

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBINASI MINYAK
ATSIRI DAUN GELAM PUTIH (*Melaleuca leucadendra*) DAN
RIMPANG JAHE (*Zingiber officinale*) PADA BAKTERI
Staphylococcus aureus DAN *Escherichia coli* SECARA IN VITRO**

SKRIPSI



Oleh :

BERLIANA FARADISA

08061181621012

JURUSAN FARMASI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL

Judul Makalah Hasil : Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Minyak Atsiri Daun Gelam Putih (*Melaleuca leucadendra*) dan Rimpang Jahe (*Zingiber officinale*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Secara In Vitro

Nama Mahasiswa : Berliana Faradisa

NIM : 08061181621012

Jurusan : Farmasi

Telah dipertahankan dihadapan pembimbing dan pembahas pada seminar hasil di Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Oktober 2020 serta telah diperbaiki, diperiksa, dan disetujui sesuai dengan saran yang diberikan.

Inderalaya, 24 Oktober 2020

Pembimbing:

1. Dr. Hj. Budi Untari, M.Si., Apt. (.....) NIP. 195810261987032002
2. Rennie Puspa Novita, M.Farm.Klin., Apt (.....) NIP. 198711272013012201

Pembahas :

1. Prof. Dr. Elfita, M.Si. (.....) NIP. 196903261994122001
2. Herlina, M.Kes., Apt. (.....) NIP. 197107031998022001
3. Dina Permata Wijaya, M.Si., Apt. (.....) NIP. 198711272013012201

Mengetahui,
Ketua Jurusan Farmasi
Fakultas MIPA, UNSRI


Dr. rer. nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.
NIP. 197103101998021002

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Minyak Atsiri Daun
Gelam Putih (*Melaleuca leucadendra*) dan Rimpang Jahe
(*Zingiber officinale*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus*
aureus dan *Escherichia coli* Secara In Vitro

Nama Mahasiswa : Berliana Faradisa

NIM : 08061181621012

Jurusan : Farmasi

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan
Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
pada tanggal 26 November 2020 serta telah diperbaiki, diperiksa, dan disetujui
sesuai dengan saran yang diberikan.

Inderalaya, 26 November 2020

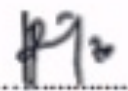
Ketua:

1. Dr. Hj. Budi Untari, M.Si., Apt.
NIP. 195810261987032002

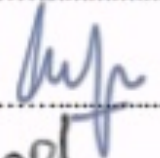
(.....)

Anggota :

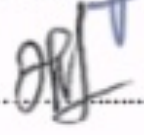
1. Rennie Puspa Novita, M.Farm.Klin., Apt
NIP. 198711272013012201

(.....)

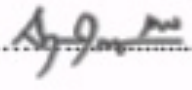
2. Prof. Dr. Elfita, M.Si.
NIP. 196903261994122001

(.....)

3. Herlina, M.Kes., Apt.
NIP. 197107031998022001

(.....)

4. Dina Permata Wijaya, M.Si., Apt.
NIP. 198711272013012201

(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Farmasi
Fakultas MIPA, UNSRI



Dr. rer. nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.
NIP. 197103101998021002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Berliana Faradisa
NIM : 08061181621012
Fakultas/Jurusan : MIPA/Farmasi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, 17 November 2020
Penulis,



Berliana Faradisa
NIM. 08061181621012

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Berliana Faradisa
NIM : 08061181621012
Fakultas/Jurusan : MIPA/Farmasi
Jenis Karya : Skripsi

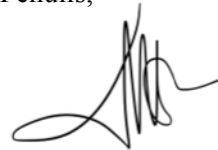
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusiely royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

"Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Minyak Atsiri Daun Gelam Putih (*Melaleuca leucadendra*) dan Rimpang Jahe (*Zingiber officinale*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Secara In Vitro" beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini, Universitas Srwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformat, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Inderalaya,

Penulis,



Berliana Faradisa
NIM. 08061181621012

HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang)

Dengan rahmat Allah SWT Tuhan semesta alam
Saya persembahkan skripsi ini untuk Ayah, Bunda, Adik-adik,
Keluarga besar, Dosen, Sahabat, Almamater,
serta Teman seperjuanganku di Farmasi Unsri 2016.

MOTTO :

“Trust in God and be sure that He is a sufficient guardian”. –Quran 33:3-

“Breathe. Smile. Let it go.”

“If God brings you to it; He will bring you through it.”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT Tuhan Semesta Alam yang telah melimpahkan rahmat, berkat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul "Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Minyak Atsiri Daun Gelam Putih (*Melaleuca leucadendra*) dan Rimpang Jahe (*Zingiber officinale*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Secara In Vitro". Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Farmasi (S.Farm) pada Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Peneliti Menyadari dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Ayah Firdaus dan Bunda Anisatul Mardiah, Adik-adikku Asshafa, Rayyani, Khairunadra, dan Syaffana tersayang yang selalu memberi doa, motivasi, cinta, kasih sayang, dan semangat serta perhatian moril dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dan perkuliahan ini dengan baik.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya, Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Bapak Dr.rer.nat Mardiyanto, M.Si., Apt., Selaku Ketua Jurusan Farmasi atas sarana dan prasarana yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulisan skripsi ini berjalan dengan lancar.
3. Ibu Dr. Hj. Budi Untari, M.Si., Apt., selaku dosen pembimbing pertama sekaligus dosen pembimbing akademik serta Ibu Rennie Puspa Novita, M.Farm.Klin., Apt., selaku dosen pembimbing kedua atas seluruh bantuan, ide, bimbingan, doa, dan nasihat yang telah diberikan selama penelitian dan penyusunan skripsi hingga selesai.
4. Ibu Dr. Miksusanti, M.Si., Ibu Prof. Elfita, M.Si., Ibu Herlina, M.Kes, Apt., serta Ibu Dina Permata Wijaya, M.Si., Apt selaku dosen pembahas atas saran dan masukan yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
5. Seluruh dosen Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, atas semua ilmu, saran, dan nasihat yang

diberikan kepada penulis sejak awal perkuliahan dan selama penyusunan skripsi ini.

