



**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI MINYAK ATSIRI BIJI KETUMBAR
(*Coriandrum sativum* L.) DAN NANOEMULSINYA TERHADAP
*Porphyromonas gingivalis***

SKRIPSI

Oleh

Hanum Qori Arifita Nilamsari

NIM 142210101080

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI MINYAK ATSIRI BIJI KETUMBAR
(*Coriandrum sativum* L.) DAN NANOEMULSINYA TERHADAP
*Porphyromonas gingivalis***

SKRIPSI

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

Oleh

Hanum Qori Arita Nilamsari

NIM 142210101080

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

1. Allah Subhanahu wa ta'ala yang senantiasa memberikan rahmat dan anugerah-Nya kepada setiap hamba-Nya yang selalu berjuang di jalan-Nya dalam kebaikan dan menuntut ilmu.
2. Orang tua penulis ibunda Iftakul Jannah, Amd. AK, ayahanda Ashuri dan adikku tersayang Afrizal Iqbal Naufaldy.
3. Guru-guru penulis sejak TK hingga SMA, dosen dan segenap civitas akademik Universitas Jember khususnya Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah menjadi tempat menimba ilmu dan membimbing penulis dengan penuh kesabaran.
4. Teman-teman seperjuangan dan almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTO

Jika ada anak Adam yang telah meninggal, maka amalnya terputus kecuali dari tiga perkara, yaitu sedekah jariyah (yang mengalir), ilmu yang bermanfaat, dan anak sholeh yang mendoakannya.

(HR. Muslim).



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hanum Qori Arifita Nilamsari

NIM : 142210101080

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul —Uji Aktivitas Antibakteri Minyak atsiri Biji Ketumbar (*Coriandrum sativum* L.) dan Nanoemulsinya terhadap Bakteri *Porphyromonas gingivalis*” adalah benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Januari 2019

Yang menyatakan,

Hanum Qori Arifita N.

142210101080

SKRIPSI

HALAMAN PEMBIMBINGAN

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI MINYAK ATSIRI BIJI KETUMBAR
(*Coriandrum sativum* L.) DAN NANOEMULSINYA TERHADAP BAKTERI
*Porphyromonas gingivalis***

Oleh

Hanum Qori Arifta Nilamsari

NIM 142210101080

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Bawon Triatmoko, S.Farm., M.Sc., Apt.

Dosen Pembimbing Anggota : Dewi Dianasari, S.Farm., M.Farm., Apt.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul —Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Biji Ketumbar (*Coriandrum sativum* L.) dan Nanoemulsinya terhadap Bakteri *Porphyromonas gingivalis*” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Kamis, 17 Januari 2019

tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Bawon Triatmoko, S.Farm.,M.Sc.,Apt.

NIP 198201292009121003

Dewi Dianasari, S.Farm.,M.Farm.,Apt.

NIP 198712082014042002

Tim Penguji :

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

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

NIP 198107232006042002

Indah Yulia N, S.Farm., M.Farm.,Apt.

NIP 198407122008122002

Mengesahkan

Dekan,

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

NIP 197604142002122001

RINGKASAN

Uji Aktivitas Antibakteri Nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar (*Coriandrum Sativum* L.) dan Nanoemulsinya terhadap Bakteri *Porphyromonas gingivalis*; Hanum Qori Arifta Nilamsari, 142210101080; 2019 ; 81 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penyakit gigi dan mulut banyak diderita masyarakat di Indonesia. Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) pada tahun 2013 menunjukkan prevalensi penderita penyakit gigi di Indonesia meningkat dari tahun 2008 sebesar 2,5 % menjadi 25,9 %. Kurangnya kesadaran masyarakat terhadap kebersihan gigi dan mulut, dapat menyebabkan penyakit gigi dan mulut. Salah satunya adalah penyakit gigi periodontal pada jaringan penyangga dan karies gigi. Penyakit gigi periodontal disebabkan oleh bakteri *Porphyromonas gingivalis*.

Pengembangan pengobatan periodontal masih banyak menggunakan obat kumur antiseptik. Namun, obat kumur antiseptik memiliki efek samping jika digunakan pada jangka panjang. Oleh karena itu untuk meminimalisir adanya efek samping tersebut, dapat digunakan bahan alam yaitu minyak atsiri. Minyak atsiri dapat diformulasi menjadi bentuk nanoemulsi yang ukuran partikelnya lebih kecil sehingga dapat berpotensi meningkatkan distribusi agen antimikroba. Pada penelitian ini dilakukan uji antibakteri nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar terhadap bakteri *P.gingivalis* dengan menggunakan metode mikrodilusi.

Pada uji antibakteri digunakan 7 seri konsentrasi minyak atsiri biji ketumbar yaitu 400 µg/mL; 200 µg/mL; 100 µg/mL; 50 µg/mL; 25 µg/mL; 12,5 µg/mL dan 6,25 µg/mL dengan tiga kali replikasi. Uji mikrodilusi digunakan untuk mengetahui nilai IC₅₀ minyak atsiri biji ketumbar dan nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar. Larutan uji yang telah dimasukkan ke dalam *microplate polystyrene 96 wells* diinkubasi selama 18-24 jam selanjutnya diukur dengan *microplate reader* pada panjang gelombang 595 nm.

Kontrol positif yang digunakan dalam penelitian ini adalah gentamisin. Berdasarkan hasil pengujian nilai IC₅₀ gentamisin sebesar 4,499±1,641 µg/mL. Nilai IC₅₀ minyak atsiri biji ketumbar dan nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar dalam menghambat pertumbuhan bakteri berturut-turut sebesar 53,293±7,045 µg/mL ; 37,618±3,360 µg/mL. Nilai IC₅₀ minyak atsiri biji ketumbar dan nanoemulsinya didapatkan nilai dibawah 100 µg/ml yang menunjukkan bahwa minyak atsiri biji ketumbar berpotensi sebagai antibakteri terhadap bakteri *P.gingivalis* dan aktivitas antibakterinya lebih baik dalam bentuk nanoemulsinya.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul —Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Biji Ketumbar (*Coriandrum sativum* L.) dan Nanoemulsinya terhadap Bakteri *Porphyromonas gingivalis*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibunda tercinta Iftakhul Jannah, Amd. AK dan ayahanda Ashuri, terima kasih atas dorongan moril, materil, doa dan kasih sayang yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis;
2. Adikku tersayang Afrizal Iqbal Naufaldy dan keluarga besar di Jember, terima kasih atas dukungan dan motivasi yang selalu mengiringi untuk mencapai pendidikan yang lebih tinggi;
3. Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember;
4. Ibu Ema Rachmawati, S.Farm., M.Farm., Apt., selaku Dosen Pembimbing Akademik, terima kasih karena telah membimbing penulis dan memberikan arahan selama menjadi mahasiswa;
5. Bapak Bawon Triatmoko, S.Farm., M.Sc., Apt. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Dewi Dianasari, S.Farm., M.Farm., Apt. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang penuh kesabaran memberi bimbingan, dorongan, meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini sehingga bisa terlaksana dengan baik;
6. Ibu Endah Puspitasari, S.Farm., M.Sc., Apt. selaku Dosen Penguji I dan Ibu Indah Yulia Ningsih, S.Farm., M.Farm., Apt. selaku Dosen Penguji II, terima kasih atas saran, kritik dan bimbingan yang diberikan demi kesempurnaan skripsi ini;

7. Seluruh staf pengajar dan karyawan Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan bantuannya kepada penulis;
 8. Ibu Widyantini, S.TP dan Mbak Parka Agnita S.Pd selaku teknisi Laboratorium Biologi Fakultas Farmasi terima kasih atas bimbingan dan bantuannya selama proses penyelesaian skripsi ini;
 9. Sahabatku Robi Cahyono, R. Arya Geraldo Arga, Rigea Rema Akni, Bela Dwi Reja yang selalu mendengarkan keluh dan kesahku, menemani di saat tangis, canda dan tawa;
 10. Sahabatku di Farmasi —Menantu Idaman Cathleya Restu Pramesti Prasadriani, Fiti fauziah, Rakhma Dyah Raras Arum, Rizqi Amaliyah, dan Dela Karissa yang telah menjadi sahabat dan keluarga kedua di Jember;
 11. Partner skripsi uji aktivitas antibakteri minyak atsiri biji ketumbar, Alfia Septiana dan Huda Al Muttaqin terima kasih telah memberikan dukungan, dorongan dan semangat yang diberikan selama penulisan skripsi ini;
 12. Teman-temanku Fakultas Farmasi Universitas Jember angkatan 2014 Pharmagen, yang tidak mungkin untuk disebutkan satu per satu. Terima kasih atas persahabatan, kasih dan sayang yang tak akan pernah terlupakan, dukungan dan semangat yang tiada henti;
 13. Grup Mikro Fantastik : Muhim, Alfia, Hanum, Ita, Resta, dan Hasnia terima kasih telah memberikan dukungan, dorongan, motivasi, dan semangat yang diberikan selama penulisan skripsi ini;
 14. Guru dan teman-teman sekolah dari TK Dharma Wanita, SD Negeri Patrang 1 Jember, SMP Negeri 2 Jember dan SMA Negeri 4 Jember;
- Penulis juga sangat menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTO	iv
PERNYATAAN.....	v
SKRIPSI.....	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR PERSAMAAN.....	xvi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Ketumbar (Coriandrum sativum L.)	4
2.1.1 Klasifikasi Tanaman	4
2.1.2 Deskripsi Tanaman	4
2.1.3 Kandungan Senyawa Minyak Atsiri Biji Ketumbar	5

2.1.4 Manfaat Ketumbar	5
2.2. Minyak Atsiri	6
2.2.1 Deskripsi Minyak Atsiri	6
2.2.2 Mekanisme Kerja Minyak Atsiri Sebagai Antimikroba	6
2.3. Bakteri <i>Porphyromonas gingivalis</i>	7
2.3.1 Klasifikasi Bakteri	7
2.3.2 Deskripsi Bakteri	7
2.3.3 Patogenesis Bakteri.....	8
2.4. Nanoemulsi	8
2.4.1 Deskripsi Nanoemulsi.....	8
2.4.2 Komponen Nanoemulsi	9
2.4.3 Formulasi Optimum Nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar	9
2.4.4 Bahan Tambahan	10
2.4.5 Evaluasi atau Penegasan Nanoemulsi.....	10
2.5. Antibakteri.....	12
2.5.1 Deskripsi Antibakteri.....	12
2.5.2 Metode Mikrodilusi	13
BAB III. METODE PENELITIAN	14
3.1. Jenis Penelitian.....	14
3.2. Rancangan Penelitian	14
3.3. Variabel Penelitian.....	15
3.3.1 Variabel Bebas.....	15
3.3.2 Variabel Terikat	15
3.3.3 Variabel Terkendali	15
3.4. Tempat dan Waktu Penelitian.....	15

3.5. Alat dan Bahan.....	15
3.6. Prosedur Penelitian.....	16
3.6.1 Pembuatan Nanoemulsi	16
3.6.2 Pemastian Karakteristik Nanoemulsi.....	16
3.6.3 Pembuatan Media	18
3.6.4 Pembuatan Standar Mc Farland 0,5.....	18
3.6.5 Penanaman atau Peremajaan bakteri	18
3.6.6 Pembuatan Suspensi Bakteri <i>P.ginigvalis</i>	18
3.6.7 Pembuatan Larutan Kontrol Positif dan Kontrol Negatif	19
3.6.8 Uji Bakteri	19
3.7. Analisis Data.....	21
3.8. Skema Penelitian.....	23
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Uji Evaluasi Nanoemulsi Minyak Atsiri Ketumbar	24
4.2. Uji Aktivitas Antibakteri Nanoemulsi	23
BAB V. PENUTUP.....	30
5.1. Kesimpulan.....	30
5.2. Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Biji ketumbar	4
Gambar 2.2 Bakteri <i>P.gingivalis</i>	8
Gambar 3.1 Skema rancangan penelitian uji perbandingan aktivitas antibakteri minyak atsiri biji ketumbar dan nanoemulsinya	14
Gambar 3.2 Desain mikroplate untuk uji mikrodilusi	21
Gambar 3.3 Skema penelitian uji perbandingan aktivitas antibakteri minyak atsiri biji ketumbar dan nanoemulsinya	23
Gambar 4.1 Nanoemulsi pada mikroskop yang ditetesi <i>metilen blue</i> untuk <i>dye test</i>	25
Gambar 4.2 Hasil mikroskop diameter nanoemulsi	26

