

**FORMULASI DAN ANALISIS KESUKAAN PRODUK NANOEMULGEL
MINYAK ATSIRI CENGKEH (*Syzygium aromaticum* L.)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Farmasi (S.Farm.)



SHAFIRA UFFAIRANISSA

22613240

**PROGRAM STUDI FARMASI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2026

PERSETUJUAN PENDADARAN
FORMULASI DAN ANALISIS KESUKAAN PRODUK
NANOEMULGEL MINYAK ATSIRI CENGKEH (*Syzygium
aromaticum* L.)

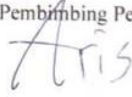


untuk dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi
Program Studi Farmasi Program Sarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam
Universitas Islam Indonesia

Pembimbing Utama


(Dr. apt. Asih Triastuti, M.Pharm.)
Tanggal: 15 Mei 2026

Pembimbing Pendamping


(Dr. apt. Aris Perdana Kusuma, M.Sc.)
Tanggal: 15 Mei 2026

SKRIPSI
FORMULASI DAN ANALISIS KESUKAAN PRODUK NANOEMULGEL
MINYAK ATSIRI CENGKEH (*Syzygium aromaticum* L.)

Yang diajukan oleh:

SHAFIRA UFFAIRANISSA

22613240

Telah lolos uji etik penelitian

Program Studi Farmasi Program Sarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia

Tanggal: 15 Mei 2026

PEMBIMBING

Utama : Dr. apt. Asih Triastuti, M.Pharm.

Pendamping : Dr. apt. Aris Perdana Kusuma, M.Sc.

PENGUJI

Ketua : Dr. apt. Viviane Annisa, S.Farm.

Anggota : 1. Dr. apt. Asih Triastuti, M.Pharm.

2. Dr. apt. Aris Perdana Kusuma, M.Sc.

3. Dr. apt. Lutfi Chabib, M.Sc.

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia



apt. Saipudin, S.Si., M.Si., Ph.D.



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan diterbitkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 26 Mei 2026

Penulis,



Shafira Uffairanissa

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penulisan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi pada Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak sejak masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ayah dan Ibu, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, semangat, serta pengorbanan yang tak ternilai selama perjalanan pendidikan penulis. Terima kasih karena selalu menjadi sumber kekuatan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ini dengan baik.
2. Ibu Dr. apt. Asih Triastuti, S.F., M.Pharm. dan Bapak Dr. apt. Aris Perdana Kusuma, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang senantiasa menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Dr. apt. Viviane Annisa, S.Farm. dan Dr. apt. Lutfi Chabib, S.Farm., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah menyediakan waktunya untuk menguji dan memberikan masukan kepada penulis demi terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak apt. Saepudin, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
5. Bapak apt. Muhammad Hatta Prabowo, M.Si, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

6. apt. Yulianto, M.P.H. selaku Dosen Pembimbing Akademik (DPA) yang telah memberikan arahan selama proses perkuliahan dari awal semester hingga tercapainya penyelesaian skripsi ini.
7. Bapak Hartanto, Mba Isnaini Pujimagfiroh, S.Si., dan Mas Angga Kurniawan, A.Md. serta seluruh laboran dan staf pengajar Program Studi Farmasi, Universitas Islam Indonesia yang telah membantu dan memberi dukungan berupa fasilitas selama penelitian hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Feby, Nika, Elza, Faiza, Rafi, Rafka, dan teman-teman semua yang selalu memberikan semangat selama penyusunan skripsi.
9. Semua pihak yang tidak dapat dituliskan satu persatu yang telah memberikan energi dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu dan pengetahuan.

Yogyakarta, 26 Mei 2026

Penulis,



Shaffra Uffairanissa

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Luaran Penelitian.....	3
1.5 Integrasi dengan Nilai Keislaman	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Telaah Pustaka.....	5
2.1.1 Minyak atsiri cengkeh.....	5
2.1.2 <i>Gas chromatography-mass spectrometry</i> (GC-MS).....	7
2.1.3 Nanoemulgel.....	8
2.1.3.1 Formulasi nanoemulgel	9
2.1.3.2 Evaluasi sifat fisik nanoemulgel	10
2.1.4 Monografi bahan.....	11
2.1.4.1 Carbopol 940.....	11
2.1.4.2 Gum arab	12
2.1.4.3 Gum guar.....	13
2.1.4.4 Gum xanthan	14
2.1.4.5 Polyoxyl 40 Hydrogenated Castor Oil	16
2.1.4.6 Propilen glikol.....	17

2.1.4.7 Olive oil.....	18
2.2 Landasan Teori	20
2.3 Hipotesis	21
2.4 Kerangka Konsep Penelitian	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Bahan Penelitian.....	22
3.2 Alat Penelitian	22
3.3 Cara Kerja Penelitian.....	22
3.3.1 Analisis senyawa kimia yang terkandung dalam minyak cengkeh	22
3.3.2 Pembuatan nanoemulsi minyak cengkeh.....	23
3.3.3 Karakterisasi sediaan nanoemulsi.....	24
3.3.3.1 Uji transmitan.....	24
3.3.3.2 Uji ukuran partikel, indeks polidispersitas (PDI), zeta potensial.....	24
3.3.3.3 Uji tipe nanoemulsi	24
3.3.4 Pembuatan sediaan nanoemulgel	24
3.3.5 Evaluasi sediaan nanoemulgel.....	25
3.3.5.1 Uji organoleptis.....	25
3.3.5.2 Uji homogenitas	25
3.3.5.3 Uji viskositas.....	25
3.3.5.4 Uji daya sebar.....	26
3.3.5.5. Uji daya lekat	26
3.3.5.6 Uji pH.....	26
3.3.5.7 Uji tipe nanoemulgel	26
3.3.5.8 Uji stabilitas	27
3.3.6 Analisis tingkat kesukaan	27
3.3.6.1 Uji hedonik	27
3.3.6.2 Wawancara.....	27
3.4 Analisis Hasil.....	28
3.5 Alur Penelitian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Kontrol Kualitas Minyak Cengkeh.....	30

4.2 Hasil Karakterisasi Sediaan Nanoemulsi.....	32
4.3 Hasil Evaluasi Nanoemulgel Minyak Cengkeh.....	36
4.3.1 Uji organoleptis dan homogenitas	37
4.3.2 Uji pH	38
4.3.3 Uji viskositas	40
4.3.4 Uji daya sebar	41
4.3.5 Uji daya lekat.....	42
4.3.6 Uji tipe nanoemulgel.....	42
4.3.7 Uji stabilitas.....	44
4.3.7.1.Hasil uji stabilitas organoleptis dan homogenitas.....	47
4.3.7.2 Hasil uji stabilitas pH.....	47
4.3.7.3 Hasil uji stabilitas viskositas	48
4.3.7.4 Hasil uji stabilitas daya sebar.....	49
4.3.7.5 Hasil uji stabilitas daya lekat.....	49
4.4 Hasil Uji Hedonik dan Wawancara	50
4.4.1 Uji hedonik	50
4.4.2 Analisis preferensi melalui wawancara	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Eugenol.....	6
Gambar 2.2 Kerangka Penelitian.....	21
Gambar 3.1 Alur Penelitian	29
Gambar 4.1 Hasil Kromatogram GC-MS Minyak Cengkeh	30
Gambar 4.2 Hasil Uji Tipe Nanoemulsi	36
Gambar 4.3 Hasil Nanoemulgel Minyak Cengkeh Keempat Formula.....	37
Gambar 4.4 Hasil Pengamatan Metode Pewarnaan	43
Gambar 4.5 Hasil Pengamatan Metode Pengenceran Minyak dan Air	44
Gambar 4.6 Skor Rata-Rata Uji Hedonik.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Formula Nanoemulsi Minyak Cengkeh	23
Tabel 3.2 Formula Nanoemulgel.....	25
Tabel 4. 1 Hasil Identifikasi Senyawa Minyak Cengkeh	31
Tabel 4.2 Data Nanoemulsi Minyak Cengkeh	33
Tabel 4.3 Hasil Evaluasi Nanoemulgel	37
Tabel 4.4 Hasil Evaluasi Nanoemulgel Minyak Atsiri Cengkeh Setelah Uji Stabilitas 28 Hari.....	46
Tabel 4.5 Hasil Uji Hedonik.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Formulasi Nanoemulgel Minyak Cengkeh.....	63
Lampiran 2. Hasil Identifikasi Minyak Cengkeh dengan GC-MS.....	64
Lampiran 3. COA Minyak Cengkeh	69
Lampiran 4. COA Carbopol 940	70
Lampiran 5. COA Gum Arab	71
Lampiran 6. Hasil Karakterisasi Persen Transmitan Nanoemulsi.....	72
Lampiran 7. Hasil Karakterisasi Ukuran Partikel Nanoemulsi	73
Lampiran 8. Hasil Karakterisasi Zeta Potensial Nanoemulsi.....	76
Lampiran 9. <i>Ethical Clearance</i>	79
Lampiran 10. Kuesioner Responden	80
Lampiran 11. Dokumentasi Uji Hedonik dan Wawancara.....	83
Lampiran 12. Olah Data Uji Hedonik	85
Lampiran 13. Analisis Statistik Evaluasi Nanoemulgel.....	90
Lampiran 14. Analisis Statistik Uji Stabilitas $25 \pm 2^{\circ}\text{C}/60\% \pm 5\% \text{ RH}$	93
Lampiran 15. Analisis Statistik Uji Stabilitas $40 \pm 2^{\circ}\text{C}/75\% \pm 5\% \text{ RH}$	96

FORMULASI DAN ANALISIS KESUKAAN PRODUK NANOEMULGEL MINYAK ATSIRI CENGKEH (*Syzygium aromaticum* L.).

Shafira Uffairanissa
Program Studi Farmasi Program Sarjana

INTISARI

Latar belakang: Minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) mengandung senyawa eugenol dengan aktivitas farmakologi berupa analgesik, antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan. Penggunaan minyak cengkeh secara langsung kurang efektif karena sifatnya yang hidrofobik dan volatil. Salah satu pendekatan untuk meningkatkan stabilitas dan kenyamanan penggunaan adalah formulasi dalam bentuk sediaan nanoemulgel. Nanoemulgel dipilih karena mampu meningkatkan stabilitas dan penetrasi zat aktif hidrofobik ke dalam kulit.

Tujuan: Memformulasi sediaan nanoemulgel minyak cengkeh dengan variasi *gelling agent* serta mengevaluasi karakteristik fisik dan tingkat kesukaan konsumen.

Metode: Nanoemulsi dibuat dengan metode ultrasonik untuk menghasilkan droplet berukuran nano, kemudian diinkorporasikan ke dalam basis gel dengan variasi *gelling agent*, yaitu 0,7% Carbopol 940 (F1) dan kombinasi Carbopol 940 dengan 0,3% gum arab (F2), gum guar (F3), dan gum xanthan (F4). Evaluasi karakterisasi nanoemulsi berupa uji transmittansi (%T), ukuran partikel, indeks polidispersitas (PDI), dan zeta potensial. Evaluasi nanoemulgel berupa uji organoleptis, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, uji tipe nanoemulgel, dan uji stabilitas. Analisis kesukaan dilakukan melalui uji hedonik dengan parameter aroma, warna, tekstur, sensasi di kulit, dan daya serap. Data diolah menggunakan *Microsoft Excel* dan dianalisis secara statistik.

Hasil: Nanoemulsi yang diformulasikan memiliki %T $98,97 \pm 0,06\%$, ukuran partikel $23,2 \pm 0,3$ nm, PDI $0,22 \pm 0,03$, dan zeta potensial $-3,5 \pm 0,25$ mV. Seluruh formula menghasilkan nanoemulgel yang homogen dan stabil. Variasi *gelling agent* memengaruhi karakteristik fisik dan tingkat kesukaan panelis. Berdasarkan uji hedonik, F2 (0,7% Carbopol 940 dan 0,3% gum arab) menjadi formula yang paling disukai dengan nilai rata-rata hedonik sebesar 4,62 ("Sangat Suka").

Kesimpulan: Minyak cengkeh berhasil diformulasikan menjadi nanoemulgel dengan karakteristik fisik memenuhi persyaratan sediaan topikal. Kombinasi carbopol 940 dan gum arab menghasilkan formula dengan tingkat kesukaan tertinggi.

Kata kunci: Minyak cengkeh, eugenol, formulasi, nanoemulgel, uji hedonik.