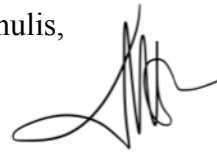
6. Kak Ria, Kak Adi dan analis laboratorium Jurusan Farmasi (Kak Hartawan, Kak Isti, Kak Fitri, Kak Putri (alm), Kak Erwin dan Kak Anti) atas segala bantuan, dukungan, semangat, dan doa yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan, penelitian, hingga penyusunan skripsi ini selesai.
7. Partner perkuliahan, praktikum, liburan, hingga penelitian, Annisa Rizky Amalia yang bersama-sama saling membantu agar bisa menyelesaikan perkuliahan dengan baik.
8. Teman-teman bala nemo yaitu Annisa, Siti Aulia, Dhia Husna, Rezki, Rezita, Anisa Dhea, Dian dan Ade yang telah menemani sejak awal perkuliahan sampai penyusunan skripsi.
9. Kakak-kakak, Teman-teman, dan adik- adik yang selalu menemani, mendengar, mendukung, dan memberikan pertolongan pada penulis selama masa perkuliahan, yaitu Sacharum, Muflihah, Dinar, Dani, Amle, Fidha, Nadiyah, Zaldi, Lelek, Rabel, Ardi, Soel dan Bebot, kak Adum, Kak Dwi, Kak kisul dan lainnya yang tidak bisa ditulis satu-persatu.
10. Pendengar setia sejak awal perkuliahan hingga penyusunan skripsi, Muhammad Fitrah Kholillullah. Terimakasih sudah menemani, menyediakan waktu, memberikan dukungan, semangat, pemikiran-pemikiran positif serta doa kepada penulis selama ini.
11. Teman-teman seperjuangan Farmasi 2016 yang juga selalu memberikan doa, kebersamaan, semua bantuan perkuliahan dan semangat setiap saat kepada penulis.
12. BPH HKMF Unsri 2018 dan 2019 serta semua rekan-rekan dan adik-adik di Himpunan Keluarga Mahasiswa Farmasi. Terimakasih untuk semua kebersamaan, bantuan, doa, masukan, dan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan perkuliahan.
13. Mahasiswa farmasi angkatan 2013, 2014, 2017, 2018, dan 2019 (kakak-kakak atau adik-adik) atas dukungan, kebersamaan, solidaritas, dan bantuan kepada penulis selama perkuliahan, kepengurusan himpunan, penelitian, dan penyusunan skripsi hingga selesai.
14. Sahabatku Sarah Fadhilah, terimakasih sudah menemani penulis sejak SMP dan selalu memberi dukungan, doa, dan semangat hingga sekarang

15. Teman-teman (GANSISTAR) Hanum, Fadhilah, Dhea, Bintang, Asrul, Empi, Ndut, dan Ricky atas semua dukungan, motivasi, dan kebersamaan kita dari awal SMA hingga saat ini.

Semoga Allah memberkahi dan memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan. Penulis sangat berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk perbaikan selanjutnya. Penulis sangat berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan seluruh pembaca.

Inderalaya, 17 November 2020

Penulis,



Berliana Faradisa

NIM. 08061181621012

In Vitro Antibacterial Activity Test of the Combination Between Gelam Putih Leaves (*Melaleuca leucadendra*) and Ginger Rhizome (*Zingiber officinale*) Essential oil Againsts *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* Bacteria

Berliana Faradisa

08061181621012

ABSTRACT

Gelam Putih Leaves and Ginger Rhizome are plants that contain essential oils. This research aims to determine the components in essential oils and to determine the antibacterial activity of the combination both plants against the test bacteria *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* and also the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Killing Concentration (MKC) against each of the tested bacteria. The essential oil was isolated using steam distillation method and combined, the components of the essential oil were analyzed using the Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) method and the antibacterial activity test was carried out using the paper disc diffusion method. The results of GC-MS analysis of essential oil showed that the highest concentration of each chromatogram was Camphene, α -curcumene, and Eugenol. The test results showed that a concentration 5% of the essential oil of gelam putih leaves, ginger rhizome, and the combination of both have a minimum inhibitory diameter of 6 mm, 8.17 mm and 14.67 mm in *S.aureus* and 11.33 mm, 8.83 mm, and 13.33 mm in *E.coli* bacteria. The test of MIC for the combination of essential oils showed a concentration of 5% (v/v) on *e.coli*, and 2.5% (v/v) for *S.aureus* bacteria, the value of MKC cannot be obtained.

Keywords: gelam putih leaves, ginger rhizome, essential oil, combination, gas chromatography-mass spectrometry, antibacterial

**Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Minyak Atsiri Daun Gelam Putih
(*Melaleuca leucadendra*) dan Rimpang Jahe (*Zingiber officinale*) Terhadap
Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Secara In Vitro**

Berliana Faradisa

08061181621012

ABSTRAK

Daun Gelam Putih dan Rimpang Jahe merupakan tumbuhan yang memiliki kandungan minyak atsiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komponen dalam minyak atsiri serta menentukan aktivitas antibakteri kombinasi kedua tumbuhan terhadap bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) serta Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) terhadap masing-masing bakteri uji. Minyak Atsiri diisolasi dengan menggunakan metode destilasi uap dan dikombinasikan, komponen minyak atsiri dianalisa menggunakan metode Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS) dan dilakukan uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi kertas cakram. Hasil analisa GC-MS minyak atsiri, senyawa dengan konsentrasi tertinggi masing-masing kromatogram adalah Camphene, α - curcumene dan Eugenol. Hasil Uji pada konsentrasi 5% menunjukkan bahwa minyak atsiri daun gelam putih, rimpang jahe, dan kombinasi keduanya memiliki diameter hambat minimum sebesar 6 mm, 8,17 mm dan 14,67 mm pada bakteri *S.aureus* dan 11,33 mm, 8,83 mm, dan 13,33 mm pada bakteri *E.coli*. Hasil uji KHM untuk kombinasi minyak atsiri menunjukkan konsentrasi 5% (v/v) pada *E.coli* dan 2,5% (v/v) pada bakteri *S.aureus*, nilai KBM belum dapat diperoleh.