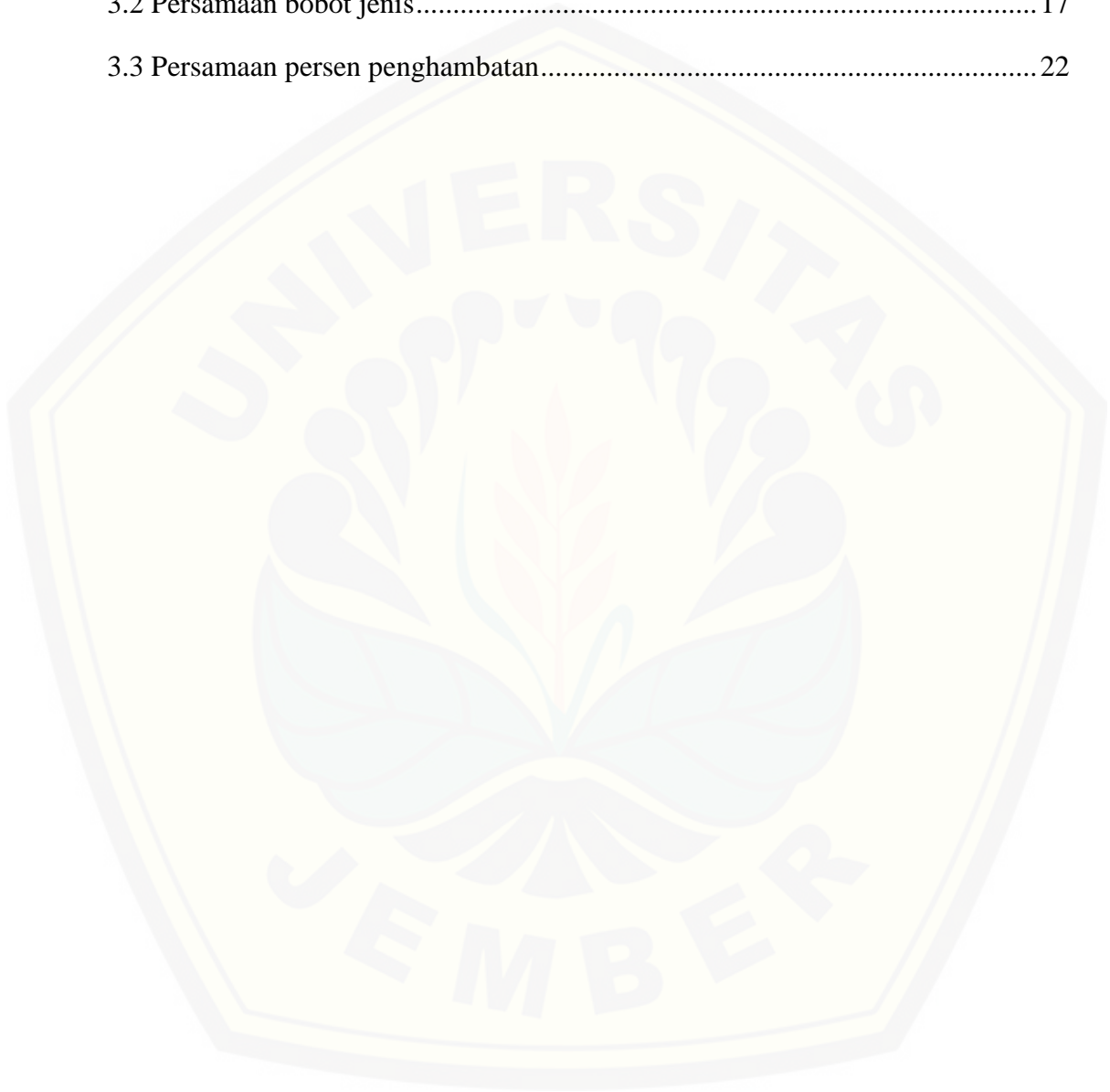
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil karakterisitk nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar	24
Tabel 4.2 Hasil IC ₅₀ gentamisin, minyak atsiri, dan nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar uji aktivitas antibakteri	28



DAFTAR PERSAMAAN

	Halaman
3.1 Persamaan viskositas.....	16
3.2 Persamaan bobot jenis.....	17
3.3 Persamaan persen penghambatan.....	22



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 4.1. Hasil uji organoleptis nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar ..	36
Lampiran 4.2. Hasil uji pH nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar	36
Lampiran 4.3. Hasil pengukuran transmattan minyak atsiri biji ketumbar	36
Lampiran 4.4 Pengukuran bobot jenis minyak atsiri biji ketumbar.....	37
Lampiran 4.5. Pengukuran bobot jenis nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar.....	37
Lampiran 4.6. Pengukuran viskositas nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar .	38
Lampiran 4.7 Pengukuran ukuran partikel nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar.....	39
Lampiran 4.8. Perhitungan konsentrasi gentamisin.....	41
Lampiran 4.9. Perhitungan konsentrasi minyak atsiri biji ketumbar.....	42
Lampiran 4.10 Perhitungan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar.....	43
Lampiran 4.11. Hasil absorbansi uji aktivitas antibakteri	45
Lampiran 4.12. Perhitungan uji aktivitas antibakteri	46
Lampiran 4.13. Hasil analisis probit gentamisin	49
Lampiran 4.14. Hasil analisis probit minyak atsiri biji ketumbar	53
Lampiran 4.15. Hasil analisis probit nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar	58
Lampiran 4.16 Hasil Analisis <i>T-Test</i>	63

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyakit gigi dan mulut banyak diderita masyarakat di Indonesia. Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) pada tahun 2013 menunjukkan prevalensi penderita penyakit gigi di Indonesia meningkat dari tahun 2008 sebesar 2,5 % menjadi 25,9 % (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2013). Kurangnya kesadaran masyarakat terhadap kebersihan gigi dan mulut, dapat menyebabkan penyakit gigi dan mulut. Salah satunya adalah penyakit gigi periodontal pada jaringan penyangga dan karies gigi. Hal tersebut diakibatkan karena kebersihan gigi dan mulut yang kurang terjaga sehingga terjadilah akumulasi plak. Plak adalah lapisan tipis yang melekat erat di permukaan gigi serta mengandung kumpulan bakteri (Anitasari dan Rahayu, 2005).

Periodontal merupakan penyakit pada gigi yang ditandai dengan adanya plak pada gigi yang disebabkan oleh bakteri *Porphyromonas gingivalis*. Adanya bakteri dalam plak dapat mengakibatkan inflamasi pada jaringan periodontal dan dapat menyebabkan perubahan patologik jaringan periodontal yang secara langsung sehingga dapat mempengaruhi sel-sel periodonsium (Kusumawardani dkk., 2010). Bakteri yang ada di plak gigi dapat dihilangkan dengan menggunakan pembersihan gigi secara kimiawi, misalnya dengan obat kumur yang mengandung antibakteri.

Pengembangan pengobatan periodontal masih banyak menggunakan obat kumur antiseptik. Namun, obat kumur antiseptik memiliki efek samping jika digunakan pada jangka panjang seperti gangguan pengecapan, sensasi rasa terbakar, perubahan warna pada gigi, dan peningkatan deposit kalkulus (Farah, *et al.*, 2009). Oleh karena itu untuk meminimalisir adanya efek samping tersebut, dapat digunakan bahan alam yaitu minyak atsiri .

Salah satu tumbuhan yang menghasilkan minyak atsiri adalah biji ketumbar. Kandungan senyawa pada minyak atsiri biji ketumbar terdiri dari linalool, geraniol, terpinen-4-ol, α -terpineol, hidrokarbon, α -terpinene, *r*-cymene, *limonene*,

α-pinene, *camphene*, *mycrene*, *camphor*, ester, *geranyl acetate*, keton, *Linalyl acetate*, alkohol, kumarin atau furanokoumarin, umberliferon dan *γ-terpiene* (Burdock dan Carabin, 2009).

Senyawa linalool juga sudah terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Eschrichia coli* (Kotan dkk., 2007) dan bakteri *Staphylococcus epidermidis* (Maqshurotin, 2018). Minyak atsiri biji ketumbar juga memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *P.gingivalis* (Bersan dkk., 2014).

Pengembangan aktivitas antibakteri pada minyak atsiri biji ketumbar dalam bentuk nanoemulsi juga telah diujikan terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan metode difusi dan terbukti memiliki aktivitas antibakteri (F.M. Kartikasari, 2017). Minyak atsiri dalam bentuk nanoemulsi yang kecil akan berpotensi meningkatkan stabilitas fisik zat aktif dalam sediaan dan meningkatkan distribusi agen antimikroba (Topuz dkk., 2016). Partikel dari nanoemulsi akan berinteraksi dengan mikroba sehingga melepas energi yang membuat membran mikroba menjadi tidak stabil dan menyebabkan kematian sel (Agustinisari, Iceu dkk., 2014).

Sejauh ini belum dibuktikan apakah nanoemulsi tersebut dapat meningkatkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *P.gingivalis*. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui potensi nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar dan dibandingkan potensinya dengan minyak atsiri biji ketumbar tanpa dilakukan formulasi. Diharapkan pengembangan bentuk nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar dapat meningkatkan aktivitas penghambatan bakteri *P.gingivalis*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian tersebut, permasalahan dalam penelitian ini adalah :

- a. Apakah nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *P.gingivalis* ?

- b. Bagaimana aktivitas antibakteri sediaan nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar dibandingkan dengan minyak atsiri biji ketumbar terhadap bakteri *P.gingivalis* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui aktivitas antibakteri nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar terhadap bakteri *P.gingivalis*.
- b. Mengetahui potensi aktivitas antibakteri nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar yang dibandingkan dengan minyak atsiri biji ketumbar tanpa dilakukan formulasi.

1.4. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Memberikan informasi mengenai potensi nanoemulsi terhadap bioaktivitas antimikroba minyak atsiri.
- b. Memberikan referensi jika akan dilakukan penelitian lebih lanjut untuk penelitian pengembangan minyak atsiri khususnya dari ketumbar.
- c. Memberikan referensi sebagai alternatif pengobatan dengan bahan alam sebagai antimikroba untuk penyakit gigi.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ketumbar (*Coriandrum sativum* L.)

2.1.1 Klasifikasi Tanaman

Klasifikasi tanaman ketumbar adalah sebagai berikut (ITIS Report, 2018).

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Superdivisi	: Embryophyta
Divisi	: Tracheophyta
Subdivisi	: Spermatophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Apiales
Famili	: Apiaceae
Genus	: <i>Coriandrum</i> L.
Spesies	: <i>Coriandrum sativum</i> L.

2.1.2 Deskripsi Tanaman

Tinggi tanaman ketumbar 35-100 cm, batang berwarna ungu hingga hijau, diameter batang 0,3-1,5 cm dan panjang tangkai 1-2 cm. Tanaman ketumbar memiliki daun berwarna hijau, bentuk menjari, panjang dan lebar daun 5-6,5 cm. Warna bunga putih atau putih keunguan, benang sari berjumlah 5 dan jumlah putik 1. Biji tanaman ketumbar memiliki diameter 2-4 mm, warna kuning sampai coklat muda dan bentuk bulat hingga lonjong (Hadipoentyanti dan Wahyuni, 2004).



Gambar 2.1 Biji Ketumbar (Pathak dkk., 2011)

2.1.3 Kandungan Senyawa Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Biji ketumbar mengandung asam petroselinik, asam linoleat, asam oleat dan asam palmitat. Komponen utama dari minyak atsiri adalah linalool, α -pinene, kamper dan *geraniol* (Rajeshwari dan Andallu, 2011).

Minyak atsiri biji ketumbar menandung golongan senyawa terpena hidrokarbon 30% dan 70% senyawa oksigen. Senyawa yang terdapat pada minyak atsiri biji ketumbar antara lain, linalool (60-80%), *geraniol* (1,2-4,6%), *terpinen-4-ol* (terdeteksi sampai dengan 3%), α -*terpineol* (<0,5%), hidrokarbon, α -*terpinene* (1-8%), *r-cymene* (terdeteksi sampai dengan 3,5%), *limonene* (0,5-4%), α -*pinene* (0,2-8,5%), *camphene* (terdeteksi sampai dengan 1,4%), *mycrene* (0,2-2%), *camphor* (0,9-4,9%), ester, *geranyl acetate* (0,1-4,7%), *keton* (7-9%), *Linalyl acetate* (0-2,7%), kumarin atau furanokumarin, alkohol, γ -*umberliferon* dan γ -*terpiene* (Burdock dan Carabin, 2009).

2.1.4 Manfaat Ketumbar

Coriandrum sativum L. adalah tanaman rempah-rempah yang dapat digunakan sebagai penyedap makanan karena memberikan rasa harum pada makanan. Biji ketumbar dapat digunakan juga sebagai obat karminatif, diuretik dan juga digunakan untuk menyembuhkan demam, mual, dan gangguan perut (Rajeshwari dan Andallu, 2011). Buah dan daun dari ketumbar memiliki rasa yang sangat berbeda sehingga digunakan dalam berbagai cara sebagai bumbu makanan (Maroufi dkk., 2010).

Minyak atsiri biji ketumbar memiliki aktivitas antibakteri terhadap terhadap *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Acinetobacter baumannii* (Silva dkk., 2011), *Burkholderia cepacia*, *E.coli*, *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae* dan *Proteus mirabilis* (Oudah dkk., 2010), *S. epidermidis* ATCC 35984 (Maqshurotin, 2018). Sedangkan minyak atsiri daun ketumbar memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus* spp., *E.coli*, *Salmonella typhi*, *K. pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* serta memiliki aktivitas antijamur pada *Candida albicans* (Matasyoh dkk., 2009). Selain itu juga memiliki aktivitas terhadap *Acinetobacter calcoaceticus* NCIB 8230, *Aeromonas hydrophila* NCTC 8049, *Alcaligenes faecalis* NCIB 815, *Bacillus subtilis* NCIB

3610, *Beneckea natriegens* ATCC 14048, *Brevibacterium linens* NCIB 8456, *Brocothrix thermosphacta*, *Citrobacter freundii* NCIB 11490, *Clostridium perfringens* NCIB 10696, *Enterobacter aerogenes* ICTC 10006, *Erwinia carotovora* NCPPB 312, *Escherichia coli* NCIB 8879, *Flavobacterium suaveolens* NCIB 8992, *Klebsiella pneumoniae* NCIB 418, *Lactobacillus plantarum* NCDO 343, *Leuconostoc cremoris* NCDO 543, *Micrococcus luteus* NCIB 8165, *Moraxella* sp. NCIB 10762, *Proteus vulgaris* NCIB 4175, *Pseudomonas aeruginosa* NCIB 950, *Salmonella pullorum* NCTC 10704, *Serratia marcescens* NCIB 1377, *Staphylococcus aureus* NCIB 6571, *Streptococcus faecalis* NCTC 775, *Yersinia enterocolitica* NCTC 10460 (Baratta dkk., 1998).

2.2. Minyak Atsiri

2.2.1 Deskripsi Minyak Atsiri

Minyak atsiri adalah minyak yang sifatnya mudah menguap. Titik didih dan tekanan uap senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri berbeda-beda. Pada umumnya tekanan uap yang rendah memiliki titik didih yang tinggi (Guenther, 2006). Dalam keadaan segar dan murni minyak atsiri umumnya tidak berwarna, namun pada penyimpanan yang lama warnanya berubah menjadi lebih gelap (Ketaren, 1985).