FORMULATION AND CONSUMER PREFERENCE TEST OF CLOVE ESSENTIAL OIL (*Syzygium aromaticum* L.) NANOEMULGEL PRODUCTS

Shafira Uffairanissa
Pharmacy Undergraduate Program

ABSTRACT

Background: Clove oil obtained from *Syzygium aromaticum* (L.) contains eugenol, which has analgesic, antibacterial, anti-inflammatory, and antioxidant activities. However, the direct use of clove oil is less effective because of its hydrophobic and volatile properties. One approach to improve its stability and ease of application is to formulate it into a nanoemulgel dosage form. Nanoemulgel was selected because it can enhance the stability and skin penetration of hydrophobic active compounds.

Objective: To formulate clove oil nanoemulgel using different gelling agents and to evaluate its physical characteristics and consumer preference.

Methods: The nanoemulsion was prepared using the ultrasonic method to produce nanometer-sized droplets and then incorporated into a gel base containing 0.7% Carbopol 940 (F1), Carbopol 940 combined with 0.3% gum arabic (F2), gum guar (F3), and gum xanthan (F4). Physical evaluation included transmittance, particle size, polydispersity index, and zeta potential, organoleptic properties, homogeneity, pH, viscosity, spreadability, adhesiveness, emulsion type, and stability. Consumer preference was assessed using a hedonic test based on aroma, texture, and color. Data were processed using Microsoft Excel and analyzed statistically.

Results: The nanoemulsion showed a transmittance of $98,97 \pm 0,06\%$, particle size of $23,2 \pm 0,3$ nm, polydispersity index of $0,22 \pm 0,03$, and zeta potential of $-3,5 \pm 0,25$ mV. All formulas produced homogeneous and stable nanoemulgels. The type of gelling agent affected both physical characteristics and panelist preference. Formula 2, containing 0,7% Carbopol 940 and 0,3% gum arabic, was the most preferred formula with an average hedonic score of 4,62, categorized as “strongly liked”.

Conclusion: Clove oil was successfully formulated into a nanoemulgel with physical characteristics that met the requirements for topical dosage forms. The combination of Carbopol 940 and gum arabic produced the most preferred formula.

Keywords: Clove oil, eugenol, formulation, nanoemulgel, hedonic test.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia memiliki kekayaan hayati yang melimpah sehingga ketersediaan bahan baku untuk proses produksi minyak atsiri sangat potensial dan mudah didapatkan. Salah satu tanaman kaya akan minyak atsiri yaitu cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.). Minyak atsiri dapat diperoleh melalui proses ekstraksi pada bagian kuncup bunga cengkeh (*clove bud oil*) dan daun cengkeh (*clove leaf oil*). Secara tradisional, tanaman cengkeh digunakan untuk membantu mengobati perut kembung, mual, muntah, gangguan hati, usus, lambung dan perangsang saraf (Batiha *et al.*, 2020). Sementara itu, aktivitas farmakologi minyak cengkeh berupa antioksidan, antimikroba, antivirus, antiseptik, antiinflamasi, dan analgesik (Pandey *et al.*, 2024). Eugenol merupakan senyawa utama dengan kadar minimal 50%, sisanya 10-14% berupa eugenil asetat, β -kariofilena, dan α -humulena (González *et al.*, 2021). Minyak cengkeh memiliki bioavailabilitas rendah akibat sifat hidrofobiknya dengan tingkat kelarutan air yang buruk (Pandey *et al.*, 2024). Hal ini menyebabkan pemberian rute *oral* kurang efektif karena absorpsi obat yang rendah. Oleh karena itu, sediaan topikal dipilih karena kemudahan penggunaan serta menghindari efek metabolisme pertama pada saluran cerna.

Nanoemulgel merupakan sistem penghantaran obat yang menggabungkan nanoemulsi ke dalam matriks gel untuk meningkatkan stabilitas dan penetrasi obat (Srivastava *et al.*, 2024). Matriks gel dapat berupa polimer alami (gum arab, gum guar, alginat, gum xanthan, pektin) dan polimer sintesis (Carbopol, Na CMC, HPMC). Polimer sintesis Carbopol sering digunakan karena mampu membentuk gel, menghasilkan viskositas tinggi, serta memiliki sifat bioadhesif yang sangat baik, tetapi jika digunakan secara tunggal dapat menyebabkan iritasi pada aplikasi topikal karena pHnya yang rendah (Biswas *et al.*, 2016; Khan *et al.*, 2022). Sementara itu, polimer alami memiliki sifat biokompatibel, *biodegradable*, bioadhesif, ramah lingkungan, dan penggunaannya untuk merancang sistem penghantaran obat telah terkontrol (Aman *et al.*, 2020). Kombinasi polimer sintetis dan polimer alami diharapkan mampu

menghasilkan efek sinergis melalui pembentukan jaringan polimer yang kokoh sehingga dapat memperbaiki karakteristik fisikokimia dan stabilitas. Dalam pengembangan produk nanoemulgel, dukungan analisis tingkat kesukaan menjadi faktor penting dalam menjembatani hasil penelitian dengan keinginan masyarakat, sehingga produk tidak hanya unggul secara ilmiah. Metode analisis kesukaan dapat dilakukan uji hedonik dan wawancara. Dalam melakukan uji hedonik, panelis memberikan penilaian tingkat kesukaan berdasarkan pengamatan menggunakan panca indera secara organoleptik.

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan minyak cengkeh dalam bentuk nanoemulsi, krim nanoemulsi, dan nanoemulgel dengan berbagai *gelling agent* seperti CMC (Bennabi *et al.*, 2025) dan Carbopol (Ullah *et al.*, 2023). Selain itu, (Aman *et al.*, 2020) telah mengembangkan nanoemulgel minyak cengkeh dengan polimer alami seperti kitosan, gum guar, dan gum arab dalam satu formula. Penambahan gum berfungsi untuk memperbaiki konsistensi, stabilitas, viskositas, daya lekat, dan kenyamanan aplikasi. Gum juga dapat membantu mempertahankan dispersi droplet minyak dalam basis gel karena berperan sebagai *thickening agent*, *stabilizer*, *suspending agent*, dan *emulsifying agent* (Bahadur *et al.*, 2017).

Namun, penelitian yang secara khusus membandingkan variasi gum alami, yaitu gum arab, gum guar, dan gum xanthan, sebagai *ko-gelling agent* yang dikombinasikan dengan Carbopol 940 dalam formulasi nanoemulgel minyak cengkeh masih terbatas, sehingga menjadi keterbaruan dalam penelitian ini. Carbopol 940 dipilih karena mampu membentuk gel jernih, stabil, dan efektif pada konsentrasi rendah 0,5 sampai 2%. Namun, Carbopol secara tunggal dapat menghasilkan tekstur yang terlalu kaku atau kurang nyaman bila viskositasnya tidak seimbang. Variasi gum dilakukan untuk mengetahui pengaruh jenis polimer alami terhadap pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, stabilitas fisik, serta tingkat kesukaan panelis terhadap aroma, warna, tekstur, sensasi di kulit, dan daya serap. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menilai keberhasilan formulasi secara farmasetika, tetapi juga menghubungkannya dengan aspek kenyamanan dan preferensi konsumen sebagai dasar pengembangan produk topikal yang lebih aplikatif.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh kombinasi *gelling agent* Carbopol dengan polimer alami (gum arab, gum guar, dan gum xanthan) terhadap karakteristik fisik dan stabilitas sediaan nanoemulgel minyak cengkeh?
2. Bagaimana tingkat kesukaan konsumen terhadap sediaan nanoemulgel minyak cengkeh berdasarkan parameter warna, aroma, tekstur, sensasi di kulit dan kemampuan menyebar?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan pengaruh variasi kombinasi *gelling agent* terhadap sifat fisik dan stabilitas sediaan nanoemulgel minyak cengkeh untuk mendapatkan formula yang memenuhi standar farmasetik.
2. Mengevaluasi tingkat akseptabilitas konsumen melalui uji hedonik dan wawancara untuk mengidentifikasi formula yang paling disukai pengguna.

1.4 Luaran Penelitian

Luaran penelitian ini adalah produk nanoemulgel minyak cengkeh dan publikasi di jurnal ilmiah.

1.5 Integrasi dengan Nilai Keislaman

Penelitian ini merupakan salah satu bentuk pembuktian atas kekuasaan Allah SWT yang telah menciptakan tanaman obat untuk mengobati berbagai penyakit. Hal ini tertuang pada Al-Quran Surat An-Nahl ayat 11.

Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman:

يَتَفَكَّرُونَ لَقَوْمٍ لَّآ آيَةً ذَٰلِكَ فِي إِنَّ أَتَمَّرْتِ كُلِّ وَمِنَ الْأَعْنَبِ وَالنَّخِيلِ وَالزَّيْتُونِ الذَّرْعَ بِهِ لَكُمْ يُنْبِتُ

“Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, kurma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan.”

Ayat ini menegaskan bahwa Allah SWT menumbuhkan berbagai tanaman yang memiliki manfaat bagi kehidupan manusia, yang menjadi tanda kekuasaan-Nya bagi orang-orang yang berpikir dan meneliti. Dalam konteks penelitian ini, pemanfaatan

minyak cengkeh merupakan bentuk *tadabbur* ilmiah terhadap ciptaan Allah, dengan mengkaji kandungan bioaktifnya serta mengoptimalkan penggunaannya melalui formulasi farmasetika yang aman, efektif, dan stabil.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan kemampuan dalam melakukan formulasi nanoemulgel minyak cengkeh serta mengembangkan analisis peneliti dalam mengkaji hubungan antara formulasi sediaan dengan tingkat penerimaan konsumen. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi bekal ilmiah dan keterampilan awal untuk penelitian lanjutan.

2. Bagi Masyarakat

Penelitian ini menghasilkan alternatif nanoemulgel minyak cengkeh yang aman dan mudah diaplikasikan, sehingga dapat meningkatkan rasa kepercayaan terhadap produk bahan alam.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Telaah Pustaka

2.1.1 Minyak atsiri cengkeh

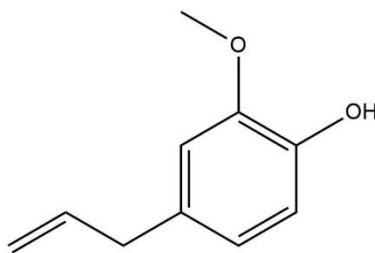
Minyak atsiri merupakan campuran alami kompleks dari zat volatil, lipofilik dan berbau yang umumnya ditemukan pada tumbuhan aromatik dengan kriteria umum berupa tidak berwarna atau kuning pucat, cair pada suhu ruang, dan kurang larut dalam air (De Sousa *et al.*, 2023). Selain itu, minyak atsiri memiliki berat molekul rendah (<300) dan beberapa diantaranya larut dalam pelarut organik (eter, alkohol, aseton) tetapi tidak larut dalam air. Minyak atsiri dapat diekstrak dari berbagai tanaman salah satunya adalah cengkeh.

Cengkeh merupakan tanaman rempah asli Indonesia dalam famili *Myrtaceae*. Tanaman ini dapat tumbuh dengan tinggi 8-12 m dan berasal dari Kepulauan Maluku di Indonesia, tetapi banyak dibudidayakan di berbagai belahan dunia karena nilai komersialnya (Alimi *et al.*, 2023). Tanaman ini diklasifikasikan dalam 4 varietas yaitu Siputih, Sikotok, Zanzibar, dan Ambon. Varietas yang paling banyak menghasilkan kuncup dan dianggap sebagai varietas unggul adalah Zanzibar. Tahap optimal waktu panen cengkeh adalah sebelum bunga mekar penuh (merah terang) agar kadar eugenol dan rendemen minyak atsiri maksimal (Alfikri *et al.*, 2020). Tanaman cengkeh memiliki aktivitas farmakologi seperti analgesik, antibakteri, antijamur, antiinflamasi, dan antikarsinogenik (Aman *et al.*, 2020).

Minyak atsiri cengkeh diekstraksi dari kuncup cengkeh (*clove bud oil*) dan daun cengkeh (*clove leaf oil*) melalui metode distilasi uap, distilasi air, dan distilasi uap air (Bampidis *et al.*, 2024; González *et al.*, 2021) (Gambar 2.1). Menurut Kemenkes RI, (2017) pada buku Farmakope Herbal Indonesia Edisi II, pemerian simplisia kuncup bunga cengkeh berupa bentuk seperti gada dengan ujung melebar pecah menjadi beberapa bagian, keras, warna hitam, bau khas, dan rasa pedas khas. Sedangkan untuk daun cengkeh berupa helaian daun, bertangkai, berkerut, bentuk bulat telur, oval, pangkal runcing, ibu tulang daun tampak jelas, kedua permukaan mengkilat,

permukaan atas berwarna hijau kecoklatan, permukaan bawah berwarna lebih muda, bau khas, rasa getir dan tebal di lidah.