Kata kunci: daun gelam putih, rimpang jahe, minyak atsiri, kombinasi, kromatografi gas-spektrometri massa, antibakteri

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRACT.....	x
ABSTRAK.....	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
DAFTAR ISTILAH.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tumbuhan	5
2.1.1 Tumbuhan <i>Melaleuca leucadendra</i> (L). L	5
2.1.2 Tumbuhan <i>Zingiber officinale</i>	6
2.2 Khasiat dan Kegunaan Tumbuhan	7
2.2.1 Khasiat dan Kegunaan Tumbuhan Gelam Putih.....	7
2.2.2 Khasiat dan Kegunaan Tumbuhan Jahe.....	8
2.3 Kandungan Kimia dan Aktivitas biologis Tanaman.....	8
2.3.1 Kandungan Kimia dan Aktivitas Biologis Gelam Putih	8
2.3.2 Kandungan Kimia dan Aktivitas Biologis Jahe.....	9
2.4 Terpenoid	10
2.5 Minyak Atsiri	10
2.5.1 Definisi Minyak Atsiri.....	10
2.5.2 Pemanfaatan Minyak Atsiri	11
2.6 Isolasi Minyak Atsiri dengan Destilasi.....	11
2.6.1 Penyulingan Air	11
2.6.2 Penyulingan Uap dan Air.....	12
2.6.3 Penyulingan Uap.....	12
2.7 Sifat Fisik Minyak Atsiri	16
2.7.1 Kelarutan.....	14
2.8 Analisis Komponen Kimia Minyak Atsiri dengan GC-MS	14
2.8.1 Kromatografi Gas.....	14
2.8.2 Spektrofotometri Massa.....	15
2.9 Antibakteri	15
2.10 Penggolongan Antibakteri	16

2.10.1	Bakterisidal	16
2.10.2	Bakteriostatik	16
2.11	Mekanisme Kerja	16
2.11.1	Inhibitor Sintesis Dinding Sel Bakteri	16
2.11.2	Inhibitor sintesis protein bakteri	17
2.11.3	Mengubah Permeabilitas Membran Sel	17
2.11.4	Menghambat Sintesis Folat	17
2.11.5	Mengganggu sintesis DNA	17
2.12	Uji Aktivitas Antibakteri	18
2.12.1	Teknik Kertas Cakram	19
2.12.2	Teknik Silinder	19
2.12.3	Teknik Perforasi	19
2.13	Bakteri Uji	20
2.13.1	<i>Staphylococcus aureus</i>	20
2.13.2	<i>Escherichia coli</i>	21
2.14	Kloramfenikol	22
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2	Alat dan Bahan	24
3.2.1	Alat-alat	24
3.2.2	Bahan-bahan	24
3.2.3	Bakteri Uji	24
3.3	Prosedur Kerja	25
3.3.1	Preparasi Sampel	25
3.3.2	Destilasi Minyak Atsiri Gelam Putih dan Rimpang Jahe	25
3.3.3	Pemeriksaan Sifat Fisik Minyak Atsiri	26
3.3.3.1	Organoleptis	26
3.3.3.2	Bobot Jenis (BJ)	26
3.3.3.3	Indeks Bias	27
3.3.4	Analisa Komponen Minyak Atsiri dengan Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS)	27
3.4	Uji Aktivitas Antibakteri	28
3.4.1	Sterilisasi Alat dan Bahan	28
3.4.2	Pembuatan Media	28
3.4.2.1	Media Nutrien Agar	28
3.4.2.2	Media Nutrient Broth	28
3.4.2.3	Pembuatan Larutan Kontrol Negatif	28
3.4.2.4	Pembuatan Larutan Kontrol Positif	29
3.4.3	Peremajaan Bakteri	29
3.4.4	Pembuatan Suspensi Bakteri Uji	29
3.4.5	Penapisan Aktivitas Antibakteri	29
3.4.6	Penentuan KHM	30
3.4.7	Penentuan KBM	31
3.5	Analisis Data	31
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Isolasi dan Preparasi Sampel Minyak Atsiri	32
4.2	Pemeriksaan Sifat Fisik Minyak Atsiri	33
4.2.1	Pengamatan Organoleptis	33

4.2.2	Penetapan Bobot Jenis Minyak Atsiri.....	34
4.2.3	Pemeriksaan Indeks Bias	35
4.3	Analisa Komponen Minyak Atsiri dengan Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS).....	36
4.3.1	Analisa Komponen Minyak Atsiri Daun Gelam Putih	37
4.3.2	Analisa Komponen Minyak Atsiri Rimpang Jahe.....	43
4.3.3	Analisa Komponen Minyak Atsiri Daun Gelam Putih dan Rimpang Jahe.....	47
4.4	Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Minyak Atsiri	51
4.5	Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) Daun Gelam Putih dan Rimpang Jahe.....	55
4.6	Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) Daun Gelam Putih dan Rimpang Jahe.....	56
4.7	Analisis Data	58
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		70
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		112

