

**PENGARUH MINYAK ATSIRI *Lavandula angustifolia* TERHADAP
DIAMETER ZONA HAMBAT, KEBOCORAN ASAM NUKLEAT DAN
PROTEIN**

(Uji In Vitro pada Bakteri *Propionibacterium acnes*)

Tesis



Magister Ilmu Biomedik

Riska Dwi Kurniasari

MBK.1710010126

PROGRAM STUDI MAGISTER BIOMEDIK

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

SEMARANG 2021

TESIS

PENGARUH MINYAK ATSIRI *Lavandula angustifolia* TERHADAP
DIAMETER ZONA HAMBAT, KEBOCORAN ASAM
NUKLEAT DAN PROTEIN
(Uji *In vitro* pada Bakteri *Propionibacterium acnes*)

Disusun oleh

Riska Dwi Kurniasari

MBK10010126

Menyetujui,
Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Atina Husaana, M.Si, Apt Assoc. Prof. Dr. dr. Agung Putra, M.Si, Med

Mengetahui,

Ketua Program Studi Magister Ilmu Biomedik
Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung



Assoc. Prof. Dr. dr. Agung Putra, M.Si, Med

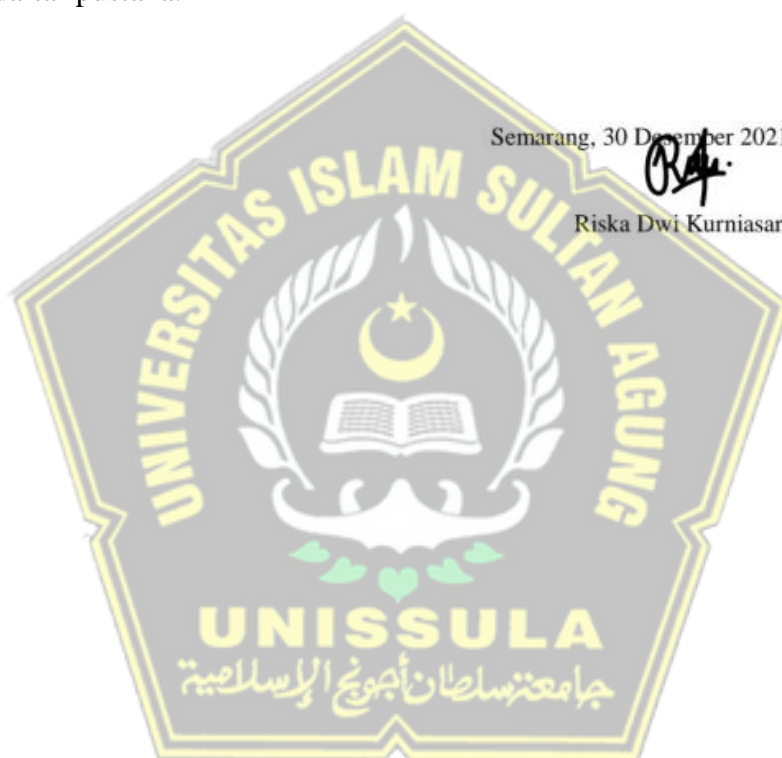
PERNYATAAN

Pernyataan ini saya tulis guna menyatakan bahwa tesis ini merupakan hasil karya yang saya tulis dan kerjakan sendiri. Tesis ini bukan merupakan karya yang pernah dipakai untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada perguruan tinggi lain. Ilmu serta pengetahuan yang didapatkan berasal dari sumber yang telah ditulis dalam daftar pustaka.

Semarang, 30 Desember 2021



Riska Dwi Kurniasari



ABSTRAK

Pendahuluan: Antibiotik telah secara rutin digunakan untuk melawan *Propionibacterium acnes* (*P. acnes*), namun resistensi antibiotik dari *P. acnes* menjadi masalah global. Senyawa alami yang berasal dari minyak atsiri dikenal memiliki sejarah penggunaan yang panjang dan telah terbukti memiliki efek samping yang rendah untuk mengobati jerawat vulgaris. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuktikan peningkatan pembentukan zona hambat, kebocoran asam nukleat dan protein.

Metode: Jenis penelitian berupa eksperimental laboratorium in vitro yang dirancang menggunakan *post test only control group design* dengan 3 ulangan. Hasilnya disajikan dalam hal peningkatan diameter zona hambat dan meningkatnya nilai absorbansi asam nukleat dan kebocoran protein dan data yang diuji secara statistik. Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan secara in vitro dengan metode difusi sumuran. Inkubasi dilakukan selama 24 jam pada suhu 37°C. Minyak atsiri lavender dibuat seri dengan kadar 100, 50, 25, 12.5, 6.25 dan 3.125 mg/ml. Minyak atsiri lavender pada konsentrasi 100, 50, 25 mg/ml dan kontrol positif berupa tetrasiklin 1% membentuk zona hambatan pada sekeliling sumuran. Sedangkan pada pengujian minyak atsiri lavender dosis 12.5, 6.25 dan 3.125 mg/ml serta kelompok kontrol negatif berupa etanol destilat tidak membentuk zona hambatan di sekeliling sumuran.

Hasil: Nilai diameter zona hambat terbentuk dari kontrol positif berupa tetrasiklin 1% dilanjutkan minyak atsiri lavender pada kadar 100, 50 dan 25 mg/ml. Nilai rerata diameter zona hambat yang dihasilkan secara berurutan adalah 20,29,

14.55, 13.17, 12.76 mm. Minyak esensial lavender termasuk dalam kategori kuat antibakteri. Hasil pengujian Kruskal-Wallis didapatkan nilai sig sebesar 0,034 (< 0,05). Hasil menerangkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok. Nilai absorbansi kebocoran asam nukleat dan protein dengan nilai tertinggi terdapat pada minyak atsiri dengan konsentrasi 2 KHM (0,4751), 1 KHM (0,3402) dan kelompok kontrol tanpa perlakuan (0,0152). Nilai absorbansi kebocoran protein (280 nm) dengan rendemen tertinggi berturut-turut terdapat pada minyak atsiri lavender dengan konsentrasi 2 KHM (0,2386), 1 KHM (0,0888) dan kelompok kontrol tanpa perlakuan (0,0129). Nilai sig. berdasarkan pengujian LSD sebesar 0,000 ($p < 0,05$) pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan, hasil ini memperlihatkan perbedaan signifikan pada kelompok kontrol serta seluruh kelompok perlakuan 1 dan 2 KHM (260 dan 280 nm).

Kesimpulan: Minyak atsiri *Lavandula angustifolia* konsentrasi 100, 50, 25mg/ml berpengaruh nyata pada peningkatan nilai zona hambatan pada *Propionibacterium acnes* dan pada KHM 1 dan KHM 2 berpengaruh nyata terhadap kebocoran asam nukleat dan protein.

Kata Kunci: Zona Hambat, Kebocoran Asam Nuklat, *Lavandula angustifolia*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Rasa syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, taufik serta hidayah kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penyusunan tesis dengan judul “PENGARUH MINYAK ATSIRI *Lavandula angustifolia* TERHADAP DIAMETER ZONA HAMBAT, KEBOCORAN ASAM NUKLEAT DAN PROTEIN (Uji In Vitro terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*)”. Penyusunan tesis ini merupakan salah satu syarat kelulusan yang harus terpenuhi dalam pendidikan Magister Ilmu Biomedik Universitas Islam Sulthan Agung Semarang.

Tesis ini dapat diselesaikan dengan banyaknya bimbingan dan motivasi dari banyak pihak terkait. Penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada :

1. Kepada bapak Drs. H. Bedjo Santoso, M.T.,Ph.D rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Kepada bapak Dr. dr. H. Setyo Trisnadi Sp. KF. SH dekan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Kepada bapak Assoc. Prof. Dr. dr. Agung Putra, M.Si, Med selaku Ketua Program Studi Magister Ilmi Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung.
4. Kepada ibu Dr. Atina Husaana, M.Si, Apt selaku dosen pembimbing pertama yang telah membimbing dan mengarahkan serta meluangkan waktu pada saat penulisan tesis.
5. Kepada bapak Assoc. Prof. Dr. dr. Agung Putra, M.Si, Med selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing dan mengarahkan serta meluangkan waktu pada saat penulisan tesis.

6. Kepada ibu Dr. Titiek Sumarawati, M.Kes selaku penguji I yang telah membimbing dan mengarahkan serta meluangkan waktu pada saat penulisan tesis.
7. Kepada ibu Dr. Siti Thomas Z, SKM,M.Kes selaku penguji II yang telah membimbing dan mengarahkan serta meluangkan waktu pada saat penulisan tesis.
8. Kepada ibu Dr. dr. Chodidjah, M.Kes selaku penguji III yang telah membimbing dan mengarahkan serta meluangkan waktu pada saat penulisan tesis.
9. Kepada semua pengajar/dosen program Studi Magister Ilmu Biomedik yang sudah memberikan banyak ilmu serta bimbingannya selama proses belajar.
10. Kepada suami yang senantiasa mendukung dan mendoakan.
11. Kepada orang tua yang senantiasa mendukung serta mendoakan.
12. Segenap staf administrasi senjang pasca sarjana Magister Ilmu Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
13. Teman-teman senjang pasca sarjana Magister Ilmu Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
14. Kepada seluruh pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya penulisan tesis ini.

Dalam penyusunan proposal tesis ini penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan, sehingga penulis berharap banyak masukan terkait perbaikan penulisan tesis. Semoga tesis ini dapat bermanfaat untuk pengembangan ilmu dibidang kesehatan.

Wasalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 30 Desember 2021



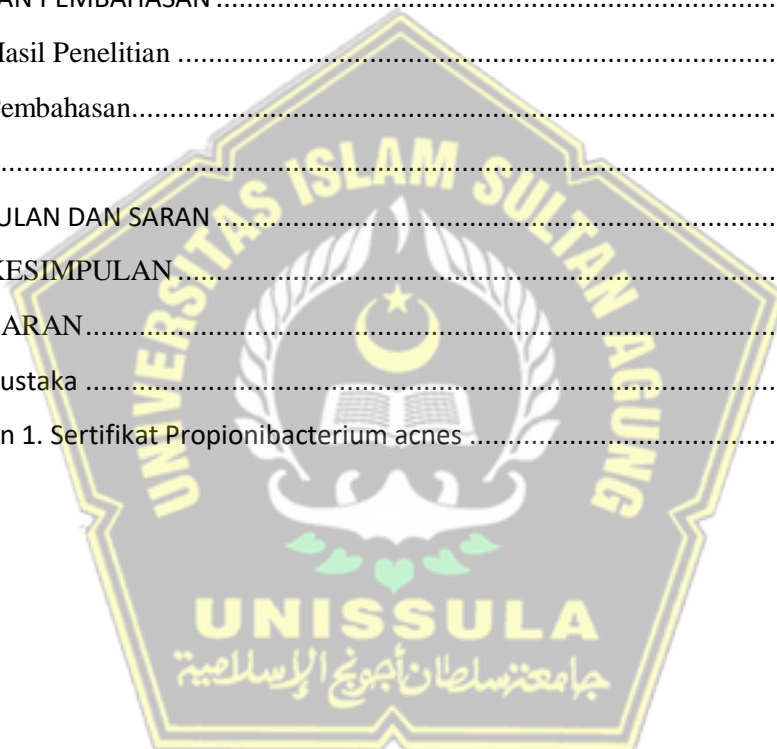
Riska Dwi Kurniasari

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG MASALAH	1
1.2. PERUMUSAN MASALAH.....	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.3.1. Tujuan Umum.....	3
1.3.2. Tujuan Khusus.....	3
1.4. ORIGINALITAS PENELITIAN.....	3
1.5. MANFAAT PENELITIAN.....	7
1.5.1. Mantaat secara Teoritis.....	7
1.5.2. Manfaat secara Praktis.....	7
BAB II.....	8
TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Antibakteri	8
2.2. <i>Propionibacterium acnes</i>	10
2.2.1. Klasifikasi Bakteri	10
2.2.2. Morfologi Bakteri	11
2.2.4. Sifat Pertumbuhan	14
2.2.5. Habitat.....	14
2.3. Acne Vulgaris.....	14
2.3.1. Patogenesis Acne Vulgaris.....	15

Gambar 4. Patogenesis acne vulgaris ⁽²⁷⁾	15
2.3.2. Pengobatan Acne Vulgaris	16
2.4. Resistensi Antibiotik.....	16
2.5. Senyawa Kimia dalam Tanaman Sebagai Antibakteri.....	16
2.6. Metode Pengujian Aktivitas Antibakteri	20
2.7. Bunga Lavender (<i>Lavandula angustifolia</i>).....	22
2.8. Pengaruh Pemberian Minyak Atsiri Bunga Lavender (<i>Lavandula angustifolia</i>) Terhadap Aktivitas Antibakteri serta Kebocoran Asam Nukleat dan Protein Sel Bakteri <i>Propionibacterium acnes</i> Penyebab Jerawat	26
BAB III	28
KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS.....	28
3.1. KERANGKA TEORI	28
3.2. KERANGKA KONSEP	29
3.3. HIPOTESIS.....	30
BAB IV.....	31
METODE PENELITIAN	31
4.1. Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian	31
4.2. Tempat dan Waktu Penelitian	32
4.3. Populasi dan Sampel Penelitian	33
4.4. Variabel Penelitian	33
4.5. Devinisi Operasional	34
4.5.1. Minyak Atsiri Bunga Lavender (<i>Lavandula angustifolia</i>)	34
4.5.2. Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Bunga Lavender (<i>Lavandula angustifolia</i>) terhadap Bakteri <i>Propionibacterium acnes</i>	34
4.5.3. Penentuan Kadar Hambat Minimum (KHM) Minyak Atsiri Bunga Lavender (<i>Lavandula angustifolia</i>) terhadap Bakteri <i>Propionibacterium acnes</i>	35
4.5.4. Analisis Kebocoran Asam Nukleat dan Protein	35
4.6. Bahan dan Alat Penelitian.....	36
4.7. Tahapan Penelitian	36
4.7.1. Preparasi minyak Atsiri Bunga Lavender (<i>Lavandula angustifolia</i>)	36
4.7.2. Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Bunga Lavender (<i>Lavandula angustifolia</i>) terhadap Bakteri <i>Propionibacterium acnes</i>	36

4.7.3. Penentuan Kadar Hambat Minimum (KHM) Minyak Atsiri Bunga Lavender (<i>Lavandula angustifolia</i>) terhadap Bakteri <i>Propionibacterium acnes</i>	39
4.7.4. Analisis Kebocoran Asam Nukleat dan Protein	39
4.7.5. Standarisasi Penelitian	40
4.8. Alur Kerja	41
4.9. Tehnik Pengumpulan Data.....	42
4.10. Analisis Data	42
BAB V	43
HASIL DAN PEMBAHASAN	43
5.1. Hasil Penelitian	43
5.2. Pembahasan.....	52
BAB VI.....	60
KESIMPULAN DAN SARAN	60
6.1. KESIMPULAN	60
6.2. SARAN	60
Daftar Pustaka	61
Lampiran 1. Sertifikat <i>Propionibacterium acnes</i>	68



DAFTAR SINGKATAN

AAM	: N-asetilmuramat
ADP	: Adenosi difosfat
AGA	: N-asetilglukosamil
ATCC	: <i>American type culture collection</i>
ATP	: Adenosin Tripospat
CFU	: <i>Colony Forming Unit</i>
COA	: Certificate of Analysis
DNA	: <i>Deoxyribonucleic acid</i>
FADH	: <i>Flavin adenine dinukleotida</i>
E.Coli	: <i>Escherichia coli</i>
GyrB	: <i>Gyrase B</i>
KBM	: Kadar Bunuh Minimum
KHM	: Kadar Hambat Minimum
MDR	: <i>Multidrug resisten</i>
mg	: Miligram
MIC	: <i>Minimum Inhibitory Concentration</i>
ml	: Mililiter
mm	: Milimeter
NaCl	: <i>Natrium Chloride</i>
<i>P. acnes</i>	: <i>Propionibacterium acnes</i>
pH	: <i>Potential hydrogen</i>
RNA	: <i>Ribonucleic acid</i>

ROS	: <i>Reactive Oxygen Species</i>
Rpm	: <i>Revolutions per minute</i>
SEM	: <i>Scanning electron microscope</i>
SD	: Standar Deviasi
SDH	: <i>Succinate dehydrogenase</i>
TCA	: <i>Tricarboxylic acid</i>
TSA	: <i>Tryptic Soy Agar</i>
UV-Vis	: <i>Ultra Violet-Visible</i>
V/V	: Volume/Volume
μm	: Mikrometer



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Originalitas Penelitian	4
Tabel 2. Rata-rata diameter zona hambat (mm) minyak atsiri bunga lavender (<i>Lavandula angustifolia</i>), kontrol positif dan kontrol terhadap <i>Propionibacterium acnes</i>	46
Tabel 3. Nilai sig. kelompok perlakuan Vs kelompok kontrol	48
Tabel 4. Nilai KHM minyak atsiri bunga lavender terhadap <i>Propionibacterium acnes</i>	49
Tabel 5. Nilai Absorbansi pada Panjang Gelombang 260 dan 280nm	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Propionibacterium acnes</i>	8
Gambar 2. Mekanisme senyawa antibakteri	10
Gambar 3. Bunga Lavender (<i>Lavandula angustifolia</i>)	13
Gambar 4. Patogenesis acne vulgaris.....	15
Gambar 5. Bunga Lavender (<i>Lavandula angustifolia</i>)	23
Gambar 6. Kerangka Teori.....	30
Gambar 7. Kerangka Konsep	30
Gambar 8 Uji hambatan pertumbuhan pada <i>P.acnes</i>	45
Gambar 9. Grafik hubungan antara konsentrasi minyak atsiri bunga lavender dengan diameter zona hambat terhadap bakteri <i>Propionibacterium acnes</i>	47
Gambar 10. Grafik Nilai Absorbansi pada Kebocoran Asam Nukleat dan Protein	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran1. Sertifikat <i>Propionibacterium acnes</i>	65
Lampiran 2. Surat Keterangan telah Melakukan Penelitian di Laboratorium Biologi Universitas Wahid Hasyim Semarang	66
Lampiran 3. Produk Minyak Atsiri Bunga Lavender (<i>Lavandula angustifolia</i>)... 67	
Lampiran 4. Sertifikat Analisis Minyak Atsiri Bunga Lavender (<i>Lavandula angustifolia</i>)	68
Lampiran 5. Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Bunga Lavender (<i>Lavandula angustifolia</i>) terhadap <i>Propionibacterium acnes</i> menggunakan Metode Difusi Sumuran	69
Lampiran 6. Nilai Pengukuran Zona Hambat	71
Lampiran 7. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas Diameter Zona Hambat	72
Lampiran 8. Hasil Uji Kruskal-Wallis Diameter Zona Hambat	73
Lampiran 9. Hasil Uji Mann Whitney Diameter Zona Hambat	74
Lampiran 10. Nilai Absorbansi Kebocoran Asam Nukleat dan Protein	80
Lampiran 11. Uji Normalitas dan Homogenitas pada Nilai Absorbansi Kebocoran Asam Nukleat dan Protein.....	81

Lampiran 12. Hasil Uji One Way Anova pada Kebocoran Asam Nukleat Dan Protein	82
Lampiran 13. Hasil Uji Post Hock pada Kebocoran Asam Nukleat dan Protein	83



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG MASALAH

Acne vulgaris (jerawat) adalah permasalahan pada yang umum terjadi pada kulit dan karena disebabkan peradangan serta penyumbatan kelenjar minyak, kulit dan rambut (saluran polisebasea) ⁽¹⁾. Jerawat (*acne vulgaris*) terjadi pada 9,4% populasi global ⁽²⁾. Di Indonesia prevalensi penderita jerawat sebanyak 80-85% terjadi terhadap usia pubertas (15 hingga 18 tahun), wanita dengan rentan usia lebih dari 25 tahun dan 3% terjadi pada pria ataupun wanita dengan usia 35 hingga 44 tahun ⁽³⁾. *Propionibacterium acnes* adalah bakteri yang berperan dalam proses peradangan saat terjadi jerawat. Pengobatan jerawat diatasi dengan menekan pertumbuhan bakteri penyebab jerawat menggunakan senyawa antibiotik eritromisin, klindamisin serta tetrasiklin ⁽⁴⁾. Antibiotik yang digunakan dalam jangka waktu lama mampu meningkatkan resiko kekebalan/resistensi bakteri pada antibiotik ⁽¹⁾. Melihat potensi adanya resistensi terhadap antibiotik, sehingga perlu adanya eksplorasi bahan alam yang mampu menekan pertumbuhan bakteri penyebab jerawat serta aman digunakan.

