Exact Mass:	204.19
<input checked="" type="checkbox"/> Mol. Wt.:	204.35
<input checked="" type="checkbox"/> m/z:	204.19 (100.0%), 205.19 (16.5%), 206.19 (1.2%)
<input checked="" type="checkbox"/> Elem. Anal.:	C, 88.16; H, 11.84

Paste

Chemical Properties	
<input checked="" type="checkbox"/> Boiling Point:	591.38 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Melting Point:	299.31 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Temp:	761.44 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Pres:	20.57 [Bar]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Vol:	724.5 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Gibbs Energy:	104.5 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Log P:	4.78
<input checked="" type="checkbox"/> MR:	72.33 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Henry's Law:	-1.82
<input checked="" type="checkbox"/> Heat of Form:	-163.77 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> tPSA:	0
<input checked="" type="checkbox"/> CLogP:	6.773
<input checked="" type="checkbox"/> CMR:	6.7758

Paste Report

8.4 Senyawa Kamfena



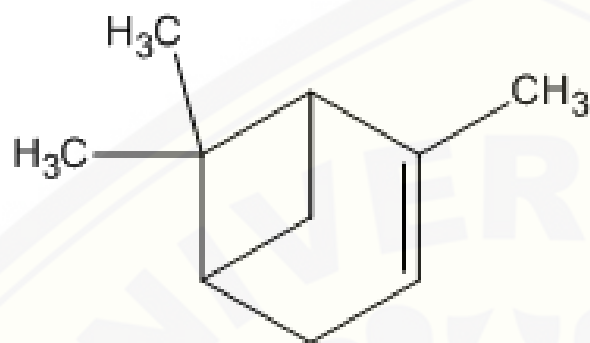
kamfena

Analysis	
<input checked="" type="checkbox"/> Formula:	C ₁₀ H ₁₆
<input checked="" type="checkbox"/> Exact Mass:	136.13
<input checked="" type="checkbox"/> Mol. Wt.:	136.23
<input checked="" type="checkbox"/> m/z:	136.13 (100.0%), 137.13 (11.0%)
<input checked="" type="checkbox"/> Elem. Anal.:	C, 88.16; H, 11.84

Paste

Chemical Properties	
<input checked="" type="checkbox"/> Boiling Point:	440.88 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Melting Point:	267.66 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Temp:	623.65 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Pres:	28.84 [Bar]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Vol:	482.5 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Gibbs Energy:	182.6 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Log P:	2.95
<input checked="" type="checkbox"/> MR:	43.74 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Henry's Law:	-0.57
<input checked="" type="checkbox"/> Heat of Form:	-31.15 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> tPSA:	0
<input checked="" type="checkbox"/> CLogP:	4.702
<input checked="" type="checkbox"/> CMR:	4.4352

Paste Report

8.5 Senyawa α -Pinena

alfa-pinen

Analysis

<input checked="" type="checkbox"/> Formula:	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}$
<input checked="" type="checkbox"/> Exact Mass:	136.13
<input checked="" type="checkbox"/> Mol. Wt.:	136.23
<input checked="" type="checkbox"/> m/z:	136.13 (100.0%), 137.13 (11.0%)
<input checked="" type="checkbox"/> Elem. Anal.:	C, 88.16; H, 11.84

Decimals: 2

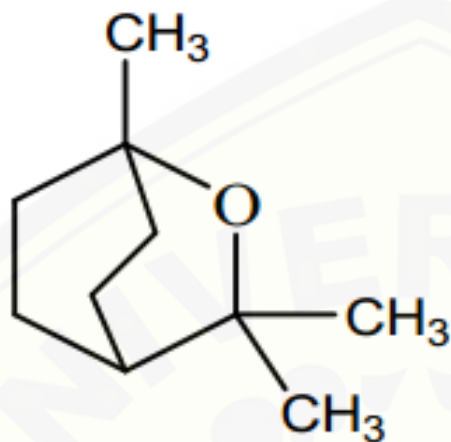
Paste

Chemical Properties

<input checked="" type="checkbox"/> Boiling Point:	445.86 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Melting Point:	267.26 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Temp:	632.45 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Pres:	28.91 [Bar]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Vol:	484.5 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Gibbs Energy:	149.85 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Log P:	2.9
<input checked="" type="checkbox"/> MR:	45.05 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Henry's Law:	-0.64
<input checked="" type="checkbox"/> Heat of Form:	-69.08 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> tPSA:	0
<input checked="" type="checkbox"/> CLogP:	4.702
<input checked="" type="checkbox"/> CMR:	4.4352