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kandungan kimia minyak atsiri <i>Melaleuca leucadendra</i>	9
Tabel 2. Pengamatan Organoleptik Minyak Atsiri Daun Gelam Putih dan Rimpang Jahe	33
Tabel 3. Bobot Jenis Minyak Atsiri Daun Gelam Putih dan Rimpang Jahe....	34
Tabel 4. Indeks Bias Minyak Atsiri Daun Gelam Putih dan Rimpang Jahe....	35
Tabel 5. Komponen Minyak Atsiri Daun Gelam Putih Berdasarkan GC-MS	37
Tabel 6. Komponen Minyak Atsiri Rimpang Jahe Berdasarkan GC-MS.....	44
Tabel 7. Komponen Kombinasi Minyak Atsiri Daun Gelam Putih dan Rimpang Jahe Berdasarkan GC-MS.....	48
Tabel 8. Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Minyak Atsiri	52
Tabel 9. Hasil Pengamatan KHM Terhadap Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .	56
Tabel 10. Hasil Pengamatan KHM Terhadap Bakteri <i>Escherichia coli</i>	57
Tabel 11. Hasil Pengujian KBM Terhadap Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tanaman gelam putih (<i>melaleuca leucadendra</i>), daun gelam putih	5
Gambar 2. Tanaman Jahe (<i>Zingiber officinale</i>), rimpang jahe	7
Gambar 3. Mekanisme Kerja Antibiotik	17
Gambar 4. Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	21
Gambar 5. Bakteri <i>Escherichia coli</i>	22
Gambar 6. Struktur Kimia Kloramfenikol	23
Gambar 7. Kromatogram Minyak Atsiri Daun Gelam Putih.....	35
Gambar 8. Spektrum Massa Senyawa α -terpineol.....	39
Gambar 9. Pola Fragmentasi Senyawa α -terpineol.....	39
Gambar 10. Spektrum Massa Senyawa α -pinene	40
Gambar 11. Pola Fragmentasi Senyawa α -pinene	41
Gambar 12. Spektrum Massa Senyawa Eucalyptol	42
Gambar 13. Pola Fragmentasi Senyawa Eucalyptol.....	42
Gambar 14. Kromatogram Minyak Atsiri Rimpang Jahe	43
Gambar 15. Spektrum Massa Senyawa Zingiberene	45
Gambar 16. Pola Fragmentasi Senyawa Zingiberene.....	45
Gambar 17. Spektrum Massa Senyawa α -citral.....	46
Gambar 18. Pola Fragmentasi Senyawa α -citral.....	47
Gambar 19. Spektrum Massa Senyawa α -curcumine	49
Gambar 20. Pola Fragmentasi Senyawa α -curcumine	49
Gambar 21. Spektrum Massa Senyawa Camphene	50
Gambar 22. Pola Fragmentasi Senyawa Camphene	51
Gambar 23. Grafik Zona Hambat Minyak Atsiri Daun Gelam Putih	53
Gambar 24. Grafik Zona Hambat Minyak Atsiri Rimpang Jahe	53
Gambar 25. Grafik Zona Hambat Minyak Atsiri Kombinasi	54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 . Diagram Alir Isolasi Minyak Atsiri Daun Gelam Putih (<i>Melaleuca leucadendra</i>) dan Rimpang Jahe (<i>Zingiber officinale</i>).....	70
Lampiran 2 . Perhitungan Pembuatan Larutan Uji	71
Lampiran 3 . Alat dan Hasil Destilasi Minyak Atsiri	72
Lampiran 4 . Surat Hasil Determinasi Tanaman	73
Lampiran 5 . Hasil Analisis Minyak Atsiri dengan Kromatografi Gas (GC). ..	75
Lampiran 6 . Hasil Analisis Minyak Atsiri dengan Spektrometri Massa (MS) ..	78
Lampiran 7 . Hasil Data SPSS.....	91
Lampiran 8 . Perhitungan Persentase Rendemen Minyak Atsiri.....	102
Lampiran 9 . Perhitungan Bobot Jenis Minyak Atsiri.....	103
Lampiran 10 . Uji Antibakteri.....	104
Lampiran 11 . Dokumentasi Penelitian.....	110

DAFTAR SINGKATAN

b/v	: berat/volume
BJ	: Bobot Jenis
cm	: centimeter
cP	: centipoise
g	: gram
GC-MS	: <i>Gas Chromatography-Mass Spectroscopy</i>
KBM	: Kadar Butuh Minimum
Kg	: Kilogram
KHM	: Konsentrasi Hambat Minimum
L	: Liter
LIPi	: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
mg	: miligram
MIC	: <i>Minimum Inhibitory Concentration</i>
MKC	: <i>Minimum Killing Concentration</i>
ml	: mililiter
mm	: milimeter
N	: Normalitas
NA	: <i>Nutrient Agar</i>
NaCl	: Natrium Klorida
NaOH	: Natrium Hidroksida
NB	: <i>Nutrient Broth</i>
nm	: nanometer
ppm	: <i>part per million</i>
p-value	: <i>probability-value</i>
SD	: Standar Deviasi
Sig	: <i>Significant</i>
v/v	: volume/volume
°C	: Derajat Celcius
°F	: Derajat Fahrenheit

DAFTAR ISTILAH

Anaerob	: Bakteri yang tidak memerlukan oksigen untuk hidup
Bakteriosid	: Antimikroba yang mematikan mikroorganisme
Bakteriostatik	: Antimikroba yang menghentikan pertumbuhan mikroorganisme
Destilasi	: Metode pemisahan campuran yang didasarkan pada perbedaan kemudahan suatu zat untuk menguap pada suhu dan tekanan tertentu.
Difusi	: Perpindahan zat dalam pelarut dari bagian berkonsentrasi tinggi menuju bagian berkonsentrasi rendah
Infeksi	: Serangan atau peningkatan yang sangat cepat oleh mikroorganisme
Inkubasi	: Proses pemeliharaan kultur mikroba
Inokulasi	: Memindahkan bakteri dari medium lama ke medium baru dengan ketelitian sangat tinggi
Isolasi	: Suatu cara untuk mengambil senyawa aktif yang terdapat di dalam tanaman untuk mengetahui khasiatnya
Patogen	: Agen biologis yang menyebabkan penyakit pada inangnya
Permeabilitas	: Kemampuan suatu membran untuk meloloskan sejumlah partikel yang melaluinya
Rendemen	: Perbandingan antara sampel minyak yang diperoleh dengan tanaman
Resistensi	: Ketahanan atau daya tahan terhadap sesuatu
Sinergis	: Efek dari dua bahan kimia yang disatukan lebih besar dari jumlah efeknya yang terpisah pada dosis yang sama
Sterilisasi	: Menghancurkan mikroorganisme termasuk spora dari sebuah benda atau lingkungan
Transmittans	: Fraksi antara intensitas radiasi yang masuk terhadap intensitas yang keluar