Secara kimiawi, minyak atsiri terdiri dari kelompok terpenoid (monoterpena dan seskuiterpen) dan fenil propanoid. Terpenoid dibagi menjadi dua golongan yaitu golongan monoterpena dan seskuiterpena. Titik didih monoterpena yaitu 140-180°C sedangkan titik didih seskuiterpena yaitu lebih dari 200°C (Harborne, 1987)

2.2.2 Mekanisme Kerja Minyak Atsiri Sebagai Antimikroba

Minyak atsiri telah terbukti memiliki aktivitas antimikroba. Minyak atsiri dapat merusak struktur lipid sel mikroba, sehingga dapat mengganggu struktur lapisan polisakarida, asam lemak, dan fosfolipid dengan melewati dinding sel dan membran sitoplasma (Tripathi dkk., 2013). Minyak atsiri dapat mengkoagulasi

sitoplasma dan merusak protein. Adanya kerusakan pada membran sel dan dinding sel mikroba dapat menyebabkan kebocoran makromolekul dan lisis sel mikroba (Tripathi dkk., 2013).

Minyak atsiri bersifat hidrofobik sehingga memungkinkan minyak atsiri dapat menembus ke dalam membran lipid sel mikroba, sehingga minyak atsiri dapat mengganggu struktur sel mikroba dan membuat sel mikroba lebih *permeable* (Tripathi dkk., 2013).

2.3. Bakteri *Porphyromonas gingivalis*

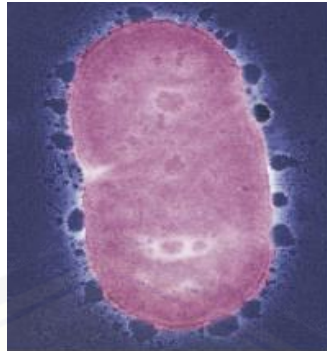
2.3.1 Klasifikasi Bakteri

Kingdom	: Bacteria
Subkingdom	: Negibacteria
Phylum	: Bacterioidetes
Class	: Bacteoidia
Order	: Bacteriales
Famili	: Porphyromonadaceae
Genus	: <i>Porphyromonas</i>
Spesies	: <i>Porphyromonas gingivalis</i>

(ITIS Report, 2018)

2.3.2 Deskripsi Bakteri

P. gingivalis diidentifikasi memiliki bercak hitam atau koloni hitam kehijauan yang tidak menunjukkan fluoresensi (Papapanou dkk., 1997). *P. gingivalis* merupakan flora normal di rongga mulut yang termasuk golongan gram negatif yang bersifat anaerob, berbentuk batang pendek atau sedikit memanjang, sering ditemukan di daerah subgingiva, lidah, dan tonsil (Kusumawardani dkk., 2010). Karakteristik *P. gingivalis* yaitu tidak bergerak, *asaccharolytic*, *pleomorphic*, dan pendek (Samaranayake, 2002). Bakteri ini dapat tumbuh optimum pada suhu 36,8- 39°C dengan pH antara 7,5-8,0 (Iriano, 2008).



Gambar 2.2 Bakteri *P. gingivalis* (www.microbiologybytes.com,2008)

2.3.3 Patogenesitas Bakteri

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Noril *et al* (1997) *P. gingivalis* dapat merusak jaringan dengan interaksi langsung antara bakteri dan sel inang. Ketika kontak langsung dengan epitel di sulkus periodontal, *P. gingivalis* mampu menyerang berbagai jaringan host termasuk tulang alveolar. Faktor-faktor virulensi yang terlibat dalam kolonisasi jaringan akan dapat mengubah pertahanan jaringan host (Imamura, 2003). *P. gingivalis* adalah stimulator poten dari mediator inflamasi seperti Interleukin-1 (IL-1) dan Prostaglandin E2 yang akhirnya dapat menyebabkan resorpsi tulang (Cutler *et al*,1995). *P. gingivalis* dapat memetabolisme asam amino dan menghasilkan sejumlah metabolit atau produk akhir, di mana metabolit tersebut bersifat toksik terhadap jaringan gingival pada manusia. Selain itu berpengaruh terhadap perkembangan suatu penyakit periodontal (Nester *at al*, 1998).

2.4. Nanoemulsi

2.4.1 Deskripsi Nanoemulsi

Nanoemulsi adalah emulsi dengan ukuran droplet berukuran 100 – 500 nm mengandung minyak, air dan agen pengemulsi (Gupta dkk., 2010) Nanoemulsi memiliki bentuk fisik yang bening atau transparan, mendispersi minyak dalam air yang distabilkan dengan lapisan film dari surfaktan atau molekul surfaktan yang memiliki ukuran droplet kurang dari 100 nm (Shakeel dkk., 2008).

Nanoemulsi memiliki beberapa keuntungan yaitu tidak menyebabkan toksik dan iritasi, memiliki tegangan permukaan dan tegangan antar muka yang kecil, secara peroral dapat meningkatkan bioavailabilitas obat, memiliki ukuran partikel kurang dari 1 mikrometer sehingga dapat diberikan secara intravena maupun parenteral, ukuran droplet yang kecil dapat mencegah terjadinya flokulasi dan terjadi *creaming* atau tidak terbentuk sedimetasi, serta dapat menurunkan gaya gravitasi (Gupta dkk., 2010).

2.4.2 Komponen Nanoemulsi

Nanoemulsi terdiri dari 3 komponen utama, antara lain :

a. Fase minyak

Fase minyak dapat membantu pembuatan nanoemulsi yang maksimum karena memiliki potensi *solubilizing*.

b. Surfaktan

Surfaktan merupakan zat yang berfungsi untuk mengurangi gaya tarik menarik antara cairan yang mudah bercampur sehingga tegangan permukaan antar cairan dapat menurun dan menurunkan gaya tolak – menolak antara cairan yang tidak saling bercampur dan (Ansel, 1989). Molekul dari surfaktan memiliki bagian polar (hidrofilik) dan bagian non polar (lipofilik) yang menyebabkan surfaktan dapat diserap pada antar permukaan sehingga surfaktan dapat membentuk lapisan tunggal dari gugus hidrofilik baik pada fase air dan fase minyak (M.F. Kartikasari, 2017).

c. Fase air

Fase air memiliki sifat hidrofilik.

2.4.3 Formulasi Optimum Nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Bedasarkan penelitian (M.F. Kartikasari, 2017) didapatkan formulasi optimum dari nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar. Formulasi optimum terdiri dari :

Minyak atsiri	4,76%
Tween 80	24,05%
Lesitin	23,57%
Akuades	47,62%

2.4.4 Bahan Tambahan

Bahan tambahan yang digunakan dalam formulasi antara lain :

a. Tween 80

Tween 80 atau polioksietilen 80 sorbitan monoleat merupakan surfaktan yang dapat digunakan untuk *emulgator*, *wetting agent* dan *stabilizer* sediaan emulsi. Tween 80 berbentuk cairan kental, berwarna kuning, berbau khas lemah, rasa pahit, dan berbentuk cairan berminyak pada suhu 25°C. Tween secara luas digunakan dalam sediaan parenteral, topikal, kosmetik dan produk makanan. Namun, tween 80 bersifat toksik untuk sediaan intravena (Rowe dkk., 2009). Tween 80 dapat meningkatkan kelarutan bahan yang sukar larut dengan menurunkan tegangan permukaan dan menaikkan laju kelarutan (Justicia, 2017).

b. Lesitin

Lesitin merupakan agen pendispersi, emulsifier, dan agen penstabil. Lesitin memiliki bentuk dan warna yang bervariasi. Lesitin larut dalam hidrokarbon aromatik, hidrokarbon alifatik, hidrokarbon terhalogenasi, minyak mineral dan asam lemak. Namun, lesitin praktis tidak larut dalam minyak hewan, pelarut polar dan air. Lesitin dalam formulasi sediaan topikal sebagai materi yang tidak mengiritasi dan tidak menimbulkan sensitivitas. (Rowe dkk., 2009). Lesitin juga digunakan sebagai pengemulsi pada pembuatan makanan, produk farmasetik, pemodifikasi viskositas pada kosmetik, *solubilizer*, *emulsifier*, penstabil dan *penetration enhancer* (Dwi dkk., 2017).

2.4.5 Evaluasi atau penegasan Nanoemulsi

Hasil uji evaluasi dari formulasi optimum nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar (M.F. Kartikasari, 2017):

1. Uji organoleptis

Uji organoleptis adalah pemeriksaan penampakan fisik dengan menggunakan panca indera meliputi bau, warna, dan wujud sediaan. Nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar berbentuk cairan kental berwarna kuning, memiliki aroma khas ketumbar dan berwarna jernih.

2. Viskositas

Viskositas menunjukkan sifat dari kemampuan suatu cairan untuk mengalir. Viskositas formulasi optimum minyak atsiri biji ketumbar sebesar 119 mPa.s.

3. Uji bobot jenis

Bobot jenis adalah perbandingan antara massa zat dengan masa air pada suhu dan volume yang sama (Kristian dkk., 2016). Bobot jenis formulasi optimum minyak atsiri biji ketumbar yaitu 1,088 g/mL.

4. Uji pH

pH sediaan diukur dengan menggunakan pH meter. pH sediaan yang baik untuk sediaan mulut adalah berkisar antara pH 4,5-10 (Lucida dkk., 2007). Formulasi optimum nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar memiliki pH 5,5.

5. Uji transmittan

Uji transmittan digunakan untuk melihat kejernihan dari sediaan. Pengujian menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Kejernihan yang baik jika nilai transmittannya mendekati 100%. Nilai transmittan dari formulasi optimum sebesar 99,9%.

6. *Dye test*

Dye test dilakukan dengan menambahkan zat pewarna pada nanoemulsi yang diamati pada mikroskop. Pada nanoemulsi w/o apabila ditambahkan pewarna yang larut dalam air, maka pewarna hanya berada pada fase air saja dan warna nanoemulsi tidak seragam. Sebaliknya, pada nanoemulsi o/w apabila ditambahkan pewarna yang larut air, maka akan memberikan warna yang seragam (Yuliani dkk., 2016). Kartikasari (2017) menggunakan metilen biru untuk *dye test*. Formulasi optimum minyak atsiri biji ketumbar termasuk dalam nanoemulsi minyak dalam air (o/w) karena metilen biru dapat berdifusi dan nanoemulsi memberikan warna biru merata.

7. Uji Stabilitas

Uji stabilitas dilakukan dengan mensentrifugasi nanoemulsi dengan kecepatan 3500 rpm selama 30 menit dan dilihat pemisahan fase nanoemulsinya (Patel dan Joshi, 2012). Formula optimum minyak atsiri biji ketumbar stabil dan tidak mengalami pemisahan fase.

8. Uji indeks polidispersitas

Indeks polidispersitas adalah perbandingan antara rata – rata ukuran droplet dengan standar deviasi. Indeks polidispersitas digunakan untuk mengetahui keseragaman ukuran droplet dalam nanoemulsi. Pengujian indeks polidispersitas diukur menggunakan spektrofotometer. Semakin kecil nilai indeks polidispersitas, maka semakin besar keseragaman ukuran droplet pada nanoemulsi (Yuliani dkk., 2016). Nilai indeks polidispersitas yang termasuk dalam rentang monodispersi (unimodal) yaitu dalam rentang 0,01–0,7, sedangkan nilai indeks polidispersitas yang termasuk dalam kategori polidispersi yaitu $>0,7$ (Nidhin dkk., 2008). Formulasi optimum minyak atsiri biji ketumbar termasuk dalam monodispersi karena nilai indeks polidispersitasnya sebesar 0,328.

2.5. Antibakteri

2.5.1 Deskripsi Antibakteri

Antibakteri merupakan senyawa obat yang digunakan untuk mengobati infeksi yang disebabkan oleh bakteri (Wardhani dan Sulistyani, 2012). Antibakteri dibagi menjadi dua yaitu yang dapat membunuh bakteri (bakterisid) dan yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik) (Utami, 2011). Antibakteri dibedakan menjadi 5 berdasarkan mekanisme aksinya yaitu menghambat sintesis dinding sel, merusak membran plasma, menghambat sintesis protein, menghambat sintesis asam nukleat dan menghambat sintesis metabolit esensial. Sintesis dinding sel dihambat dengan cara merusak lapisan peptidoglikan yang menyusun dinding sel bakteri gram positif maupun gram negatif. Fungsi dari membran plasma untuk mengendalikan *transport* metabolit ke dalam dan keluar sel, apabila terjadi kerusakan pada membran plasma akan mengganggu proses biosintesis dalam membran. Penghambatan sintesis protein, dengan cara menyebabkan kesalahan dalam pembacaan mRNA dan mengakibatkan bakteri tidak dapat menyintesis protein untuk pertumbuhannya. Penghambatan sintesis asam nukleat, dengan menghambat transkripsi dan replikasi dari mikroorganisme.

Pengambatan sintesis metabolit esensial dengan adanya antimetabolit atau struktur yang mirip dengan substrat normal bagi enzim metabolisme (Pratiwi, 2008).

Minyak atsiri dalam bentuk nanoemulsi dapat mengalami interaksi elektrostatis dengan bakteri. Muatan kation dari nanoemulsi dan muatan negatif dari mikroba berinteraksi melepaskan energi yang terperangkap oleh nanoemulsi, sehingga senyawa aktif yang ada di dalam nanoemulsi minyak atsiri membuat membran mikroba menjadi tidak stabil dan akan lisis kemudian terjadi kematian sel (Agustinisari, Iccu dkk., 2014).

2.5.2 Metode Mikrodilusi

Uji antimikroba secara garis besar dibagi menjadi tiga kelompok yaitu difusi, dilusi dan bioautografi (Cos dkk., 2006). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode dilusi. Pengujian dengan menggunakan metode dilusi dilakukan dengan cara senyawa uji dicampur dengan media yang sesuai yang sebelumnya telah diinokulasi dengan mikroorganisme. Media yang digunakan pada pengujian adalah media cair maupun media padat. Hasil dari metode dilusi dapat ditunjukkan berupa kekeruhan yang dapat dilihat secara visual atau diperoleh lebih akurat dengan mengukur densitasnya. Namun, sampel uji yang tidak larut sempurna kemungkinan mengganggu pembacaan kekeruhan (Cos dkk., 2006).