Paste Report

8.6 Senyawa 1,8-Sineol



1,8-sineol

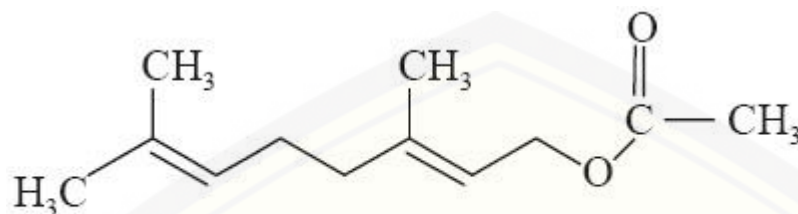
Analysis	
<input checked="" type="checkbox"/> Formula:	C ₁₀ H ₁₈ O
<input checked="" type="checkbox"/> Exact Mass:	154.14
<input checked="" type="checkbox"/> Mol. Wt.:	154.25
<input checked="" type="checkbox"/> m/z:	154.14 (100.0%), 155.14 (11.1%)
<input checked="" type="checkbox"/> Elem. Anal.:	C, 77.87; H, 11.76; O, 10.37

Paste

Chemical Properties	
<input checked="" type="checkbox"/> Boiling Point:	473.18 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Melting Point:	300.93 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Temp:	657.75 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Pres:	30.19 [Bar]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Vol:	509.5 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Gibbs Energy:	25.81 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Log P:	1.86
<input checked="" type="checkbox"/> MR:	45.68 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Henry's Law:	2.08
<input checked="" type="checkbox"/> Heat of Form:	-238.31 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> tPSA:	9.23
<input checked="" type="checkbox"/> CLogP:	2.372
<input checked="" type="checkbox"/> CMR:	4.4363

Paste Report

8.7 Senyawa Geranyl Asetat



Geranyl Acetate

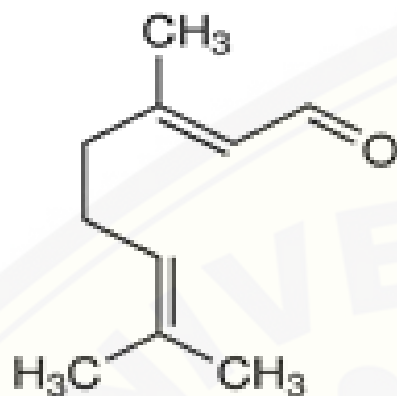
Analysis	
<input checked="" type="checkbox"/> Formula:	C ₁₂ H ₂₀ O ₂
<input checked="" type="checkbox"/> Exact Mass:	196.15
<input checked="" type="checkbox"/> Mol. Wt.:	196.29
<input checked="" type="checkbox"/> m/z:	196.15 (100.0%), 197.15 (13.3%), 198.15 (1.2%)
<input checked="" type="checkbox"/> Elem. Anal.:	C, 73.43; H, 10.27; O, 16.30

Paste

Chemical Properties	
<input checked="" type="checkbox"/> Boiling Point:	540.46 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Melting Point:	228.75 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Temp:	702.97 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Pres:	19.74 [Bar]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Vol:	695.5 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Gibbs Energy:	-116.87 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Log P:	2.72
<input checked="" type="checkbox"/> MR:	60.99 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Henry's Law:	1
<input checked="" type="checkbox"/> Heat of Form:	-393.43 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> tPSA:	26.3
<input checked="" type="checkbox"/> CLogP:	3.915
<input checked="" type="checkbox"/> CMR:	5.881

Paste Report

8.8 Senyawa Geranial

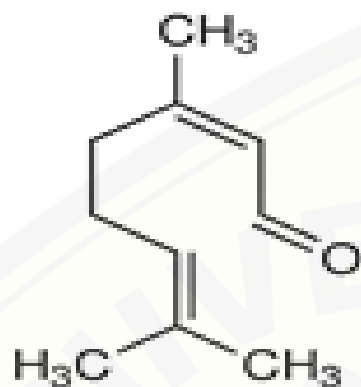


Geranial

Analysis	
<input checked="" type="checkbox"/> Formula:	C ₁₀ H ₁₆ O
<input checked="" type="checkbox"/> Exact Mass:	152.12
<input checked="" type="checkbox"/> Mol. Wt.:	152.23
<input checked="" type="checkbox"/> m/z:	152.12 (100.0%), 153.12 (10.9%)
<input checked="" type="checkbox"/> Elem. Anal.:	C, 78.90; H, 10.59; O, 10.51
<input type="button" value="Paste"/>	