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengobatan penyakit secara tradisional menggunakan tanaman telah lama dilakukan oleh masyarakat kita. Sampai saat ini di pedesaan masih banyak masyarakat melakukan swamedikasi yang memegang peranan dalam pengobatan berbagai penyakit menurut Bhalodia dan Shukla, 2011. Beberapa negara berkembang seperti Indonesia, pengobatan tradisional menjadi salah satu pengobatan primer, seiring berjalannya waktu, pengetahuan tentang tumbuhan obat semakin berkembang, dan masyarakat kini lebih cenderung untuk menggunakan obat dari bahan alam. Hal ini karena banyaknya kendala yang ditimbulkan oleh pengguna obat sintesis, seperti harganya mahal dan penggunaan antibiotika pada penyakit dapat menumbulkan resistensi terhadap bakteri (Febriyanti, 2010).

Daun gelam putih dan rimpang jahe merupakan tanaman yang potensial penghasil minyak atsiri di Indonesia tetapi belum dikembangkan untuk bahan obat. Daun gelam putih dan rimpang jahe memiliki kandungan minyak atsiri dan berpotensi sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Ali dkk., 2013; Sefrianty, 2015). Tanaman gelam merupakan tanaman yang hidup liar tersebar pada daerah rawa Sumatera Selatan, dan ada juga yang dibudidayakan (Haryati dkk., 2017). Tanaman rimpang jahe banyak dibudidayakan di kebun dan mudah didapat. Secara tradisional daun gelam dan rimpang jahe dapat digunakan untuk obat luka, digigit serangga, sakit perut dan obat

demam.

Minyak atsiri rimpang jahe mengandung pati 20-60%, oleoresin, damar, asam organik, asam malat, asam oksalat, gingerin, gingeron, minyak damar, flavonoid, polifenol, alkaloid, dan musilago. Minyak atsiri jahe mengandung zingiberol, linalol, kavikol, dan geraniol (Suranto, 2004). Terpenoid merupakan senyawa yang memiliki khasiat sebagai antioksidan dan antibakteri. Beberapa senyawa terpenoid pernah dilaporkan aktif sebagai antibakteri. Terpenoid dapat bersifat antibakteri dengan merusak membran sel bakteri (Gunawan *et al.*, 2008).

Minyak atsiri daun gelam putih mengandung senyawa sineol, alfa-tripienol, valeraldehida, dan benzaldehida. Minyak atsiri gelam putih sering disebut minyak kayu putih yang digunakan untuk mengobati beberapa penyakit seperti antiseptik dan bakteri, insektisida, dan vermifuge, dekongestan dan ekspektoran, kosmetik dan tonik, perangsang dan sudorofirik, analgesik, panas, dan anti sakit saraf (Krisnaningrum, 2011). Menurut Duke *et al.* (2002) daun gelam putih mengandung minyak atsiri dengan komponen senyawa golongan terpenoid.

Menurut penelitian Ali dkk. (2013) bahwa minyak atsiri rimpang jahe memiliki konsentrasi hambat minimum (KHM) sebesar 0,78125% baik untuk bakteri *Staphylococcus aureus* maupun *Escherichia coli*, dan minyak atsiri daun gelam dilaporkan memiliki KHM sebesar 0,5% untuk *Staphylococcus aureus* dan 3% untuk *Escherichia coli* (Sefrianty, 2015), belum ditemukan data konsentrasi bunuh minimum dari daun gelam putih dan rimpang jahe.

Aktivitas antimikroba minyak atsiri banyak ditemukan pada kandungan terpenoid yang teroksigenasi seperti alkohol dan terpen fenolik serta beberapa

hidrokarbon. Interaksi antar komponen tersebut dapat menyebabkan efek antagonis, aditif, atau sinergis. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri secara keseluruhan memiliki aktivitas antibakteri yang lebih tinggi campuran komponen utama mereka, sehingga komponen minor sangat penting untuk aktivitas sinergis, meskipun efek antagonis dan aditif juga telah diteliti (Bassolé *et al.*, 2010).

Berdasarkan skrining fitokimia terhadap daun gelam putih dan rimpang jahe positif mengandung terpenoid. Penelitian ini perlu dikaji baik komposisi komponen kimia maupun uji aktivitas antibakteri dari kombinasi daun gelam putih dan rimpang jahe. Pemisahan minyak atsiri daun gelam putih dan rimpang jahe dilakukan dengan cara destilasi uap. Minyak atsiri yang diperoleh dilakukan uji aktivitas antibakteri secara *in vitro* terhadap bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan cara menentukan KHM dan KBM serta analisis kandungan kimia menggunakan Kromatografi Gas-Spektrofotometri Massa (GC-MS).