Berdasarkan Kemenkes RI, (2017) pada buku Farmakope Herbal Indonesia Edisi II bunga cengkeh mengandung minyak atsiri tidak kurang dari 6% v/b atau eugenol tidak kurang dari 0,11%, sedangkan daun cengkeh mengandung minyak atsiri tidak kurang dari 2,14% v/b atau kadar flavonoid tidak kurang dari 1,68%. Rendemen minyak atsiri yang dihasilkan dari daun cengkeh tergolong rendah, yaitu 1,08%-1,90% (Liñán-Atero *et al.*, 2024). Sebaliknya, kuncup bunga menghasilkan rendemen yang jauh lebih tinggi, yaitu 15%-20%, dengan kadar eugenol mencapai 70-90% (González *et al.*, 2021). Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan kuncup bunga cengkeh sebagai sumber minyak atsiri. Struktur eugenol disajikan pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Struktur Eugenol

Sumber: (Liñán-Atero *et al.*, 2024; SciFinder)

Studi oleh Alfikri *et al.* (2020) melaporkan bahwa *clove bud oil* dari pohon dewasa menghasilkan kadar eugenol tertinggi, sementara *clove bud oil* yang diperoleh dari pohon muda memiliki aktivitas antioksidan yang lebih kuat. Kadar eugenol dari *clove bud oil* dilaporkan berkisar 1.465 mg hingga 9.381,7 mg per 100 g minyak cengkeh (Pandey *et al.*, 2024). Selain eugenol, terdapat komponen lain dari minyak cengkeh, yaitu eugenil asetat, β -kariofilena dan α -humulena dengan kadar sekitar 10-40%, sedangkan senyawa minor dengan kadar <10% adalah dietil ftalat, kariofilena oksida, kadinena, α -kopaena, 4-(2-propenil)-fenol, chavicol, dan α -kubeben. Syarat mutu minyak bunga cengkeh berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 4267:2021) yaitu, memiliki berat jenis 1,04-1,07, indeks bias 1,529-1,537, kandungan eugenol 80-95%, dengan karakteristik warna kuning-coklat tua dan bau khas minyak cengkeh.

Sementara itu, standar yang dikembangkan oleh *International Organization for Standardization* (ISO) 3142:1997 menetapkan bahwa kandungan eugenol dalam *clove bud oil* berada pada kisaran 67%-85% (Bampidis *et al.*, 2024). Kelarutan kandungan eugenol minyak cengkeh dalam air adalah sekitar 0,68 g/L pada 30°C (Chilev & Peshev, 2025). Hal ini terjadi karena eugenol bersifat nonpolar atau hidrofobik, sedangkan air bersifat polar sehingga menyebabkan eugenol sulit bercampur dengan air.

Jumlah minyak cengkeh yang digunakan dalam nanoemulgel pada penelitian ini adalah 2,5% yang berarti setiap 100 g sediaan mengandung 2,5 g minyak cengkeh apabila dinyatakan dalam %b/b. Pemilihan konsentrasi ini didasarkan pada penelitian sebelumnya oleh (Sugihartini *et al.*, 2019) yang melaporkan bahwa minyak atsiri cengkeh 2,5% dalam basis krim O/W memiliki aktivitas antiinflamasi pada model inflamasi kulit akibat minyak croton, ditandai dengan penurunan ketebalan epidermis dan jumlah sel yang mengekspresikan COX-2. Formulasi nanoemulgel minyak cengkeh 2,5% diharapkan mampu mempertahankan potensi antiinflamasi minyak cengkeh dan meningkatkan penghantaran zat aktif ke jaringan kulit yang mengalami inflamasi.

2.1.2 Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)

GC-MS adalah teknik analisis yang mengombinasikan metode kromatografi gas (GC) dengan spektroskopi massa (MS). Kromatografi gas berfungsi untuk mendeteksi komponen senyawa volatil berdasarkan perbedaan volatilitas dan interaksi senyawa dengan fase diam pada kolom, serta metabolit sekunder dari tanaman dapat diidentifikasi dengan output berupa profil kromatogram dan spektrum massa (Kiromah *et al.*, 2023). GC-MS dapat digunakan untuk analisis minyak atsiri karena mampu mendeteksi dan mengidentifikasi senyawa volatil hingga kadar yang sangat rendah. Hasil analisis GC-MS berupa kromatogram yang menunjukkan retensi dan luas area puncak, serta spektrum massa untuk identifikasi senyawa.

Kondisi operasional GC-MS, seperti jenis kolom kapiler, suhu oven, gas pembawa (helium), laju aliran, dan mode injeksi sangat menentukan kualitas pemisahan dan

identifikasi komponen senyawa volatil minyak cengkeh (Lopes *et al.*, 2020). Dalam analisis minyak cengkeh, GC-MS digunakan untuk kontrol kualitas menentukan komposisi kimia dan kadar komponen utama. Studi terdahulu melaporkan bahwa analisis GC-MS minyak cengkeh yang diperoleh melalui hidrodistilasi menghasilkan identifikasi konstituen eugenol sebagai komponen mayor mencapai 97,665% (Alimi *et al.*, 2023). Hasil ini menegaskan bahwa GC-MS menjadi metode yang layak untuk karakterisasi kimia minyak cengkeh dan penetapan kandungan eugenol sebagai senyawa utama.

2.1.3 Nanoemulgel

Nanoemulgel merupakan sistem penghantaran obat topikal dengan kombinasi antara nanoemulsi dan gel yang memberikan mekanisme pelepasan ganda (Aman *et al.*, 2020). Tipe emulsi dibedakan berdasarkan ukuran tetesan, yaitu makroemulsi (1-100 μm), mikroemulsi (10-100 nm), dan nanoemulsi (20-200 nm) (Souto *et al.*, 2022). Teknik pembuatan nanoemulsi dapat menggunakan metode emulsifikasi energi tinggi, seperti sonikasi dengan probe ultrasonik. Proses ini menghasilkan gaya geser dan turbulensi yang kuat dalam campuran air, minyak, dan pengemulsi sehingga memecah tetesan minyak menjadi ukuran nano (Pandey *et al.*, 2024). Nanoemulsi merupakan campuran koloid heterogen dari minyak dan air, sistem ini memiliki stabilitas termodinamik yang tinggi sehingga menghasilkan umur simpan yang lebih lama dibandingkan emulsi sederhana, tetapi dibatasi oleh viskositas yang rendah sehingga kemampuan menyebar dan waktu retensi yang dimiliki buruk (Srivastava *et al.*, 2024). Solusi dari permasalahan ini adalah terbentuknya sediaan nanoemulgel dengan menambahkan *gelling agent* ke dalam nanoemulsi. Pemilihan nanoemulgel didasarkan pada beberapa keunggulan, yaitu sifat adhesi dan penyebaran yang baik pada kulit, kontrol pelepasan zat aktif dengan waktu paruh pendek, non-toksik dan mengurangi risiko iritasi, serta meningkatkan stabilitas karena distribusi tetesan minyak dalam basis gel (Aman *et al.*, 2020).

2.1.3.1 Formulasi nanoemulgel

Pembuatan nanoemulgel dapat dilakukan dengan mencampur nanoemulsi ke basis gel atau larutan polimer pra-gel, sehingga terjadi proses gelasi. Komposisi utama nanoemulgel mencakup fase air, fase minyak, surfaktan, kosurfaktan dan *gelling agent*. Proses formulasi terdiri dari tiga langkah, yaitu pembuatan nanoemulsi, pembuatan gel dan pencampuran keduanya (Khan *et al.*, 2020). Formulasi yang baik akan menghasilkan minyak atsiri yang homogen tanpa pemisahan fase. Saat ini, nanoemulgel digunakan untuk obat hidrofilik maupun hidrofobik dengan efek farmakologi seperti antiinflamasi maupun analgesik.

Surfaktan dalam nanoemulsi digunakan untuk menstabilkan campuran dua fase yang tidak dapat bercampur, yaitu dikategorikan menjadi dua jenis berdasarkan nilai HLB dan sifat ioniknya. Pemilihan surfaktan berdasarkan nilai HLB dapat diklasifikasikan sebagai tipe W/O (HLB 3-8) dan O/W (8-16), sedangkan berdasarkan sifat ioniknya dapat dikategorikan sebagai kationik (amina, heksadesil trimetil amonium bromida), anionik (natrium dodesil sulfat), dan nonionik (tween 20, 60, 80, Cremophor RH 40) (Srivastava *et al.*, 2024). Pada penelitian ini dipilih surfaktan nonionik karena memiliki sifatnya yang aman, biokompatibel, dan tidak terpengaruh oleh pH, sedangkan surfaktan anionik jarang digunakan karena sifatnya yang toksik dan tidak biokompatibel.

Dalam sistem nano, ko-surfaktan digunakan bersama surfaktan untuk membantu emulsi menurunkan tegangan antar muka dan meningkatkan emulsifikasi. Kombinasi surfaktan dan ko-surfaktan dengan nilai HLB yang berdekatan tidak menghasilkan emulsi yang stabil karena masing-masing komponen memiliki afinitas terhadap fase yang berbeda. Surfaktan dengan HLB tinggi cenderung berada pada fase air sedangkan surfaktan dengan HLB rendah berada pada fase minyak (Donthi *et al.*, 2023). Pemilihan cremophor RH 40 sebagai surfaktan dan propilen glikol sebagai ko-surfaktan didasarkan pada kemampuan keduanya dalam menurunkan tegangan antarmuka antara fase air dan fase minyak. Berdasarkan Rowe *et al.*, (2009), cremophor RH 40 memiliki nilai HLB tinggi (14-16) yang termasuk dalam kategori sangat hidrofilik dan mampu membentuk emulsi tipe O/W, sementara itu propilen glikol

berperan sebagai ko-surfaktan memiliki nilai HLB 9,37 (Donthi *et al.*, 2023). Propilen glikol digunakan berdasarkan studi optimasi awal dalam penelitian ini yang menunjukkan bahwa kombinasi minyak cengkeh, cremophor RH 40, dan propilen glikol mampu membentuk nanoemulsi yang jernih dan stabil.

Gelling agent akan membentuk jaringan struktural tiga dimensi yang ketika didispersikan ke dalam air, maka rantai-rantai polimernya akan mengembang dan berinteraksi sehingga terbentuk jaringan. Kohesif lemah berarti rantai polimer tidak permanen karena ikatan yang terbentuk dapat berupa ikatan hidrogen, hal ini akan mempermudah gel untuk dioleskan, dapat keluar dari wadah, dan tidak menjadi padatan keras. Terbentuknya *gelling agent* juga karena *crosslinking* (ikatan silang) yang berarti polimer saling terhubung pada beberapa titik, sehingga akan membentuk viskositas, stabilitas, dan kemampuan menahan air meningkat, dan dapat menahan partikel nanoemulsi di dalam matriks gel (Donthi *et al.*, 2023).

2.1.3.2 Evaluasi sifat fisik nanoemulgel

Evaluasi sifat fisik nanoemulgel merupakan tahap penting untuk memastikan kualitas, stabilitas, keamanan, dan efektivitas formulasi sebagai sistem penghantaran topikal. Parameter umum yang dievaluasi meliputi pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, organoleptik, ukuran partikel, indeks polidispersitas dan stabilitas untuk memenuhi kesesuaiannya terhadap aplikasi topikal (Aman *et al.*, 2020).

Nanoemulgel yang baik biasanya berpenampilan homogen, semi padat, berwarna sesuai komponen, dan tidak terdapat pemisahan fase. Setiap formulasi dievaluasi secara menyeluruh dengan hasil kuantitatif dihitung sebagai nilai rata-rata. Evaluasi organoleptis dilakukan melalui pengamatan visual terhadap warna, tekstur dan bau sediaan. Nilai pH merupakan parameter penting formulasi topikal untuk kulit manusia, dengan rentang ideal untuk menghindari iritasi kulit adalah 5-7 (Mwangi *et al.*, 2021). Pengukuran pH sediaan topikal dilakukan menggunakan pH meter digital. Viskositas menunjukkan kemampuan formulasi untuk tetap berada pada permukaan kulit. Nanoemulgel memiliki viskositas yang lebih tinggi dibandingkan nanoemulsi biasa sehingga dapat meningkatkan kemampuan penyebaran dan retensi obat (Srivastava *et*

al., 2024). Menurut (Donthi *et al.*, 2023), nanoemulgel memiliki keunggulan dibandingkan emulgel konvensional karena ukuran partikel yang jauh lebih kecil (<100 nm) sehingga meningkatkan stabilitas obat.