Telah diketahui pula bahwa minyak atsiri bunga lavender juga mengandung flavonoid serta linalool. Golongan flavonoid terletak pada bagian bunga lavender : rosmarinic acid, Chlorogenic acid, Caffeic 2-(3,4-dihydroxyphenyl) ethenyl ester ⁽⁵⁾. Bunga lavender mengandung berbagai senyawa aktif, diantaranya : essensial oil, alpha-pinene, camphene,

betamycene, p-cymene, limonene, cineol, linalool, borneol, terpinen-4-ol, linalyl acetat, geranyl acetat, dan caryophyllene ⁽⁶⁾. Minyak atsiri bunga lavender memiliki berbagai manfaat untuk mengatasi jamur pada kulit, sebagai antibakteri, memberikan efek relaksasi, mengatasi luka bakar serta sebagai repellent ⁽⁷⁾.

Kandungan senyawa linalool dalam kombinasi minyak atsiri bunga mawar, bergamot dan nilam mempunyai manfaat sebagai antibakteri pada *P.acnes* serta *Staphylococcus epidermidis* ⁽⁸⁾. Ekstrak daun akway (*Drimys beccariana*. Gibbs) memiliki kandungan senyawa flavonoid dan mempunyai manfaat sebagai antibakteri pada *Eschericia Coli* dan *Bacillus subtilis* ⁽⁹⁾. Ekstrak daun bakung putih (*Crinum asiaticum* L.) mengandung flavonoid, tanin, alkaloid, steroid dan triterpenoid. Ekstrak daun bakung putih disebutkan mempunyai efek antibakteri dengan perolehan KHM sebesar 1.25 mg/ml dan perolehan nilai KBM sebesar 2.5 mg/ml. kemudian mampu menyebabkan kerusakan dinding sel sehingga isi intraseluler sel keluar berupa asam nukleat, protein, ion logam serta berubahnya struktur dinding sel bakteri *Propionibacterium acnes*⁽¹⁰⁾. Melihat potensi minyak atsiri bunga lavender yang memiliki kandungan senyawa aktif berupa flavonoid dan linalool melalui pembentukan zona hambat, keluarnya isi intraseluler sel berupa asam nukleat serta protein pada bakteri *Propionibacterium acnes*, maka perlu dilakukan penelitian tentang manfaat tersebut secara in vitro menggunakan variasi konsentrasi.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Perumusan masalah pada penelitian ini meliputi :

Apakah minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) mampu membentuk zona hambat, menyebabkan kebocoran asam nukleat dan protein pada bakteri *Propionibacterium acnes*?

1.3. TUJUAN PENELITIAN

1.3.1. Tujuan Umum

Membuktikan pengaruh pemberian minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) terhadap aktivitas antibakteri serta analisis kebocoran asam nukleat dan protein sel bakteri *Propionibacterium acnes*.

1.3.2. Tujuan Khusus

- a. Untuk membuktikan peningkatan diameter zona hambat dari minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) terhadap bakteri *Propionibacterium acnes* pada konsentrasi 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125 mg/ml yang dibandingkan dengan kontrol.
- b. Untuk membuktikan peningkatan nilai absorbansi kebocoran asam nukleat dan protein bakteri *Propionibacterium acnes* pada kadar 1 KHM dan 2 KHM dibandingkan dengan kontrol.

1.4. ORIGINALITAS PENELITIAN

Berikut ini adalah tabel originalitas dari beberapa peneliti sebelumnya tentang manfaat bunga lavender (*Lavandula angustifolia*), flavonoid dan linalool:

Tabel 1. Originalitas Penelitian

No	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil
1	Parubak, Apriani, Sulu., 2013 ⁽⁹⁾	Senyawa Flavonoid yang Bersifat Antibakteri dari Akway (<i>Drimys becariana</i> Gibbs)	Post-test only control group design	memberikan hasil bahwa kadar flavonoid sebesar 0,368%. Serta memberikan hasil antibakteri terhadap bakteri E.Coli. nilai diameter zona hambat yang diperoleh sebesar 7.3 mm dan 6.9 mm terhadap bakteri <i>Bacillus subtilis</i> sebesar 6,9 mm.
2	Aziz, 2010 ⁽¹⁰⁾	Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun dan Umbi Bakung Putih (<i>Crinum asiaticum</i> L.) terhadap Bakteri Penyebab Jerawat	Post-test only control group design	Menunjukkan hasil bahwa ekstrak etanol dari daun dan umbi bakung putih mempunyai kemampuan sebagai antibakteri pada <i>Ppropionibacterium acnes</i> , <i>Staphilococcus aureus</i> dan <i>S.epidermidis</i> . Pemberian ekstrak etanol daun bakung putih menyebabkan kuluarnya asam nukleat, protein dan ion logam, serta menyebabkan perubahan struktur dinding sel <i>P.acnes</i> .
3	Yang et al, 2002 ⁽¹¹⁾	Lavender essential oil induces oxidative stress which modifies the bacterial	Post-test only control group design	Nilai KHM dari minyak atsiri bunga lavender terhadap bakteri <i>Klebsiella pneumonia</i> dilakukan menggunakan metode

		membrane permeability of carbapenemase producing <i>Klebsiella pneumonia</i>		dilusi memberikan hasil 10% (v/v). Pemberian minyak atsiri bunga lavender meningkatkan jumlah protein di luar sel bakteri yang dilakukan dengan uji Bradford. Pemindaian sel bakteri dengan SEM setelah pemberian minyak atsiri bunga lavender menunjukkan adanya perubahan struktur pada sel bakteri. Adanya peningkatan jumlah ROS pada sel bakteri antara sebelum dan setelah pemberian minyak atsiri bunga lavender.
4	Kwiatkowski et al, 2020 ⁽¹²⁾	The Antibacterial Activity of Lavender Essential Oil Alone and In Combination with Octenidine Dihydrochloride against MRSA Strains	Post-test only control group design	Minyak atsiri bunga lavender mengandung linalool. Nilai KHM dari minyak atsiri bunga lavender terhadap <i>S. aureus</i> sebesar 1,95 mg/ml yang didapat menggunakan metode mikrodilusi.
5	Ciocarlan et al, 2021 (13)	Chemical Composition and Assessment of Antimicrobial Activity of Lavender Essential Oil and Some By-Products	Post-test only control group design	Minyak atsiri bunga lavender mengandung berbagai senyawa aktif diantaranya yaitu linalool, Limonene, dan Camphor. Minyak atsiri bunga lavender juga memiliki aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri

				seperti <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Xanthomonas campestris</i> <i>Erwinia amylovora</i> , <i>Candida utilis</i> , <i>Erwinia carotovora</i> , yang dilakukan dengan metode pengenceran cairan.
6	Esmael, 2020 (14)	Antimicrobial activity of certain natural-based plant oils against the antibiotic-resistant acne bacteria	Post-test only control group design	Minyak atsiri bunga lavender yang diuji menggunakan metode difusi cakram mempunyai kemampuan antibakteri pada bakteri penyebab jerawat <i>S.aureus</i> EG-AE1, <i>Staphylococcus epidermidis</i> EG-AE2 dan <i>Cutibacterium acnes</i> EG-AE1.

Berdasarkan tabel originalitas penelitian ada berbagai perbedaan antara penelitian yang dilakukan dengan penelitian terdahulu. Penelitian yang dilakukan menggunakan minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*). Kemudian bakteri yang diuji adalah *Propionibacterium acnes*. Pada penelitian yang dilakukan Yang (2002) dan Esmael (2020) menggunakan minyak atsiri bunga lavender yang diuji sifat antibakteri menggunakan bakteri *Klebsiella pneumonia*, *Staphylococcus aureus* EG-AE1, *Staphylococcus epidermidis* EG-AE2 dan *Cutibacterium acnes* EG-AE1. Penelitian yang dilakukan Aziz (2010) adalah untuk mengetahui aktivitas antibakteri dari daun bakung putih yang diekstraksi menggunakan etanol dan diujikan pada bakteri bakteri *P.acnes*, *S.aureus* dan *S.epidermidis*.

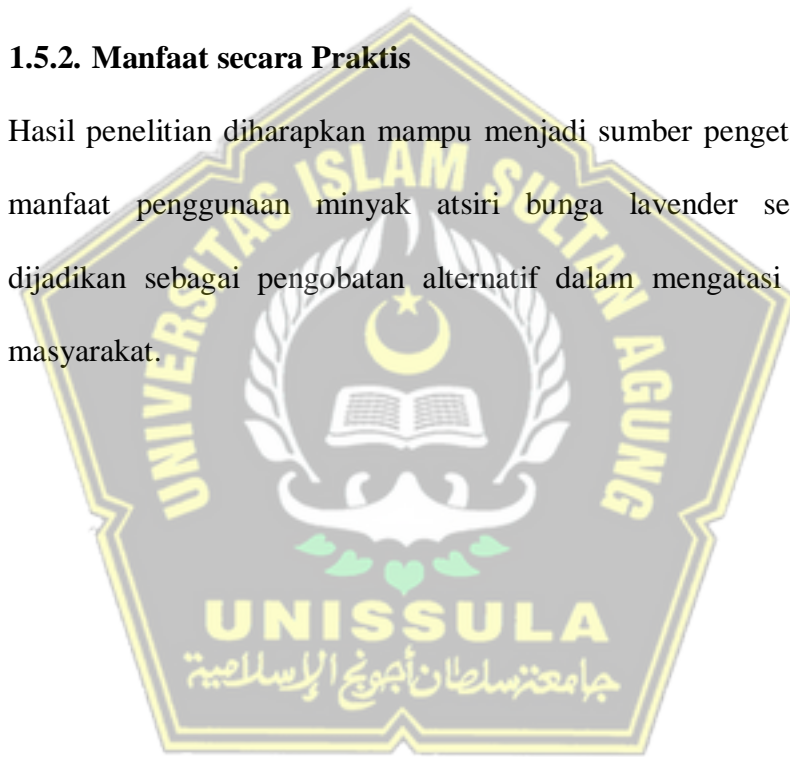
1.5. MANFAAT PENELITIAN

1.5.1. Mantaat secara Teoritis

Hasil penelitian mampu menjadi sumber informasi ilmiah tentang pengaruh pemberian minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) terhadap pembentukan zona hambat serta analisis kebocoran asam nukleat dan protein sel bakteri *Propionibacterium acnes*.

1.5.2. Manfaat secara Praktis

Hasil penelitian diharapkan mampu menjadi sumber pengetahuan tentang manfaat penggunaan minyak atsiri bunga lavender sehingga dapat dijadikan sebagai pengobatan alternatif dalam mengatasi jerawat pada masyarakat.



BAB II

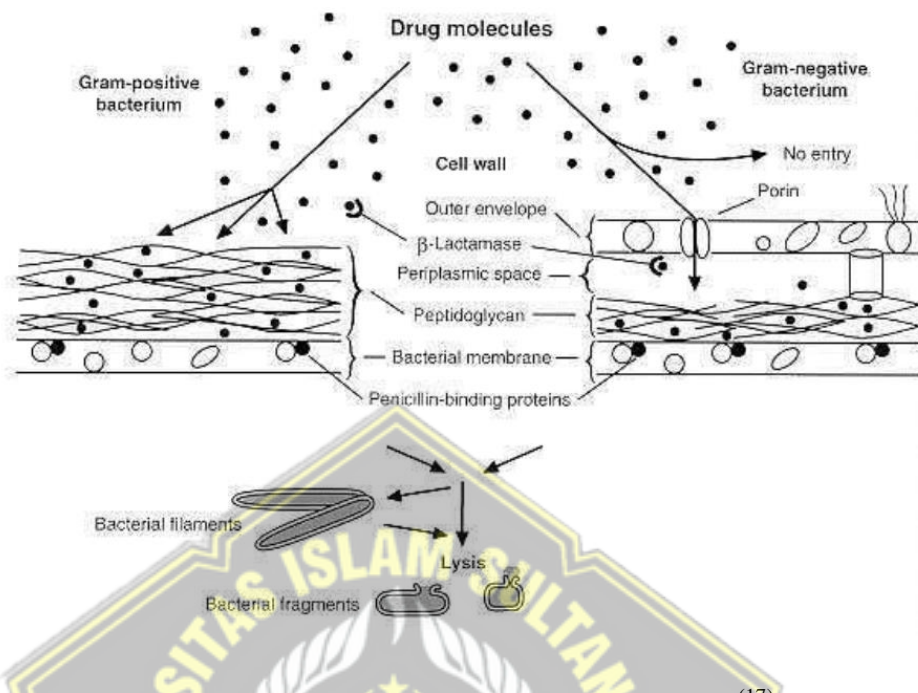
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Antibakteri

Senyawa antibakteri merupakan zat yang mampu menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri. Sifatnya, senyawa antibakteri terbagi dua macam. Pertama adalah antibakteri yang mampu membunuh bakteri (bakterisid). Kedua adalah antibakteri yang bekerja dengan menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik)⁽¹⁵⁾. Mekanisme aksi suatu antibakteri meliputi⁽¹⁶⁾:

- Menghambat sintesis dinding sel bakteri

Bagian luar tubuh bakteri merupakan dinding sel. Pada bakteri gram positif memiliki susunan berupa peptidoglikan dan teichoat dengan atau tanpa envelop terdiri dari polisakarida serta protein. Pada bakteri gram negatif susunan dinding sel meliputi lipopolisakarida, peptidoglikan, fosfolipid dan protein. Senyawa antibakteri akan mengubah struktur peptidoglikan baik pada bakteri gram positif maupun gram negatif yang membentuk dinding sel. Peptidoglikan yang rusak berpengaruh pada kekakuan dinding sel dan menyebabkan kematian bakteri. sehingga bakteri akan mati.



Gambar 1. Mekanisme senyawa antibakteri ⁽¹⁷⁾

- Menghambat fungsi membran plasma bakteri

Senyawa antibakteri akan merusak membran sel sehingga menyebabkan isi intraseluler sel keluar karena adanya kebocoran dinding sel. Adanya kerusakan pada *plasma membrane* menyebabkan kerusakan pada barrier dan menyebabkan zat-zat di dalam sel merembes keluar, contohnya polimiksin dan lipopeptide daptomycin.

- Menghambat sintesis asam nukleat

Senyawa antibakteri seperti rifampisin akan menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara mengikat DNA-dependent RNA polymerase. Rifampin akan berikatan pada subunit RNA polimerase dan

mempengaruhi inisiasi dan menghambat sintesis RNA. Penghambatan pada transkripsi dan replikasi mikroorganisme.

- Menghambat sintesis protein

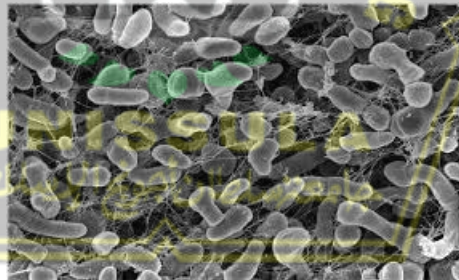
Mempengaruhi fungsi ribosom subunit 30s atau 50s

- Menghambat metabolisme esensial

Metabolisme dari bakteri dihambat karena kesamaan struktur dengan substrat normal enzim metabolisme.

2.2. *Propionibacterium acnes*

Propionibacterium acnes atau disebut juga *P.acnes* adalah bakteri yang biasa tumbuh pada bagian tubuh manusia seperti usus besar, saluran telinga, rongga mulut, konjungtiva dan kulit. *P.acnes* ini dianggap sebagai penyebab inflamasi pada acne vulgaris⁽¹⁸⁾.



Gambar 2. *Propionibacterium acnes*⁽¹⁹⁾

2.2.1. Klasifikasi Bakteri

Kingdom : Bacteria

Phylum : Actinobacteria

Class : Actinobacteridae

Order : Actinomycetales

Family : Propionibacteriaceae
Genus : *Propionibacterium*
Spesies : *Propionibacterium acnes*⁽²⁰⁾.

2.2.2. Morfologi Bakteri

Propionibacterium acnes adalah jenis gram positif berbentuk batang, dengan ukuran 1 hingga 1.5 μm , tidak mampu berpindah tempat atau disebut nonmotil, mampu hidup pada kondisi aerob sampai anaerob serta tidak memiliki spora⁽²¹⁾.

2.2.3. Struktur Bakteri

a. Kapsul

Tubuh bakteri dilapisi kapsul tipis yang terletak di luar dinding sel. Tersusun oleh polisakarida, polipeptida, atau keduanya. Fungsi dari kapsul itu sendiri adalah untuk melindungi bakteri dari proses fagositosis⁽²²⁾.

b. Dinding Sel

Bentuk pada tubuh bakteri dipengaruhi oleh dinding sel. Dinding sel juga berfungsi untuk penentuan patogenesis dan antigenisitas. Peptidoglikan adalah komponen utama yang menyusun dinding sel. Selain itu dinding sel bakteri mempunyai tiga macam bahan pembangun : N-asetilglukosamin (AGA), asam N-asetilmuramat (AAM) dan peptide. Peptide terdiri dari empat hingga lima asam

amino: D-alanin, L-alanin, asam D-glutamat dan lisin atau asam diaminopimelat. Komponen lain dari dinding sel berupa protein, polisakarida, asam teoklat, lipopilosakarida dan lipoprotein. Seluruh komponen ini pada peptidoglikan. Pada bakteri gram negatif hanya memiliki sedikit peptidoglikan. Dinding sel pada bakteri gram positif terdiri dari polisakarida disebut juga asam teikoat untuk transportasi di luar dan di dalam sel^{(22) (10)}.

c. Membran Sitoplasma

Proses transportasi bahan seperti air, asam amino dan beberapa gula sederhana dalam sel diatur oleh membran sitoplasma. Membran sitoplasma sebagian besar terdiri atas fosfolipid⁽²²⁾.

d. Mesosom

Mesosom berfungsi dalam pembelahan sel dan metabolisme. Proses pembelahan sel terjadi pada membran sitoplasma di mesosom dengan membentuk septa melintang kemudian membelah menjadi dua, sehingga komponen anak dan induk serupa⁽²²⁾.

e. Inti Sel

Inti sel bakteri memiliki kromosom *small cyclic* atau plasmid. Plasmid mampu membelah diri serta berpidah dari suatu bakteri ke bakteri lain. Kromosom dalam inti sel juga akan menentukan sifat resistensi bakteri⁽²²⁾.

f. Flagella

Flagella disebut juga bulu cambuk yang merupakan alat gerak bakteri. Flagelin merupakan protein penyusun dari flagella. Flagella hanya terdapat pada bakteri berbentuk batang, koma (vibrio) dan spiral (22).

g. Pili

Pili adalah bagian dari tubuh bakteri berbentuk tonjolan kecil menyerupai rambut dan lebih pendek dari flagella. Protein penyusun pili disebut dengan pilin. Protein ini berfungsi menempelkan bakteri pada hospes (22).



Gambar 3. Struktur Dinding Sel Bakteri (23)

2.2.4. Sifat Pertumbuhan

Propionibacterium acnes tumbuh pada kelenjar minyak dan folikel rambut kulit manusia. Bakteri ini bersifat anaerob. Suhu optimal pertumbuhan *P.acnes* pada suhu 30°C sampai 37°C dan pH 6.0-7.0⁽²⁴⁾.

2.2.5. Habitat

Bakteri ini tumbuh di beberapa bagian tubuh manusia seperti usus besar, rongga mulut, selaput bening pada mata dan saluran telinga luar. Namun habitat utamanya terletak pada kulit⁽¹⁸⁾.