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah kombinasi minyak atsiri daun gelam putih dan rimpang jahe dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*?
2. Berapa konsentrasi yang paling efektif dari kombinasi minyak atsiri daun gelam putih dan rimpang jahe dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* ?
3. Berapa konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum kombinasi minyak atsiri terhadap bakteri uji?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan efektivitas antibakteri kombinasi minyak atsiri daun gelam putih dan rimpang jahe dengan menggunakan bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.
2. Menentukan konsentrasi paling efektif dari kombinasi minyak atsiri daun gelam putih dan rimpang jahe dalam menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.
3. Menentukan konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum yang dapat dihasilkan oleh kombinasi minyak atsiri daun gelam putih dan rimpang jahe.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi lembaga penelitian dan masyarakat mengenai aktivitas antibakteri yang dihasilkan dari kombinasi minyak atsiri daun gelam putih dan rimpang jahe yang didasarkan pada nilai konsentrasi hambat minimum (KHM) dan konsentrasi bunuh minimum (KBM). Selain itu penelitian ini diharapkan memberikan informasi serta ilmu pengetahuan dalam pengembangan obat-obat baru yang berasal dari bahan alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, A. 2000, *Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika*, ITB, Bandung, Indonesia.
- Ahmed R.S., Seth V dan Banarjee B.D. 2000, Influence of dietary ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) on antioxidant defense system in rat: comparison with ascorbic acid, *Indian Journal of Experimental Biology*, **38(6)**: 604-606.
- Alexander K, Strete D, Niles MJ. 2007, *Organismal and molecular Microbiology*, McGraw Hill Higer Education, USA.
- Ali, N.A., Martina, W., Arnold, N., Lindequist, U. & Wessjohan, L. 2008. Essential Oil Composition from Oleogum Resin of Soqotraen *Commiphora Kua*. *J Rec. Nad. Prod.*, **2(3)**: 70-75.
- Ali S, Baharuddin M, Sappewali. 2013, Pengujian Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) Terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, UIN Alauddin Makassar, Makassar, Indonesia.
- Angelia, D. 2016, Penentuan Bobot Jenis dan Indeks Bias Serta Kelarutan dalam Etanol dari Beberapa Produk Minyak Kayu Putih, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2006, *SNI 06-3954-2006, Standar Mutu Minyak Kayu Putih*, BSN, Jakarta, Indonesia.
- Bassolé IHN, Lamien-Meda A, Bayala B, Tirogo S, Franz C, Novak J, Nebié RC, Dicko MH. 2010, Composition and antimicrobial activities of *Lippia multiflora* Moldenke, *Mentha piperita* L. and *Ocimum basilicum* L. essential oils and their major monoterpene alcohols alone and in combination. *Molecules*, **11(15)**: 7825–7839.
- Ben AA, Combes S, Preziosi-Belloy L, Gontard N, Chalier P. 2006, Antimicrobial activity of carvacrol related to its chemical structure. *J. Appl. Microbiol.* **4(43)**: 149–154.
- Bhalodia, N.R., Shukla, V.J., 2011. Antibacterial and Antifungal Activities From Leaf Extracts of *Casia fistula* I. : An ethnomedical Plant, *J. Adv. Pharm Technol Res.* **2(2)**:104-109.
- Bobbarala, V. 2012, *Antimicrobial Agents*, Intech, Croatia.

- Brooks, G.F., Buel, J.S. dan Morse, S.A. 2001, *Mikrobiologi kedokteran*. Buku 1, Penerjemah dan editor: Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Edisi Pertama, Salemba Medika, Jakarta, Indonesia.
- Buckle. 2007, *Mikrobiologi Terapan*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.
- Cummings, B. 2006, *The Action of Antimicrobial Drugs*, Pearson Education, Inc., London.
- Dalimartha, S. 2008, *Atlas Tumbuhan Obat Jilid 5*, PT. Pustaka Bunda, Jakarta.
- Ditjen BKAK. 2014, Farmakope Indonesia Edisi V, Departemen Kesehatan RI, Jakarta, Indonesia.
- Djamal, R. 2010, *Kimia Bahan Alam: Prinsip-Prinsip Dasar Isolasi dan Identifikasi*, Universitas Baiturrahmah, Padang, Indonesia.
- Duke, J.A., Bogenschutz-Godwin, M.J., Du Cellier, J. & Duke, P.A.K. 2002, *Handbook of Medicinal Herbs*, 2th edition, CRS Press, New York, USA.
- Elganyar. 2006, *Identifikasi dan Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Bunga Legetan (Spilanthes paniculata Wall)*, Makalah disajikan dalam Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia, Departemen Perindustrian Republik Indonesia, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia.
- Elliot, A.C. & Woodward, W.A. 2007, *Statistical Analysis Quick Reference Guidebook with SPSS Example*. 1th edition, Sage Publications, London, UK.
- Febriyati. 2010, Analisis Komponen Kimia Fraksi Minyak Atsiri Daun Sirih (*Piper bettla Linn.*) dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap Beberapa Jenis Bakteri Gram Positif [Skripsi]. UIN Syarif Hidayatullah: Jakarta, Indonesia.
- Goñi P, Lopez P, Sanchez C, Gomez-Lus R, Becerril R. 2009, Antimicrobial activity in the vapour phase of a combination of cinnamon and clove essential oils , *Food Chem*, 116:982-989.
- Guenther, E. 2006, *Minyak Atsiri*, Jilid 1, diterjemahkan dari Bahasa Inggris oleh S. Ketaren, UI Press, Jakarta, Indonesia.