2.1.4 Monografi bahan

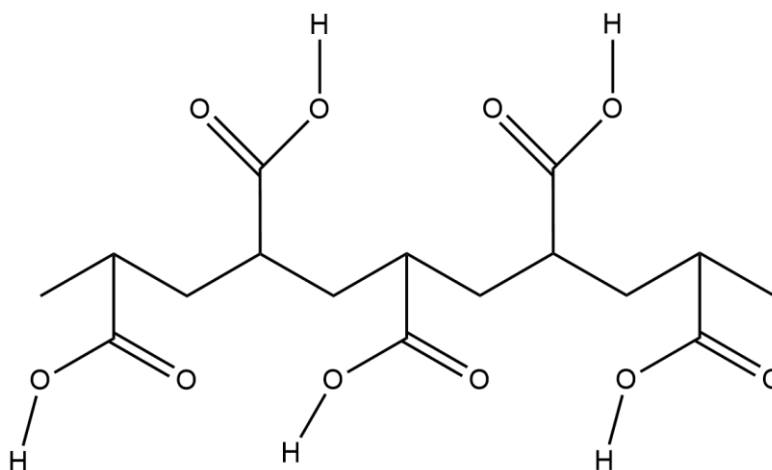
2.1.4.1 Carbopol 940

Berdasarkan *Handbook of Pharmaceutical Excipient* (Rowe *et al.*, 2009), Carbopol 940 memiliki karakteristik pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Monografi Carbopol 940

Sinonim	<i>Acrypol; Acritamer; acrylic acid polymer; carbomera; Carbopol; carboxy polymethylene; polyacrylic acid; carboxyvinyl polymer; Pemulen; Tego Carbomer</i>
Pemerian	Bubuk berwarna putih, <i>fluffy</i> , asam, higroskopis dengan aroma yang sedikit khas.
Kelarutan	Mengembang di air dan gliserin setelah dinetralkan. pada etanol 95% carbopol tidak larut tetapi hanya membengkak, karena mereka adalah mikrogel yang terikat silang tiga dimensi.
Fungsi	Agen pengemulsi (0,1-0,5%); <i>gelling agent</i> (0,5-2,0%); <i>suspending agent</i> (0,5-1,0%); pengisi tablet (0,75-3,0%); <i>controlled release agent</i> (5,0-30,0%)

Struktur kimia



2.1.4.2 Gum arab

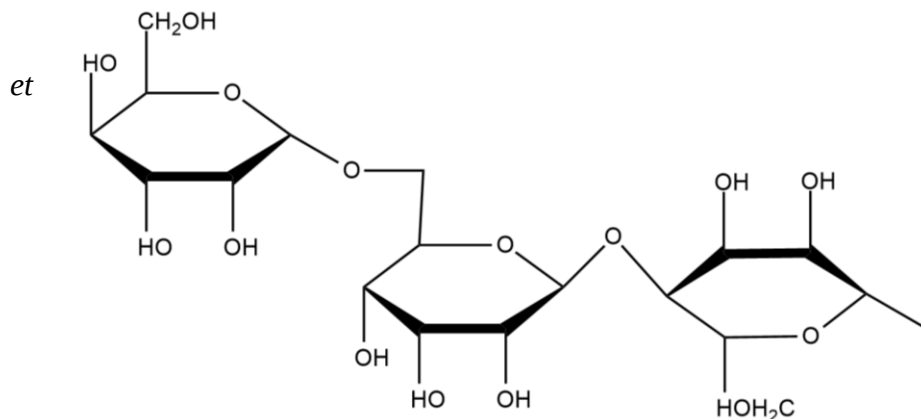
Gum arab (gum *acacia*) merupakan getah alami yang diperoleh dari batang pohon *Acacia senegal* dan *Acacia seyal*. Kedua spesies ini tumbuh secara alami di wilayah Sahel Afrika. Gum ini merupakan polisakarida kompleks anionik yang tersusun atas arabinogalaktan, arabinogalaktan-protein (AGP), dan glikoprotein. Komposisi kimianya meliputi galaktosa (39–42%), arabinosa (24–27%), rhamnosa (12–16%), asam glukuronat (15–16%), serta kandungan protein sekitar 1,5–2,6% (Mudgil & Mudgil, 2024). Rantai samping L-arabinosa dan asam D-glukuronat berkontribusi terhadap muatan negatif pada molekul sehingga meningkatkan kelarutan dan stabilitas, sementara itu L-rhamnosa memengaruhi viskositas gum (Mohamed *et al.*, 2025).

Gum arab bersifat amfifilik karena memiliki rantai polisakarida hidrofilik dan fraksi protein hidrofobik sehingga memiliki kemampuan emulsifikasi dan stabilisasi yang baik. Sifat dari gum arab berupa polimer asam dengan nilai pH 4,5–5,5 akibat kandungan asam uronat pada komponen arabinogalaktan. Gum arab memiliki berat molekul $2,5 \times 10^5$ Dalton (Otake *et al.*, 2025). Karakteristik gum arab disajikan pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Monografi Gum Arab

Sinonim	<i>Acaciae gummi</i> ; getah akasia; getah arab; E414; gum akasia; <i>gummi africanum</i> ; getah arab; <i>gummi arabicum</i> ; <i>gummi mimosae</i> ; getah talha.
Pemerian	Berbentuk serbuk putih hingga kekuningan, tidak berbau dan rasa hambar.
Kelarutan	Gum arab larut dalam gliserin dan propilen glikol dengan perbandingan 1:20, serta dalam air dengan perbandingan 1:2,7, tetapi hampir tidak larut dalam etanol 95%. Dalam air, gum arab larut perlahan dan hampir sempurna setelah sekitar dua jam, menghasilkan larutan kental, lengket, tembus cahaya, dan berwarna tidak berwarna hingga kekuningan.
Fungsi	Agen pengemulsi (10-20%); <i>pastille base</i> (10-30%); <i>suspending agent</i> (5-10%); pengisi tablet (1-5%)

Struktur kimia
(Hassan *et al.*, 2021)



2.1.4.3 Gum guar

Gum guar diperoleh dari biji kacang guar tanaman *Cyamopsis tetragonolobus* (L.) Taub. (Fam. *Leguminosae*), yang banyak dibudidayakan terutama di India dan Pakistan. Gum guar mengandung sekitar 80% galaktomannan, bersama 12% air, dan 5% protein dengan karakteristik berupa bubuk putih hingga putih kekuningan, tidak berbau atau hampir tidak berbau, dengan rasa yang hambar (Dodi *et al.*, 2023; Rowe *et al.*, 2009).

Gum guar mampu membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air, sehingga dapat meningkatkan viskositas sediaan meskipun digunakan dalam konsentrasi rendah (<1%). Selain itu, gum guar memiliki rentang pH luas karena strukturnya yang netral (nonionik). Penyerapan air gum guar dilaporkan paling tinggi pada pH 8-9, sedangkan pada pH >10 atau <4 kemampuan penyerapan air menurun. Pada kondisi sangat asam (pH <3), ikatan glikosidik pada struktur gum guar dapat terhidrolisis sehingga viskositas menurun secara signifikan (Tahmouzi *et al.*, 2023).

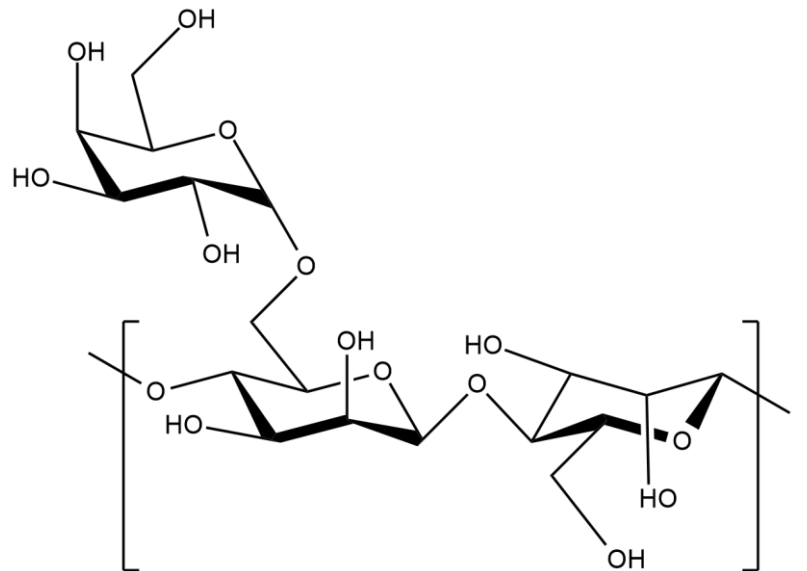
Secara struktur kimia, gum guar tersusun atas rantai utama unit D-mannosa yang terhubung melalui ikatan glikosida β (1–4) dengan cabang unit D-galaktosa yang melekat melalui ikatan glikosida α (1–6). Adanya kombinasi rantai mannosa dan cabang galaktosa menyebabkan gum guar memiliki kemampuan tinggi dalam mengikat air, membentuk viskositas, dan berfungsi sebagai bahan pengental (*thickening agent*)

dan penstabil (*stabilizing agent*) dalam sediaan farmasi (Dodi *et al.*, 2023). Karakteristik gum guar disajikan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Monografi Gum Guar

Sinonim	E412; <i>Galactosol</i> ; tepung guar; guar <i>galactomannanum</i> ; getah jaguar; <i>Meyprogat</i> ; <i>Meyprodor</i> ; <i>Meyprofin</i> .
Pemerian	Bubuk putih hingga kekuningan, tanpa bau atau hampir tidak berbau, rasa netral.
Kelarutan	Hampir tidak larut dalam pelarut anorganik. Dalam air dingin atau panas, gum guar menyebar dan mengembang hampir membentuk larutan sangat kental dan thixotropic. Laju hidrasi optimal terjadi pada pH 7,5–9,0. Bubuk yang digiling halus mengembang lebih cepat dan lebih sulit untuk disebarkan. Diperlukan dua hingga empat jam dalam air pada suhu ruang untuk mencapai viskositas maksimum.
Fungsi	Penstabil emulsi (1%); pengisi tablet (10%); <i>thickener</i> (2,5%)

Struktur kimia
(Varan *et al.*, 2019)



2.1.4.4 Gum xanthan

Gum xanthan merupakan polisakarida anionik yang dihasilkan melalui fermentasi bakteri gram negatif *Xanthomonas campestris* (Jadav *et al.*, 2023). Bakteri ini merupakan patogen tanaman yang ditemukan pada permukaan daun sayuran seperti kobis, brokoli, kembang kol, kale, dan lobak (Layek, 2024). Gum xanthan berupa bubuk halus berwarna krim atau putih, tidak berbau, dan mudah mengalir. Gum ini

berfungsi sebagai pengental, penstabil, pelepas lambat dan peningkat viskositas (Rowe *et al.*, 2009).

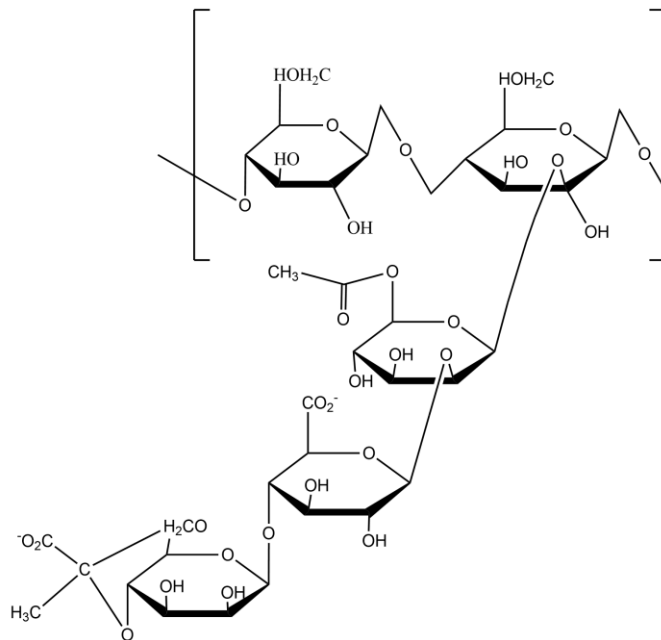
Gum xanthan banyak diaplikasikan dalam formulasi oral, topikal, dan kosmetik karena tidak beracun, kompatibel dengan bahan farmasi, serta stabil pada rentang pH dan suhu yang luas. Kelarutannya dalam air sangat larut baik dalam kondisi panas maupun dingin karena sifat polielektrolitnya dan ketika terdispersi dalam air akan memberikan larutan kental bahan pada konsentrasi yang sangat rendah (Habibi & Khosravi-Darani, 2017).