Metode dilusi dibagi menjadi dua yaitu mikrodilusi dan makrodilusi. Prinsip mikrodilusi dan makrodilusi adalah sama. Perbedaan kedua metode dilusi tersebut terletak pada volumenya. Pada makrodilusi volume yang digunakan lebih dari 1 mL, sedangkan mikrodilusi volume yang digunakan 0,05 mL sampai 0,1 mL. Mikrodilusi merupakan teknik yang lebih menguntungkan dibandingkan makrodilusi karena lebih ekonomis dari segi bahan yang dipergunakan dan dapat memberi hasil kuantitatif yang menunjukkan jumlah antibakteri yang dibutuhkan untuk menghambat atau membunuh bakteri (Brooks dkk., 2005).

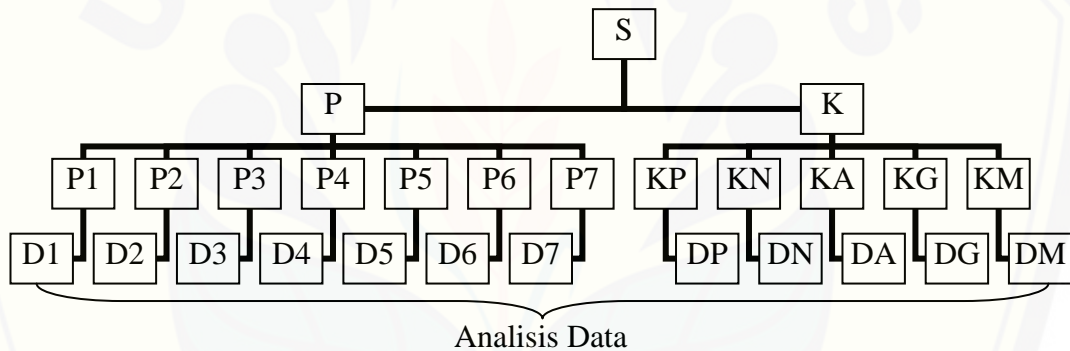
BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Uji perbandingan aktivitas antibakteri antara minyak atsiri biji ketumbar (*Coriandrum sativum* L.) dengan nanoemulsinya terhadap bakteri *P. gingivalis* merupakan penelitian *true experimental laboratories*.

3.2. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan *the post test control only group design*. Penelitian terdiri dari dua kelompok, yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.



Gambar 3.1 Skema rancangan penelitian uji perbandingan antibakteri minyak atsiri dan nanoemulsinya

Keterangan :

S	= sampel	KP	= kontrol positif konsentrasi 16 µg/mL; 8 µg/mL; 4 µg/mL; 2 µg/mL; 1 µg/mL; 0,50 µg/mL; dan 0,25 µg/mL
P	= kelompok perlakuan	KN	= kontrol negatif
P1-7	= konsentrasi minyak atsiri biji ketumbar atau nanoemulsi 400 µg/mL; 200 µg/mL; 100 µg/mL; 50 µg/mL; 25 µg/mL, 12,5 µg/mL dan 6,25 µg/mL	DN	= data hasil kontrol negatif
D1-7	= data hasil minyak atsiri biji ketumbar atau nanoemulsi	KA	= kontrol minyak atsiri
K	= kelompok kontrol	DA	= data hasil kontrol minyak atsiri
		KG	= kontrol gentamisin
		DG	= data hasil kontrol gentamisin
		KM	= kontrol media
		DM	= data hasil kontrol media

3.3. Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah konsentrasi minyak atsiri biji ketumbar murni dan minyak atsiri biji ketumbar dalam sediaan nanoemulsi yaitu konsentrasi 400 µg/mL, 200 µg/mL, 100 µg/mL, 50 µg/mL, 25 µg/mL, dan 6,5 µg/mL.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada uji perbandingan antibakteri nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar dengan nanoemulsinya adalah % penghambatan perumbuhan *Porphyromonas gingivalis* menggunakan *microplate reader* yang akan dihasilkan data berupa nilai IC₅₀.

3.3.3 Variabel Terkendali

Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah jenis media media, jenis bakteri, suhu inkubasi, panjang gelombang pengamatan dan cara pengukuran uji antibakteri.

3.4. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Bagian Biologi Farmasi dan Laboratorium Teknologi Sediaan Likuida dan Semisolida Bagian Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember mulai bulan Maret 2018 sampai Desember 2018.

3.5. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas, Ose, hotplate, pH meter, hotplate stirrer, pembakar spiritus, viscometer *Oswald*, piknometer, *microplate reader* (DIA-LAB), *Laminar Air Flow* (Airtech), autoklaf (ALP), *plastic wrap*, *vortex*, *microplate polystyrene 96 wells*, inkubator (CLIFTON), *white tip*, *yellow tip*, *blue tip*, mikro pipet (SOCOREX ASBA S.A), timbangan analitik, spektrofotometer Uv-Vis (Genesys 10S).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak atsiri biji ketumbar (PT. Eteris Nusantara), Tween 80 (PT. Brataco Chemica), Lesitin (PT. Brataco Chemica), akuades (UD Aneka Kimia), DMSO (*Dimetil sulfoksida*), *Porphyromonas gingivalis*, media *Mueller Hinton Broth* MHA), media *Mueller Hinton Broth* (MHB), antibiotik gentamisin, Etanol 96%, NACl fisiologis, dan standar Mc Farlan 0,5.

3.6. Prosedur Penelitian

3.6.1 Pembuatan Nanoemulsi

Pembuatan Nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar yang diambil dari hasil optimasi formula terbaik yaitu dengan mencampur 24,05% tween 80 dan 23,57% lesitin dengan *magnetic stirrer* selama 5 menit dengan kecepatan 250 rpm. Kemudian 4,76% minyak atsiri biji ketumbar ditambahkan kedalam campuran tween 80 dan lesitin, diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 5 menit dengan kecepatan 250 rpm. Setelah campuran homogen, 47,62% akuades dimasukkan sedikit demi sedikit, diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 5 menit dengan kecepatan 250 rpm.

3.6.2 Pemastian Karakteristik Nanoemulsi

a. Uji Organoleptis

Uji organoleptis nanoemulsi dilakukan secara visual. Pengujian tersebut meliputi bau, warna, dan kejernihan/ kekeruhan.

b. Uji Viskositas

Uji viskositas nanoemulsi menggunakan viskometer Oswald. Viskositas nanoemulsi yang baik yaitu 1-200 mPas (Gupta dkk., 2010). Nilai viskositas dapat diukur dengan menggunakan persamaan 3.1.

$$\frac{\eta_1 = \rho_1 t_1}{\eta_2 = \rho_2 t_2} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

η_1 = viskositas sediaan

η_2 = viskositas akuades

ρ_1 = bobot jenis sediaan

ρ_2 = bobot jenis akuades

t1 = waktu alir sediaan

t2 = waktu alir akuades (Apriani dan Darvina, 2013)

c. Uji pH Nanoemulsi

Pengujian pH sediaan nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar dilakukan dengan menggunakan pH meter. pH meter di kalibrasi atau diverifikasi menggunakan larutan pH standar dapar pH. Setelah pH yang tertera pada layar sesuai dengan pH standar dan stabil, elektroda dicelupkan kedalam nanoemulsi. Nilai pH nanoemulsi akan tertera pada layar. Nilai pH yang diharapkan adalah sekitar 4,5 sampai 10 karena berdasarkan penelitian yang dilakukan Lucida dkk., 2007, pH nilai pH sediaan untuk mulut umumnya antara 4,5 hingga 10.

d. Uji Bobot Jenis

Pengujian bobot jenis minyak atsiri biji ketumbar dilakukan dengan menggunakan piknometer. Piknometer kosong ditimbang, didapatkan berat piknometer kosong. Kemudian, piknometer diisi dengan akuades dan ditimbang berat piknometer dan air. Setelah itu, nanoemulsi diisikan kedalam piknometer dan ditimbang. Sehingga, bobot jenis nanoemulsi dapat diukur dengan perhitungan 3.2.

$$\text{Bobot Jenis} = \frac{(\text{Berat piknometer} + \text{nanoemulsi}) - (\text{berat piknometer kosong})}{(\text{Berat piknometer} + \text{air}) - (\text{berat piknometer kosong})} \dots 3.2$$

e. Uji Transmitan

Pengujian transmitan dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 650 nm. Kejernihan nanoemulsi dikatakan baik apabila nilai persen transmitannya mendekati 100%.

f. Dye test

Dye test dilakukan dengan menambahkan pewarna metilen biru. Nanoemulsi diletakkan pada kaca objek, kemudian ditambahkan metilen biru pada permukaan nanoemulsi dan diamati menggunakan mikroskop. Apabila nanoemulsi M/A, metilen biru akan berdifusi dan memberikan warna biru yang merata pada nanoemulsi. Sebaliknya, apabila nanoemulsi A/M, warna biru akan bergerombol pada permukaan nanoemulsi.

3.6.3 Pembuatan Media

a. Pembuatan media *Mueller Hinton Agar* (MHA)

0,38 gram MHA dicampur dengan 10 mL akuades dalam erlenmeyer, dipanaskan hingga larut dan mendidih dengan hotplate. Selanjutnya larutan MHA dituangkan sebanyak 5 mL ke dalam tabung reaksi, kemudian disterilisasi di autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit. Media yang sudah steril di miringkan hingga terbentuk agar miring dan didiamkan hingga dingin.

b. Pembuatan Media *Mueller Hinton Broth* (MHB)

0,21 gram MHB dicampur dengan 10 mL aquadest dalam erlenmeyer, dipanaskan dengan hotplate hingga mendidih dan larut. Kemudian, larutan MHB dituangkan ke tabung reaksi. Larutan disterilisasi selama 15 menit di autoklaf dengan suhu 121°C.

3.6.4 Pembuatan Standar Mc Farland 0,5

0,05 mL BaCl₂ 1% dicampur dengan 9,95 mL H₂SO₄ 1% setara dengan 1,5x10⁸ CFU.

3.6.5 Penanaman atau Peremajaan Bakteri

Penanaman bakteri dilakukan dengan menggoreskan bakteri yang diambil dengan ose pada media miring MHA. Penanaman bakteri dilakukan dengan mendekatkan mulut tabung reaksi dengan nyala api didalam *Laminar Air Flow*. Kemudian tabung reaksi ditutup dengan kapas dan plastic wrap dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

3.6.6 Pembuatan Suspensi bakteri *P.gingivalis*

Pembuatan suspensi bakteri dengan mengambil bakteri dengan ose lalu dimasukkan ke dalam 10 mL NaCl 0,9% dan difortex hingga homogen. Kekeruhan suspensi dibandingkan dengan kekeruhan dari Mc Farland 0,5 menggunakan spektrofotometer Uv-Vis pada panjang gelombang 625 nm (Balouiri dkk., 2016).

3.6.7 Pembuatan Larutan Kontrol Positif dan Kontrol Negatif

a. Kontrol Positif

Kontrol positif pada penelitian ini adalah antibiotik gentamisin dengan konsentrasi 16 µg/mL : 8 µg/mL ; 4 µg/mL ; 2 µg/mL dan 1 µg/mL ; 0,5 µg/mL ; 0,25 µg/mL.

b. Kontrol Negatif

Kontrol negatif pada penelitian ini adalah akuades steril.

3.6.8 Uji Antibakteri

Metode yang digunakan untuk pengujian antibakteri adalah metode mikrodilusi yaitu dengan menggunakan *microplate flatbottom polystyrene 96 wells*. Pengujian ini dilakukan dengan membuat larutan uji dengan kelompok larutan uji minyak atsiri, nanoemulsi, dan kontrol (sediaan, negatif, positif, dan media).

Untuk pengujian minyak atsiri, sebanyak 50 µL media MHB, 50 µL suspensi bakteri, dan 100 µL minyak atsiri biji ketumbar dengan konsentrasi 400 µg/mL, 200 µg/mL, 100 µg/mL, 50 µg/mL, 25 µg/mL, 12,5 µg/mL dan 6,5 µg/mL dimasukkan ke setiap *well* yang digunakan sebanyak 3 kali replikasi. Untuk pengujian nanoemulsi, sebanyak 50 µL media MHB, 50 µL suspensi bakteri dan 100 µL nanoemulsi dengan konsentrasi 400 µg/mL, 200 µg/mL, 100 µg/mL, 50 µg/mL, 25 µg/mL, 12,5 µg/mL dan 6,5 µg/mL dimasukkan ke setiap *well* sebanyak 3 kali replikasi.

Untuk pengujian kelompok kontrol, pada pengujian kontrol positif untuk semua uji dengan menggunakan gentamisin, sebanyak 50 µL media MHB, 50 µL suspensi bakteri, dan 100 µL gentamisin dengan berbagai konsentrasi dimasukkan dalam *well*. Untuk uji kontrol negatif pada minyak atsiri, sebanyak 50 µL media MHB, 50 µL suspensi bakteri, dan 100 µL pelarut yang terdiri dari 10% DMSO dalam akuades steril dimasukkan dalam *well*. Sedangkan untuk uji kontrol negatif pada nanoemulsi dan basis nanoemulsi, sebanyak 50 µL media MHB, 50 µL suspensi bakteri, dan 100 µL pelarut akuades steril dimasukkan dalam *well*.

Untuk pengujian kontrol minyak, sebanyak 50 µL media MHB, 50 µL NaCl 0,9 %, dan 100 µL minyak atsiri biji ketumbar dimasukkan dalam *well*. Untuk

pengujian kontrol nanoemulsi, sebanyak 50 μL media MHB, 50 μL NaCl 0,9 %, dan 100 μL nanoemulsi dimasukkan dalam *well*. Dan untuk kontrol gentamisin sendiri, sebanyak 50 μL media MHB, 50 μL NaCl 0,9 %, dan 100 μL gentamisin dimasukkan dalam *well*.