- Gunawan, I. W. G., Bawa, I.G. A. G., dan Sutrinayati, N.L. 2008, Isolasi dan Identifikasi Senyawa Terpenoid yang Aktif Antibakteri pada Herba Meniran (*Phyllanthus niruri* Linn), Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Indonesia.
- Guo, L., Jin-zong W., Tin H., Tong C. & Khalid R. 2008. Chemical Composition, Antifungal and Antitumor of Ether Extracts of *Scapania verrucosa* Heeg and Its Endophytic Fungus *Chaetomium fusiforme*, *J Molecules*, **13**: 2114- 2125.
- Hamdi, A.S. & Bahrudin, E. 2014, *Metode Penelitian Kuantitatif: Aplikasi dalam Pendidikan*, Deepublish, Yogyakarta, Indonesia.
- Harmono dan A. Andoko. 2005, *Budidaya dan Peluang Bisnis Jahe*, Agromedia Pustaka, Jakarta, Indonesia.
- Hartawan. 2014. *Studi Interaksi HPMC dengan Minyak Atsiri Daun Gelam yang Berefek sebagai Antibakteri dengan Metode Linght Scanttering Electron Microscopy (SEM) dan Fourer Transform Infrared (FTIR)*, Skripsi, S. Farm., Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi (STIFI) Bhakti Pertiwi, Palembang, Indonesia.
- Haryati S, Yulhan AT, Asparia L. 2017, *Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Kayu Gelam (Melalauca leucadendron) yang Berasal dari Tanjung Api- Api Sumatera Selatan*, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia.
- Hidayah, I.R., Erma,N., Isnaeni. 2014, *Daya Hambat Kombinasi Susu Probiotik (Lactobacillus acidophilus dan Lactobacillus bulgaricus) dan Pasta Tomat Terhadap Escherichia coli dan Staphylococcus aureus*, Berkala Ilmiah Kimia Farmasi, FF Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia.
- Hogg, S. 2005, *Essenstial microbiology*, John Wiley and Sons Ltd. Chichester, USA.
- Janet L. Stringer. 2006, *Konsep Dasar Panduan Farmakologi untuk Panduan Mahasiswa, Edisi 3*, Buku Kedokteran EGC, Jakarta, Indonesia.
- Jawetz *et al.* 2001. Mikrobiologi Kedokteran, Buku I, Edisi I, Alih bahasa: Bagian Mikrobiologi, FKU Unair, Salemba Medika, Jakarta, Indonesia.
- Katzung BG. 2004, *Farmakologi Dasar dan Klinik*, Salemba Medika, Jakarta, Indonesia.

- Kester, M., V rana, K.E., Quraishi, S.A., Dowhower Karpa, K. 2007. *Elsevier's Integrated Pharmacology*, Mosby Elsevier, Philadelphia.
- Kunkel, TA. 2009, Envolving views of DNA replication (in) fidelity, *Cold Spring Harb Symp Quant Biol*.
- Krisnaningrum W. 2011, *Pengambilan Miyak Atsiri Daun Kayu Putih (Melaleuca Leucadendron L.) Dengan Metode Destilasi Air di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional Tawangmangu, Skripsi*, UNS, Surakarta, Indonesia.
- Lutony, T. 2002, *Produksi dan Perdagangan Minyak Atsiri*, Penerbit Swadaya, Jakarta, Indonesia.
- Madigan, M. T., Martinko, J.M. dan Parker, J. 2003, *Biology of microorganisms*, 10th edition, Pearson Education, Washington DC, USA.
- Morales, G. P. Sierra, Mancilla, A. Paredes, L.A., Loyola, O. Gallardo, and J. Bourquez. 2003. Secondary metabolites of four medicinal plants from Nothern Chiles, antimicrobial activity, and biotoxicity against *Artemia salina*. *J. Chile Chem* **48(2)**:35 -41
- Nagegowda, D.A. 2010, *Plant volatile terpenoid metabolism : Biosynthetic Genes, Transcriptional Regulation Subcellular Compartmentation*, *FEBS Latter*. Hal: 2965-2973.
- Natta L, Orapin K, Krittika N, Pantip B. 2008, *Essential Oil from Five Zingiberaceae for Anti Food-Borne Bacteria*. *Inf Food Res J*.
- Niessen WMA. 2001, *Current Practice of Gas Chromatography-Mass Spectrometry*, Marcel Dekker, Inc, Switzerland.
- Nurcahyani, Agustina dan Timous. 2011, Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Ekstrak Polar dan Nonpolar Biji Selasih (*Ocimum sanctum* L), *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, **12 (1)**
- Nursal, S. W. dan W. S. Juwita. 2006, Bioaktifitas Ekstrak Jahe (*Zingiber officinale* Roxb) dalam Menghambat Pertumbuhan Koloni Bakteri *Escherichia Coli* dan *Bacillus Subtilis*, *Jurnal Biogenesis Vol. 2(2)*:64-66, Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UNRI, Riau, Indonesia.

- Novalny, D. 2006, *Pengaruh Ukuran Rajangan Daun dan Lama Penyulingan terhadap Rendemen dan Karakteristik Minyak Sirih (Piper betle L)*, Skripsi, S.P., Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pertiwi, Nursitasari. 2010, *Uji Aktivitas Antibakteri dan Mekanisme Hambat Ekstrak Air Campuran Daun Piper betle L Terhadap Bakteri Uji*, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Pichersky E, Noel JP, Dudareva N. 2006, *Biosynthesis of plant volatiles: Nature's diversity and ingenuity*, Science, **2(311)**: 808–811.
- Prakatthagomol W, Klayraung S, Okonogi S. 2011, *Bactericidal action of Alpinia galanga essential oil on food-borne Bacteria, Drug Disc and Ther.*
- Pratiwi, S.T. 2008, *Mikrobiologi farmasi*, Erlangga, Jakarta, Indonesia.
- Prasetyo Y.T. 2003, *Teknologi Tepat Guna INSTAN Jahe, Kunyit, Kencur, Temulawak*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta, Indonesia.
- Prescott, L.M., Harley, J.P. & Klein, D.A. 2005. *Microbiology*. 6th edition, McGraw Hill Hall, New York, USA.
- PubChem (*Public Chemical Database*). 2005, *α -terpineole (online)* diakses pada tanggal 9 Oktober 2020, <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/alpha-TERPINEOL>>
- PubChem (*Public Chemical Database*). 2005, *α -curcumene (online)* diakses pada tanggal 9 Oktober 2020, <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/alpha-CURCUMENE>>
- PubChem (*Public Chemical Database*). 2005, *Cineole (online)* diakses pada tanggal 9 Oktober 2020, <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Eucalyptol>>
- PubChem (*Public Chemical Database*). 2016, *α -pinene (online)* diakses pada tanggal 9 Oktober 2020, <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/alpha-pinene>>
- PubChem (*Public Chemical Database*). 2019, *α - citral (online)* diakses pada tanggal 9 Oktober 2020, <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/alpha-citral>>