Secara kimia, gum xanthan memiliki rantai utama berupa unit D-glukosa yang terhubung melalui ikatan β -(1 $\rightarrow$ 4) dan rantai samping β -D-mannosa, β -D-asam glukuronat, α -D-mannosa. Struktur kompleks ini menyebabkan gum xanthan memiliki kemampuan tinggi dalam meningkatkan viskositas, menstabilkan emulsi, dan mempertahankan kestabilan pada berbagai kondisi Ph maupun suhu. Gum ini memiliki berat molekul sekitar 1×10^6 hingga 2×10^7 Da (Layek, 2024). Karakteristik gum xanthan disajikan pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2.4 Monografi Gum Xanthan

Sinonim	<i>Corn sugar gum</i> ; E415; <i>Grindsted</i> ; <i>Keldent</i> ; <i>Keltrol</i> ; polisakarida B-1459; <i>Rhodicare S</i> ; <i>Rhodigel</i> ; <i>Vanzan NF</i> ; xanthan gum; Xantural
Pemerian	Serbuk halus berwarna krim atau putih, tidak berbau, dan mudah mengalir
Kelarutan	Hampir tidak larut dalam etanol dan eter; larut dalam air dingin atau hangat
Fungsi	<i>Gelling agent</i> ; agen penstabil; agen suspensi; agen <i>sustained-release</i> ; agen peningkat kekentalan.

Struktur kimia
(Jadav *et al.*, 2023)

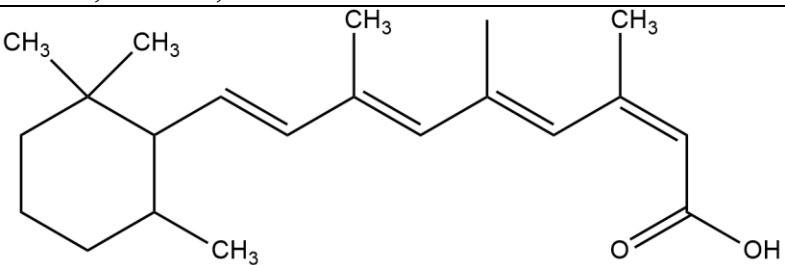


2.1.4.5 Polyoxyl 40 Hydrogenated Castor Oil

Polyoxyl 40 hydrogenated castor oil (Cremophor RH 40) merupakan surfaktan nonionik yang diperoleh melalui minyak jarak terhidrogenasi. Surfaktan ini berupa campuran kompleks hidrofobik dan hidrofilik. Konstituen hidrofobik utama adalah gliserol polietilena glikol oksistearat dan gliserol poliglikol asam lemak, sedangkan hidrofilik terdiri dari polietilena glikol dan gliserol etoksilat. Zat ini berupa cairan kental atau pasta lunak, hampir tidak berbau, tidak berasa dalam larutan berair. Fungsi dari eksipien ini yaitu sebagai pengemulsi, pelarut, pembasah dan solubilisator minyak atsiri seperti minyak cengkeh. Studi oleh Sari *et al.*, (2024), menunjukkan bahwa dalam nanoemulgel minyak ikan lele, Cremophor RH40 digunakan dalam rasio optimal 1:8:1 (minyak: Cremophor RH40: PEG 400), dan hasil uji iritasi primer pada kelinci menunjukkan Primary Irritation Index (PII) = 0 (tidak ada eritema maupun edema). Sementara itu, Magrode *et al.*, (2024) melaporkan penggunaan Cremophor RH40 sebanyak 10% pada nanoemulsi Tripeptide-3, dengan uji iritasi klinis patch test pada volunteer manusia menunjukkan PII sangat rendah (0,02). Kedua studi tersebut menyimpulkan bahwa Cremophor RH40 pada konsentrasi yang digunakan tidak mengiritasi dan aman untuk aplikasi topikal. Hal ini didukung oleh penilaian *Cosmetic*

Ingredient Review (CIR) Expert Panel yang menyatakan PEG-40 Hydrogenated Castor Oil aman hingga 100% (untuk PEG-40 Hydrogenated Castor Oil) dan hingga 50% untuk seri PEG Castor Oil, serta studi iritasi dermal pada hewan yang menunjukkan tidak adanya iritasi pada konsentrasi 20–20,66% (Jang et al., 2015). Nilai *Hydrophilic-Lipophilic Balance* (HLB) berkisar antara 14-16, sehingga tergolong sebagai surfaktan hidrofilik yang mendukung tipe emulsi minyak dalam air (O/W). Senyawa ini sangat larut dalam air, etanol, propanolol, etil asetat, dan kloroform serta mampu membentuk larutan bening bahkan dalam konsentrasi rendah (Rowe et al., 2009). Karakteristik Cremophor RH 40 disajikan pada **Tabel 2.5**.

Tabel 2.5 Monografi Cremophor RH 40

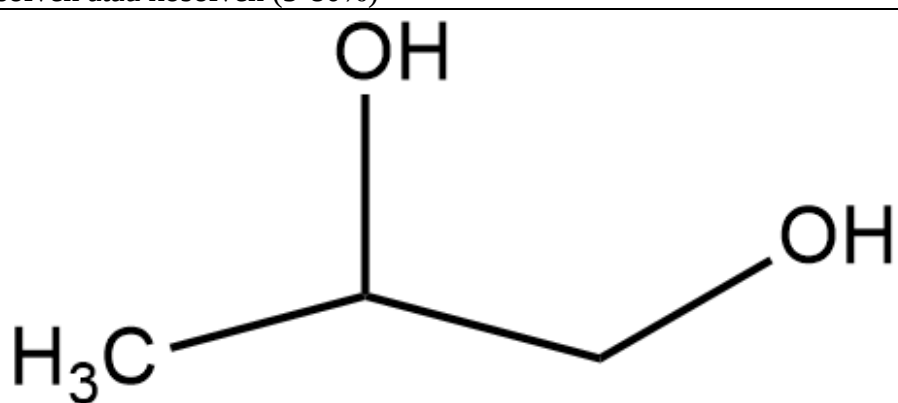
Sinonim	Cremophor RH 40; Croduret 40; <i>Eumulgin HRE 40PH</i> ; <i>glycerol polyethyleneglycol oxystearate</i> ; <i>Hetoxide HC40</i> ; <i>hydrogenated castor oil POE-40</i> ; <i>Jeechem CAH-40</i> ; <i>PEG-40 hydrogenated castor oil</i> ; <i>polyethoxylated hydrogenated castor oil</i> ; <i>polyoxyethylene 40 hydrogenated castor oil</i> ; <i>Lipocol HCO-40</i> ; <i>Lipocol LAV HCO 40</i> ; <i>Nikkol HCO 40 Pharma</i> ; <i>Nonionic GRH-40</i> ; <i>Protachem CAH 40</i>
Pemerian	Pasta semi-padat berwarna putih hingga kekuningan, aroma khas yang samar dan hampir tidak memiliki rasa dalam larutan air
Fungsi	Agen pengemulsi, agen penstabil, agen pembasah
HLB Value	14-16
Kelarutan	Larut dalam minyak castor, kloroform, etanol. Asam lemak, alkohol, olive oil, dan air
Struktur kimia	

2.1.4.6 Propilen glikol

Berdasarkan *Handbook of Pharmaceutical Excipient* (Rowe et al., 2009), propilen glikol memiliki sinonim *1,2-Dihydroxypropane* atau metil glikol dengan berat molekul 76,09 Da. Karakteristik senyawa ini berupa cairan bening, tidak berwarna, kental,

praktis tidak berbau, rasa manis, sedikit asam yang menyerupai gliserin. Propilen glikol digunakan secara luas untuk pengawet, disinfektan, humektan, agen penstabil maupun peningkat penetrasi. Konsentrasi propilen glikol untuk sediaan semi solid sebagai humektan adalah 15%, preservative 15%-30% dan solvent atau kosolvent topikal 5%-80%. Keunggulan utama propilen glikol adalah kemampuannya dalam meningkatkan kelarutan obat lipofilik dalam sistem berbasis air sehingga sering digunakan dalam formulasi nanoemulsi, SNEDDS, sediaan oral maupun topikal. Dalam formulasi nanoemulsi, propilen glikol sering digunakan sebagai kosurfaktan atau kosolven bersama surfaktan Cremophor RH 40 atau Tween. Karakteristik propilen glikol disajikan pada **Tabel 2.6**.

Tabel 2.6 Monografi Propilen Glikol

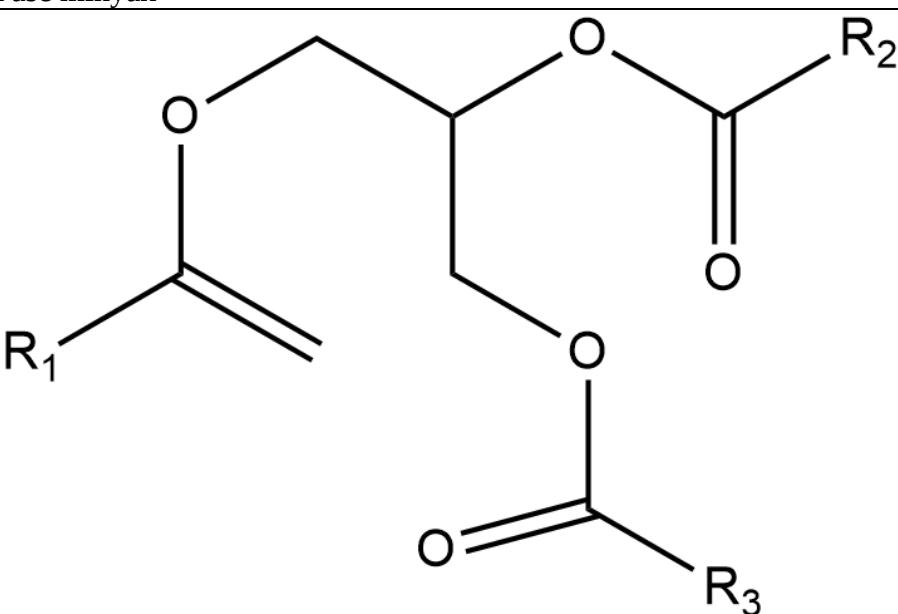
Sinonim	1,2-Dihydroxypropane; E1520; 2-hydroxypropanol; methyl ethyl-eneglycol; methyl glycol; propane-1,2-diol; propylenglycolum
Pemerian	Cairan bening, tidak berwarna, kental, hampir tidak berbau, rasa manis sedikit pahit mirip gliserin
Kelarutan	Dapat bercampur dengan aseton, kloroform, etanol (95%), gliserin, dan air; larut pada 1 dalam 6 bagian eter; tidak bercampur dengan minyak mineral ringan atau minyak nabati, bisa melarutkan atsiri
Fungsi	Pengawet antimikroba, disinfektan, humektan, <i>plasticizer</i> , pelarut, solven atau kosolven (5-80%)
Struktur kimia	

2.1.4.7 Olive oil

Olive oil khususnya *Virgin Olive Oil* (VOO) merupakan salah satu minyak nabati yang diekstrak dari buah zaitun (*Olea europae* L.). Minyak ini berwujud cairan

berminyak yang jernih, tidak berwarna hingga berwarna kuning (Rowe *et al.*, 2009). Komposisi utama *olive oil* adalah asam lemak tak jenuh terutama asam oleat, asam linoleat, serta senyawa minor seperti fenolik, dan asam triterpenik. Studi oleh Yukuyama *et al.*, (2019), memformulasikan nanoemulsi minyak zaitun dengan homogenisasi tekanan tinggi (HPH) dan d-fase emulsifikasi (DPE) menghasilkan ukuran droplet yang stabil. Sementara itu, Gul *et al.*, (2022) mengembangkan nanoemulsi berbasis *olive oil* dan *clove oil* untuk penghantaran topikal terbinafin HCL. Hasil penelitian menunjukkan permeasi obat mencapai 96-98% dalam 6 jam, jauh lebih tinggi dibandingkan produk komersial dan aman secara dermatologi. Kandungan polifenol dan tokoferol alami dalam *olive oil* memberikan stabilitas oksidatif yang tinggi dibandingkan minyak nabati lain. Karakteristik olive oil disajikan pada **Tabel 2.7**.