Untuk pengujian kontrol media, pada media minyak dibuat sebanyak 50 μL media MHB, 50 μL NaCl 0,9 %, dan 100 μL pelarut yang terdiri dari 10% DMSO dalam akuades steril dimasukkan dalam *well*. Sedangkan pada kontrol media gentamisin, dan nanoemulsi dibuat sebanyak 50 μL media MHB, 50 μL NaCl 0,9 %, dan 100 μL pelarut akuades steril dimasukkan dalam *well*. Pengujian dilakukan di dalam LAF (*Laminar Air Flow*).

Microplate yang telah diberi perlakuan diinkubasi dengan inkubator pada suhu 37 °C selama 24 jam. Setelah itu, dihitung densitas sel dengan menggunakan *microplate reader* pada panjang gelombang 595 nm sehingga didapatkan absorbansi dari sel bakteri yang diberi perlakuan uji dan yang tidak diberi perlakuan uji. Dalam penelitian ini, parameter yang diuji yaitu nilai IC_{50} . Dimana IC_{50} merupakan konsentrasi yang dapat menghambat 50 % pertumbuhan mikroba. Dalam penelitian ini, desain *microplate* yang digunakan sebagai berikut :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Orange	Yellow	Yellow	Purple	Blue	Blue	Red	Red	Red	-	-	-
B	Orange	Yellow	Yellow	Purple	Blue	Blue	Red	Red	Red	-	-	-
C	Orange	Yellow	Yellow	Purple	Blue	Blue	Red	Red	Red	-	-	-
D	Orange	Yellow	Yellow	Purple	Blue	Blue	Red	Red	Red	-	-	-
E	Orange	Yellow	Yellow	Purple	Blue	Blue	Red	Red	Red	-	-	-
F	Orange	Yellow	Yellow	Purple	Blue	Blue	Red	Red	Red	-	-	-
G	Orange	Yellow	Yellow	Purple	Blue	Blue	Red	Red	Red	-	-	-
H	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Orange	Light Orange	Light Orange	Light Green	Light Green	Light Green	Light Purple	Light Purple	Light Purple

Gambar 3.2. Desain mikroplate untuk uji mikrodilusi

Keterangan :

-  Kontrol Gentamisin (MHB + Gentamisin + NaCl 0,9 %)
-  Uji minyak atsiri (MHB + MA + Bakteri)
-  Kontrol minyak (MHB + MA + NaCl 0,9 %)
-  Uji Nanoemulsi (MHB + Bakteri + Nanoemulsi)
-  Kontrol Nanoemulsi (MHB + Nanoemulsi + NaCl 0,9 %)
-  Kontrol Positif (MHB + Gentamisin + Bakteri)
-  Kontrol Negatif (MHB +Bakteri + Air)
-  Kontrol Negatif Minyak (MHB + Bakteri + DMSO air)
-  Kontrol Media Minyak (MHB + DMSO air + NaCl 0,9 %)
-  Kontrol Media Nanoemulsi (MHB + Aair + NaCl 0,9 %)

3.7. Analisis Data

Data absorbansi yang didapatkan dari pengujian antibakteri dengan metode mikrodilusi, dimasukkan dalam rumus persen penghambatan dan dianalisis probit

untuk mengetahui nilai IC_{50} . Rumus yang digunakan untuk menghitung persen penghambatan yaitu sebagai berikut: -

$$\text{Persen penghambatan} = \frac{(\text{OD R} - \text{OD S})}{(\text{OD P} - \text{OD Q})} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan :

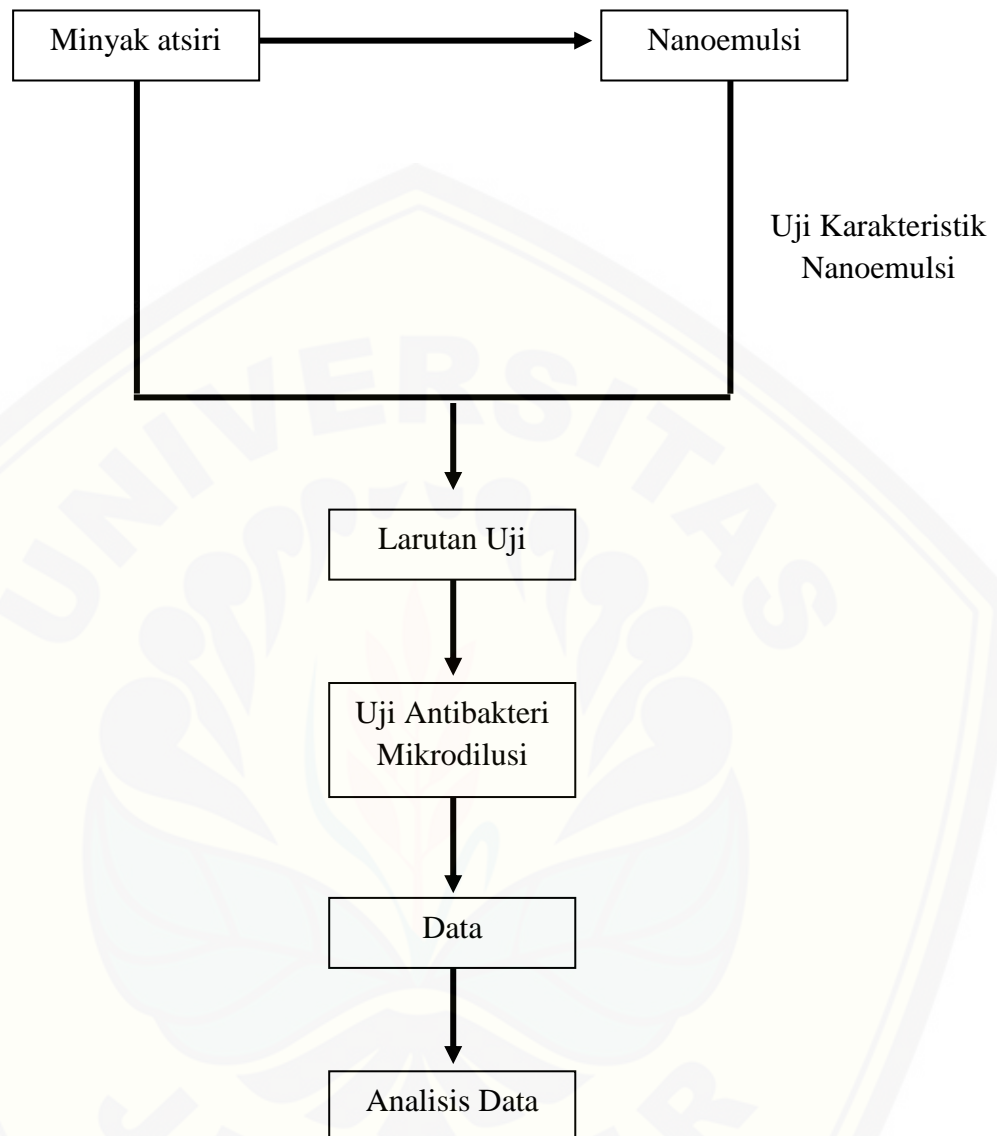
R = *Optical density* uji (media + konsentrasi minyak/ nanoemulsi + bakteri)

S = *Optical density* kontrol minyak (media + konsentrasi minyak/ nanoemulsi + NaCl 0,9%)

P = *Optical density* kontrol negatif (media + bakteri + pelarut minyak/ nanoemulsi)

Q = *Optical density* kontrol media (media + pelarut minyak/ nanoemulsi + NaCl 0,9%)

3.8. Skema Penelitian



Gambar 3.3 Skema penelitian uji perbandingan antibakteri minyak atsiri dan nanoemulsinya

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Minyak atsiri biji ketumbar mempunyai aktivitas sebagai antibakteri terhadap bakteri *P.gingivalis* dengan nilai IC_{50} sebesar $53,293 \pm 7,045 \mu\text{g/mL}$ dan nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar mempunyai aktivitas sebagai antibakteri terhadap bakteri *P.gingivalis* dengan nilai IC_{50} sebesar $37,618 \pm 3,360 \mu\text{g/mL}$.
2. Aktivitas antibakteri nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar lebih baik dibandingkan dengan minyak atsiri biji ketumbar terhadap bakteri *P.gingivalis* dilihat dari nilai IC_{50} nanoemulsi lebih kecil dari minyak atsiri.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang diperoleh, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aktivitas antibakteri dari basis nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar terhadap bakteri *P.gingivalis*.
2. Diperlukan optimasi formula nanoemulsi yang *acceptable* untuk sediaan gigi dan mulut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anitasari, S. dan N. E. Rahayu. 2005. Hubungan frekuensi menyikat gigi dengan tingkat kebersihan gigi dan mulut siswa sekolah dasar negeri di kecamatan palaran kotamadya samarinda provinsi kalimantan timur (the relation of frequency of teeth brush with oral hygiene of state elementary school. *Maj. Ked. Gigi. (Dent. J.)*. 38:88–90.
- Ansel, H. 1989. *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*. Edisi Edisi Keen. Jakarta: UI Press.
- Apriani, D. dan Y. Darvina. 2013. Studi tentang nilai viskositas madu hutan dari beberapa daerah di sumatera barat untuk mengetahui kualitas madu. *Pillar of Physics*. 2(4):91–98.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. 2013. Riset kesehatan dasar (riskesdas) 2013. *Laporan Nasional 2013*. 1–384.
- Balouiri, M., M. Sadiki, dan S. K. Ibnsouda. 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: a review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*. 6(2):71–79.
- Baratta, M. T., H. J. Damien, S. G. Deans, D. M. Biondi, dan G. Ruberto. 1998. Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils. *Journal of Essential Oil Research*. 10(6):618–627.
- Bersan, S. M. F., L. C. C. Galvão, V. F. F. Goes, A. Sartoratto, G. M. Figueira, V. L. G. Rehder, S. M. Alencar, R. M. T. Duarte, P. L. Rosalen, dan M. C. T. Duarte. 2014. Action of essential oils from brazilian native and exotic medicinal species on oral biofilms
- Bhargava, K., D. S. Conti, S. R. P. Rocha, dan Y. Zhang. 2014. Application of an oregano oil nanoemulsion to the control of foodborne bacteria on fresh lettuce. *Food Microbiology*
- Burdock, G. A. dan I. G. Carabin. 2009. Safety assessment of coriander (*coriandrum sativum* l.) essential oil as a food ingredient. *Food and Chemical Toxicology*. 47(1):22–34.
- Cos, P., A. J. Vlietinck, D. Vanden Berghe, dan L. Maes. 2006. Anti-infective potential of natural products: how to develop a stronger in vitro “proof-of-concept”. *Journal of Ethnopharmacology*. 106(3):290–302.

- Costa, J. A., E. F. Lucas, Y. G. C. Queirós, dan C. R. E. Mansur. 2012. Colloids and surfaces a: physicochemical and engineering aspects evaluation of nanoemulsions in the cleaning of polymeric resins. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 415:112–118.
- Donsì, F., M. Annunziata, M. Vincensi, dan G. Ferrari. 2012. Design of nanoemulsion-based delivery systems of natural antimicrobials : effect of the emulsifier. *Journal of Biotechnology*. 159(4):342–350.
- Dwi, D., R. Ayuningtias, D. Nurahmanto, dan V. A. Rosyidi. 2017. Optimasi komposisi polietilen glikol dan lesitin sebagai kombinasi surfaktan pada sediaan nanoemulsi kafein (optimization of polyethylene glycol and lecithin composition as surfactant combination in the caffeine nanoemulsion). *E-Jurnal Pustaka Kesehatan, Vol. 5 (no. 1)*. 5(1):157–163.
- Gupta, P. K., J. K. Pandit, A. Kumar, P. Swaroop, dan S. Gupta. 2010. Pharmaceutical nanotechnology novel nanoemulsion –high energy emulsification preparation, evaluation and application the pharma research, a journal. *The Pharma Research*. 3(3):117–138.
- Hadipoentyanti, E. dan S. Wahyuni. 2004. Pengelompokan kultivar ketumbar berdasar sifat morfologi. *Buletin Plasma Nutfah*. 10(1):32–36.
- Harborne, J. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Bandung: ITB.
- ITIS Report. 2018. No Title
- Justicia, A. K. 2017. Formulasi mouthwash minyak atsiri daun kemangi (*ocimum sanctum* L.) dan kayu manis (*cinnamomum zeylanicum*) dengan menggunakan tween 80 sebagai surfaktan. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 2 (1), 134-146. 2(1):134–146.
- Kartikasari, M. F. 2017. Optimasi Tween 80 Dan Lesitin Dalam Nanoemulsi Antimikroba Minyak Biji Ketumbar (*Coriandrum Sativum* L.). Universitas Jember.
- Kotan, R., S. Kordali, dan A. Cakir. 2007. Screening of antibacterial activities of twenty-one oxygenated. *Section C Journal of Biosciences*. 62:507–513.
- Kristian, J., S. Zain, S. Nurjanah, A. Widyasanti, dan S. H. Putri. 2016. Pengaruh lama ekstraksi terhadap rendemen dan mutu minyak bunga melati putih menggunakan metode ekstraksi pelarut menguap (solvent extraction). *Jurnal Teknotan*. 10(2):34–43.