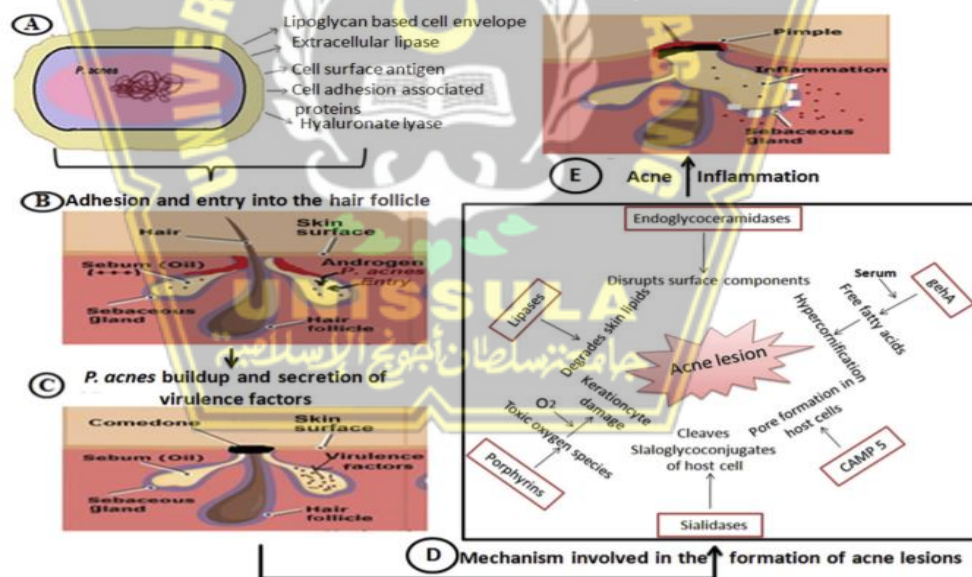
2.3. Acne Vulgaris

Acne vulgaris disebut juga jerawat adalah peradangan serta penyumbatan kelenjar minyak kulit serta rambut (saluran pilosebacea). Sebum tidak dapat keluar apabila saluran pilosebacea tersebut tersumbat dan mengakibatkan terjadinya pembengkakan serta terbentuknya *blackhead* dan *whitehead*. *blackhead* serta *whitehead* adalah proses awal pembentukan acne vulgaris⁽²⁵⁾.

Propionibacterium acnes merupakan bakteri penyebab terjadinya acne vulgaris dengan kasus paling banyak. Penyebab selanjutnya adalah *S.epidermidis* dan yang terakhir adalah *Staphylococcus aureus*⁽²¹⁾. *Propionibacterium acnes* memproduksi lipase yang memecah asam lemak bebas dari lipid. Asam lemak ini menyebabkan terjadinya inflamasi dan menjadi penyebab terjadinya acne vulgaris⁽²⁶⁾.

2.3.1. Patogenesis Acne Vulgaris

Jerawat atau acne vulgaris biasanya muncul saat usia pubertas. Dimana saat usia pubertas seseorang memiliki kadar hormon androgen yang tinggi yang akan meningkatkan ukuran kelenjar sebacea serta produksi sebum. *Propionibacterium acnes* berperan dalam pembentukan jerawat⁽²¹⁾. Bakteri *P.acne* yang berada pada permukaan kulit akan memecah dinding folikel akibat tersumbatnya folikel rambut. Bakteri *P.acne* juga akan menargetkan sel kulit lain seperti keratinosit dan sel fagositik seperti makrofag, serta merangsang sel untuk menghasilkan proinflamasi sitokin, interleukin dan tumor nekrosis faktor- α yang menyebabkan inflamasi⁽²⁷⁾.



Gambar 4. Patogenesis acne vulgaris⁽²⁷⁾

2.3.2. Pengobatan Acne Vulgaris

Pengobatan jerawat dilakukan dengan cara mengurangi jumlah *Propionibacterium acnes*. Pengobatan dapat dilakukan dengan antibiotik eritromisin, klindamisin serta tetrasiklin⁽⁴⁾.

2.4. Resistensi Antibiotik

Multidrug resisten (MDR) merupakan efek samping dari penggunaan obat antimikroba. Pada kondisi resisten, sel bakteri tidak terpengaruh dengan adanya senyawa antibakteri. *Propionibacterium acnes* memiliki resistensi pada beberapa antibiotik topikal, yaitu eritromisin, klindamisin dan tetrasiklin⁽²¹⁾.

Ada beberapa perubahan yang terjadi dalam bakteri yang mempengaruhi kepekaan terhadap antibakteri, seperti⁽¹⁶⁾ :

- Dihasilkan enzim yang mampu mengurai antibakteri diantaranya penisilinase, sefalosporinase, fosforilase, adenilase serta asetilase.
- Permeabilitas sel bakteri mengalami perubahan terhadap obat.
- Kenaikan zat endogen sebagai antagonis pada obat.
- Jumlah reseptor obat pada sel bakteri atau sifat komponen yang mengikat obat pada targetnya mengalami perubahan.

2.5. Senyawa Kimia dalam Tanaman Sebagai Antibakteri

Beberapa senyawa dalam tumbuhan yang memiliki aktivitas antibakteri diantaranya alkaloid, senyawa organosulfur, asam fenolik, flavonoid, karotenoid, kumarin serta tanin⁽²⁸⁾. Flavonoid mempunyai kemampuan sebagai antibakteri melalui cara penghambatan sintesis asam nukleat, penghambatan peran membran

sitoplasma serta penghambatan metabolisme esensial ⁽²⁹⁾. Kandungan linalool dalam suatu tanaman juga mampu menghambat pertumbuhan bakteri melalui mekanisme merusak struktur dan fungsi dinding membran sel bakteri. Selain itu linalool juga menyebabkan gangguan fungsi metabolisme esensial dari bakteri ⁽³⁰⁾.

Flavonoid mempunyai kemampuan sebagai antibakteri. Flavonoid mampu menghambatan sintesis asam nukleat, menghambat metabolisme energi serta menghambat permeabilitas membran sel :

- Menghambat sintesis asam nukleat

DNA girase adalah enzim yang memegang peranan penting pada proses replikasi DNA, sehingga merupakan target untuk senyawa antibakteri. Mekanisme penghambatan DNA girase oleh flavonoid, diawali dengan adanya ikatan antara flavonoid dan ATPase dari DNA girase subunit B (GyrB). Dalam mekanisme ini, ikatan flavonoid pada DNA menstabilkan DNA girase yang mengarah pada pembelahan DNA ⁽³¹⁾.

- Menghambat metabolisme energi

Flavonoid akan menghambat konsumsi oksigen dalam sel bakteri. Tempat penghambatan tersebut berada di sitokrom C dalam rantai transport elektron bakteri. Flavonoid mampu menghambat enzim ATPase. Dimana adanya gugus hidroksil pada flavonoid menyebabkan penghambatan aktivitas ATPase ⁽³¹⁾.

- Menghambat permeabilitas membran sel

Membran plasma bakteri memiliki peran untuk osmoregulasi, respirasi dan proses transportasi, biosintesis dan cross-linking peptidoglikan, serta biosintesis lipid. Untuk melakukan peranan tersebut, integritas membran adalah syarat utama. Adanya gangguan pada membran plasma berperan dalam disfungsi metabolisme sehingga menyebabkan kematian sel. Flavonoid telah dipelajari secara luas sebagai agen antibakteri, baik pada gram positif maupun negatif. Flavonoid akan berinteraksi dengan lipid bilayer melalui dua jalur. Jalur yang pertama adanya interaksi terhadap zat non polar pada bagian dalam membran hidrofobik. Jalur kedua dengan adanya ikatan hidrogen pada gugus kepala polar lipid dan flavonoid yang hidrofilik di permukaan membran. Kemudian interaksi non spesifik antara flavonoid dengan fosfolipid mampu membentuk perubahan struktur membran. Perubahan tersebut berupa tebalnya membran serta fluktuasi, kemudian dengan tidak langsung memodulasi distribusi maupun fungsi protein membran, dan mempengaruhi sifat farmakologis dari flavonoid⁽³¹⁾.

Diketahui linalool mempunyai sifat antibakteri dengan melakukan penghambatan pada metabolisme energi. ATPase merupakan enzim yang mengkatalisis adenosin trifosfat (ATP) menjadi adenosin difosfat (ADP). Penurunan aktivitas ATPase mampu menghambat metabolisme karbohidrat sehingga mempengaruhi pertumbuhan sel. Glikolisis, siklus TCA dan rantai transfer elektron menyediakan energi untuk aktivitas sel. Siklus TCA merupakan jalur utama untuk metabolisme dan menyediakan prekursor untuk proses metabolisme seperti dekomposisi oksidatif karbohidrat, asam lemak

dan asam amino. Linalool mengganggu aktivitas enzim ATPase, sehingga mengganggu pembentukan energi dan mempengaruhi siklus TCA dan glikolisis. Hal ini dikarenakan penghancuran struktur membran yang dimediasi zat antibakteri, menyebabkan degradasi ATP, penurunan permeabilitas membran dan transformasi proton (H^+). Selain itu, linalool juga menghambat aktivitas enzim piruvat kinase dengan demikian mengurangi produksi piruvat dan ATP. Dimana piruvat yang diproduksi oleh glikolisis didekarboksilasi menjadi asetil-KoA dan merupakan awal siklus TCA. Suksinil-KoA diubah menjadi asam suksinat, kemudian dikatalisis oleh suksinat dihidrogenase (SDH) menjadi fumarat dan menghasilkan flavin adenine dinukleotida ($FADH_2$). SDH memegang peranan penting dalam siklus TCA dan bertanggung jawab dalam transfer elektron. Linalool mampu menurunkan aktivitas SDH sehingga mampu mencegah terjadinya transfer elektron, produksi $FADH_2$ dan ATP. Respirasi metabolik adalah produksi energi utama untuk proses pertumbuhan bakteri, maka dari itu penurunan respirasi metabolik merupakan salah satu target dari zat antibakteri ⁽³⁰⁾.

Selain itu, mekanisme kerja linalool sebagai antibakteri dilakukan dengan menghambat metabolisme asam amino. Linalool merusak struktur dinding sel bakteri dan menyebabkan pelepasan isi intraseluler sehingga menyebabkan berbagai gangguan metabolisme. Karena kekurangan asam amino, bakteri akan mengaktifkan jalur biosintesis asam amino untuk bertahan hidup. Komponen dari peptidoglikan berupa dinding sel, glutamin dan L-lisin merupakan komponen paling awal yang berperan sebagai barrier saat terjadi

stress ekstraseluler. Ketika bakteri diberikan terapi berupa linalool, maka bakteri harus mempertahankan integritas struktur dinding selnya. Peningkatan glutamat dan lisin dalam sel bakteri dapat digunakan untuk merombak komposisi dan struktur dinding sel, menunjukkan bahwa integritas dinding sel bakteri telah dihancurkan. Prolin adalah pengatur osmotik dan penstabil protein yang akan melindungi sel dari stress ekstraseluler. Dengan adanya peningkatan biosintesis prolin, menunjukkan bahwa adanya perlindungan terhadap stress ekstraseluler yang disebabkan oleh linalool. Dengan demikian, adanya peningkatan asam amino merupakan akibat dari pemberian linalool yang mengakibatkan gangguan metabolisme asam amino, seperti kerusakan struktur dinding sel, sintesis protein abnormal dan regulasi osmotik⁽³⁰⁾.

2.6. Metode Pengujian Aktivitas Antibakteri

Beberapa cara dapat dilakukan sebagai pengujian aktivitas antibakteri:

1. Metode Difusi

Aktivitas antibakteri dari suatu senyawa diukur dari kemampuan senyawa tersebut dalam berdifusi pada lempeng media agar yang berisi bakteri. Terbentuknya zona hambat disekitar senyawa uji akan menentukan adanya aktivitas antibakteri. Metode difusi dibedakan menjadi tiga cara⁽³²⁾:

a. Cakram (disk)

Paper disk yang berisi zat antibakteri digunakan pada metode ini. Paper disk diletakkan di atas media agar yang berisi bakteri. Selanjutnya dimasukkan pada inkubator selama 18 hingga 24 jam dengan

suhu 37°C. Adanya kemampuan suatu senyawa sebagai antibakteri dilihat dari adanya zona hambat di sekeliling paper disk⁽³²⁾.

b. Parit (ditch)

Parit (ditch) dibuat di atas media padat yang berisi bakteri uji. Zat yang akan diuji aktivitas antibakterinya dimasukan pada parit. Kemudian disimpan pada inkubator dengan waktu serta suhu yang telah ditetapkan. Terbentuknya zona hambat disekitar parit menunjukkan adanya aktivitas antibakteri⁽³²⁾.

c. Hole (sumuran)

Media padat dengan bakteri uji diberi lubang untuk membuat sumuran. Kemudian sumuran tersebut diisi dengan zat antibakteri. Langkah selanjutnya dimasukan dalam inkubator dengan suhu serta waktu yang telah ditetapkan. Pengamatan dilakukan dengan melihat ada atau tidaknya zona hambat yang terbentuk disekitar sumuran. Dengan adanya zona hambat yang terbentuk maka suatu senyawa uji dikatakan memiliki aktivitas sebagai antibakteri⁽³²⁾.

2. Metode Dilusi

Senyawa antibakteri dicampurkan pada media agar. Selanjutnya diinokulasi dengan bakteri uji. Aktivitas antibakteri dilihat dari pertumbuhan bakteri uji serta kadar hambat minimum (KHM). Kadar hambat minimum

adalah kadar terendah dari senyawa antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Metode dilusi dibedakan menjadi dua cara ⁽³²⁾:

a. Pengenceran Serial dalam Tabung

Zat uji antibakteri diencerkan menjadi beberapa seri konsentrasi dalam media cair. Pengenceran dilakukan pada tabung reaksi. Setelah itu diinokulasi menggunakan bakteri. Selanjutnya dimasukkan pada inkubator dengan suhu serta waktu yang telah ditentukan ⁽³²⁾.

b. Penipisan Lempeng Agar

Senyawa yang diduga memiliki kemampuan sebagai antibakteri dilakukan pengenceran dalam media agar, selanjutnya dituang pada piring petri. Media agar yang telah membeku kemudian diinokulasi dengan bakteri yang akan diujikan dan dimasukkan dalam inkubator dengan suhu serta waktu yang telah ditetapkan. Kadar paling rendah dari senyawa antibakteri dimana senyawa tersebut masih mampu menghambat pertumbuhan bakteri disebut dengan kadar hambat minimal (KHM) ⁽³²⁾.

2.7. Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia*)

a. Deskripsi

Lavender memiliki spesies yang cukup beragam, lebih dari 25 spesies, diantaranya *Lavandula angustifolia*, *Lavandula lantifolia*, *Lavandula stoechas* (Fam. Lamiaceae). Ukuran lavender cukup kecil, memiliki warna ungu kebiruan dengan tinggi mencapai 72 cm.

Tanaman ini tersebar di Canaria, Afrika utara dan timur, Eropa selatan, Arabia serta Prancis. Termasuk tumbuhan jenis rumput dan bersemak (33).

Bunga lavender mampu tumbuh baik di ketinggian 600-1.350 meter. Lavender merupakan tumbuhan yang mudah dikembangbiakan dengan cara menyemai biji bunga lavender yang sudah tua di dalam polybag. Jika ketinggian lavender sudah berada pada kisaran 15-20 cm dapat dipindahkan dalam pot ataupun halaman (34).



Gambar 5. Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia*) (33)

b. Klasifikasi

Klasifikasi dari bunga lavender adalah sebagai berikut (35):

Divisi	: Tracheophyta
Sub Divisi	: Spermatophytina
Ordo	: Lamiales
Famili	: Lamiaceae
Sub Famili	: Nepetoideae
Genus	: <i>Lavandula</i>
Spesies	: <i>Lavandula angustifolia</i>

c. Khasiat Bunga Lavender

Minyak atsiri bunga lavender memiliki manfaat untuk mengobati alopesia areata, acne vulgaris antibakteri, antijamur, karminatif, obat penenang, antidepresan, luka bakar serta sebagai repellent⁽³⁶⁾⁽³⁷⁾. Minyak atsiri bunga lavender memiliki aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri seperti *M.flavus*, *B.subtilis*, *S. aureus*, *E. coli*, *E. cloacea*, *P. mirabilis*, melalui kandungan utama berupa linalool dan linalyl⁽³⁸⁾.

d. Kandungan Senyawa Aktif Bunga Lavender

Linalool dan linalyl merupakan senyawa katif utama dalam minyak atsiri bunga lavender⁽³⁸⁾. Golongan flavonoid terletak pada bagian bunga lavender : rosmarinic acid, Chlorogenic acid, Caffeic 2-(3,4-dihydroxyphenyl) ethenyl ester⁽⁵⁾. Bunga lavender mengandung berbagai senyawa aktif, diantaranya : essential oil, alpha-pinene, camphene, betamyrcene, p-cymene, limonene, cineol, linalool, borneol, terpinen-4-ol, linalyl acetat, geranyl acetat, dan caryophyllene⁽⁶⁾. Dengan menggunakan metode destilasi uap, minyak atsiri bunga lavender menghasilkan alfa-terpineol, linalool serta linalil dengan kadar lebih tinggi dibanding menggunakan metode destilasi air superfisial⁽³⁹⁾.

e. Minyak Atsiri dan Isolasinya

- Minyak Atsiri

Minyak atsiri adalah minyak mudah menguap, berasal dari bagian tanaman yang bertanggung jawab memberikan aroma khas pada tumbuhan. Minyak atsiri mengandung berbagai komponen kompleks

⁽⁴⁰⁾. Minyak atsiri atau minyak mudah menguap berbentuk cair yang berasal dari akar, batang, kulit, daun, buah, bunga ataupun biji suatu tanaman dengan cara dipres atau dikempa, penyulingan, ekstraksi dan secara enzimaik ⁽⁴¹⁾.

- Isolasi Minyak Atsiri

Usaha memperoleh minyak atsiri diperoleh menggunakan metode penyulingan. Penyulingan dapat diartikan sebagai upaya memisahkan komponen berdasarkan perbedaan titik didihnya. Prinsip penyulingan yaitu pemisahan komponen kimia berdasarkan perbedaan titik didih (volatilitas). Campuran senyawa dididihkan hingga menguap, uap yang tertampung lalu diubah kebentuk cair dengan cara didinginkan. Senyawa dengan titik didih rendah akan terlebih dahulu menguap. Proses berlandaskan dengan teori bahwa suatu larutan dan komponen larutan tersebut akan menguap pada titik didih yang dimiliki ⁽⁴¹⁾.

Penyulingan dibagi dalam tiga cara yakni penyulingan air, penyulingan uap serta air, penyulingan uap. Pada penyulingan air, bahan yang digunakan akan mengapung atau terendam seluruhnya di dalam air. Dengan kata lain bahan tanaman yang digunakan akan direbus secara langsung. Pada penyulingan uap air, bahan ditempatkan pada suatu tempat dengan bagian bawah dan tengah yang berlubang-lubang lalu ditopang di atas dasar alat penyulingan.

Bagian dasar alat penyulingan diisi air. Nantinya bahan tanaman yang disuling akan dilewati uap air yang mendidih. Cara ketiga dengan penyulingan uap. Metode ini menggunakan alat pembangkit uap air. Kemudian uap air yang diperoleh dipindahkan ke alat penyulingan. Nantinya uap akan menembus bagian-bagian dari tanaman dan menguapkan senyawa yang mudah menguap⁽⁴¹⁾.

2.8. Pengaruh Pemberian Minyak Atsiri Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia*) Terhadap Aktivitas Antibakteri serta Kebocoran Asam Nukleat dan Protein Sel Bakteri *Propionibacterium acnes* Penyebab Jerawat

Propionibacterium acnes adalah bakteri yang berperan dalam proses peradangan saat terjadi jerawat. Pengobatan *acnes vulgaris* didasarkan pada penurunan jumlah *Propionibacterium acnes* dengan penggunaan antibakteri⁽⁴⁾. Terdapat beberapa mekanisme kerja dari antibakteri yang mampu mengurangi serta membunuh bakteri seperti penghambatan sintesis dinding sel, penghambatan fungsi membran plasma, penghambatan sintesis asam nukleat, penghambatan sintesis protein melalui penghambatan pada tahap translasi serta transkripsi material genetik, serta menghambat metabolisme esensial⁽¹⁶⁾.