Tabel 2.7 Monografi *Olive Oil*

Sinonim	Minyak Gomenoleo; minyak zaitun rafinasi; minyak zaitun murni; minyak <i>olea europaea</i> ; minyak zaitun
Pemerian	Cairan berminyak, tidak berwarna atau kuning, transparan
Kelarutan	Sedikit larut dalam etanol (95%); dapat bercampur dengan eter, kloroform, dan karbon disulfida
Fungsi	Fase minyak
Struktur kimia	

2.2 Landasan Teori

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan formulasi nanoemulgel minyak cengkeh sebagai sediaan topikal yang diikuti evaluasi uji hedonik untuk menilai keberterimaan responden. Formulasi nanoemulgel dioptimalkan untuk meningkatkan stabilitas, profil pelepasan obat, serta memastikan sifat fisikokimia seperti ukuran partikel nano, viskositas, dan pH kulit yang baik (Aman *et al.*, 2020). Pada uji hedonik dilakukan untuk mengukur preferensi responden terhadap aroma, warna, tekstur, sensasi di kulit, dan kemampuan daya serap sediaan nanoemulgel minyak cengkeh.

Minyak cengkeh mengandung 15-20% atsiri yang sebagian besar diperoleh dari kuncup bunga cengkeh, dengan komposisi utama eugenol (>50%), dan sisanya 10-40% terdiri dari eugenil asetat, β -kariofilena, dan α -humulena (González *et al.*, 2021). Secara tradisional, minyak cengkeh digunakan sebagai aromaterapi, membantu meredakan nyeri sendi, sakit kepala, sakit gigi dan antiseptik mulut, serta secara farmakologi minyak cengkeh dan eugenol menunjukkan aktivitas antioksidan, antikanker, antiseptik dan antiinflamasi (Liñán-Atero *et al.*, 2024). *Food and Drug Administration* (FDA) telah mengkategorikan minyak cengkeh sebagai *Generally Recognized As Safe* (GRAS) sebagai bahan pangan, tetapi minyak ini dikatakan toxic jika dikonsumsi oral dalam dosis tinggi dengan LD50 oral pada tikus sebesar 3,75 g/kg BB (Hameed *et al.*, 2021). Oleh karena itu, aplikasi topikal menjadi pilihan untuk meminimalkan risiko *Adverse Drug Reaction* (ADR) sekaligus memaksimalkan efek lokal.

Untuk mengatasi keterbatasan minyak cengkeh murni, formulasi nanoemulsi telah dikembangkan oleh beberapa peneliti. Studi oleh Pandey *et al.*, (2024) menyatakan nanoemulsi minyak cengkeh memiliki stabilitas yang lebih baik daripada produk tanpa teknologi nano. Dibandingkan dengan *gelling agent* sintetis, polimer gum alam memiliki keunggulan berupa biokompatibilitas yang baik, biodegradabilitas, dan non-toksik (Aman *et al.*, 2020). Studi oleh Alam *et al.*, (2017) memformulasikan nanoemulsi 1% minyak cengkeh (ukuran tetesan ± 29 nm, %T $99,4 \pm 0,1$ %), dalam studi *in vivo* menunjukkan tidak adanya tanda-tanda iritasi dan toksisitas pada aplikasi topikal. Selanjutnya studi oleh Aman *et al.*, (2020) memformulasikan nanoemulgel

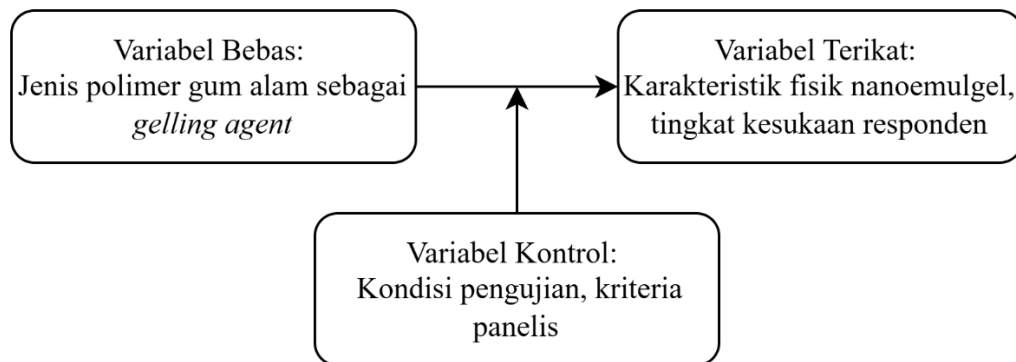
minyak cengkeh dengan *gelling agent* kombinasi biopolimer kitosan, gum guar, dan gum arab menunjukkan stabilitas yang baik hingga 6 bulan, serta hasil studi *in vivo* berupa aktivitas anti-inflamasi yang lebih efektif dibandingkan minyak cengkeh murni. Sementara itu, studi oleh Ullah *et al.*, (2023), melakukan profil pelepasan obat nanoemulgel minyak cengkeh mencapai 73,9% dalam waktu 24 jam.

Berdasarkan studi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh kombinasi *gelling agent* Carbopol 940 dengan polimer alam berupa gum arab, gum guar, dan gum xanthan terhadap karakteristik fisik, stabilitas, dan tingkat penerimaan responden sediaan nanoemulgel minyak cengkeh sehingga diperoleh formulasi yang optimal dan nyaman digunakan sebagai sediaan topikal.

2.3 Hipotesis

Minyak cengkeh dapat diformulasi dalam sediaan nanoemulgel dengan mutu fisik yang baik dan produk nanoemulgel minyak cengkeh memiliki tingkat kesukaan yang diinginkan oleh responden.

2.4 Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 2.2 Kerangka Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain minyak cengkeh diperoleh dari *Center of Essential Oil Studies* (CEOS) UII. **Bahan formulasi:** Carbopol 940 (Corel Pharma Chem), *metilen blue* (Merck), propilen glikol (PT. Kairos Jaya Sejahtera), gum arab (Amit Hydrocolloids), gum guar (Poleba), gum xanthan, cremophor RH 40, *olive oil*, triethanolamin (TEA), dan akuades diperoleh dari Laboratorium Teknologi Farmasi UII.

3.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, **alat formulasi:** *Ultrasonic homogenizer* model 300 VT (Biologics INC), *ultraturrax homogenizer* (IKA RW20), *magnetic stirrer*, neraca analitik (Mettler toledo LA204), *hotplate* (Scilogex LED Digital), seperangkat alat gelas, botol vial, pipet tetes dan mikropipet. **Alat evaluasi:** *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) (Shimadzu QP 2010 SE), *particle size analyzer* (Horiba SZ 100), spektrofotometer UV-Vis UV-1780 (Hitachi U 2900), pH meter (MLB WTW pH 3110), viskometer (*Brookfield DV-I Prime*), alat uji daya lekat dengan beban 1 kg, alat uji daya sebar. Pada uji hedonik digunakan kuesioner melalui *google form*.

3.3 Cara Kerja Penelitian

3.3.1 Analisis senyawa kimia yang terkandung dalam minyak cengkeh

Komponen penyusun kimia minyak cengkeh dianalisis menggunakan Shimadzu GCMS-QP2010SE. Alat ini berfungsi untuk memisahkan senyawa volatil yang terikat pada dua fase, yaitu fase diam dan fase gerak. GC-MS menggunakan detektor FID dan MS, kolom Rtx-5MS, fase diam berupa 5% *diphenyl*/95% *dimethyl polysiloxane* dan carbowax (*Polyethylene glycol*), serta fase gerak merupakan helium. *Running instrumen* menggunakan suhu kolom 60°C, suhu injeksi 200°C, mode injeksi split, aliran kolom 0,75 mL/min, dan tekanan 36,2 kPa. Sebanyak 0,20 µl minyak cengkeh

disuntikkan ke dalam injector dan dianalisis menggunakan GC-MS. Uji GC-MS dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia.

3.3.2 Pembuatan nanoemulsi minyak cengkeh

Nanoemulsi dibuat melalui pencampuran fase minyak dan fase air dengan bantuan *ultrasonic homogenizer*. Tahap awal dalam formulasi nanoemulsi adalah merancang jumlah komponen penyusunnya, yaitu zat aktif, fase minyak, surfaktan dan kosurfaktan seperti pada **Tabel 3.1**. Minyak cengkeh berperan sebagai zat aktif, cremophor RH 40 sebagai surfaktan, propilen glikol sebagai kosurfaktan, *olive oil* sebagai fase minyak, dan akuades sebagai fase air.

Nanoemulsi minyak cengkeh dibuat dengan mencampurkan surfaktan dan kosurfaktan, yaitu cremophor RH 40 dan propilen glikol menggunakan *magnetic stirrer* pada kecepatan 200 rpm selama 5 menit hingga homogen. Penambahan fase minyak yang terdiri dari minyak cengkeh dan *olive oil* dihomogenisasi pada 18000 rpm selama 5 menit menggunakan *homogenizer ultra turrax* (Shafiq *et al.*, 2025). Campuran tersebut dimasukkan ke dalam fase air, yaitu akuades lalu dihomogenkan menggunakan *homogenizer* selama 30 menit pada kecepatan 500 rpm. Selanjutnya, dilakukan sonikasi selama 1 jam untuk mendapatkan emulsi dengan partikel berukuran nano (Sharma *et al.*, 2022). Selama ultrasonikasi, sampel disimpan dalam gelas kimia berisi air es untuk meminimalkan kehilangan panas (Shafiq *et al.*, 2025). Sediaan nanoemulsi yang terbentuk kemudian dikarakterisasi. Formula nanoemulsi minyak cengkeh disajikan pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Formula Nanoemulsi Minyak Cengkeh

Bahan	Fungsi	Jumlah (g)
Minyak cengkeh	Zat aktif	2,5
Cremophor RH 40	Surfaktan	11,4
Propilen glikol	Ko-surfaktan	3,6
Olive oil	Fase minyak	1
Akuades	Pelarut	Add 50

3.3.3 Karakterisasi sediaan nanoemulsi

3.3.3.1 Uji transmitan

Pengujian nilai transmitan diawali dengan pengenceran 100 kali nanoemulsi minyak cengkeh dengan pelarut akuades. Uji transmitan dilakukan menggunakan pembacaan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 650 nm (Syukri *et al.*, 2020).

3.3.3.2 Uji ukuran partikel, indeks polidispersitas (PDI), zeta potensial

Karakteristik nanoemulsi ukuran partikel, PDI, dan zeta potensial dianalisis menggunakan alat *Particle Size Analyzer* (Horiba SZ-100). Sampel diencerkan hingga 0,01 g/mL dengan akuades (25 °C, 0,88 cP, RI = 1,330) dan diletakkan dalam kuvet kapiler (Haro-González *et al.*, 2023).

3.3.3.3 Uji tipe nanoemulsi

Uji tipe nanoemulsi dilakukan menggunakan uji difusi pewarnaan dengan penambahan 1 mg/ml larutan *metilen blue* yang larut dalam air (Feng *et al.*, 2022). Munculnya warna biru di dalam emulgel menunjukkan adanya emulsi *oil in water* (O/W) (Hameed *et al.*, 2021). Jika tidak tercampur maka memiliki tipe emulsi *water in oil* (W/O). Kemudian dilakukan metode pengenceran, dengan menambahkan sejumlah air dan sejumlah minyak pada sampel (Indalifiany *et al.*, 2021).

3.3.4 Pembuatan sediaan nanoemulgel

Tahap awal pembuatan nanoemulgel dimulai dengan mencampur 0,7 g *Carbopol* 940 dan akuades menggunakan *ultraturrax homogenizer*, kemudian dihidrasi selama 24 jam untuk menghilangkan gelembung udara dan mencapai kondisi keseimbangan (Semnani *et al.*, 2022). Basis gel kemudian dicampur dengan kombinasi polimer, kecuali pada F1 yang hanya menggunakan Carbopol. Polimer yang ditambahkan masing-masing sebanyak 0,3 g, yaitu gum arab pada F2, gum guar pada F3, dan gum xanthan pada F4. Selanjutnya, basis gel dinetralkan dengan TEA. Setelah itu, nanoemulsi ditambahkan secara perlahan ke dalam gel sambil diaduk konstan hingga homogen. Tujuan variasi gum adalah mengetahui pengaruh masing-masing gum

terhadap mutu fisik nanoemulgel, meliputi organoleptis, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, stabilitas, serta tingkat kesukaan panelis. Formula nanoemulgel minyak cengkeh disajikan pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2 Formula Nanoemulgel

Komponen	Bahan (%b/b)	F1	F2	F3	F4
Fase emulsi	Nanoemulsi minyak cengkeh	50	50	50	50
Basis gel	Carbopol 940	0,7	0,7	0,7	0,7
	Gum arab	-	0,3	-	-
	Gum guar	-	-	0,3	-
	Gum xanthan	-	-	-	0,3
	TEA	0,5	0,5	0,5	0,5
	Akuades	Add	Add	Add	Add
		50	50	50	50

3.3.5 Evaluasi sediaan nanoemulgel

3.3.5.1 Uji organoleptis

Evaluasi organoleptis dilakukan dengan tujuan memenuhi kriteria estetika dan penerimaan sediaan. Pengamatan secara visual yaitu dengan melihat secara langsung terkait aroma, warna, dan tekstur nanoemulgel. Warna dievaluasi dibawah pencahayaan normal, sedangkan aroma dinilai untuk memastikan keberadaan aroma cengkeh yang khas dan bau yang tidak sedap (Khan *et al.*, 2020).