- Kusumawardani, B., P. Pujiastuti, dan S. Sari. 2010. Uji biokimiawi sistem api 20 a mendeteksi porphyromonas gingivalis isolat klinik dari plak subgingiva pasien periodontitis kronis. *Kusumawardani, Banun; Pujiastuti, Peni Dan Sandra Sari, Desi*. 59(3):110–114.
- Lucida, H., A. Bakhtiar, dan A. Putri. 2007. Formulasi sediaan antiseptik mulut dari katekin gambir. *Jurusan Farmasi FMIPA Universitas Andalas Padang*. 12(1)
- Maqshurotin, N. C. 2018. Uji Aktivitas Antibakteri Dan Antibiofilm Minyak Atsiri Biji Ketumbar (*Coriandrum Sativum L .*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Epidermidis*. Universitas Jember.
- Maroufi, K., H. A. Farahani, dan H. H. Darvishi. 2010. Importance of coriander (*coriandrum sativum l.*) between the medicinal and aromatic plants. *Advances in Environmental Biology*. 4(3):433–436.
- Matasyoh, J. C., Z. C. Maiyo, R. M. Ngure, dan R. Chepkorir. 2009. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *coriandrum sativum*. *Food Chemistry*. 113(2):526–529.
- Mitri, K., C. Vauthier, N. Huang, A. Menas, dan C. Ringard-lefebvre. 2012. Scale-up of nanoemulsion produced by emulsification and. 1–8.
- Mutiasari, Al. S. 2018. *UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI MINYAK ATSIRI BIJI KETUMBAR (Coriandrum Sativum L .) DAN NANOEMULSINYA TERHADAP Staphylococcus Epidermidis UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI MINYAK ATSIRI BIJI KETUMBAR (Coriandrum Sativum L .) DAN NANOEMULSINYA TERHADAP Staphylococcus*
- Nidhin, M., R. Indumathy, K. J. Sreeram, dan B. U. Nair. 2008. Synthesis of iron oxide nanoparticles of narrow size distribution on polysaccharide templates. *Bulletin of Materials Science*. 31(1):93–96.
- Nielsen, C. K., J. Kjems, T. Mygind, T. Snabe, dan R. L. Meyer. 2016. Effects of tween 80 on growth and biofilm formation in laboratory media preparation of bacterial cultures. 7(November):1–10.
- Oudah, I. M., M. Sc, Y. H. Ali, dan M. Sc. 2010. Evaluation of aqueous and ethanolic extraction for coriander seeds , leaves and stems and studying their antibacterial activity. 23(2):1–7.
- Papapanou, P. N., P. N. Madianos, G. Dahlén, dan J. Sandros. 1997. “Checkerboard” versus culture: a comparison between two methods for identification of subgingival microbiota. *European Journal of Oral Sciences*. 105(5 Pt 1):389–396.

- Patel, R. P. dan J. R. Joshi. 2012. An overview on nanoemulsion: a novel approach. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 3(12):4640–4650.
- Pathak, N. L., S. B. Kasture, N. M. Bhatt, dan J. D. Rathod. 2011. Phytopharmacological properties of coriander sativum as a potential medicinal tree: an overview. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 01(04):20–25.
- Pratiwi, S. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta: Erlangga.
- Rajeshwari, U. dan B. Andallu. 2011. Medicinal benefits of coriander (coriandrum sativum L). *Spatula DD - Peer Reviewed Journal on Complementary Medicine and Drug Discovery*. 1(1):51.
- Rowe, R., P. Sheskey, dan M. Quinn. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients Sixth Edition*. Washington DC: Pharmaceutical Press. *Handbook of Pharmaceutical Excipients, Sixth Edition*.
- Shakeel, F., S. Baboota, a Ahuja, J. Ali, M. S. Faisal, dan S. Shafiq. 2008. Stability evaluation of celecoxib nanoemulsion containing tween 80. *Thai J. Pharm. Sci*. 32:4–9.
- Silva, F., S. Ferreira, J. Queiroz, dan F. C. Domingues. 2011. Coriander (coriandrum sativum L.) essential oil: its antibacterial activity and mode of action evaluated by flow cytometry. *Journal of Medical Microbiology*. 60:1479–1486.
- Topuz, O. K., E. B. Özvural, Q. Zhao, Q. Huang, M. Chikindas, dan M. Gölükçü. 2016. Physical and antimicrobial properties of anise oil loaded nanoemulsions on the survival of foodborne pathogens. *Food Chemistry*. 203:117–123.
- Tripathi, M., P. Chawla, R. Upadhyay, dan S. Trivedi. 2013. Essential oils as novel human skin penetration enhancer for transdermal drug delivery: a review. *Natural Chemistry*. 4(4):149–162.
- Utami, E. R. 2011. Antibiotika, resistensi, dan rasionalitas terapi. *Saintis*. 1(4):191–198.
- Utara, Universitas Sumatera dan Universitas Sumatera Utara. 2017. Pengaruh variasi konsentrasi tween 80 dan sorbitol terhadap aktivitas antioksidan minyak alpukat (avocado oil) dalam formulasi nanoemulsi
- Wardhani, L. K. dan N. Sulistyani. 2012. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat daun binahong (anredera scandens (L .) moq .) terhadap shigella

flexneri beserta profil kromatografi lapis tipis. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*. 2(1):1–16.

Yuliani, S. H., M. Hartini, Stephanie, B. Pudyastuti, dan E. P. Istyastono. 2016. Perbandingan stabilitas fisis sediaan nanoemulsi minyak biji delima dengan fase minyak long-chain triglyceride dan medium chain triglyceride. *Traditional Medicine Journal*. 21(August):3–7.



LAMPIRAN

Lampiran 4.1. Hasil Uji Organoleptis Nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Profil Organoleptis	Nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar
Warna	Kuning
Aroma	Khas ketumbar
Kejernihan	Jernih
Kekentalan	Kental

Lampiran 4.2. Hasil Uji pH Nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Replikasi	pH
R1	4,10
R2	4,13
R3	4,15
Rata-rata	4,126
SD	0,0255
CV	0,618 %

Lampiran 4.3. Hasil Uji Transmittan Nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Replikasi	Transmittan (%)
R1	96,48
R2	96,46
R3	96,46
Rata-rata	96,47
SD	0,01225
CV	0,0127 %

Lampiran 4.4. Hasil Pengukuran Bobot Jenis Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Massa piknometer kosong = 28,38 gram

Massa piknometer + Air = 38,33 gram

Massa piknometer + Minyak atsiri = 37,25 gram

Volume Piknometer kosong = 10,039 cm³

Air = 9,95 mL

Perhitungan Bobot Jenis Sediaan

$$\begin{aligned} \text{Bobot Jenis} &= \frac{37,25 - 28,38}{38,31 - 28,38} \\ &= 0,891 \text{ g/mL} \end{aligned}$$

Lampiran 4.5. Hasil Pengukuran Bobot Jenis Nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Massa piknometer kosong = 28,31 gram

Massa piknometer + Air = 38,33 gram

Volume Piknometer kosong = 10,039 cm³

Replikasi	Massa Piknometer + sediaan (g)
R1	38,40
R2	38,48
R3	38,42

Perhitungan Bobot Jenis Sediaan

$$\text{Bobot Jenis} = \frac{A2 - A}{A1 - A}$$

Keterangan

Diketahui

A : piknometer kosong A : 28,31 gram

A1 : piknometer isi air A1 : 38,33 gram

A2 : piknometer isi nanoemulsi A2 : piknometer isi nanoemulsi

1. Perhitungan Bobot Jenis Sediaan replikasi 1

$$\text{Bobot jenis} = \frac{38,40 - 27,78}{38,06 - 27,78} = \frac{10,62}{10,28} = 1,033$$

2. Perhitungan Bobot Jenis Sediaan repilkasi 2

$$\text{Bobot jenis} = \frac{38,48 - 27,78}{38,06 - 27,78} = \frac{10,7}{10,28} = 1,041$$

3. Perhitungan Bobot Jenis Sediaan replikasi 3

$$\text{Bobot jenis} = \frac{38,42 - 27,78}{38,06 - 27,78} = \frac{10,64}{10,28} = 1,035$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{1,033 + 1,041 + 1,035}{3} = 1,036 \text{ g/mL}$$

Lampiran 4.6. Hasil Pengukuran Viskositas Nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Replikasi	Viskositas (detik)
R1	68,505
R2	62,950
R3	66,653
Rata-rata	66,036
SD	3,324
CV	5,034 %

Perhitungan Viskositas sediaan

$$\text{Viskositas} = \frac{\eta_1 = \rho_1 t_1}{\eta_2 = \rho_2 t_2}$$

Keterangan

η_1 = viskositas sediaan

η_2 = viskositas akuades

ρ_1 = bobot jenis sediaan

ρ_2 = bobot jenis akuades

t1 = waktu alir sediaan

t2 = waktu alir akuades

Diketahui :

Viskositas Air = 0,89 mPa.s

1. Perhitungan Viskositas sediaan replikasi 1

$$\text{Viskositas} = \frac{\eta_1 = 1,036 \times 74}{0,89 = 0,996 \times 1} = 68,505 \text{ mPa.s}$$

2. Perhitungan Viskositas Sediaan replikasi 2

$$\text{Viskositas} = \frac{\eta_1 = 1,036 \times 68}{0,89 = 0,996 \times 1} = 62,950 \text{ mPa.s}$$

3. Perhitungan Viskositas Sediaan repilkasi 3

$$\text{Viskositas} = \frac{\eta_1 = 1,036 \times 72}{0,89 = 0,996 \times 1} = 66,653 \text{ mPa.s}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{68,505 + 62,950 + 66,653}{3} = 66.036 \text{ mPa.s}$$

592,4	793,2	837,7	777,8	805,1	780,8	777,8	574,6	601,6	740,6
nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm
Rata-rata							700,7 nm		
Rentang							347,8 nm – 997,4 nm		

Lampiran 4.8. Perhitungan Konsentrasi Gentamisin

Pengenceran gentamisin

$$\frac{40 \text{ mg}}{1 \text{ mL}} \times 1000 = 40.000 \text{ } \mu\text{g/mL}$$

a. Konsentrasi 200 $\mu\text{g/mL}$

$$40.000 \text{ } \mu\text{g/mL} \times \text{volume yang dibutuhkan} = 200 \text{ } \mu\text{g/mL} \times 4 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 0,02 \text{ mL ad } 4 \text{ mL}$$

b. Konsentrasi 16 $\mu\text{g/mL}$

$$200 \text{ } \mu\text{g/mL} \times \text{volume yang dibutuhkan} = 16 \text{ } \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 0,16 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

c. Konsentrasi 8 $\mu\text{g/mL}$

$$16 \text{ } \mu\text{g/mL} \times \text{volume yang dibutuhkan} = 8 \text{ } \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

d. Konsentrasi 4 $\mu\text{g/mL}$

$$8 \text{ } \mu\text{g/mL} \times \text{volume yang dibutuhkan} = 4 \text{ } \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

e. Konsentrasi 2 $\mu\text{g/mL}$

$$4 \text{ } \mu\text{g/mL} \times \text{volume yang dibutuhkan} = 2 \text{ } \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

f. Konsentrasi 1 $\mu\text{g/mL}$

$$2 \text{ } \mu\text{g/mL} \times \text{volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ } \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

g. Konsentrasi 0,5 $\mu\text{g/mL}$

$$1 \text{ } \mu\text{g/mL} \times \text{volume yang dibutuhkan} = 0,5 \text{ } \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

h. Konsentrasi 0,25 $\mu\text{g/mL}$

$$0,5 \mu\text{g/mL} \times \text{volume yang dibutuhkan} = 0,25 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

Lampiran 4.9. Perhitungan Konsentrasi Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Perhitungan pemipetan 0,1 mL minyak atsiri biji ketumbar

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$0,891 \text{ gram/mL} = \frac{m}{0,1 \text{ mL}}$$

$$m = 0,0891 \text{ gram}$$

$$0,0891 \text{ gram} = 89,1 \text{ mg}$$

Pengenceran minyak

$$\frac{89,1 \text{ mg}}{1 \text{ mL}} \times 1000 = 89100 \mu\text{g/mL}$$

a. Konsentrasi 1000 $\mu\text{g/mL}$

$$89100 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 1000 \mu\text{g/mL} \times 10 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 0,112 \text{ mL ad } 10 \text{ mL}$$

b. Konsentrasi 400 $\mu\text{g/mL}$

$$1000 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 400 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 0,8 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

c. Konsentrasi 200 $\mu\text{g/mL}$

$$400 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 200 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

d. Konsentrasi 100 $\mu\text{g/mL}$

$$200 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 100 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

e. Konsentrasi 50 $\mu\text{g/mL}$

$$100 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 50 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

f. Konsentrasi 25 $\mu\text{g/mL}$

$$50 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 25 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

g. Konsentrasi 12,5 µg/mL

$$25 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 12,5 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

h. Konsentrasi 6,25 µg/mL

$$12,5 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 6,25 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

Lampiran 4.10. Perhitungan Konsentrasi Nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$0,891 \text{ gram/mL} = \frac{m}{0,5 \text{ mL}}$$

$$m = 0,445 \text{ gram}$$

$$0,445 \text{ gram} = 445000 \mu\text{g}$$

445000 µg dalam 0,5 mL minyak atsiri biji ketumbar atau 10,5 mL nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar.

$$\text{Konsentrasi nanoemulsi} = \frac{445000 \mu\text{g}}{10,5 \text{ mL}} = 42.380,95 \mu\text{g/mL}$$

Pengenceran nanoemulsi minyak atsiri biji ketumbar

a. Konsentrasi 1000 µg/mL

$$42.380,95 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 1000 \mu\text{g/mL} \times 10 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 0,236 \text{ mL ad } 10 \text{ mL}$$

b. Konsentrasi 400 µg/mL

$$1000 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 400 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 0,8 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

c. Konsentrasi 200 µg/mL

$$400 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 200 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

d. Konsentrasi 100 µg/mL

$$200 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 100 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

$$\text{Volume yang dibutuhkan} = 1 \text{ mL ad } 2 \text{ mL}$$

e. Konsentrasi 50 µg/mL

$$100 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 50 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$$

Volume yang dibutuhkan = 1 mL ad 2 mL

f. Konsentrasi 25 $\mu\text{g/mL}$

$50 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 25 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$