Chemical Properties	
<input checked="" type="checkbox"/> Boiling Point:	485.14 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Melting Point:	205.88 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Temp:	683.88 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Pres:	25.25 [Bar]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Vol:	574.5 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Gibbs Energy:	77.14 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Log P:	2.18
<input checked="" type="checkbox"/> MR:	51.01 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Henry's Law:	1.81
<input checked="" type="checkbox"/> Heat of Form:	-120.45 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> tPSA:	17.07
<input checked="" type="checkbox"/> CLogP:	2.95
<input checked="" type="checkbox"/> CMR:	4.8763
<input type="button" value="Paste"/> <input type="button" value="Report"/>	

8.9 Neral

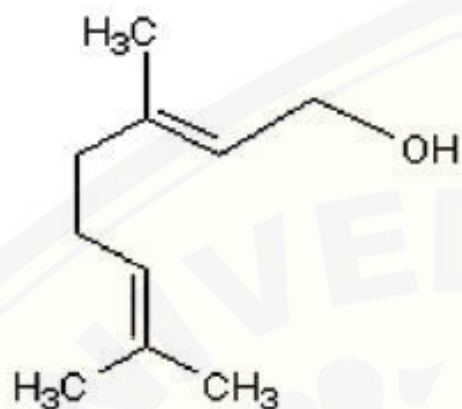


Neral

Analysis	
<input checked="" type="checkbox"/> Formula:	C ₁₀ H ₁₆ O
<input checked="" type="checkbox"/> Exact Mass:	152.12
<input checked="" type="checkbox"/> Mol. Wt.:	152.23
<input checked="" type="checkbox"/> m/z:	152.12 (100.0%), 153.12 (10.9%)
<input checked="" type="checkbox"/> Elem. Anal.:	C, 78.90; H, 10.59; O, 10.51
<input type="button" value="Paste"/>	

Chemical Properties	
<input checked="" type="checkbox"/> Boiling Point:	485.14 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Melting Point:	205.88 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Temp:	683.88 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Pres:	25.25 [Bar]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Vol:	574.5 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Gibbs Energy:	77.14 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Log P:	2.18
<input checked="" type="checkbox"/> MR:	51.01 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Henry's Law:	1.81
<input checked="" type="checkbox"/> Heat of Form:	-120.45 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> tPSA:	17.07
<input checked="" type="checkbox"/> CLogP:	2.95
<input checked="" type="checkbox"/> CMR:	4.8763
<input type="button" value="Paste"/> <input type="button" value="Report"/>	

8.10 Senyawa Geraniol

**Geraniol**

Analysis	
<input checked="" type="checkbox"/> Formula:	C ₁₀ H ₁₈ O
<input checked="" type="checkbox"/> Exact Mass:	154.14
<input checked="" type="checkbox"/> Mol. Wt.:	154.25
<input checked="" type="checkbox"/> m/z:	154.14 (100.0%), 155.14 (11.1%)
<input checked="" type="checkbox"/> Elem. Anal.:	C, 77.87; H, 11.76; O, 10.37

Paste

Chemical Properties	
<input checked="" type="checkbox"/> Boiling Point:	528.66 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Melting Point:	224.7 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Temp:	684.9 [K]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Pres:	25.71 [Bar]
<input checked="" type="checkbox"/> Critical Vol:	576.5 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Gibbs Energy:	39.84 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Log P:	2.49
<input checked="" type="checkbox"/> MR:	51.64 [cm ³ /mol]
<input checked="" type="checkbox"/> Henry's Law:	2.82
<input checked="" type="checkbox"/> Heat of Form:	-187.1 [kJ/mol]
<input checked="" type="checkbox"/> tPSA:	20.23
<input checked="" type="checkbox"/> CLogP:	2.969
<input checked="" type="checkbox"/> CMR:	4.9177

Paste Report