3.3.5.2 Uji homogenitas

Nanoemulgel disebarkan ke permukaan kaca objek dan diamati keberadaan butiran kasar. Selanjutnya, sediaan digosokkan antara ibu jari dan jari telunjuk untuk mendeteksi keberadaan partikel kasar yang mungkin menempel atau terlepas dari jari (Dhandhi *et al.*, 2025).

3.3.5.3 Uji viskositas

Uji viskositas dilakukan menggunakan viskometer *Brookfield DV-I Prime* dengan *spindle* nomor 64. Rotor dinyalakan terlebih dahulu. Pengukuran ini dilakukan dengan cara sediaan nanoemulgel dimasukkan ke dalam botol, kemudian *spindle* diturunkan

tegak lurus ke tengah sampel tanpa menyentuh dasar gelas beker. Kecepatan *spindle* dan %torque disesuaikan pada variasi kecepatan yang sama tiap formulasi hingga tidak didapatkan *error measuring*. Pengujian ini direplikasi sebanyak 3x. Metode ini mengacu pada (Fawwazi *et al.*, 2026)

3.3.5.4 Uji daya sebar

Nanoemulgel sebanyak 1 g diapit dalam dua kaca kemudian diberikan beban 150 g di atas slide kaca hingga tidak ada penyebaran lebih yang terlihat selama 1 menit (Fawwazi *et al.*, 2026). Diameter lingkaran dicatat untuk memberikan hasil daya sebar nanoemulgel (Ogedengbe & Kolawole, 2024). Pengujian ini direplikasi sebanyak 3x.

3.3.5.5. Uji daya lekat

Sebanyak 0,5 g nanoemulgel diletakkan di atas kaca objek, kemudian ditutup dengan kaca objek lainnya. Kaca objek dipasang pada alat uji kemudian dilepas dengan beban 100 gram. Analisis daya lekat dicatat waktunya hingga kedua gelas objek terlepas (Alhasso *et al.*, 2023).

3.3.5.6 Uji pH

Pengujian ini dilakukan menggunakan pH meter. Alat dikalibrasi dahulu menggunakan larutan penyangga standar pH asam (4) dan pH basa (7) hingga alat menunjukkan nilai pH (Dhandhi *et al.*, 2025). Elektroda dibersihkan menggunakan akuades dan keringkan dengan tisu. Nanoemulgel disiapkan dalam gelas beker, elektroda dicelupkan pada nanoemulgel hingga alat menunjukkan pH konstan. Nilai rata-rata dihitung setelah pengujian ini direplikasi sebanyak 3 kali.

3.3.5.7 Uji tipe nanoemulgel

Uji tipe nanoemulgel dilakukan menggunakan uji kelarutan warna. Zat pewarna *metilen blue* ditambahkan ke dalam nanoemulgel. Munculnya warna biru di dalam emulgel menunjukkan adanya emulsi *oil in water* (O/W) (Hameed *et al.*, 2021). Jika tidak tercampur maka memiliki tipe emulsi *water in oil* (W/O). Kemudian dilakukan metode pengenceran, dengan menambahkan sejumlah air dan sejumlah minyak pada sampel.

3.3.5.8 Uji stabilitas

Uji stabilitas dipercepat dilakukan menggunakan *climatic chamber* selama 4 minggu yang disimpan pada suhu $25 \pm 2^\circ\text{C}/60\% \pm 5\% \text{ RH}$ dan $40 \pm 2^\circ\text{C}/75\% \pm 5\% \text{ RH}$ (Nawaz *et al.*, 2022). Kemudian dilakukan evaluasi organoleptis, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar dan daya lekat pada minggu ke 0 dan 4.

3.3.6 Analisis tingkat kesukaan

Penelitian ini menggabungkan beberapa teknik pengumpulan data dalam satu proses pencarian responden. Dalam penelitian ini, diperlukan pengajuan *ethical clearance* melalui Poltekkes Kemenkes Yogyakarta dengan tujuan melindungi hak, keamanan dan kesejahteraan partisipan.

3.3.6.1 Uji hedonik

Pengujian hedonik dilakukan untuk menilai tingkat kesukaan responden. Responden diminta untuk menilai warna, mencium aroma, merasakan tekstur, sensasi di kulit, dan menilai kemampuan daya serap. Produk yang diuji berupa nanoemulgel minyak cengkeh. Responden berusia minimal 18 tahun, berada dalam kondisi fisik dan mental yang baik, tidak memiliki kelainan pada kulit, serta tidak memiliki riwayat alergi atau hipersensitivitas terhadap produk herbal, dan bukan termasuk ibu hamil maupun menyusui (Suryaningsih *et al.*, 2026). Nanoemulgel dioleskan ke tangan dan panelis diminta memijat produk tersebut hingga terserap sepenuhnya dan membiarkan hingga kering. Parameter dinilai dengan skala 1-5, skala penilaian berkisar 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (netral), 4 (suka) dan 5 (sangat suka). Pengujian berupa aroma, warna, tekstur, sensasi dan daya serap di kulit.

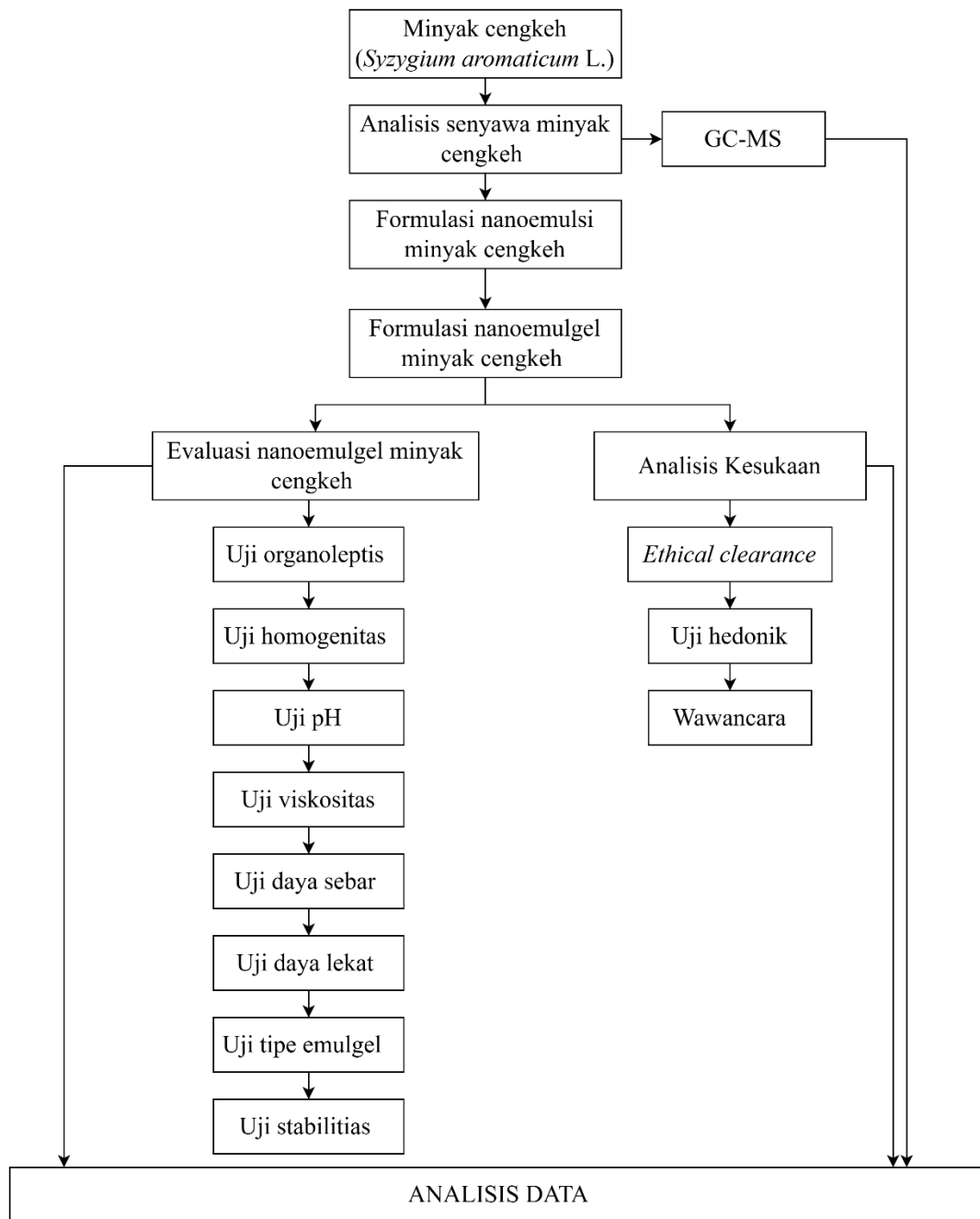
3.3.6.2 Wawancara

Pada tahap ini menggunakan metode wawancara kepada 50 responden yang memenuhi kriteria inklusi, sama seperti pada uji hedonik. Responden akan mengisi kuesioner untuk menggali alasan dibalik penilaian responden pada uji hedonik dengan bantuan alat *google form*. Data hasil wawancara digunakan sebagai data kualitatif pendukung untuk memperkuat interpretasi hasil tingkat kesukaan.

3.4 Analisis Hasil

Data dianalisis menggunakan perangkat lunak GraphPad Prism versi 11.01 dan *Microsoft Excel*. Data yang terdistribusi normal dianalisis menggunakan ANOVA dan data tidak terdistribusi normal dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis. Apabila terdapat perbedaan yang bermakna, analisis dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey dan Dunn untuk mengetahui signifikansi perbedaan antar formula. Nilai $p < 0,05$ dianggap signifikan secara statistik.

3.5 Alur Penelitian



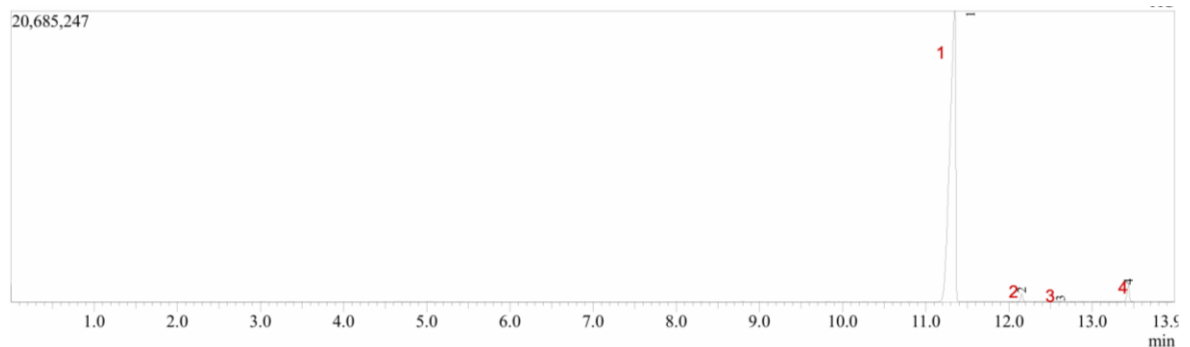
Gambar 3.1 Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kontrol Kualitas Minyak Cengkeh

Analisis komponen kimia dalam minyak cengkeh dalam penelitian ini dilakukan menggunakan instrumen *Gas Chromatography Mass Spectrophotometry* (GC-MS). Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam memisahkan campuran senyawa atsiri yang kompleks dan dapat mengidentifikasi struktur molekul berdasarkan fragmentasi massanya. Hasil analisis kromatogram (**Gambar 4.1**) menunjukkan profil pemisahan senyawa yang optimal, kemudian diidentifikasi lebih lanjut berdasarkan nilai *Similarity Index* (SI).