Volume yang dibutuhkan = 1 mL ad 2 mL

g. Konsentrasi 12,5 $\mu\text{g/mL}$

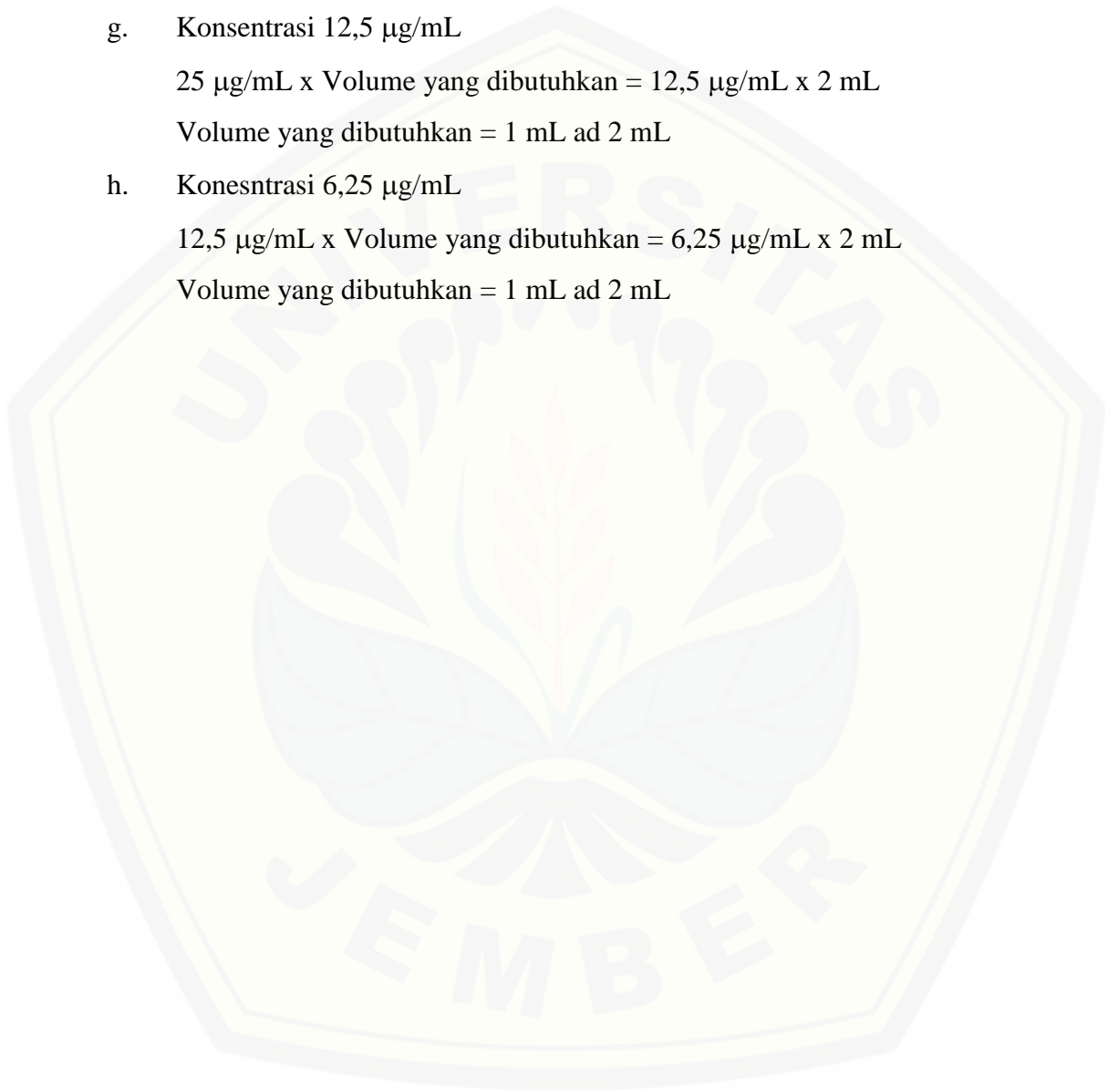
$25 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 12,5 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$

Volume yang dibutuhkan = 1 mL ad 2 mL

h. Konesntrasi 6,25 $\mu\text{g/mL}$

$12,5 \mu\text{g/mL} \times \text{Volume yang dibutuhkan} = 6,25 \mu\text{g/mL} \times 2 \text{ mL}$

Volume yang dibutuhkan = 1 mL ad 2 mL



Lampiran 4.11. Hasil Absorbansi Uji Antibakteri

Konsentrasi Minyak Atsiri (mg/mL)	Pengujian Minyak Atsiri			Kontrol Minyak Atsiri	Pengujian Nanoemulsi Minyak Atsiri			Kontrol Nanoemulsi Minyak Atsiri
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	
400	0.23	0.239	0.25	0.231	0.36	0.364	0.355	0.364
200	0.24	0.254	0.268	0.237	0.423	0.415	0.416	0.411
100	0.264	0.277	0.287	0.248	0.499	0.487	0.472	0.447
50	0.24	0.239	0.253	0.195	0.529	0.521	0.551	0.406
25	0.247	0.263	0.259	0.197	0.532	0.507	0.501	0.341
12.5	0.224	0.244	0.239	0.162	0.589	0.586	0.571	0.361
6.25	0.308	0.305	0.311	0.225	0.538	0.505	0.546	0.245

Konsentrasi Gentamisin (mg/mL)	Pengujian Kontrol Positif			Kontrol Gentamisin	Kontrol Negatif		Kontrol Media	
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3		Minyak Atsiri	Nanoemulsi dan Gentamisin	Minyak Atsiri	Nanoemulsi dan Gentamisin
16	0.18	0.193	0.219	0.369	0.335	0.726	0.216	0.299
8	0.241	0.184	0.248	0.275	0.446	0.789	0.248	0.254
4	0.214	0.204	0.307	0.528	0.363	0.845	0.247	0.234
2	0.247	0.351	0.276	0.299				
1	0.353	0.315	0.388	0.236				
0.5	0.293	0.447	0.345	0.437				
0.25	0.448	0.399	0.452	0.392				

Lampiran 4.12. Perhitungan Uji Antibakteri

- a. Perhitungan Selisih Absorbansi Kontrol Negatif dan Kontrol Media Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Kontrol negatif	Rata-rata	Kontrol Media	Rata-rata	Rata-rata kontrol negatif - Rata-rata kontrol media
0.335		0.216		
0.446	0.381	0.248	0.237	0.144
0.363		0.247		

- b. Perhitungan Selisih Absorbansi Kontrol Negatif dan Kontrol Media Gentamisin, Nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar dan nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Kontrol negatif	Rata-rata	Kontrol Media	Rata-rata	Rata-rata kontrol negatif - Rata-rata kontrol media
0.726		0.299		
0.789	0.787	0.254	0.262	0.524
0.845		0.234		

- c. Perhitungan Selisih Absorbansi Gentamisin

Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Hasil Pengujian			Kontrol Gentamisin	Hasil pengujian gentamisin- Kontrol gentamisin		
	1	2	3		1	2	3
16	0.18	0.193	0.219	0.369	-0.189	-0.176	-0.15
8	0.241	0.184	0.248	0.275	-0.034	-0.091	-0.027
4	0.214	0.204	0.307	0.528	-0.314	-0.324	-0.221
2	0.247	0.351	0.276	0.299	-0.052	0.052	-0.023
1	0.353	0.315	0.388	0.236	0.117	0.079	0.152
0.5	0.293	0.447	0.345	0.437	-0.144	0.01	-0.092
0.25	0.448	0.399	0.452	0.392	0.056	0.007	0.06

d. Perhitungan Selisih Absorbansi Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Hasil Pengujian			Kontrol Minyak Atsiri	Hasil pengujian minyak-Kontrol minyak		
	1	2	3		1	2	3
	400	0.23	0.239	0.25	0.231	-0.001	0.008
200	0.24	0.254	0.268	0.237	0.003	0.017	0.031
100	0.264	0.277	0.287	0.248	0.016	0.029	0.039
50	0.24	0.239	0.253	0.195	0.045	0.044	0.058
25	0.247	0.263	0.259	0.197	0.05	0.066	0.062
12.5	0.224	0.244	0.239	0.162	0.062	0.082	0.077
6.25	0.308	0.305	0.311	0.225	0.083	0.08	0.086

e. Perhitungan Selisih Absorbansi Nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Hasil Pengujian			Kontrol nanoemulsi	Hasil pengujian nano- Kontrol nano		
	1	2	3		1	2	3
	400	0.36	0.364	0.355	0.364	-0.004	0
200	0.423	0.415	0.416	0.411	0.012	0.004	0.005
100	0.499	0.487	0.472	0.447	0.052	0.04	0.025
50	0.529	0.521	0.551	0.406	0.123	0.115	0.145
25	0.532	0.507	0.501	0.341	0.191	0.166	0.16
12.5	0.589	0.586	0.571	0.361	0.228	0.225	0.21
6.25	0.538	0.505	0.546	0.245	0.293	0.26	0.301

f. Perhitungan % Penghambatan Gentamisin

Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	% Penghambatan Bakteri			Rata- rata
	1	2	3	
16	65.671	63.191	58.233	62.365
8	54.037	64.908	52.702	57.216

4	59.186	61.093	41.449	53.910
2	52.893	33.058	47.362	44.437
1	32.676	39.924	26.001	31.945
0.5	44.120	14.749	34.202	31.024
0.25	14.558	23.903	13.795	17.419

g. Perhitungan % Penghambatan Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Konsentrasi	%Penghambatan Bakteri			Rata- rata
	1	2	3	
400	100.693	94.457	86.836	93.995
200	97.921	88.222	78.522	88.222
100	88.915	79.908	72.979	80.600
50	68.822	69.515	59.815	66.051
25	65.358	54.273	57.044	58.891
12.5	57.044	43.187	46.651	48.961
6.25	42.494	44.573	40.416	42.494

h. Perhitungan % Penghambatan Nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar

Konsentrasi	%Penghambatan Bakteri			Rata- rata
	1	2	3	
400	100.763	100.000	101.716	100.826
200	97.711	99.237	99.046	98.665
100	90.083	92.371	95.232	92.562
50	76.542	78.067	72.346	75.652
25	63.573	68.341	69.485	67.133
12.5	56.516	57.088	59.949	57.851
6.25	44.120	50.413	42.594	45.709

Lampiran 4.13. Hasil Analisis Probit Uji Antibakteri Gentamisin

a. Replikasi 1

Confidence Limits

Probability	95% Confidence Limits for konsentrasi			95% Confidence Limits for log(konsentrasi) ^b		
	Estimate	Lower Bound	Upper Bound	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT						
a .010	0.001			-3.258		
.020	0.002			-2.821		
.030	0.003			-2.544		
.040	0.005			-2.336		
.050	0.007			-2.166		
.060	0.010			-2.022		
.070	0.013			-1.895		
.080	0.017			-1.782		
.090	0.021			-1.679		
.100	0.026			-1.584		
.150	0.064			-1.191		
.200	0.132			-0.879		
.250	0.245			-0.612		
.300	0.426			-0.371		
.350	0.711			-0.148		
.400	1.156			0.063		
.450	1.852			0.268		
.500	2.944			0.469		
.550	4.680			0.670		
.600	7.496			0.875		
.650	12.196			1.086		
.700	20.372			1.309		
.750	35.438			1.549		

.800	65.645			1.817		
.850	134.674			2.129		
.900	332.622			2.522		
.910	413.802			2.617		
.920	524.595			2.720		
.930	680.947			2.833		
.940	911.254			2.960		
.950	1270.408			3.104		
.960	1877.075			3.273		
.970	3033.246			3.482		
.980	5740.817			3.759		
.990	15691.48			4.196		
	5					

a. A heterogeneity factor is used.

b. Logarithm base = 10.

b. Replikasi 2

Confidence Limits

Probability	95% Confidence Limits for konsentrasi			95% Confidence Limits for $\log(\text{konsentrasi})^b$		
	Estimate	Lower Bound	Upper Bound	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT						
a	.010	0.006		-2.189		
	.020	0.014		-1.858		
	.030	0.022		-1.648		
	.040	0.032		-1.490		
	.050	0.044		-1.361		
	.060	0.056		-1.252		
	.070	0.070		-1.156		
	.080	0.085		-1.070		

.090	0.102			-0.992		
.100	0.120			-0.920		
.150	0.239			-0.622		
.200	0.412			-0.385		
.250	0.657			-0.182		
.300	1.000			0.000		
.350	1.476			0.169		
.400	2.135			0.329		
.450	3.052			0.485		
.500	4.338			0.637		
.550	6.166			0.790		
.600	8.814			0.945		
.650	12.750			1.106		
.700	18.815			1.275		
.750	28.634			1.457		
.800	45.705			1.660		
.850	78.826			1.897		
.900	156.498			2.195		
.910	184.691			2.266		
.920	221.103			2.345		
.930	269.479			2.431		
.940	336.120			2.526		
.950	432.463			2.636		
.960	581.492			2.765		
.970	836.824			2.923		
.980	1357.65			3.133		
	2					
.990	2910.83			3.464		
	4					

a. A heterogeneity factor is used.

b. Logarithm base = 10.

c. Replikasi 3

Confidence Limits

Probability	95% Confidence Limits for konsentrasi			95% Confidence Limits for $\log(\text{konsentrasi})^a$		
	Estimate	Lower Bound	Upper Bound	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBI	.010	0.000		-3.381		
T	.020	0.001		-2.916		
	.030	0.002		-2.620		
	.040	0.004		-2.398		
	.050	0.006		-2.217		
	.060	0.009		-2.064		
	.070	0.012		-1.929		
	.080	0.016		-1.808		
	.090	0.020		-1.698		
	.100	0.025		-1.597		
	.150	0.066		-1.178		
	.200	0.143		-0.846		
	.250	0.275		-0.560		
	.300	0.497		-0.304		
	.350	0.858		-0.066		
	.400	1.442		0.159		
	.450	2.383		0.377		
	.500	3.906		0.592		
	.550	6.402		0.806		
	.600	10.577		1.024		
	.650	17.772		1.250		
	.700	30.709		1.487		

.750	55.411			1.744		
.800	106.914			2.029		
.850	230.007			2.362		
.900	603.065			2.780		
.910	761.157			2.881		
.920	980.205			2.991		
.930	1294.478			3.112		
.940	1765.974			3.247		
.950	2516.672			3.401		
.960	3815.676			3.582		
.970	6364.650			3.804		
.980	12564.77			4.099		
	4					
.990	36703.74			4.565		
	3					

a. Logarithm base = 10.