Minyak atsiri bunga lavender mengandung flavonoid dan linalool. Diketahui bahwa senyawa kimia dalam tanaman berupa flavonoid dan linalool memiliki aktivitas sebagai antibakteri. Minyak atsiri bunga lavender memiliki manfaat untuk mengobati alopecia areata, *acne vulgaris* antibakteri, antijamur, karminatif, obat penenang, antidepresan, luka bakar serta sebagai repellent^{(36) (37)}. Menurut

penelitian yang dilakukan Parubak tahun 2013, ekstrak etanol daun akway (*Drimys beccariana*. Gibbs) memiliki kadar flavonoid sebesar 0,3680% serta mempunyai kemampuan sebagai antibakteri pada bakteri *E.Coli* dan *Bacillus subtilis* ditunjukkan adanya diameter zona hambat sebesar 7.3 mm untuk *E.Coli* dan 6.9 mm untuk *Bacillus subtilis* ⁽⁹⁾. Flavonoid mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri melalui penghambatan sintesis asam nukleat, penghambatan fungsi membran sitoplasma serta penghambatan metabolisme esensial ⁽²⁹⁾. Kombinasi minyak atsiri bunga mawar, bergamot dan nilam memiliki berbagai kandungan senyawa aktif salah satunya linalool. Kombinasi minyak atsiri tersebut memiliki aktivitas antibakteri terhadap *P.acnes* serta *S.epidermidis* dimana nilai *minimum inhibitory concentration* (MIC) yang diperoleh sebesar 0.003125% v/v dan 0.125% v/v ⁽⁸⁾. Linalool mampu menghambat pertumbuhan bakteri melalui mekanisme merusak struktur dan fungsi dinding sel bakteri. Selain itu linalool juga menyebabkan gangguan fungsi metabolisme esensial dari bakteri ⁽³⁰⁾.

Menurut Aziz (2010), ekstrak daun bakung putih (*Crinum asiaticum* L.) memiliki kandungan kimia seperti alkaloid, flavonoid, tanin, steroid serta triterpenoid. Ekstrak daun bakung putih diketahui memiliki aktivitas antibakteri, memiliki KHM sebesar 1.25 mg/ml serta KBM sebesar 2.5 mg/ml. Mekanisme kerja antibakteri yang dimiliki yaitu dengan adanya kebocoran asam nukleat dan protein serta adanya perubahan struktur dinding sel pada bakteri *P.acnes* ⁽¹⁰⁾.

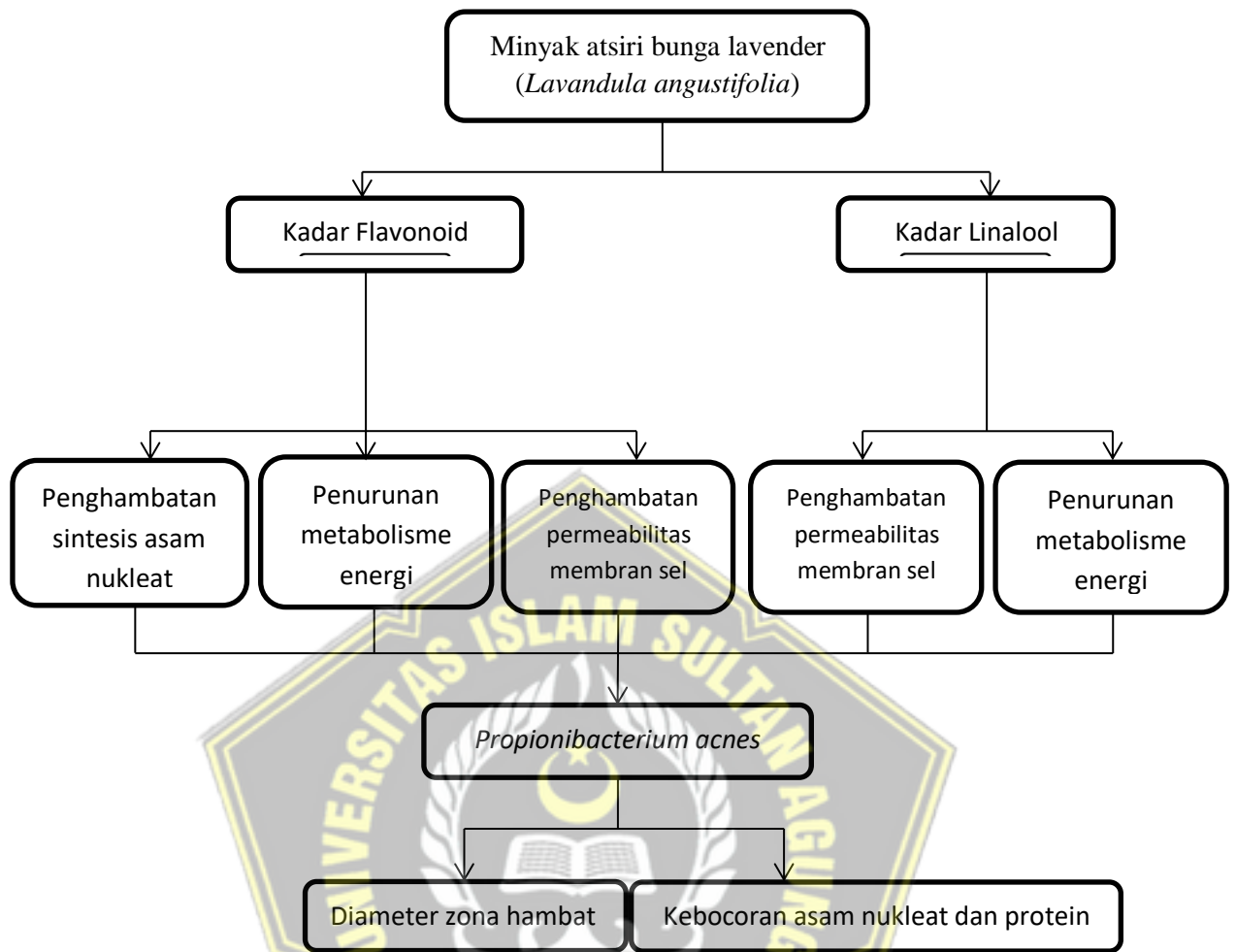
BAB III

KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS

3.1. KERANGKA TEORI

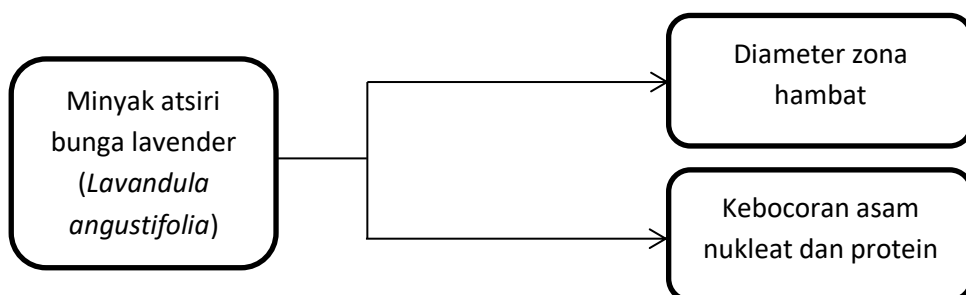
Minyak atsiri bunga lavender memiliki kandungan senyawa aktif berupa linalool dan flavonoid^{(5) (38)}. Flavonoid mempunyai kemampuan sebagai antibakteri. Mekanisme aksi antibakteri dari flavonoid dengan menghambat sintesis asam nukleat, menghambat metabolisme energi dan menghambat permeabilitas membran sel⁽³¹⁾. Linalool mempunyai kemampuan sebagai antibakteri. Mekanisme aksi dari linalool dilakukan dengan cara menghambat metabolisme energi. Selain itu, linalool mampu menghambat metabolisme asam amino pada bakteri⁽³⁰⁾.

Pemberian minyak atsiri bunga lavender diharapkan mampu meningkatkan pembentukan diameter zona hambat serta meningkatkan besarnya absorbansi pada kebocoran asam nukleat serta protein *Propionibacterium acnes*. pengujian aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi hole atau sumuran dengan mengukur pembentukan zona hambat, sedangkan nilai absorbansi pada kebocoran asam nukleat dan protein diukur menggunakan spektro UV-Vis (260 dan 280 nm).



Gambar 6. Kerangka Teori

3.2. KERANGKA KONSEP



Gambar 7. Kerangka Konsep

3.3. HIPOTESIS

Minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) menyebabkan peningkatan diameter zona hambat, kebocoran asam nukleat dan protein pada sel bakteri *P.acnes*.

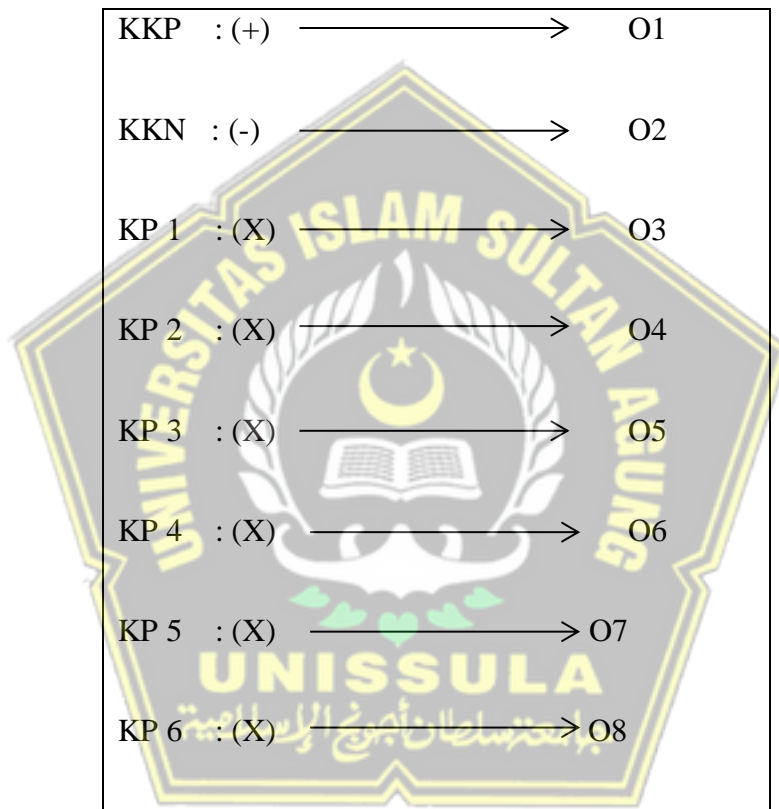


BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian

Penelitian eksperimental laboratorium (in vitro) dilakukan menggunakan rancangan *post test only control group design*.



KKP : Kelompok Kontrol Positif

KKN : Kelompok Kontrol Negatif

KP1 : Kelompok Pemberian 1

KP2 : Kelompok Pemberian 2

KP3 : Kelompok Pemberian 3

KP4 : Kelompok Pemberian 4

KP5 : Kelompok Pemberian 5

KP6 : Kelompok Pemberian 6

X : Pemberian minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*)

O1 : Hasil pengukuran kelompok kontrol positif

O2 : Hasil pengukuran kelompok kontrol negatif

O3 : Hasil pengukuran kelompok perlakuan 1

O4 : Hasil pengukuran kelompok perlakuan 2

O5 : Hasil pengukuran kelompok perlakuan 3

O6 : Hasil pengukuran kelompok perlakuan 4

O7 : Hasil pengukuran kelompok perlakuan 5

O8 : Hasil pengukuran kelompok perlakuan 6

4.2. Tempat dan Waktu Penelitian

4.2.1. Tempat Penelitian

Tempat dilakukannya penelitian :

1. Laboratorium Universitas Wahid Hasyim Semarang
2. Laboratorium Mikrobiologi Universitas Muhammadiyah Magelang

4.2.2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dimulai dari persiapan bakteri uji yang dilakukan pada bulan Oktober 2020.

4.3. Populasi dan Sampel Penelitian

Koloni bakteri *Propionibacterium acnes* merupakan populasi dalam penelitian ini. Sampel dalam penelitian ini adalah minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) berasal dari produk di pasaran.

Koloni bakteri *Propionibacterium acne* diperoleh di Laboratorium Biologi Universitas Wahid Hasyim Semarang. Uji aktivitas antibakteri minyak atsiri bunga lavender terhadap *Propionibacterium acnes* menggunakan 8 kelompok perlakuan, yaitu 6 seri kadar minyak atsiri bunga lavender (100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125 mg/ml) dan 2 kontrol positif berupa tetrasiklin dan kontrol negatif berupa etanol destilat. Dilakukan tiga replikasi. Analisis kebocoran asam nukleat serta protein digunakan tiga kelompok perlakuan, satu kelompok kontrol kemudian dua kelompok perlakuan dengan penambahan minyak atsiri bunga lavender pada kadar 1 KHM dan 2 KHM.

4.4. Variabel Penelitian

Variable dalam penelitian ini meliputi :

- a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*)
- b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah peningkatan diameter zona hambat serta peningkatan kebocoran asam nukleat dan protein pada sel bakteri *Propionibacterium acnes*.
- c. Variabel terkontrol dalam penelitian ini:
 - Jenis media pertumbuhan nutrient agar

- Suhu inkubasi
- Waktu inkubasi
- Pelarut

4.5. Devinisi Operasional

4.5.1. Minyak Atsiri Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia*)

Minyak atsiri adalah produk biokimia dari suatu tanaman atau bagian tanaman, terdiri dari kombinasi senyawa kimia ⁽⁴²⁾. Minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) yang digunakan berasal dari produk yang beredar di pasaran dengan kandungan 100% *essential oil* murni dan menggunakan metode ditilasi uap. Konsentrasi minyak atsiri bunga lavender yang digunakan pada uji aktivitas antibakteri, penentuan nilai KHM, analisis kebocoran asam nukleat dan protein serta pengamatan struktur dinding sel bakteri *Propionibacterium acnes* sebesar 100, 50, 25, 12,5, 6,25, 3,125 mg/ml.

4.5.2. Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia*) terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*

Uji aktivitas antibakteri adalah uji aktivitas suatu senyawa yang mampu menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri ⁽¹⁵⁾. Aktivitas antibakteri dari minyak atsiri bunga lavender terhadap *Propionibacterium acnes* dilakukan dengan metode difusi sumuran. Konsentrasi minyak atsiri bunga lavender yang digunakan sebanyak 100, 50, 25, 12,5, 6,25, 3.125mg/ml. Data

yang didapat adalah diameter zona hambat yang terbentuk disekitar sumuran yang sebelumnya telah berisi seri konsentrasi larutan uji.

Skala data : Rasio

4.5.3. Penentuan Kadar Hambat Minimum (KHM) Minyak Atsiri Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia*) terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*

KHM merupakan kadar terendah dari suatu senyawa yang masih mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Nilai KHM ditentukan dengan cara mengamati diameter zona hambat yang masih terbentuk pada kadar minimum.

Skala data : Rasio

4.5.4. Analisis Kebocoran Asam Nukleat dan Protein

Analisis kebocoran asam nukleat dan protein adalah uji untuk mengetahui keberadaan asam nukleat protein di luar sel bakteri. Adanya asam nukleat dan protein di luar sel bakteri akibat kebocoran pada dinding sel bakteri atau terjadi perubahan terhadap kekuatan membran sel hingga menyebabkan kematian bakteri. Analisis kebocoran asam nukleat serta protein dilakukan dengan metode kuantitatif menggunakan spektro UV-Vis. Metode ini mengukur peningkatan absorbansi asam nukleat serta protein pada panjang gelombang 260nm dan 280nm dengan konsentrasi 1KHM dan 2KHM.

Skala data: Rasio

4.6. Bahan dan Alat Penelitian

a. Bahan

Minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) diperoleh dari minyak atsiri yang dijual dipasaran. Bahan yang digunakan untuk uji aktivitas antibakteri, penentuan KHM, analisis kebocoran asam nukleat dan protein serta pengamatan struktur dinding sel bakteri meliputi tetrasiklin, etanol destilat, koloni bakteri *P.acne* ATCC® 27853™ yang didapat dari Laboratorium Biologi Universitas Wahid Hasyim Semarang, nutrisi agar, glutaraldehid 2%, chocodilate buffer, osmium tetraoksida, alkohol, butanol.

b. Alat

Jarum ose, kuvet, tabung reaksi, cawan petri, inkubator, jangka sorong, autoklaf, inkubator goyang, sentrifugasi, spektrofotometer UV-Vis.

4.7. Tahapan Penelitian

4.7.1. Preparasi minyak Atsiri Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia*)

Minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) berasal dari minyak atsiri yang dijual di pasaran dengan merk *Chio*®.

4.7.2. Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia*) terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*

Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi sumuran, mengacu terhadap penelitian yang dilakukan oleh Lely dkk, 2016 dengan berbagai modifikasi⁽⁴³⁾.

- Pembuatan Larutan Uji

Larutan uji minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) dilarutkan dalam etanol serta dibuat seri kadar 100, 50, 25, 12,5, 6.25, 3.125mg/ml.

- Pembuatan Larutan Kontrol

Larutan kontrol positif menggunakan Tetrasiklin 1% yang dilarutkan menggunakan etanol destiat 100ml. Larutan kontrol negatif berupa etanol destilat.

- Peremajaan Biakan Murni

Bakteri uji digoreskan pada media TSA menggunakan jarum ose. Setelah itu dimasukkan dalam inkubator dengan suhu 37°C dalam waktu 24 jam dengan kondisi karbon dioksida 5-10%.

- Pembuatan NaCl Fisiologis 0,9%

NaCl dengan berat 2.25 gr dilarutkan pada 250 ml aquadest steril dan homogenkan. Kemudian dilakukan sterilisasi dalam autoklaf menggunakan suhu 121° C dalam waktu 15 menit.

- Preparasi Suspensi Bakteri Uji

Bakteri uji disuspensikan pada 5 ml NaCl 0,9%. Lalu dicampurkan hingga homogen dalam kuvet. Suspensi bakteri dicocokkan pada standar McFarland 0,5 dengan spektrofotometer UV-Vis pada 580 nm dan transmitan 25% guna mendapatkan suspensi inokulum sesuai standar $1,5 \times 10^8$ CFU/ml.

- Pengujian Aktivitas Antibakteri Bakteri

Tabung reaksi dengan 10 ml media agar diteteskan sebanyak 2 tetes suspensi bakteri dan dicampurkan hingga homogen. Setelah ini dimasukan piring petri yang sebelumnya berisi 10 ml media agar padat. Setelah itu, suspensi bakteri diratakan pada permukaan media padat dengan cara memutar piring petri lalu didiamkan selama 15 menit pada suhu kamar, setelah itu dibuat sumuran. Hal ini dilakukan pada setiap seri konsentrasi larutan uji dan direplikasi sebanyak tiga kali. Minyak atsiri bunga lavender dengan berbagai seri konsentrasi diteteskan pada sumuran. Piring petri dimasukan dalam inkubator dengan suhu 36°C dalam waktu 24 jam. Dilakukan sebanyak tiga kali replikasi pada setiap sampel. Setelah 24 jam diukur pembentukan zona hambat yang terbentuk menggunakan jangka sorong. Pembentukan zona hambat dihitung rata-rata serta ditabulasi untuk setiap bakteri uji yang digunakan dengan variasi seri kadar minyak atsiri bunga lavender. Penentuan konsentrasi yang digunakan mulai dari konsentrasi tertinggi 100 mg/ml serta 50 mg/ml kemudian konsentrasi diperkecil sampai menemukan kadar minyak atsiri bunga lavender yang sudah tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Konsentrasi dimana larutan minyak atsiri bunga lavender sudah tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri *P.acnes* digunakan sebagai acuan pada penentuan nilai KHM.

4.7.3. Penentuan Kadar Hambat Minimum (KHM) Minyak Atsiri Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia*) terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*

Hasil uji sebelumnya didapatkan konsentrasi minyak atsiri bunga lavender yang tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Ditandai dengan tidak terbentuknya zona hambat. Maka konsentrasi satu tingkat di atasnya yang masih mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Propionibacterium acnes* ditetapkan sebagai nilai KHM.