- PubChem (*Public Chemical Database*). 2019, *Camphene (online)* diakses pada tanggal 9 Oktober 2020, <
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/camphene>>
- PubChem (*Public Chemical Database*). 2019, *Zingiberene (online)* diakses pada tanggal 29 Juli 2020, <
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/zingiberene>>
- Radji, Maksum. 2010, *Buku Ajar Mikrobiologi Panduan Mahasiswa Farmasi dan Kedokteran*, EGC, Jakarta, Indonesia.
- Salni, Hanifa, M., dan Ratna, W. M., 2011, Isolasi Senyawa Antibakteri Dari Daun Jengkol (*Pithecolobium lobatum Benth*) dan Penentuan Nilai KHM-nya, *Jurnal Penelitian Sains*, Vol. 14, 40, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Santiesteban LA, Palou E, López-Malo A. 2007, Susceptibility of food-borne bacteria to binary combinations of antimicrobials at selected a(w) and pH, *J. Appl. Microbiol*, **8(102)**: 486–497.
- Santosa, Budi, P. & Ashari. 2005, *Analisis Statistik dengan Microsoft Excel dan SPSS*, Andi, Yogyakarta, Indonesia.
- Saptarini. 2007, Aktivitas Antimikroba Fraksi Ekstrak Etanol Buah Pinang (*Areca catechu L.*) pada Bakteri Methicillin Resistant *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal MKB*. **46** (2). 94-99.
- Sastrohamidjojo, H. 2004, *Kimia Minyak Atsiri*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, Indonesia.
- Sefrianty, Dwi. 2015, Identifikasi Minyak Atsiri dan Uji Aktivitas Antimikroba Invitro dari Daun Gelam Tikus (*Melaleuca leucadendra* var. minor (Sm.) Duthie), Skripsi, S.Farm., Farmasi Universitas Sriwijaya, Palembang, Sumatera Selatan.
- Setyawan, A.D. 2002, Keragaman Varietas Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) berdasarkan Kandungan Kimia Minyak Atsiri, *Jurnal Biologi FMIPA, BioSMART* **4(2)** : 48-54, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Sihite, D.T. 2009. *Karakteristik Minyak Atsiri Jerangau (Acorus calamus)*, Skripsi, S.P., Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia.

- Singh G, Kapoor IPS, Singh P, de Heluani CD, de Lampasona MP. 2008. Chemistry, antioxidant and antimicrobial investigations on essential oil and oleoresins of *Zingiber officinale*, *Food Chem Toxicol* **46**:3295-3302.
- Siregar, Irma. 2010, *Isolasi dan Analisis Komponen Minyak Atsiri dari Daun Kayu Putih (Melaleuca folium) Segar dan Kering Secara GC-MS*, Skripsi, FF Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia.
- Staf pengajar FTI UII. 2013, *Modul praktikum statistik industri*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia.
- Stoilova I., A. Krastanov, A. Stoyanova, P. Denev dan S. Gargova. 2006, *Antioxidant activity of a Ginger Extract (Zingiber officinale)*, *Food Chemistry*, **102**: 764-770.
- Subandi, 2010. *Mikrobiologi di Perguruan Tinggi Islam*, Gunung Djati Press, Bandung, Indonesia.
- Sundari, D. dan M. W. Winarno. 2000, *Informasi Tumbuhan Obat Sebagai Anti Jamur*, Puslitbang-Balitbangkes Depkes RI, Jakarta, Indonesia.
- Suranto, A. 2004, *Khasiat dan Manfaat Madu Herbal*, Agromedia Pustaka, Jakarta, Indonesia.
- Susanti, Meri. 2017, *Kromatografi Cair Kinerja Tinggi*, Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas, Padang, Indonesia.
- Tanu, I. 2009. *Farmakologi dan Terapi*, Edisi 5. FKUI, Jakarta, Indonesia.
- Thomas, A.N. 2007, *Tanaman Obat Tradisional 2*, Kanisius, Yogyakarta, Indonesia.
- Tortora, G.J. 2001, *Microbiology and Introduction*, Edisi Ketujuh: Addison Wesley Longman, Inc, New York.
- Turgis M, Dang Vu K, Dupont C, Lacroix M. 2012, Combined antimicrobial effect of essential oils and bacteriocins against foodborne pathogens and food spoilage bacteria, *Food Res Int* , **48**:696-702.
- Wanger, A. 2007, *Disk diffusion and gradient methodologies, in: antimicrobial susceptibility testing protocols*, Editor: R. Schwalbe, L.Steele-Moore, and A.C. Goodwin, Boca Raton: CRC Press, Texas, USA.

- Wannissorn B, Maneesin P, Tubtimtes S, Wangchanachai G. 2009, Antimicrobial activity of essential oils extracted from Thai herbs and spices, *Asian J Food and Agro-Industry*. **2**:677-689.
- Wardana, Heru D, Barwa NS, Kongsjahju A, Iqbal A, Khalid M, dan Taryadi RR. 2002, *Budi Daya secara Organik Tanaman Obat Rimpang*, Penebar Swadaya, Jakarta, Indonesia.
- Winarti, C. dan Nurdjanah, N., 2005, Peluang Tanaman Rempah dan Obat Sebagai Sumber Pangan Fungsional, *Jurnal Litbang Pertanian*, **24**:2, 47- 55.