Lampiran 4.14. Hasil Analisis Probit Uji Antibakteri Minyak Atsiri Biji Ketumbar

a. Replikasi 1

Confidence Limits

Probability	Estimate	95% Confidence Limits for konsentrasi		Estimate	95% Confidence Limits for log(konsentrasi) ^b	
		Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound
PROBIT ^a .010	4.674			0.670		
.020	6.099			0.785		
.030	7.221			0.859		
.040	8.199			0.914		
.050	9.091			0.959		

.060	9.926			0.997		
.070	10.722			1.030		
.080	11.488			1.060		
.090	12.232			1.087		
.100	12.960			1.113		
.150	16.463			1.216		
.200	19.910			1.299		
.250	23.438			1.370		
.300	27.136			1.434		
.350	31.081			1.492		
.400	35.354			1.548		
.450	40.046			1.603		
.500	45.271			1.656		
.550	51.179			1.709		
.600	57.971			1.763		
.650	65.941			1.819		
.700	75.528			1.878		
.750	87.444			1.942		
.800	102.938			2.013		
.850	124.495			2.095		
.900	158.144			2.199		
.910	167.552			2.224		
.920	178.407			2.251		
.930	191.156			2.281		
.940	206.475			2.315		
.950	225.451			2.353		
.960	249.984			2.398		
.970	283.833			2.453		
.980	336.029			2.526		
.990	438.457			2.642		

a. A heterogeneity factor is used.

b. Logarithm base = 10.

b. Replikasi 2

Confidence Limits

Probability	95% Confidence Limits for konsentrasi			95% Confidence Limits for log(konsentrasi) ^a			
	Estimate	Lower Bound	Upper Bound	Estimate	Lower Bound	Upper Bound	
PROBI	.010	2.124	0.128	7.776	0.327	-0.893	0.891
T	.020	3.117	0.235	10.314	0.494	-0.628	1.013
	.030	3.977	0.347	12.343	0.600	-0.460	1.091
	.040	4.776	0.464	14.131	0.679	-0.334	1.150
	.050	5.543	0.588	15.777	0.744	-0.231	1.198
	.060	6.293	0.719	17.330	0.799	-0.143	1.239
	.070	7.033	0.857	18.819	0.847	-0.067	1.275
	.080	7.769	1.004	20.262	0.890	0.002	1.307
	.090	8.506	1.159	21.671	0.930	0.064	1.336
	.100	9.245	1.322	23.057	0.966	0.121	1.363
	.150	13.055	2.282	29.828	1.116	0.358	1.475
	.200	17.175	3.517	36.643	1.235	0.546	1.564
	.250	21.731	5.092	43.766	1.337	0.707	1.641
	.300	26.844	7.091	51.393	1.429	0.851	1.711
	.350	32.650	9.627	59.714	1.514	0.983	1.776
	.400	39.316	12.848	68.948	1.595	1.109	1.839
	.450	47.059	16.959	79.369	1.673	1.229	1.900
	.500	56.166	22.243	91.348	1.749	1.347	1.961
	.550	67.036	29.095	105.412	1.826	1.464	2.023
	.600	80.237	38.087	122.361	1.904	1.581	2.088
	.650	96.620	50.054	143.477	1.985	1.699	2.157

.700	117.518	66.247	170.991	2.070	1.821	2.233
.750	145.168	88.570	209.139	2.162	1.947	2.320
.800	183.679	120.000	266.919	2.264	2.079	2.426
.850	241.642	165.585	366.243	2.383	2.219	2.564
.900	341.228	236.490	572.523	2.533	2.374	2.758
.910	370.888	256.008	642.099	2.569	2.408	2.808
.920	406.038	278.377	729.035	2.609	2.445	2.863
.930	448.546	304.474	840.368	2.652	2.484	2.924
.940	501.301	335.637	987.519	2.700	2.526	2.995
.950	569.083	374.034	1190.401	2.755	2.573	3.076
.960	660.517	423.477	1487.236	2.820	2.627	3.172
.970	793.296	491.542	1962.455	2.899	2.692	3.293
.980	1012.008	596.541	2849.999	3.005	2.776	3.455
.990	1485.449	803.673	5168.077	3.172	2.905	3.713

a. Logarithm base = 10.

b. Logarithm base = 10.

c. Replikasi 3

Confidence Limits

Probability	95% Confidence Limits for konsentrasi			95% Confidence Limits for log(konsentrasi) ^a			
	Estimate	Lower Bound	Upper Bound	Estimat e	Lower Bound	Upper Bound	
PROBI	.010	1.306	0.015	7.218	0.116	-1.835	0.858
T	.020	2.001	0.032	9.713	0.301	-1.497	0.987
	.030	2.624	0.052	11.730	0.419	-1.282	1.069
	.040	3.217	0.076	13.521	0.507	-1.121	1.131
	.050	3.797	0.102	15.180	0.579	-0.990	1.181
	.060	4.373	0.132	16.753	0.641	-0.878	1.224
	.070	4.949	0.166	18.267	0.695	-0.780	1.262
	.080	5.529	0.203	19.741	0.743	-0.693	1.295
	.090	6.115	0.244	21.185	0.786	-0.613	1.326
	.100	6.709	0.288	22.609	0.827	-0.540	1.354
	.150	9.851	0.579	29.618	0.993	-0.237	1.472
	.200	13.367	1.007	36.746	1.126	0.003	1.565
	.250	17.368	1.618	44.256	1.240	0.209	1.646
	.300	21.972	2.473	52.350	1.342	0.393	1.719
	.350	27.321	3.661	61.229	1.436	0.564	1.787
	.400	33.596	5.306	71.127	1.526	0.725	1.852
	.450	41.037	7.586	82.338	1.613	0.880	1.916
	.500	49.966	10.768	95.261	1.699	1.032	1.979
	.550	60.838	15.249	110.460	1.784	1.183	2.043
	.600	74.312	21.649	128.788	1.871	1.335	2.110
	.650	91.381	30.960	151.614	1.961	1.491	2.181
	.700	113.629	44.821	181.332	2.055	1.651	2.258
	.750	143.752	66.021	222.613	2.158	1.820	2.348
	.800	186.781	99.384	286.028	2.271	1.997	2.456

.850	253.447	153.12 9	400.507	2.404	2.185	2.603
.900	372.110	241.98 2	666.898	2.571	2.384	2.824
.910	408.277	266.58 0	764.715	2.611	2.426	2.883
.920	451.561	294.67 9	891.719	2.655	2.469	2.950
.930	504.471	327.31 9	1061.283	2.703	2.515	3.026
.940	570.923	366.11 8	1295.900	2.757	2.564	3.113
.950	657.461	413.73 1	1636.393	2.818	2.617	3.214
.960	776.033	474.87 5	2164.917	2.890	2.677	3.335
.970	951.499	558.99 1	3073.567	2.978	2.747	3.488
.980	1247.64 5	689.05 7	4934.782	3.096	2.838	3.693
.990	1912.37 6	947.59 7	10524.01 3	3.282	2.977	4.022

a. Logarithm base = 10.

Lampiran 4.15. Hasil Analisis Probit Uji Antibakteri Nanoemulsi Minyak Atsiri Biji Ketumbar

a. Replikasi 1

Confidence Limits

Probability	95% Confidence Limits for konsentrasi	95% Confidence Limits for $\log(\text{konsentrasi})^a$
-------------	---------------------------------------	--

		Estimate	Lower Bound	Upper Bound	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	.010	3.266	0.195	9.909	0.514	-0.709	0.996
	.020	4.342	0.324	12.106	0.638	-0.489	1.083
	.030	5.202	0.448	13.750	0.716	-0.349	1.138
	.040	5.960	0.570	15.135	0.775	-0.244	1.180
	.050	6.657	0.694	16.365	0.823	-0.159	1.214
	.060	7.314	0.820	17.492	0.864	-0.086	1.243
	.070	7.944	0.950	18.546	0.900	-0.022	1.268
	.080	8.553	1.083	19.544	0.932	0.035	1.291
	.090	9.147	1.220	20.500	0.961	0.086	1.312
	.100	9.731	1.362	21.422	0.988	0.134	1.331
	.150	12.572	2.144	25.718	1.099	0.331	1.410
	.200	15.411	3.072	29.765	1.188	0.487	1.474
	.250	18.352	4.179	33.768	1.264	0.621	1.529
	.300	21.469	5.505	37.852	1.332	0.741	1.578
	.350	24.827	7.100	42.113	1.395	0.851	1.624
	.400	28.498	9.029	46.647	1.455	0.956	1.669
	.450	32.566	11.381	51.560	1.513	1.056	1.712
	.500	37.137	14.270	56.984	1.570	1.154	1.756
	.550	42.348	17.859	63.099	1.627	1.252	1.800
	.600	48.393	22.373	70.168	1.685	1.350	1.846
	.650	55.549	28.137	78.599	1.745	1.449	1.895
	.700	64.239	35.623	89.085	1.808	1.552	1.950
	.750	75.148	45.531	102.915	1.876	1.658	2.012
	.800	89.489	58.896	122.792	1.952	1.770	2.089
	.850	109.695	77.268	155.216	2.040	1.888	2.191
	.900	141.721	103.50	218.964	2.151	2.015	2.340

.910	150.766	110.26 0	239.716	2.178	2.042	2.380
.920	161.248	117.77 4	265.211	2.207	2.071	2.424
.930	173.616	126.26 9	297.230	2.240	2.101	2.473
.940	188.554	136.07 4	338.594	2.275	2.134	2.530
.950	207.166	147.71 7	394.100	2.316	2.169	2.596
.960	231.393	162.11 0	472.686	2.364	2.210	2.675
.970	265.094	181.02 1	593.433	2.423	2.258	2.773
.980	317.611	208.59 3	806.932	2.502	2.319	2.907
.990	422.294	258.88 0	1319.59 5	2.626	2.413	3.120

a. Logarithm base = 10.

b. Replikasi 2

Confidence Limits

Probability	95% Confidence Limits for konsentrasi			95% Confidence Limits for log(konsentrasi) ^a		
	Estimate	Lower Bound	Upper Bound	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT .010	6.010	0.992	13.486	0.779	-0.004	1.130
.020	7.531	1.432	15.905	0.877	0.156	1.202
.030	8.689	1.807	17.665	0.939	0.257	1.247
.040	9.677	2.152	19.120	0.986	0.333	1.281

.050	10.562	2.481	20.393	1.024	0.395	1.309
.060	11.380	2.800	21.545	1.056	0.447	1.333
.070	12.148	3.113	22.610	1.085	0.493	1.354
.080	12.880	3.422	23.611	1.110	0.534	1.373
.090	13.584	3.730	24.560	1.133	0.572	1.390
.100	14.266	4.038	25.469	1.154	0.606	1.406
.150	17.474	5.602	29.623	1.242	0.748	1.472
.200	20.530	7.260	33.432	1.312	0.861	1.524
.250	23.575	9.062	37.117	1.372	0.957	1.570
.300	26.692	11.049	40.806	1.426	1.043	1.611
.350	29.947	13.266	44.589	1.476	1.123	1.649
.400	33.403	15.764	48.549	1.524	1.198	1.686
.450	37.125	18.607	52.775	1.570	1.270	1.722
.500	41.193	21.875	57.371	1.615	1.340	1.759
.550	45.706	25.673	62.474	1.660	1.409	1.796
.600	50.799	30.141	68.276	1.706	1.479	1.834
.650	56.660	35.470	75.069	1.753	1.550	1.875
.700	63.570	41.925	83.322	1.803	1.622	1.921
.750	71.976	49.888	93.859	1.857	1.698	1.972
.800	82.650	59.935	108.266	1.917	1.778	2.034
.850	97.106	73.018	129.988	1.987	1.863	2.114
.900	118.940	91.163	168.008	2.075	1.960	2.225
.910	124.911	95.795	179.473	2.097	1.981	2.254
.920	131.738	100.938	193.115	2.120	2.004	2.286
.930	139.677	106.732	209.667	2.145	2.028	2.322
.940	149.110	113.389	230.260	2.174	2.055	2.362
.950	160.648	121.239	256.754	2.206	2.084	2.410
.960	175.349	130.851	292.487	2.244	2.117	2.466
.970	195.280	143.316	344.268	2.291	2.156	2.537
.980	225.323	161.148	429.140	2.353	2.207	2.633

.990	282.333	192.713	610.976	2.451	2.285	2.786
------	---------	---------	---------	-------	-------	-------

a. Logarithm base = 10.

c. Replikasi 3

Confidence Limits

Probability	95% Confidence Limits for konsentrasi			95% Confidence Limits for log(konsentrasi) ^b		
	Estimate	Lower Bound	Upper Bound	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT ^a .010	3.849			0.585		
.020	4.977			0.697		
.030	5.859			0.768		
.040	6.623			0.821		
.050	7.319			0.864		
.060	7.968			0.901		
.070	8.584			0.934		
.080	9.176			0.963		
.090	9.749			0.989		
.100	10.309			1.013		
.150	12.990			1.114		
.200	15.610			1.193		
.250	18.275			1.262		
.300	21.054			1.323		
.350	24.005			1.380		
.400	27.187			1.434		
.450	30.666			1.487		
.500	34.524			1.538		
.550	38.868			1.590		
.600	43.842			1.642		
.650	49.652			1.696		

.700	56.611			1.753		
.750	65.219			1.814		
.800	76.353			1.883		
.850	91.753			1.963		
.900	115.615			2.063		
.910	122.254			2.087		
.920	129.898			2.114		
.930	138.857			2.143		
.940	149.595			2.175		
.950	162.859			2.212		
.960	179.953			2.255		
.970	203.445			2.308		
.980	239.489			2.379		
.990	309.696			2.491		

a. A heterogeneity factor is used.

b. Logarithm base = 10.

Lampiran 4.16. Hasil Analisis T-Test

Group Statistics

Minyak atsiri		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nanoemulsi	Minyak atsiri	3	53.2980	7.04533	4.06762
	Nanoemulsi	3	37.6213	3.35582	1.93748

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	Equal variances	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Nanoemulsi	Equal variances	2.804	0.169	3.479	4	0.025	15.67667	4.50549	3.16743	28.18590

assumed								
	Equal variances not assumed		3.479	2.863	0.043	15.67667	4.50549	0.94239