4.7.4. Analisis Kebocoran Asam Nukleat dan Protein

Analisis kebocoran asam nukleat dan protein pada *P.acnes* dengan pemberian minyak atsiri bunga lavender, mengacu pada penelitian yang dilakukan Aziz (2010) dengan berbagai variasi⁽¹⁰⁾.

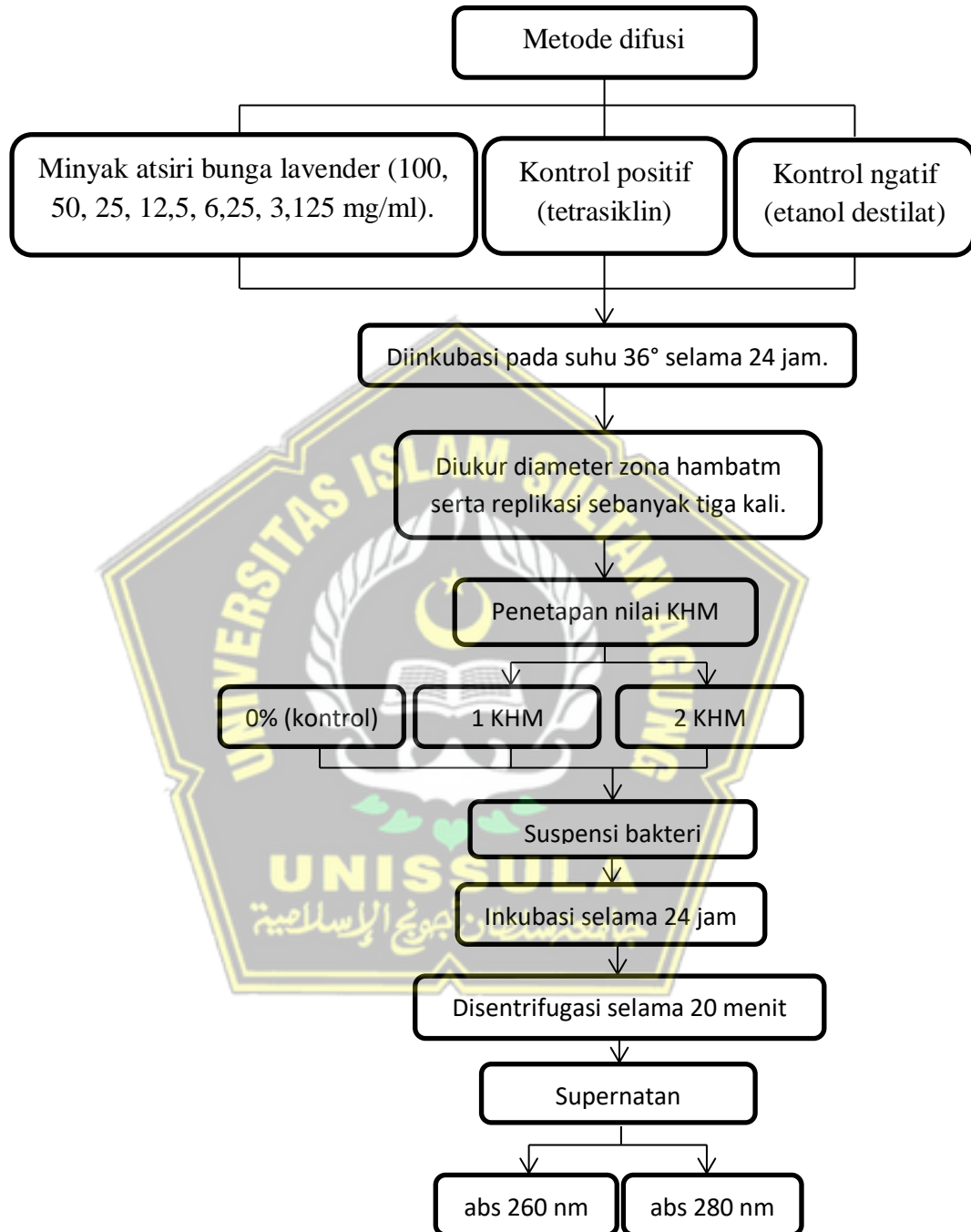
- Suspensi bakteri yang didapatkan dari biakan bakteri yang telah ditumbuhkan selama 24 jam ditambahkan minyak atsiri bunga lavender pada kadar 0% (kontrol), 1 KHM dan 2 KHM.
- Setelah itu dimasukkan dalam inkubator goyang (200 rpm) dengan suhu 37° C dalam waktu 24 jam pada kondisi anaerob.
- Kemudian dilakukan sentrisugasi dalam waktu 20 menit dan kecepatan yang digunakan sebesar 3500 rpm.
- Cairan supernatan dipisahkan dari endapan yang terbentuk.
- Cairan supernatan diukur nilai absorbansi yang terbentuk menggunakan spektrofotometer UV/Vis pada 260 nm dan 280 nm.

4.7.5. Standarisasi Penelitian

Pengukuran nilai diameter zona hambat dilakukan untuk menguji aktivitas antibakteri. Suatu senyawa dikatakan memiliki aktivitas antibakteri sangat kuat bila besaran zona hambat memiliki nilai >20 mm. Termasuk dalam kategori kuat bila besaran zona hambat memiliki nilai sebesar 10 hingga 20 mm. Termasuk dalam kategori sedang bila besaran zona hambat memiliki nilai antara 5-10 mm. Dan disebut kategori lemah apabila besaran zona hambat yang terbentuk sebesar <5 mm⁽⁴⁴⁾.

Penentuan KHM berdasarkan konsentrasi paling rendah dari minyak atsiri bunga lavender yang masih memiliki nilai hambatan pada pertumbuhan bakteri⁽¹⁰⁾. Analisis kebocoran asam nukleat dan protein dilakukan dengan mengamati peningkatan absorbansi dengan panjang gelombang 260 nm untuk asam nukleat dan 280 nm untuk protein. Panjang gelombang 260 nm mampu mendeteksi adanya RNA dan DNA. Dan senyawa berupa protein memberikan serapan pada panjang gelombang 280 nm. Asam nukleat dan protein yang berada pada luar sel menandakan adanya kebocoran pada dinding sel bakteri dan menyebabkan kematian pada bakteri⁽⁴⁵⁾.

4.8. Alur Kerja



4.9. Tehnik Pengumpulan Data

Nilai rata-rata diameter zona hambat merupakan hasil uji dari kemampuan minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) sebagai antibakteri terhadap *Propionibacterium acnes*. Kemudian dilanjutkan dengan penetapan nilai KHM. KHM merupakan kadar terendah minyak atsiri dimana minyak atsiri tersebut masih memiliki kemampuan dalam pertumbuhan bakteri. Nilai absorbansi yang diperoleh dari panjang gelombang 260 nm dan 280 nm merupakan hasil dari analisis kebocoran asam nukleat dan protein.

4.10. Analisis Data

Rata-rata nilai diameter zona hambat yang diperoleh kemudian diuji normalitas dengan Saphiro-Wilk dan diuji homogenitas dengan Levene's. Setelah dilakukan uji normalitas dan homogenitas diperoleh data yang tidak terdistribusi normal serta tidak homogen, maka digunakan uji non parametrik Kruskal-Wallis. Dari uji Kruskal-Wallis diperoleh nilai $p < 0.05$, kemudian dilakukan uji lanjutan menggunakan Mann Whitney guna mengetahui perbedaan antar kelompok perlakuan. Data nilai absorbansi pada kebocoran asam nukleat serta protein diuji normalitas menggunakan Saphiro-Wilk dan pengujian homogenitas menggunakan Levene's. Hasil uji normalitas serta homogenitas diperoleh data yang normal serta homogen, maka dilanjutkan dengan uji Anova Satu Arah. dari data Anova Satu Arah diperoleh nilai $p < 0.05$, kemudian dilakukan uji lanjutan menggunakan Post Hock LSD guna menentukan perbedaan bermakna dari setiap perlakuan.

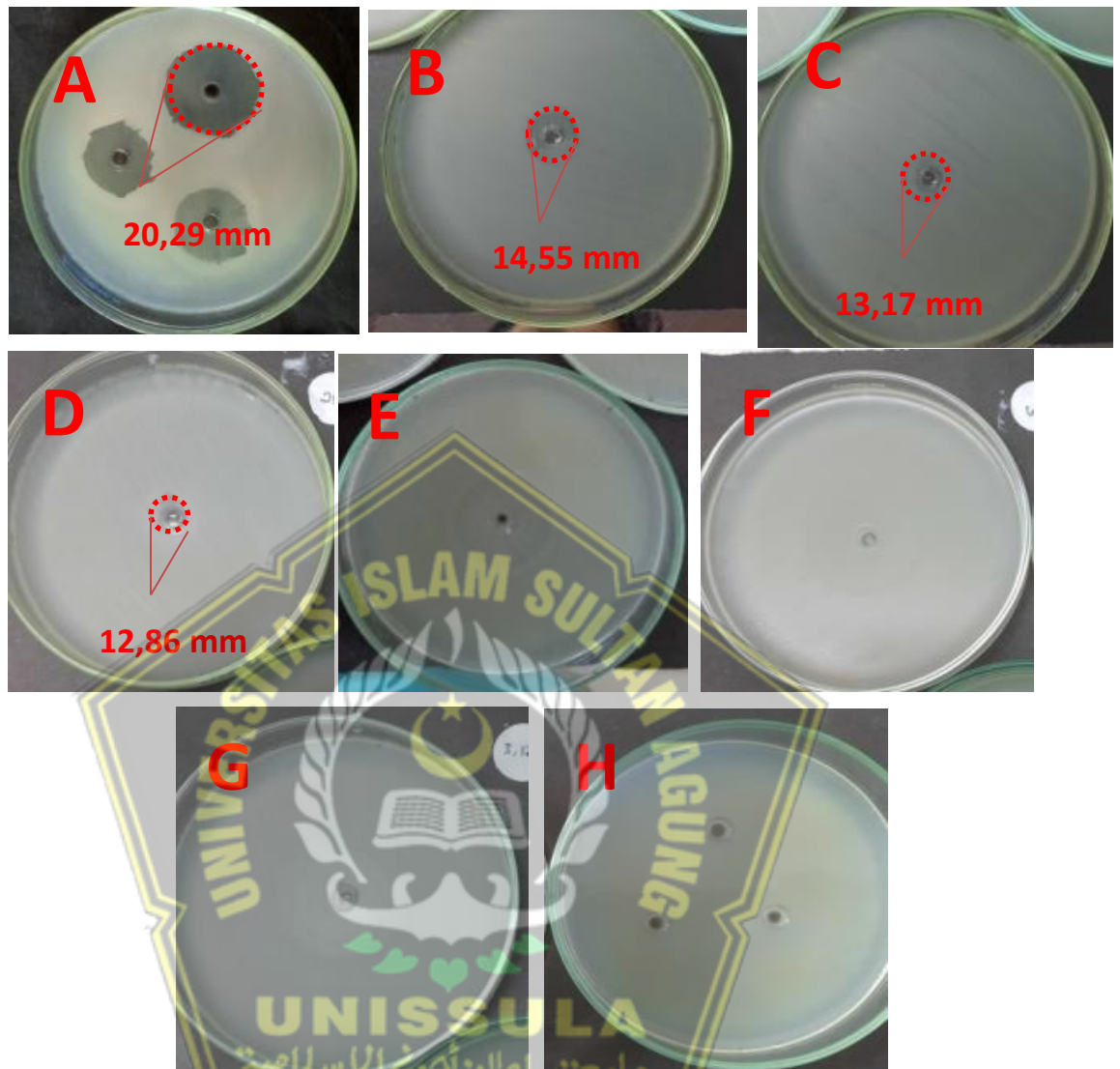
BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan eksperimental laboratorium in vitro yang dilakukan selama satu bulan. Dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk membuktikan peningkatan pembentukan zona hambat, kebocoran asam nukleat dan protein. Desain penelitian menggunakan *post test only control group design* dengan tiga kali replikasi. Hasil penelitian disajikan dalam peningkatan diameter zona hambat serta peningkatan nilai absorbansi kebocoran asam nukleat dan protein serta data diuji secara statistik.

Uji aktivitas antibakteri minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) terhadap *Propionibacterium acnes* dilakukan dengan metode sumuran secara in vitro. Lubang sumuran/hole dibuat dengan alat cork borer berdiameter 5mm. Inkubasi pada inkubator dalam waktu 24 jam menggunakan suhu 37°C. Minyak atsiri bunga lavender dibuat seri kadar 100, 50, 25, 12.5, 6.25 dan 3.125mg/ml. Kontrol positif yang digunakan dalam penelitian ini adalah tetrasiklin dan kontrol negatif berupa etanol destilat. Minyak atsiri bunga lavender pada kadar 100, 50, 25mg/ml serta kontrol positif berupa tetrasiklin 1% menunjukkan adanya zona hambat disekeliling sumuran (Gambar 8). Sedangkan pengujian pada minyak atsiri bunga lavender pada kadar 12.5, 6.25 dan 3.125mg/ml serta kelompok kontrol negatif berupa etanol destilat tidak menunjukkan adanya zona hambat disekitar sumuran.



Gambar 8. Uji hambatan pertumbuhan pada *P.acnes*, (a) kontrol positif, (b) minyak atsiri bunga lavender 100mg/ml, (c) minyak atsiri bunga lavender 50 mg/ml, (d) minyak atsiri bunga lavender 25 mg/ml, (e) minyak atsiri bunga lavender 12.5 mg/ml, (f) minyak atsiri bunga lavender 6,25 mg/ml, (g) minyak atsiri bunga lavender 3.125 mg/ml, (h) kontrol negative

Berikut adalah nilai rerata diameter zona hambat yang terbentuk serta nilai SD dari minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*), tetrasiklin

(kontrol positif) 1% dan etanol destilat (kontrol negatif) terhadap bakteri

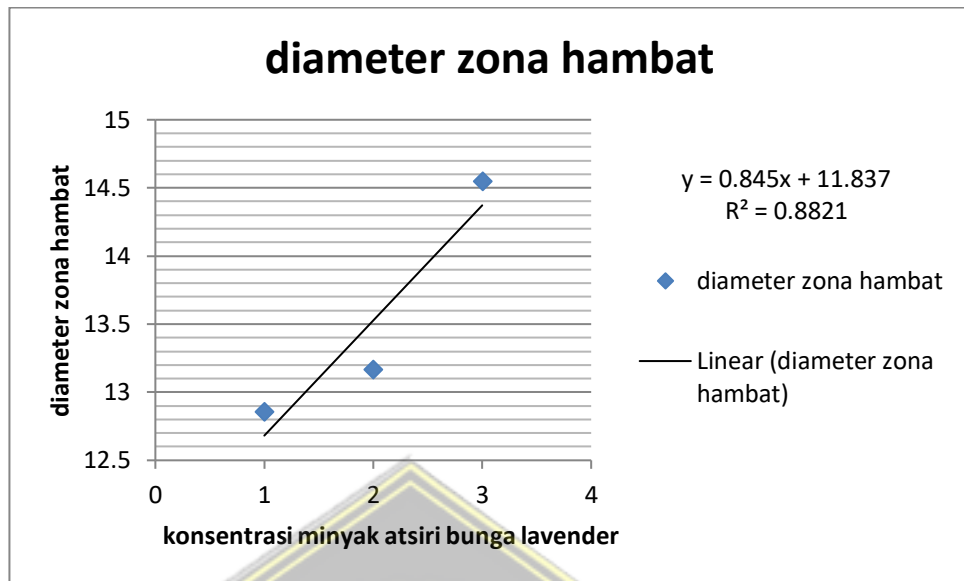
Propionibacterium acnes :

Tabel 2. Rata-rata diameter zona hambat (mm) minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*), kontrol positif dan kontrol terhadap *Propionibacterium acnes*

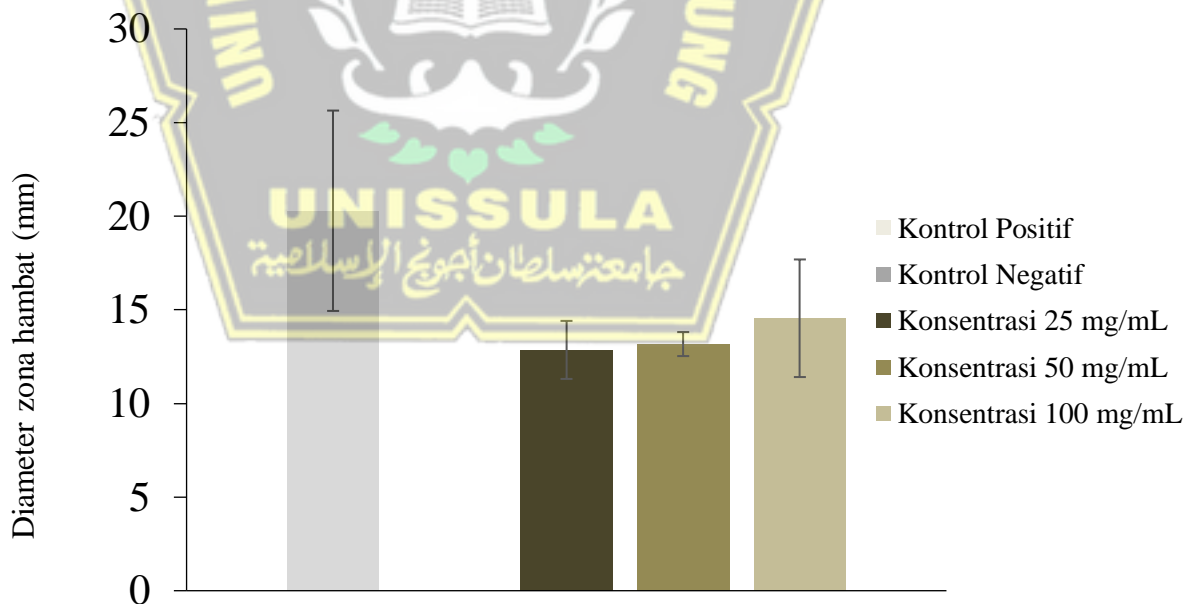
Konsentrasi (mg/ml)	Rata-rata diameter zona hambat (mm)	Kekuatan antibakteri ⁽⁴⁴⁾
100	14,55 ± 3,14	Kuat
50	13,17 ± 0,64	Kuat
25	12,86 ± 1,55	Kuat
12,5	-	
6,25	-	
3,125	-	
Kontrol positif	20,29 ± 5,35	Sangat kuat
Kontrol negatif	-	-

Berdasarkan tabel di atas, diameter zona hambat terbesar terbentuk dari kontrol positif berupa tetrasiklin 1% kemudian diikuti oleh minyak atsiri bunga lavender dengan konsentrasi 100, 50 dan 25 mg/ml. perolehan rerata diameter zona hambat yang terbentuk secara berurutan sebesar 20.29, 14.55, 13.17, 12.76 mm.

Kontrol positif berupa tetrasiklin mempunyai kemampuan sebagai antibakteri terhadap *Propionibacterium acnes* pada kategori sangat kuat. Sedangkan minyak atsiri bunga lavender termasuk dalam antibakteri kategori kuat.



Gambar 9. Grafik hubungan antara konsentrasi minyak atsiri bunga lavender dengan diameter zona hambat terhadap bakteri *Propionibacterium acnes*



Gambar 9. Grafik pembentukan diameter zona hambat minyak atsiri bunga lavender terhadap *P.acnes*

Grafik pembentukan besaran zona hambat minyak atsiri bunga lavender pada bakteri *P.acnes* disimpulkan bahwa ada perbedaan bermakna antar kelompok konsentrasi minyak atsiri bunga lavender terhadap kontrol negatif. Kelompok kontrol positif serta kelompok kontrol negatif memiliki perbedaan yang bermakna.

Data yang didapat melalui perhitungan diameter zona hambat diuji normalitas serta homogenitas. Hasil pengujian normalitas dan homogenitas menyimpulkan bahwa data yang diperoleh tidak homogen dan tidak semua data terdistribusi normal. Sehingga analisis data yang lanjutan berupa nonparametrik Kruskal-Wallis. Hasil pengujian Kruskal-Wallis didapatkan nilai sig. sebesar 0.034 ($p < 0.05$). Hasil tersebut menyatakan bahwa terdapat perbedaan bermakna antar kelompok perlakuan.

Guna mendapatkan hasil kelompok perlakuan yang mempunyai perbedaan bermakna dilakukan pengujian menggunakan Mann-Whitney. Dari pengujian menggunakan Mann-Whitney didapatkan hasil :

Tabel 3. Nilai sig. kelompok perlakuan Vs kelompok kontrol

Kelompok Perlakuan Vs Kelompok Kontrol		Nilai Sig.
100 mg/ml	50 mg/ml	0.513
100 mg/ml	25 mg/ml	0.513
50 mg/ml	25 mg/ml	0.513
100 mg/ml	Kontrol +	0.268
50 mg/ml		0.046

25 mg/ml		0.046
100 mg/ml	Kontrol -	0.037
50 mg/ml		0.037
25 mg/ml		0.037
Kontrol (+)	Kontrol (-)	0.034

Berdasarkan tabel 3 diperoleh hasil bahwa tidak ada perbedaan bermakna pada seluruh seri konsentrasi minyak atsiri bunga lavender. Nilai signifikansi 0.513 ($p > 0.05$). Kelompok perlakuan minyak atsiri bunga lavender pada kadar 100 mg/ml tidak ada perbedaan bermakna terhadap kontrol positif. Besaran signifikansi 0.268 ($p > 0.05$). Kelompok perlakuan minyak atsiri bunga lavender dengan kontrol negatif terdapat adanya perbedaan bermakna dengan nilai signifikansi 0.037 ($p < 0.05$). Kelompok kontrol positif dengan kelompok kontrol negatif terdapat adanya perbedaan yang bermakna dengan nilai signifikansi 0.034 ($p < 0.05$).

Konsentrasi hambat minimum (KHM) diperoleh berdasarkan pembentukan zona hambat disekitar sumuran dari minyak atsiri bunga lavender pada kadar terkecil. Berikut ini adalah hasil KHM minyak atsiri bunga lavender terhadap *Propionibacterium acnes*:

Tabel 4. Nilai KHM minyak atsiri bunga lavender terhadap *Propionibacterium acnes*

Konsentrasi (mg/ml)	<i>Propionibacterium acnes</i>
100 mg/ml	+
50 mg/ml	+
25 mg/ml	+*

12.5 mg/ml	-
6.25 g/ml	-
3.125 mg/ml	-

Keterangan : (+) ada pertumbuhan bakteri

(-) tidak ada pertumbuhan bakteri

*nilai KHM

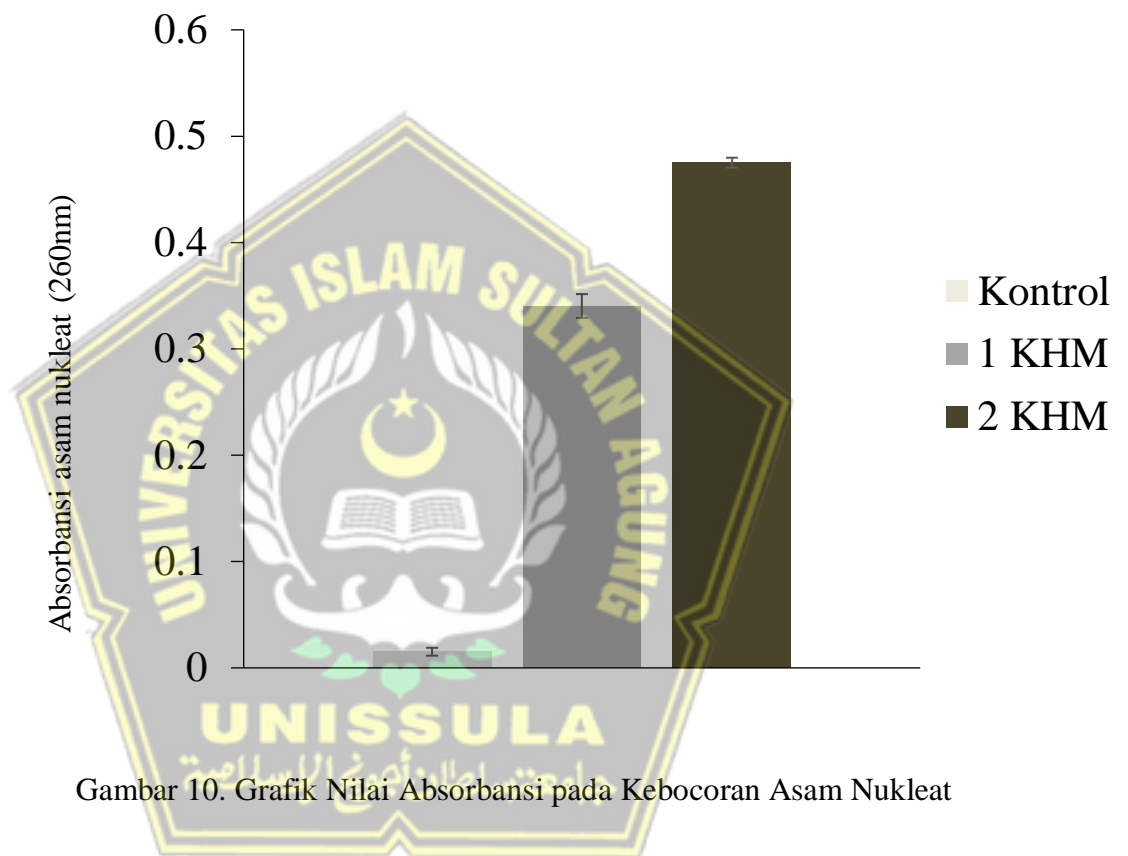
Pengamatan pada pembentukan zona hambat dari seri kadar minyak atsiri bunga lavender, diketahui bahwa tidak ditemukan adanya pembentukan zona hambat pada kadar 12.5 mg/ml, maka konsentrasi 25 mg/ml dinyatakan sebagai kadar paling rendah dari minyak atsiri bunga lavender yang masih mampu memberikan hambatan pada pertumbuhan bakteri (KHM).

Kebocoran asam nukleat dan protein dilihat dari nilai absorbansi. Nilai absorbansi diperoleh dari cairan supernatan bakteri dengan tidak adanya pemberian minyak atsiri bunga lavender (kontrol) dan pada cairan supernatan bakteri dengan penambahan minyak atsiri bunga lavender pada kadar 1 dan 2 KHM. Pengujian dilakukan menggunakan spektro UV-Vis (260 nm dan 280 nm) dengan tiga kali replikasi. Berikut ini adalah hasil nilai absorbansi kebocoran asam nukleat serta protein bakteri *Propionibacterium acnes* :

Tabel 5. Nilai Absorbansi pada Panjang Gelombang 260 dan 280nm

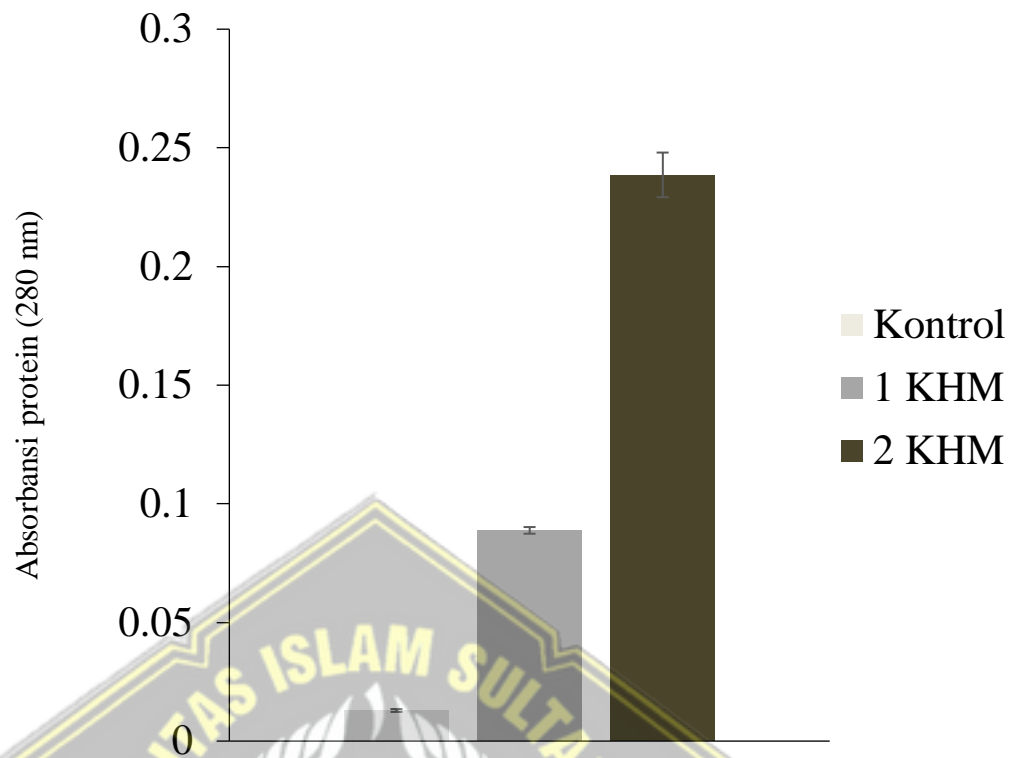
Nilai Absorbansi Asam Nukleat pada Panjang Gelombang 260 nm			
Panjang gelombang	Kontrol	1 KHM	2 KHM
260 nm	0,0152±0,0037	0,3402±0,0112	0,4751±0,0047

280 nm	0,0129±0,0006	0,0888±0,0014	0,2386±0,0094
--------	---------------	---------------	---------------



Gambar 10. Grafik Nilai Absorbansi pada Kebocoran Asam Nukleat

Berdasarkan grafik nilai absorbansi asam nukleat (260 nm) diperoleh hasil bahwa kelompok kontrol berbeda bermakna terhadap kelompok perlakuan 1 KHM dan 2 KH



Gambar 11. Grafik Nilai Absorbansi pada Kebocoran Protein

Berdasarkan grafik di atas didapatkan hasil adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok kontrol terhadap kelompok perlakuan 1 KHM serta 2 KHM.

Nilai absorbansi kebocoran asam nukleat (260 nm) dengan hasil tertinggi secara berurutan terdapat pada minyak atsiri dengan konsentrasi 2 KHM (0,4751), 1 KHM (0,3402) dan kelompok kontrol tanpa perlakuan (0,0152).

Nilai absorbansi kebocoran protein (280 nm) dengan hasil paling tinggi secara berurutan terdapat pada minyak atsiri bunga lavender dengan konsentrasi 2 KHM (0,2386), 1 KHM (0,0888) dan kelompok kontrol tanpa perlakuan (0,0129). Dari data nilai absorbansi tersebut diketahui terdapat peningkatan nilai absorbansi antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

Nilai absorbansi kebocoran asam nukleat dan protein diuji normalitas dan homogenitas varian. Pengujian nilai normalitas serta homogenitas mendapatkan hasil berupa data yang normal serta homogen ($p < 0.05$), sehingga dapat dilanjutkan menggunakan uji Anova Satu Arah. Berdasarkan uji Anova Satu Arah, nilai absorbansi asam nukleat (260 nm) serta protein (280 nm) memiliki nilai signifikansi sebesar 0.000 (< 0.05), menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (beda bermakna) antar kelompok perlakuan. Pengujian lanjutan guna menentukan kelompok dengan perbedaan bermakna maka dilanjutkan pengujian Post Hock dengan LSD. Nilai sig. yang didapatkan dari uji LSD sebesar 0.000 (< 0.05) pada kelompok kontrol dan seluruh kelompok perlakuan, hasil menyatakan terdapat perbedaan bermakna antar kelompok kontrol terhadap seluruh kelompok perlakuan minyak atsiri bunga lavender 1 serta 2 KHM (260 dan 280 nm).

5.2. Pembahasan

Minyak atsiri bunga lavender yang digunakan dalam penelitian ini adalah produk yang dijual bebas dipasaran dengan merek Chio®. Produk yang digunakan memiliki kandungan 100% minyak murni dibuktikan dengan komposisi yang tercantum pada produk serta adanya *certificate of analysis* (COA).

Koloni bakteri *Propionibacterium acnes* ATCC® 27853™ diperoleh dari Laboratorium Biologi Universitas Wahid Hasyim Semarang. Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi sumuran. Metode ini dipilih karena pengujian relatif lebih mudah, cepat dan tidak membutuhkan peralatan

khusus⁽³²⁾. Konsentrasi minyak atsiri bunga lavender yang digunakan sebesar 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125 mg/ml. Penentuan konsentrasi yang digunakan mulai dari konsentrasi tertinggi 100 mg/ml dan 50 mg/ml kemudian diturunkan sampai ditemukan konsentrasi minyak atsiri bunga lavender yang sudah tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Konsentrasi dimana larutan minyak atsiri bunga lavender sudah tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri *P.acnes* digunakan sebagai acuan pada penentuan nilai KHM.

Pembuatan seri konsentrasi larutan uji minyak atsiri bunga lavender menggunakan etanol destilat sebagai pelarut dan juga ditetapkan sebagai kontrol negatif. Penggunaan etanol destilat bertujuan untuk melarutkan minyak atsiri bunga lavender menjadi beberapa seri konsentrasi. Tujuan ditetapkannya etanol destilat sebagai kontrol negatif adalah untuk melihat apakah pelarut minyak atsiri yang digunakan memiliki aktivitas antibakteri. Diharapkan kontrol negatif yang digunakan tidak memiliki aktivitas antibakteri sehingga aktivitas antibakteri yang nantinya diperoleh benar-benar berasal dari larutan uji. Penelitian yang dilakukan Lely dkk., pada tahun 2016 menunjukkan bahwa kontrol negatif berupa etanol destilat tidak memiliki aktivitas sebagai antibakteri⁽⁴³⁾.

Kontrol positif yang digunakan adalah tetrasiklin 1%. Dipilih tetrasiklin karena tetrasiklin merupakan obat yang lazim digunakan pada pengobatan jerawat. Selain itu bakteri *P.acnes* memiliki potensi resistensi paling rendah pada tetrasiklin (47,4%) dibandingkan dengan eritromisin (63,2%) dan

klindamisin (57,9%)⁽⁴⁶⁾. Fungsi dari kontrol positif adalah sebagai pembanding aktivitas antibakteri dengan larutan uji minyak atsiri bunga lavender.

Hasil uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa kontrol positif dan minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) dengan konsentrasi 100, 50 dan 25 mg/ml mampu membentuk zona hambat disekeliling sumuran pada media agar yang ditumbuhi bakteri *Propionibacterium acnes*. Nilai rata-rata diameter zona hambat yang terbentuk secara serurutan sebesar 20.29, 14.55, 13.17, 12.76 mm. Semakin besar konsentrasi minyak atsiri bunga lavender maka akan semakin besar pula diameter zona hambat yang terbentuk. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri maka semakin banyak pula kandungan senyawa aktif didalamnya⁽¹⁰⁾. Penelitian yang dilakukan Esmael (2020) menyebutkan bahwa minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) memiliki aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri penyebab jerawat, seperti *Staphylococcus aureus* EG-AE1, *Staphylococcus epidermidis* EG-AE2 dan *Cutibacterium acnes* EG-AE1 (14).

Kontrol positif memiliki aktivitas antibakteri dengan kategori sangat kuat dan minyak atsiri bunga lavender memiliki aktivitas antibakteri dengan kategori kuat. Suatu senyawa antibakteri dikatakan memiliki aktivitas antibakteri sangat kuat apabila diameter zona hambat yang terbentuk >20 mm dan dikatakan kuat apabila diameter zona hambat yang terbentuk antara 10-20 mm.⁽⁴⁴⁾ Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa Citronella oil

(*Cymbopogon nardus* L.) mampu membentuk zona hambat terhadap *Propionibacterium acnes* DMST 14916 dengan diameter sebesar 18,1 mm (kategori kuat). Tea tree oil (*Melaleuca alternifolia*) mampu membentuk zona hambat terhadap bakteri *Propionibacterium acnes* DMST 14916 dengan diameter sebesar 16,2 mm (kategori kuat) ⁽⁴⁷⁾.

Etanol destilat yang digunakan sebagai pelarut untuk mengencerkan kontrol positif serta membuat seri konsentrasi minyak atsiri bunga lavender tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri. Ini menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri yang dihasilkan oleh kontrol positif dan minyak atsiri bunga lavender terhadap *P.acnes* hanya berasal dari kandungan zat aktif dalam kontrol positif serta senyawa aktif pada minyak atsiri bunga lavender, bukan dari pelarut yang digunakan. Penelitian yang dilakukan Lely et al pada tahun 2016 menyebutkan bahwa etanol destilat yang digunakan sebagai kontrol negatif pada uji aktivitas antibakteri minyak atsiri rimpang jahe terhadap bakteri penyebab jerawat tidak menunjukkan adanya zona hambat (43). Etanol destilat yang digunakan sebagai kontrol negatif pada uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun seledri dan madu hutan terhadap bakteri penyebab penyakit kulit tidak memberikan aktivitas antibakteri ditunjukkan tidak terbentuk zona hambat ⁽⁴⁸⁾. Kemudian diperkuat dengan analisis statistik menggunakan uji nonparametrik Kruskal Wallis. Hasil uji Kruskal Wallis diperoleh nilai signifikansi sebesar 0.035 ($p < 0.05$) yang menunjukkan adanya perbedaan bermakna antar kelompok perlakuan.

Aktivitas antibakteri dipengaruhi oleh kandungan senyawa kimia dalam minyak atsiri bunga lavender. Minyak atsiri bunga lavender mengandung flavonoid dan linalool. Flavonoid memiliki kemampuan sebagai antibakteri dengan cara menghambat sintesis asam nukleat, penurunan metabolisme energi dan penghambatan permeabilitas sel ⁽³¹⁾. Linalool memiliki kemampuan sebagai antibakteri dengan cara menghambat permeabilitas sel dan penurunan metabolisme energi ⁽³⁰⁾.

Kadar hambat minimum (KHM) dari minyak atsiri bunga lavender terhadap bakteri *P.acnes* diperoleh dengan konsentrasi 25 mg/ml. Nilai KHM digunakan sebagai acuan dalam menentukan konsentrasi pada pengukuran absorbansi kebocoran asam nukleat dan protein. Konsentrasi yang digunakan sebesar 1 dan 2 KHM (25 dan 50 mg/ml).

Pengukuran absorbansi pada kebocoran asam nukleat dan protein bakteri *P. acnes* dilakukan pada cairan supernatan bakteri tanpa pemberian minyak atsiri bunga lavender (kontrol) serta pada cairan supernatan dengan pemberian minyak atsiri bunga lavender (1 dan 2 KHM) menggunakan panjang gelombang 260 nm dan 280 nm. Panjang gelombang 260 nm mampu mendeteksi adanya asam nukleat sedangkan panjang gelombang 280 nm mampu mendeteksi adanya protein ⁽⁴⁹⁾. Pengujian dilakukan menggunakan spektro UV-Vis. Prinsip metode absorbansi UV adalah asam nukleat (DNA atau RNA) memiliki ikatan rangkap terkonjugasi pada cincin purin dan pirimidinnya dengan puncak serapan spesifik pada 260 nm ⁽⁵⁰⁾. Protein

mampu menyerap sinar UV dengan panjang gelombang 280 nm karena adanya asam amino dengan cincin aromatik⁽⁵¹⁾.

Terdapat peningkatan nilai absorbansi pada sel tanpa perlakuan dan dengan perlakuan. Pada kondisi sel normal, asam nukleat dan protein terletak di dalam sel. Peningkatan nilai absorbansi ini menunjukkan adanya kebocoran sel bakteri yang disebabkan karena kandungan senyawa aktif dari minyak atsiri bunga lavender. Hal ini didukung dengan uji statistik menggunakan One Way Anova. Nilai signifikansi yang diperoleh sebesar 0.000 (<0.05), terdapat perbedaan bermakna antar kelompok perlakuan. Pemberian minyak atsiri bunga lavender menyebabkan kebocoran pada asam nukleat dan protein bakteri *P.acnes*.

Peningkatan nilai absorbansi pada panjang gelombang 260 nm lebih besar dibandingkan dengan panjang gelombang 280 nm. Hal ini menunjukkan bahwa sel bakteri mengalami kebocoran lebih besar pada asam nukleat. Penelitian yang dilakukan Yang et al pada tahun 2002 memberikan hasil bahwa adanya peningkatan jumlah protein di luar tubuh sel bakteri *Klebsiella pneumonia* setelah pemberian minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*)⁽¹¹⁾. Kekurangan asam nukleat pada bakteri menyebabkan gangguan pada proses pembelahan sel bakteri⁽¹⁰⁾.

Minyak atsiri bunga lavender memiliki berbagai kandungan senyawa aktif seperti flavonoid dan linalool. Flavonoid dan linalool yang terkandung dalam minyak atsiri bunga lavender mampu menyebabkan kebocoran asam

nukleat dan protein. Flavonoid akan membentuk ikatan hidrogen dengan gugus kepala polar lipid. Adanya ikatan antara flavonoid dan fosfolipid dapat menyebabkan perubahan struktur membran. Perubahan tersebut berupa ketebalan dan fluktuasi, dan secara tidak langsung memodulasi distribusi/fungsi protein membran, ini berakibat pada terhambatnya pertumbuhan bakteri serta kematian bakteri ⁽³¹⁾. Linalool merusak struktur dinding sel bakteri sehingga terjadi pelepasan isi intraseluler, hal ini menyebabkan berbagai gangguan metabolisme. Linalool mampu menghambat metabolisme energi dengan mengganggu aktivitas enzim ATPase ⁽³⁰⁾.

Mekanisme kerja dari suatu antibakteri dapat dilihat dari adanya kebocoran asam nukleat dan protein serta kebocoran ion logam pada sel bakteri. Kebocoran ion logam pada bakteri menyebabkan struktur dan fungsi pada protein bakteri berubah (52). Kebocoran ion logam dapat diukur dengan mengukur ion K⁺ dan Ca²⁺. Ion K⁺ akan merusak ribosom dan menghambat pembentukan protein, sedangkan ion Ca²⁺ akan merusak komponen dinding sel bakteri.

Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa kelemahan. Kelemahan yang pertama, yaitu tidak dilakukannya isolasi kandungan senyawa kimia dalam minyak atsiri bunga lavender dan diuji terhadap aktivitas antibakteri. Kelemahan yang kedua yaitu, adanya sumuran pada metode uji aktivitas antibakteri yang dipilih mempengaruhi pembentukan diameter zona hambat yang terbentuk. Kelemahan yang ketiga tidak dilakukannya penelitian secara lengkap terkait mekanisme aktifitas antibakteri dari minyak atsiri bunga

lavender terhadap *P.acnes*. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai mekanisme aktifitas minyak atsiri bunga lavender terhadap bakteri *P.acnes*.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) pada konsentrasi 100, 50, 25 mg/ml meningkatkan pembentukan diameter zona hambat terhadap bakteri *Propionibacterium acnes*.
2. Pemberian minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia*) dengan konsentrasi 1 KHM dan 2 KHM meningkatkan kebocoran asam nukleat dan protein terhadap bakteri *Propionibacterium acnes*.

6.2. SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang mekanisme kerja minyak atsiri bunga lavender sebagai antibakteri dengan mengukur kebocoran ion logam.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pembuatan sediaan dengan bahan utama minyak atsiri bunga lavender yang aman digunakan sebagai alternatif pengobatan pada acne vulgaris.

Daftar Pustaka

1. Rozlizawaty [et al.] Aktivitas Antibakterial Ekstrak Etanol dan Rebusan [Journal] // Jurnal Medika Veterinaria . - 2013.
2. Tan J.K.L and Bhate K., A global perspective on the epidemiology of acne [Journal]. - [s.l.] : British Journal of Dermatology, 2015.
3. Lehmann H. P., Robinson, K. A., Andrews, J. S., Holloway, V., & Goodman, S. N. Acne therapy: A methodologic review [Journal]. - [s.l.] : Journal of the American Academy of Dermatology, 2002. - 2 : Vol. 47. - 231-240.
4. Harahap Mawarli., Ilmu Penyakit Kulit [Book]. - Jakarta : Hipokrates, 2000. - 978-602-955-702-2.
5. Nindatu Maria, Tuhumury Novita, L and Kaihena Martha., Pengembangan Ekstrak Etanol Daun Lavender [Journal]. - [s.l.] : Molluca Medica, 2011. - 1 : Vol. IV. - ISSN: 1979 - 6358.
6. McLain Daniel, E., Chronic Health Effects Assessment [Journal]. - [s.l.] : Walker Downey & Associates, Inc., 2009.
7. Cavanagh H.M.A and Wilkinson J.M., Review Article Biological Activities Of Lavender Essential Oil [Journal]. - [s.l.] : Australia: Phytotherapy Research, 2002. - 4 : Vol. 16. - 12112282 .
8. Wongsukkasem Nuntapol, Soynark Orawan and Suthakitmanus Montira., Antiacne-causing Bacteria, Antioxidant, Anti-Tyrosinase, Anti-Elastase and Anti-Collagenase Activites of Blend Essensial Oil Comprising Rose, Bergamot and Patchouli Oils [Journal]. - [s.l.] : Natural Product Communications , 2018. - 5 : Vol. 13.

9. Parubak Apriani, Sulu., Senyawa Flavonoid yang Bersifat Antibakteri dari Akway (*Drimys Becariana*. Gibbs) [Journal]. - [s.l.] : Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sam Ratulangi, 2013. - 1 : Vol. 6. - 2715-8365.
10. Fitriani Nur, Hafifah., Efek Antimikroba Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L. [Journal]. - [s.l.] : Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Malang, 2020.
11. Aziz Azrifitria, Syaikul., Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun dan Umbi *Crinum asiaticum* L. terhadap Bakteri Penyebab Jerawat [Journal]. - [s.l.] : Majalah Farmasi Indonesia, 2010. - 3 : Vol. 21.
12. Kwiatkowski Pawel [et al.] The Antibacterial Activity of Lavender Essential Oil Alone and In Combination with Octenidine Dihydrochloride against MRSA Strains [Journal]. - [s.l.] : Molucules, 2020. - 1 : Vol. 25. - 31888005.
13. Ciocarlan Alexandru [et al.] Chemical Composition and Assessment of Antimicrobial [Journal]. - [s.l.] : MDPI, 2021. - Vol. 10. - 1829.
14. Esmael Ahmed [et al.] Antimicrobial activity of certain natural-based plant oils against the [Journal]. - [s.l.] : Science Direct, 2020. - 1 : Vol. 27. - 448-455.
15. Ganiswarna Sulistia, G Farmakologi dan Terapi Edisi 4 [Book]. - Jakarta : UI Press, 1995.
16. Sudigdoadi Sunarjati., Mekanisme Timbulnya Resistensi Antibiotik pada Infeksi Bakteri [Journal]. - [s.l.] : Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran, 2015.
17. Neu Harold, C and Gootz Thomas, D Antimicrobial Chemotherapy In: Medical Microbiology. 4th edition [Book]. - [s.l.] : University of Texas Medical Branch at Galveston, 1996. - 21413283.
18. Perry A.L and Lambert P.A., Propionibacterium acnes [Journal]. - [s.l.] : Biomedical Sciences, School of Life and Health Sciences, Aston University, Birmingham, UK, 2005. - 0266-8254.

19. Jahns Anika, C, Eiler Hinnek and Alexeyev Oleg, A Transcriptomic analysis of *Propionibacterium acnes* biofilms in vitro [Journal]. - [s.l.] : Science Direct, 2016. - Vol. 42. - 27725231.
20. Bruggeman H Skin: Acne and *Propionibacterium acnes* Genomics [Book]. - [s.l.] : Handbook of Hydrocarbon and Lipid Microbiology, 2010. - 3216-3223.
21. Fitriani Nur, Hafifah EFEK ANTIMIKROBA EKSTRAK DAUN PEPAYA (*Carica papaya* L. [Journal]. - [s.l.] : Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Malang, 2020.
22. Jawetz Melnick and Adelberg., Mikrobiologi Kedokteran [Book]. - Malang : Jakarta Salemba Medika, 2005. - 9789793027050.
23. Milton R.J. Salton dan Kwang-Shin Kim, 2001. Structur of Bacteria. . www.bact.wisc.edu. Departement of Baceriology University of WisconsinMadison.USA
24. Achermann Y [et al.] *Propionibacterium acnes*: from Commensal to Opportunistic BiofilmAssociated Implant Pathogen [Journal]. - [s.l.] : Clinical Microbiology Reviews, 2014. - 3 : Vol. 27. - 24982315.
25. Tranggono R.I and Latifah F., Buku Pegangan Ilmu Pengetahuan Kosmetik [Book]. - Jakarta : Gramedia Pustaka Utama, 2007.
26. Zahra Halimatus, Mustika, Arifa and Debora Kartuti., Aktivitas Antibakteri dan Perubahan Morfologi dari *Propionibacterium acnes* setelah Pemberian Ekstrak Curcuma Xanthorhiza [Journal]. - Indonesia : Jurnal Biosains Pascasarjana Universitas Airlangga, 2018. - 2 : Vol. 20
27. Kumar Bipul [et al.] New insights into acne pathogenesis: Exploring the role of acne-associated microbial populations [Journal]. - New Delhi : Science Direct, 2016. - Vol. 34
28. Adamczak Artur., Ożarowski, Marcin., Karpiński, Tomasz M., Antibacterial Activity of Some Flavonoids and Organic Acids Widely

- Distributed in Plants [Journal]. - [s.l.] : Journal of Clinical Medicine, 2020. - 1 : Vol. 9.
29. Cushnie T.P. Tim and Lamb Andrew, J., Antimicrobial activity of flavonoids [Journal]. - [s.l.] : Int J Antimicrob Agents, 2005. - 5 : Vol. 26. - 16323269.
30. Guo Fengyu [et al.] Antibacterial Activity and Mechanism of Linalool against *Shewanella putrefaciens* [Journal]. - [s.l.] : MDPI, 2021. - 1 : Vol. 26. - 33466475.
31. Gorniak Ireneusz, Bartoszewski Rafal and Kroliczewski Jarosław Comprehensive review of antimicrobial activities of plant flavonoids [Journal]. - [s.l.] : Springer, 2019. - Vol. 18. - 241–272.
32. Prayoga Eko., Perbandingan Efek Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dengan Metode Difusi dan Sumuran Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*, [Journal]. - Jakarta : Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, , 2013.
33. Wikipedia Bahasa Indonesia Lavender [Journal]. - 2021.
34. Dewi A.P and Prima IGA., Aroma Terapi Lavender sebagai Media Relaksasi [Journal]. - [s.l.] : E-Jurnal Medika, 2013. - 1 : Vol. 2. - 2303-1395.
35. Cronquist A., An Integrated System of Classification of Flowering Plants [Journal]. - [s.l.] : Columbia University Press, 1981. - 2 : Vol. 63.
36. Geetha R.V and Roy A., Essential Oil Repellents-A Short Review [Journal]. - [s.l.] : International Journal of Drug Development and Research, 2014. - 2 : Vol. 6.
37. Cavanagh, H.M.A and Wilkinson, J.M., *Review Article Biological Activities Of Lavender Essential Oil*. Australia: Phytotherapy Research, 2002, Vol. 16. 12112282 .

38. Sokovic M., Marin, P.D, Brkic D and van Griensven L.J.L.D., Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essenti Oils of Ten Aromatic Plants Against Human Pathogenic Bacteria [Journal]. - [s.l.] : PubMed, 2007. - 11 : Vol. 15. - 1429-3049.
39. Chu C. J and Kemper K. J., Lavender (*Lavandula* spp) [Journal]. - [s.l.] : Longwood Herbal Task Force, 2001.
40. Debboun M., S.P. Frances and Strickman D.A., Insect Repellents Handbook (2nded.) [Book]. - [s.l.] : Boca Raton: CRC Press, 2015. - 9780367659066.
41. Sastrohamidjojo H., Kimia Minyak atsiri [Book]. - Yogyakarta : Gajah Mada University Press, 2004. - 978-979-420-551-8.
42. Naeem Ayeza [et al.] Essential Oils: Brief Background and Uses [Journal]. - [s.l.] : Annals of Short Reports, 2018. - 1 : Vol. 1.
43. Lely Nilda, Ferdiawan Arie and Martha Septiani., Efektivitas Antibakteri Minyak Atsiri Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) terhadap Bakteri Jerawat [Journal]. - [s.l.] : Scientia, 2016. - 1 : Vol. 6.
44. WW Davis and TR. Stout., Disc Plate Method of Microbiological Antibiotic [Journal]. - [s.l.] : American Society for Microbiology, 1971. - 4 : Vol. 2. - 5002143.
45. Gilbert P., The revival of micro-organisms sublethally injured by chemical inhibitors; In: The Revival of Injured Microbes [Book]. - London : MJE Andrew and AD Russel (Eds). Academic Press, 1984. - 6208618.
46. Sitohang Irma, Bernadette, Simbolon [et al.] The susceptibility of pathogens associated with *acne vulgaris* to antibiotics [Journal]. - [s.l.] : Medical Journal of Indonesia, 2019. - 1 : Vol. 28. - 2252-8083.
47. Ong Kuan, Shion, Yule Catherine, M and Lee Sui, Mae Antimicrobial producing bacteria isolated from tropical peat swamp soil [Journal]. -

- [s.l.] : Malaysian Journal of Microbiology, 2015. - 2 : Vol. 11. - 2231-7538.
48. Shen Chang-Hui Detection and Analysis of Nucleic Acids [Journal]. - [s.l.] : Diagnostic Molecular Biology, 2019.
49. Noble James, E Quantification of protein concentration using UV absorbance and Coomassie dyes [Journal]. - [s.l.] : Pubmed, 2014. - 24423263.
50. Ramdani Resti and Sibero Hendra, Tarigan Treatment for Acne Vulgaris [Journal]. - [s.l.] : J MAJORITY , 2015. - 2 : Vol. IV.
51. Hazarika Neirita and Archana M The Psychosocial Impact of Acne Vulgaris [Journal]. - [s.l.] : Indian Journal of Dermatology, 2016. - 5 : Vol. 61.
52. Khwerissat [Journal]. - 2009.
53. Federer W., Statistics and Society Data Collection and Interpretation, 2nd Edition [Book]. - New York : Marcel Dekker, 1991.
54. Doughari J.H., Antimicrobial Activity of Tamarindus indica Linn [Journal]. - [s.l.] : Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 2006. - 2 : Vol. 5. - 1596-5996.
55. Satriyajati Raden, Pradipta., Uji Daya Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Batang Asam Jawa (Tamarindus Indica Linn) Terhadap Isolat Bakteri Eksudat Jerawat [Journal]. - [s.l.] : Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, 2010.
56. Lestari Retno, Try [et al.] PERILAKU MAHASISWA TERKAIT CARA MENGATASI JERAWAT [Journal]. - [s.l.] : Jurnal Farmasi Komunitas, 2021. - 1 : Vol. 8.
57. Cowan Marjorie, Murphy Plant Products as Antimicrobial Agents [Journal]. - [s.l.] : Clinical Microbiology Review. - 4 : Vol. 12. - 564–582.

58. Brooks Geo F, Butel Janet, S and Ornston L, Nicholas Mikrobiologi kedokteran [Journal]. - [s.l.] : Jakarta Salemba Medika, 2005. - 979-3027-04-7.
59. Nuria Maulita, Cut, Faizatun Arvin and Sumantri Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, dan *Salmonella typhi* ATCC 1408 [Journal]. - [s.l.] : Jurnal Ilmu-Ilmu
60. Pertanian, 2009. - 2 : Vol. 5. - 2685-532.



Lampiran 1. Sertifikat *Propionibacterium acnes*



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
 LABORATORIUM MIKROBIOLOGI FAKULTAS FARMASI
 Jalan Tri Dharma No.5, Pintu 4, Kampus USU Medan 20155
 Telepon : (061) 8223559 Fax. (061) 8219756
 Laman : farmasi.@usu.ac.id

SERTIFIKAT HASIL UJI

Pengujian Mikrobiologi

1. Contoh Uji : Stock Strain Laboratorium Mikrobiologi Farmasi USU
2. Asal Contoh Uji : (Gilchrist) Douglas and Gunter
3. Penguji : Rudy, S.Farm.
4. Jabatan : Asisten Laboratorium Mikrobiologi Farmasi USU
5. Tanggal Pengujian : 20 Desember 2017
6. Peminta : Risha Fillah Fithria
 NPP.07.11.1.0189
 Universitas Wahid Hasyim Semarang

Uraian : Biakan murni *Propionibacterium acnes* ATCC® 27853™

NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL UJI	METODE
1	<i>Propionibacterium acnes</i> ATCC® 27853™	Tabung	Uji Isolasi dan Identifikasi sesuai dengan karakteristik strain <i>Propionibacterium acnes</i> ATCC® 27853™	Biakan & Identifikasi

Catatan :

1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji

Lampiran 2. Surat Keterangan telah Melakukan Penelitian di Laboratorium
Biologi Universitas Wahid Hasyim Semarang

**UNIVERSITAS WAHID HASYIM**
FAKULTAS FARMASI
BAGIAN BIOLOGI FARMASI
Jl. Menoreh Tengah X / 22 Sampangan – Semarang 50236 Telp. (024) 8505680 – 8505681 fax. (024) 8505680

SURAT KETERANGAN
No.536/Lab.Biologi Farmasi/C.05/UWH/XI/2021

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Yang bertandatangan di bawah ini, Kepala Bagian Biologi Farmasi Universitas Wahid Hasyim Semarang menerangkan bahwa:

Nama : Riska Dwi Kurniasari
NIM : MBK.1710010126
Fakultas : Kedokteran

Telah melakukan peremojauan bakteri *Propionibacterium acnes* dalam rangka penelitian dengan judul: "Pengaruh Pemberian Minyak Atsiri Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia*) Terhadap Aktivitas Antihakteri Serta Perubahan Struktur Dinding Sel Bakteri *Propionibacterium acnes*"

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan semestinya.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, November 2021
Ka. Bag. Biologi Farmasi

Apt. Dwi Andri Kurniasari, M. Farm



Lampiran 3. Produk Minyak Atsiri Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia*)



Ingredients: 100% Lavender
(*Lavandula angustifolia*)

Peringatan: Jangan digunakan langsung pada kulit. Jauhkan dari jangkauan anak-anak. Jika dalam perawatan medis, konsultasi dengan dokter terlebih dahulu.

Lampiran 4. Sertifikat Analisis Minyak Atsiri Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia*)

Certificate of Analysis

Product Name : Lavender Essential Oil
INCI Name: Lavandula Angustifolia (Lavender) Flower Oil
Country of Origin: France
Odor: Lavender, Floral, Herbal
Production Date: April 2020
Expiration Date: 36 Months in Fully Sealed Container

Parameter	Limits	Results
Appearance	Clear Liquid	Pass
Color (Visual)	Colorless – Pale Yellow	Pass
Optical Rotation (°)	(-10) – (-3)	-5.20
Refractive Index (20°C)	1.4590 – 1.4700	1.4598
Specific Gravity (20°C)	0.8780 – 0.8950	0.8910

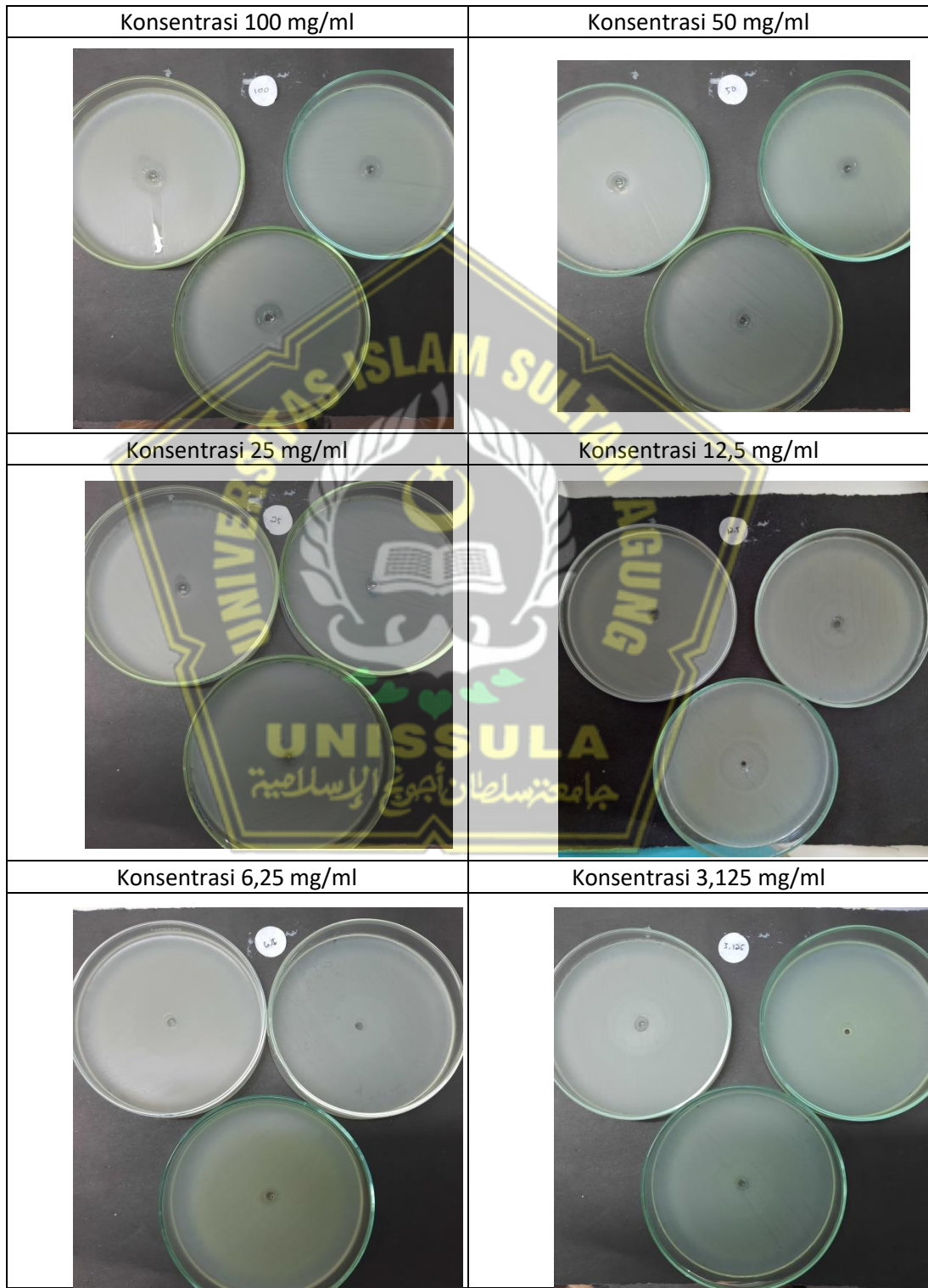
GC Analysis

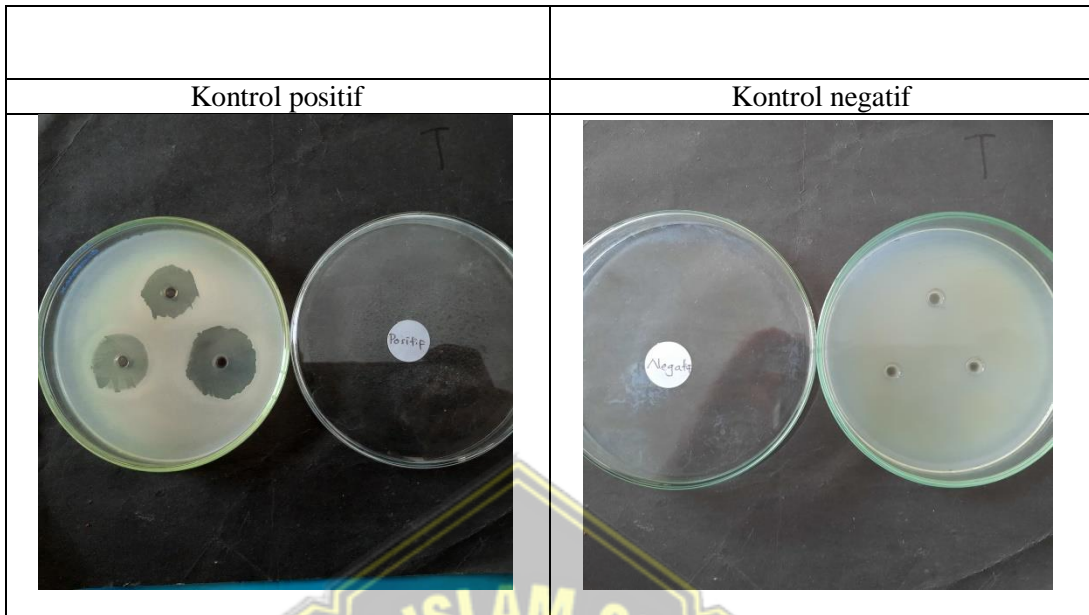
Chemical Component	Limits	Results
Octanone 3	0.20 – 1.00	0.30
Cineole 1,8 + Beta Phellandrene	2.00 – 3.00	2.60
Limonene	0.50 – 1.00	0.65
Camphor	0.00 – 2.50	2.00
Linalool	30.00 – 45.00	38.70
Linalyl Acetate	33.00 – 46.00	37.50
Terpinenol 4	0.50 – 1.50	0.70
Alpha Terpineol	0.50 – 2.00	1.20

The above data were obtained using the test indicated and is subject to the deviation inherent in the test method. Results may vary under other test methods or conditions.

This report is not to be signed.

Lampiran 5. Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia*) terhadap *Propionibacterium acnes* menggunakan Metode Difusi Sumuran





Lampiran 6. Nilai Pengukuran Zona Hambat

Konsentrasi (mg/ml)	Replikasi	Diameter (mm)
100	I	14,71
	II	11,33
	III	17,61
Rata-rata ± SD		14,55 ± 3,14
50	I	13,05
	II	12,59
	III	13,86
Rata-rata ± SD		13,17 ± 0,64
25	I	14,61
	II	12,32
	III	11,63
Rata-rata ± SD		12,86 ± 1,55
12,5 mg/ml	I	-
	II	-
	III	-
Rata-rata ± SD		-
6,25	I	-
	II	-
	III	-
Rata-rata ± SD		-
3,125	I	-
	II	-
	III	-
Rata-rata ± SD		-
Kontrol positif	I	26,28
	II	17,00
	III	17,00
Rata-rata ± SD		20,29 ± 5,35
Kontrol negatif	I	-
	II	-
	III	-
Rata-rata ± SD		-

Lampiran 7. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas Diameter Zona Hambat

Tests of Normality

	kelompok perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
diameter zona	kontrol positif	.385	3	.	.750	3	.000
hambat	kontrol negatif	.	3	.	.	3	.
	konsentrasi 100%	.187	3	.	.998	3	.916
	konsentrasi 50%	.239	3	.	.975	3	.699
	konsentrasi 25%	.300	3	.	.912	3	.426

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
diameter zona hambat	Based on Mean	6.061	4	10	.010
	Based on Median	.714	4	10	.601
	Based on Median and with adjusted df	.714	4	2.696	.640
	Based on trimmed mean	5.262	4	10	.015

Lampiran 8. Hasil Uji Kruskal-Wallis Diameter Zona Hambat

Test Statistics^{a,b}

diameter zona	
hambat	
Kruskal-Wallis H	10.326
Df	4
Asymp. Sig.	.035

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kelompok
perlakuan



Lampiran 9. Hasil Uji Mann Whitney Diameter Zona Hambat

A. Seri konsentrasi minyak atsiri bunga lavender

		Ranks		
	kelompok kontrol	N	Mean Rank	Sum of Ranks
diameter zona hambat	minyak atsiri bunga lavender 100%	3	4.00	12.00
	minyak atsiri bunga lavender 50%	3	3.00	9.00
	Total	6		

Test Statistics ^a	
	diameter zona hambat
Mann-Whitney U	3.000
Wilcoxon W	9.000
Z	-.655
Asymp. Sig. (2-tailed)	.513
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.700 ^b

a. Grouping Variable: kelompok kontrol

b. Not corrected for ties.

		Ranks		
	kelompok kontrol	N	Mean Rank	Sum of Ranks
diameter zona hambat	minyak atsiri bunga lavender 100%	3	4.00	12.00
	minyak atsiri bunga lavender 25%	3	3.00	9.00
	Total	6		

Test Statistics ^a	
	diameter zona hambat
Mann-Whitney U	3.000

Wilcoxon W	9.000
Z	-.655
Asymp. Sig. (2-tailed)	.513
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.700 ^b

a. Grouping Variable: kelompok kontrol

b. Not corrected for ties.

Ranks

	kelompok kontrol	N	Mean Rank	Sum of Ranks
diameter zona hambat	minyak atsiri bunga lavender 50%	3	4.00	12.00
	minyak atsiri bunga lavender 25%	3	3.00	9.00
	Total	6		

Test Statistics^a

	diameter zona hambat
Mann-Whitney U	3.000
Wilcoxon W	9.000
Z	-.655
Asymp. Sig. (2-tailed)	.513
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.700 ^b

a. Grouping Variable: kelompok kontrol

b. Not corrected for ties.

B. Kontrol positif Vs minyak atsiri bunga lavender

		Ranks		
	kelompok perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
diameter zona hambat	kontrol positif	3	4.33	13.00
	minyak atsiri bunga lavender konsentrasi 100%	3	2.67	8.00
	Total	6		

Test Statistics^a

diameter zona hambat	
Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	8.000
Z	-1.107
Asymp. Sig. (2-tailed)	.268
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.400 ^b

a. Grouping Variable: kelompok perlakuan

b. Not corrected for ties.

		Ranks		
	kelompok perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
diameter zona hambat	kontrol positif	3	5.00	15.00
	minyak atsiri bunga lavender konsentrasi 50%	3	2.00	6.00
	Total	6		

Test Statistics^a

diameter zona hambat	
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-1.993
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: kelompok perlakuan

b. Not corrected for ties.

		Ranks		
	kelompok perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
diameter zona hambat	kontrol positif	3	5.00	15.00
	minyak atsiri bunga lavender	3	2.00	6.00
	konsentrasi 25%			
	Total	6		

Test Statistics^a

diameter zona hambat	
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-1.993
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: kelompok perlakuan

b. Not corrected for ties.

C. Kontrol negatif Vs minyak atsiri bunga lavender

		Ranks		
	kelompok kontrol	N	Mean Rank	Sum of Ranks
diameter zona hambat	kontrol negatif	3	2.00	6.00
	minyak atsiri bunga lavender	3	5.00	15.00
	100%			
	Total	6		

Test Statistics^a

diameter zona hambat	
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-2.087
Asymp. Sig. (2-tailed)	.037

Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] .100^b

- a. Grouping Variable: kelompok kontrol
- b. Not corrected for ties.

Ranks

	kelompok kontrol	N	Mean Rank	Sum of Ranks
diameter zona hambat	kontrol negatif	3	2.00	6.00
	minyak atsiri bunga lavender	3	5.00	15.00
	50%			
	Total	6		

Test Statistics^a

	diameter zona hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-2.087
Asymp. Sig. (2-tailed)	.037
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

- a. Grouping Variable: kelompok kontrol
- b. Not corrected for ties.

Ranks

	kelompok kontrol	N	Mean Rank	Sum of Ranks
diameter zona hambat	kontrol negatif	3	2.00	6.00
	minyak atsiri bunga lavender	3	5.00	15.00
	25%			
	Total	6		

Test Statistics^a

	diameter zona hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000

Z	-2.087
Asymp. Sig. (2-tailed)	.037
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

- a. Grouping Variable: kelompok kontrol
b. Not corrected for ties.

D. Kontrol positif Vs kontrol negatif

		Ranks		
	kelompok kontrol	N	Mean Rank	Sum of Ranks
diameter zona hambat	kontrol positif	3	5.00	15.00
	kontrol negatif	3	2.00	6.00
Total		6		

Test Statistics^a

	diameter zona hambat
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-2.121
Asymp. Sig. (2-tailed)	.034
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

- a. Grouping Variable: kelompok kontrol
b. Not corrected for ties.

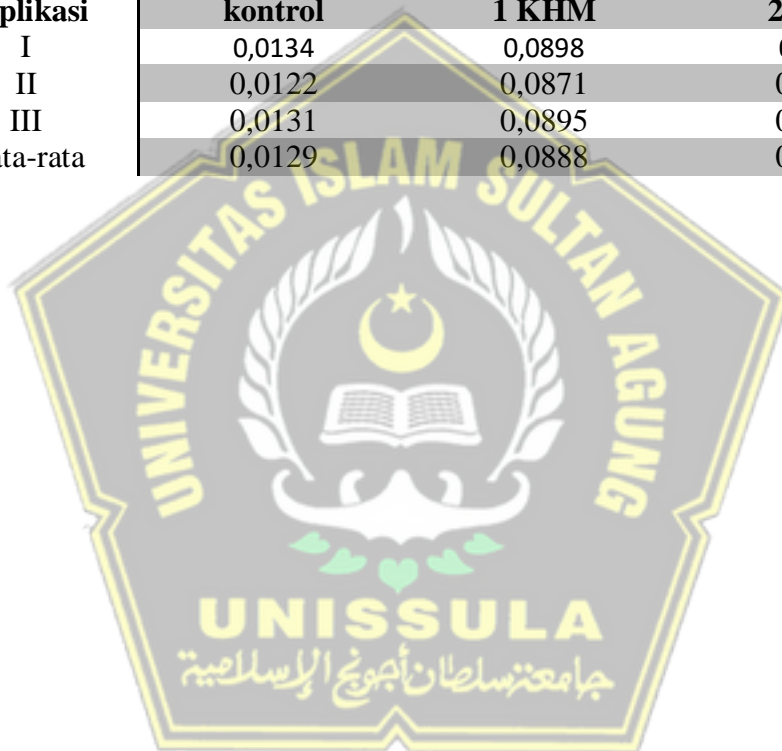
Lampiran 10. Nilai Absorbansi Kebocoran Asam Nukleat dan Protein

Nilai Absorbansi pada Panjang Gelombang 260 nm

Replikasi	Kontrol	1 KHM	2 KHM
I	0,0129	0,3532	0,4788
II	0,0132	0,3346	0,4768
III	0,0195	0,3329	0,4698
Rata-rata	0,0152	0,3402	0,4751

Nilai Absorbansi pada Panjang Gelombang 280 nm

Replikasi	kontrol	1 KHM	2 KHM
I	0,0134	0,0898	0,2432
II	0,0122	0,0871	0,2251
III	0,0131	0,0895	0,2477
Rata-rata	0,0129	0,0888	0,2386



Lampiran 11. Uji Normalitas dan Homogenitas pada Nilai Absorbansi Kebocoran Asam Nukleat dan Protein

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	kelompok perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kebocoran	kelompok kontrol	.371	3	.	.784	3	.077
asam nukleat	Konsentrasi 1 KHM	.358	3	.	.812	3	.144
	konsentrasi 2 KHM	.304	3	.	.907	3	.407

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	kelompok perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kebocoran	kelompok kontrol	.371	3	.	.784	3	.077
asam nukleat	Konsentrasi 1 KHM	.358	3	.	.812	3	.144
	konsentrasi 2 KHM	.304	3	.	.907	3	.407

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
kebocoran	Based on Mean	4.557	2	6	.063
asam nukleat	Based on Median	.407	2	6	.682
	Based on Median and with adjusted df	.407	2	2.999	.697
	Based on trimmed mean	3.769	2	6	.087

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nilai	Based on Mean	2.377	2	6	.174
absorbansi	Based on Median	.433	2	6	.667
	Based on Median and with adjusted df	.433	2	4.517	.673
protein	Based on trimmed mean	2.113	2	6	.202

Lampiran 12. Hasil Uji One Way Anova pada Kebocoran Asam Nukleat Dan Protein

ANOVA

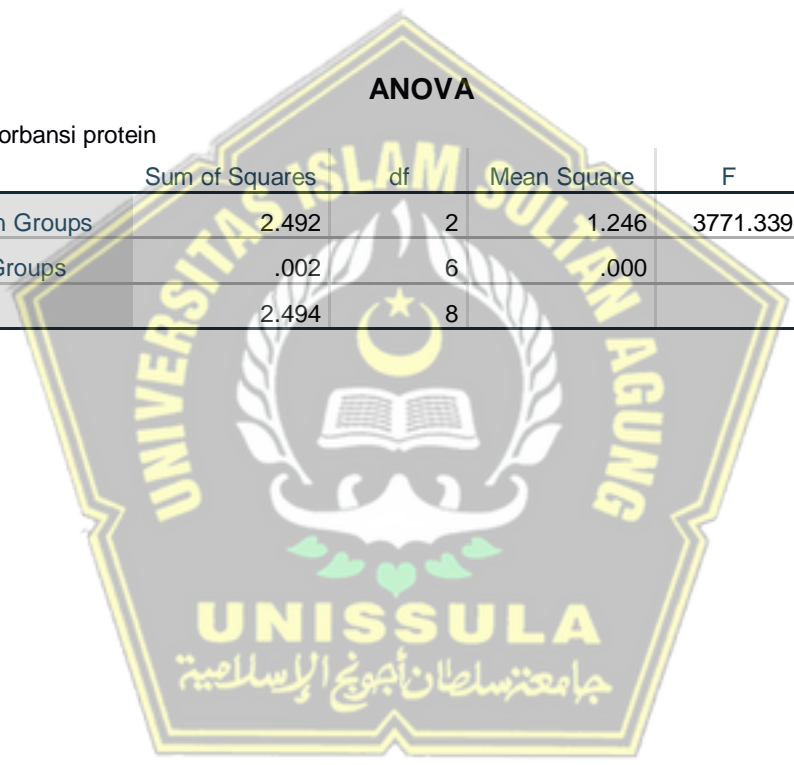
kebocoran asam nukleat

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.335	2	.168	3085.466	.000
Within Groups	.000	6	.000		
Total	.336	8			

ANOVA

Nilai absorbansi protein

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.492	2	1.246	3771.339	.000
Within Groups	.002	6	.000		
Total	2.494	8			



Lampiran 13. Hasil Uji Post Hock pada Kebocoran Asam Nukleat dan Protein

Multiple Comparisons

Dependent Variable: nilai absorbansi asam nukleat

LSD

(I) kelompok perlakuan	(J) kelompok perlakuan	Mean	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
		Difference (I-J)			Lower Bound	Upper Bound
kelompok kontrol	Konsentrasi 1 KHM	-.3250333*	.0060194	.000	-.339762	-.310305
	konsentrasi 2 KHM	-.4599333*	.0060194	.000	-.474662	-.445205
Konsentrasi 1 KHM	kelompok kontrol	.3250333*	.0060194	.000	.310305	.339762
	konsentrasi 2 KHM	-.1349000*	.0060194	.000	-.149629	-.120171
konsentrasi 2 KHM	kelompok kontrol	.4599333*	.0060194	.000	.445205	.474662
	Konsentrasi 1 KHM	.1349000*	.0060194	.000	.120171	.149629

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Nilai absorbansi protein

LSD

(I) kelompok perlakuan	(J) kelompok perlakuan	Mean	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
		Difference (I-J)			Lower Bound	Upper Bound
kelompok kontrol	konsentrasi 1 KHM	-.83813*	.01484	.000	-.8744	-.8018
	konsentrasi 2 KHM	-1.26718*	.01484	.000	-1.3035	-1.2309
konsentrasi 1 KHM	kelompok kontrol	.83813*	.01484	.000	.8018	.8744
	konsentrasi 2 KHM	-.42905*	.01484	.000	-.4654	-.3927
konsentrasi 2 KHM	kelompok kontrol	1.26718*	.01484	.000	1.2309	1.3035
	konsentrasi 1 KHM	.42905*	.01484	.000	.3927	.4654

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.