Gambar 4.1 Hasil Kromatogram GC-MS Minyak Cengkeh

Keterangan: Peak 1: Eugenol; Peak 2: *Trans-Caryophyllen*; Peak 3: *Alpha Humulene*; Peak 4: *Eugenyl acetate*

Karakteristik awal minyak cengkeh dapat dilihat pada *Certificate of Analysis* (CoA) dari produsen yang tertera pada **Lampiran 3**. Hasil analisis menggunakan GC-MS menunjukkan kadar eugenol sebesar 96,58%, sedangkan data CoA menyantumkan kadar eugenol sebesar 80,74%. Perbedaan nilai tersebut dapat dipengaruhi oleh perbedaan metode analisis yang digunakan, termasuk jenis detektor dan kondisi kromatografi, dimana pada CoA digunakan metode GC-FID yang umumnya digunakan untuk tujuan kuantifikasi, sedangkan penelitian ini digunakan GC-MS untuk melihat identifikasi senyawa melalui analisis spektrum massa. **Gambar 4.1** memberikan hasil identifikasi minyak cengkeh menunjukkan adanya 4 senyawa dengan 1 senyawa dominan pada *peak* 1 yaitu eugenol. Senyawa dominan dilihat dari *peak* tertinggi

dengan SI terbesar yang ditunjukkan pada diagram kromatogram. **Tabel 4.1** menunjukkan 4 komponen dalam hasil pengujian GC-MS.

Tabel 4. 1 Hasil Identifikasi Senyawa Minyak Cengkeh

No	Komponen	Hasil GC-MS			
		Rumus Molekul	Berat Molekul (mol)	Retention Time (menit)	Area (%)
1	Eugenol	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	164	11.352	96.58
2	<i>Eugenyl acetate</i>	C ₁₂ H ₁₂ O ₃	164	13.438	2.26
3	<i>Trans-Caryophyllene</i>	C ₁₅ H ₂₄	204	12.155	1.09
4	<i>Alpha-Humulene</i>	C ₁₅ H ₂₄	204	12.622	0.08

Berdasarkan data yang terangkum pada **Tabel 4.1**, teridentifikasi adanya empat senyawa penyusun minyak cengkeh yaitu eugenol (96,58%), *eugenyl acetate* (2,26%), *trans-caryophyllene* (1,09%), *alpha-humulene* (0,08%). Kandungan eugenol yang mencapai >95% menunjukkan bahwa minyak cengkeh yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kemurnian yang sangat tinggi dan memenuhi standar kualitas minyak atsiri. Hasil yang diperoleh sejalan oleh (Alimi *et al.*, 2023) bahwa senyawa utama minyak cengkeh, yaitu eugenol mencapai kadar 97,665% dan senyawa lain seperti asetileugenol 0,973%, *caryophyllene* 0,699%, isoeugenol 0,329%, *caryophyllene oxide* 0,132%, timol 0,110%, dan *humulene* 0,092%. Perbedaan karakteristik minyak atsiri dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kondisi geografis dan iklim, ketinggian tempat, intensitas sinar matahari, serta metode ekstraksi juga mempengaruhi jumlah dan komposisi senyawa minyak atsiri (Triastuti *et al.*, 2021).

Eugenol merupakan senyawa yang diketahui memiliki aktivitas antibakteri, antijamur, antioksidan, dan antiinflamasi. Potensi farmakologi ini didukung oleh Banerjee *et al.*, (2020), yang menunjukkan bahwa emulsi minyak cengkeh menunjukkan aktivitas antiinflamasi dan mempercepat penyembuhan luka pada model tikus. Efektivitas emulsi minyak cengkeh dilaporkan sebanding dengan kontrol positif berupa gel diklofenak dan krim neomisin, yang umum digunakan sebagai pengobatan inflamasi dan infeksi pada luka.

Sementara itu, eugenil asetat sebagai komponen kedua setelah eugenol dalam minyak cengkeh. Senyawa ester ini juga berkontribusi terhadap aktivitas antiinflamasi.

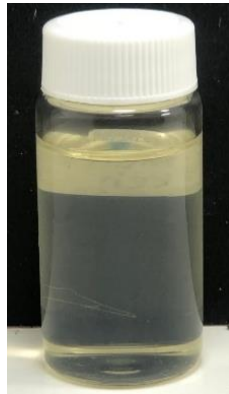
Studi in vivo membuktikan bahwa emulsi minyak cengkeh dengan kandungan 12,41% bersama dengan eugenol mampu menunjukkan aktivitas antiinflamasi pada model paw edema dengan penghambatan inflamasi sebesar 40-60% dalam waktu 30-180 menit (Banerjee *et al.*, 2020).

Selain eugenol, senyawa minor *alpha-humulene* juga berkontribusi terhadap efektivitas minyak cengkeh. Al-Hashimi *et al.*, (2020) melaporkan *alpha-humulene* merupakan seskuiterpena monosiklik ($C_{15}H_{24}$) yang memiliki aktivitas antimikroba dan antiinflamasi yang hampir setara dengan deksametason. Selanjutnya *trans-caryophyllene* merupakan seskuiterpena siklik biklik, senyawa ini dilaporkan oleh *European Food Safety Authority* (EFSA) memiliki toksisitas dan kelarutan air yang rendah (Al-Hashimi *et al.*, 2020). Senyawa ini diketahui memiliki aktivitas antimikroba, antioksidan, antiinflamasi dan peningkat penetrasi kulit.

Karakteristik tersebut mendukung pengembangan formulasi obat topikal karena mampu meningkatkan penetrasi zat aktif untuk menembus lapisan stratum korneum, sehingga efektivitas pengobatan pada jaringan kulit lebih optimal. Secara keseluruhan, hasil analisis sejalan dengan tujuan penelitian bahwa komposisi eugenol yang tinggi pada minyak cengkeh memberikan potensi yang baik untuk dikembangkan sebagai alternatif sediaan topikal.

4.2 Hasil Karakterisasi Sediaan Nanoemulsi

Nanoemulsi minyak cengkeh dikarakterisasi untuk memastikan sistem tersebut memenuhi kriteria fisikokimia nanoemulsi. Evaluasi tipe nanoemulsi dilakukan menggunakan metode pewarnaan dan pengenceran. Parameter karakterisasi meliputi uji transmittan, ukuran partikel, indeks polidispersitas, dan potensial zeta. Dokumentasi nanoemulsi disajikan pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4.2 Nanoemulsi Minyak Cengkeh

Berdasarkan pengamatan visual, nanoemulsi minyak cengkeh tampak memiliki karakteristik berupa cair, warna kuning jernih, tidak terlihat adanya pemisahan fase, pengendapan, maupun *creaming*, memiliki bau khas minyak cengkeh yang berasal dari kandungan eugenol sebagai komponen utama minyak cengkeh. Data hasil karakterisasi sediaan nanoemulsi disajikan pada **Tabel 4.2**

Tabel 4.2 Data nanoemulsi minyak cengkeh

Sampel	%Transmitansi	Ukuran Partikel (nm)	Indeks Polidispersitas	Zeta Potensial (mV)	Tipe nanoemulsi
Nanoemulsi minyak cengkeh	98,97±0,06%	23,2±0,3	0,22±0,03	-3,5±0,25	O/W

Keterangan: Data dinyatakan sebagai rata-rata±SD (n=3)

Nanoemulsi terdiri dari fase minyak, fase air, surfaktan dan ko-surfaktan. Salah satu minyak yang banyak digunakan dalam formulasi *adalah olive oil*. Studi oleh Gul *et al.*, (2022) menjelaskan minyak cengkeh dan *olive oil* bersifat saling larut sehingga dapat membentuk fase minyak yang homogen, kombinasi ini menghasilkan nanoemulsi yang stabil dengan ukuran partikel yang kecil dan permeasi kulit yang baik. Pada formulasi nanoemulsi digunakan cremophor RH 40 sebagai surfaktan dan propilen glikol sebagai ko-surfaktan.

Pemilihan penggunaan surfaktan dengan HLB tinggi (14-16) seperti cremophor RH 40 dapat meningkatkan efisiensi pembentukan nanoemulsi, selain itu juga

dilaporkan dapat menghambat fenomena *Ostwald ripening* pada nanoemulsi sehingga meningkatkan stabilitas sediaan hingga beberapa bulan (Syukri *et al.*, 2020). Cremophor dipilih sebagai surfaktan nonionik karena mampu menurunkan tegangan antarmuka antara fase minyak dan fase air sehingga membantu pembentukan droplet nanoemulsi yang lebih kecil dan homogen. Minyak atsiri cengkeh mengandung eugenol yang bersifat hidrofobik dan memiliki kelarutan terbatas dalam air, sehingga diperlukan surfaktan untuk membantu mendispersikan fase minyak ke dalam fase air. Cremophor digunakan sebagai solubilizer untuk bahan aktif atau senyawa yang sukar larut dalam air, sehingga sesuai digunakan dalam formulasi nanoemulsi minyak atsiri cengkeh (Rowe *et al.*, 2009).

Studi oleh Zeng *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa cremophor RH 40 sebagai surfaktan dan propilen glikol sebagai ko-surfaktan efektif untuk menurunkan tegangan antarmuka antara minyak dan air sehingga terbentuk droplet nano yang stabil. Propilene glikol dipilih sebagai kosurfaktan sekaligus kosolven dan humektan. Sebagai kosurfaktan, propilene glikol membantu menurunkan tegangan antarmuka bersama surfaktan utama sehingga pembentukan nanoemulsi menjadi lebih stabil. Sebagai kosolven, propilen glikol dapat membantu meningkatkan kelarutan komponen lipofilik dalam sistem formulasi. Selain itu, sifat humektan propilene glikol dapat membantu menjaga kelembapan sediaan dan memberikan sensasi penggunaan yang lebih nyaman pada kulit. Selain itu, propilen glikol membantu meningkatkan kelarutan minyak dalam sistem, membuat lapisan antarmuka lebih fleksibel, menurunkan tegangan antar muka, serta membantu pembentukan droplet yang lebih kecil dan lebih stabil (Pavoni *et al.*, 2020).

Pengukuran tingkat kejernihan nanoemulsi dilakukan melalui uji persen transmittan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Parameter ini bertujuan untuk mengevaluasi transparansi sediaan, dimana sediaan dapat membentuk nanoemulsi yang baik jika berada dalam rentang 80%-100% (Syukri *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil pengujian, nanoemulsi minyak cengkeh memiliki nilai transmittan sebesar $98,97 \pm 0,06\%$. Nilai transmittan mendekati 100% menunjukkan nanoemulsi dengan

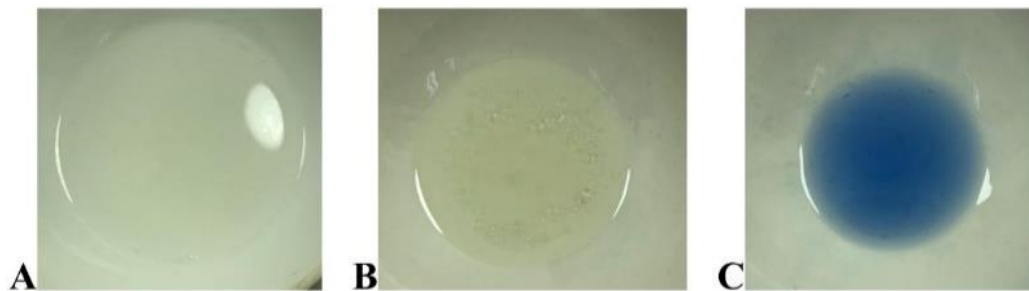
sediaan yang transparan dan jernih serta mengindikasikan ukuran tetesan minyak sangat kecil sehingga berkas cahaya mampu melewati sediaan.

Ukuran partikel menjadi parameter penting dalam sediaan nanoemulsi karena tidak hanya berpengaruh terhadap distribusi ukuran tetapi juga pelepasan obat dan absorpsi obat (Khan *et al.*, 2020). Semakin kecil ukuran partikel maka absorpsi dan efek farmakologis lebih efektif. Waktu sonikasi yang lebih lama semakin mengurangi ukuran tetesan dan PDI. Hasil identifikasi menggunakan PSA menunjukkan nanoemulsi cengkeh memiliki ukuran partikel $23,2 \pm 0,3$ nm. Ukuran tersebut sesuai dengan teori bahwa ukuran partikel dalam nanoemulsi <200 nm (Semnani *et al.*, 2022).

Indeks polidispersitas (PDI) digunakan untuk membedakan sistem monodispersi dan polidispersi untuk mendeteksi ketidakstabilan sampel melalui variasi homogenitasnya. Sampel dikatakan monodispersi dan homogen apabila nilai PDI rendah, yaitu $<0,5$ dan sampel dikatakan polidispersi tidak homogen apabila nilai PDI tinggi $>0,7$ (Imbriano *et al.*, 2025). Nilai PDI yang didapatkan pada karakterisasi nanoemulsi menunjukkan angka $0,22 \pm 0,03$. Dari hasil tersebut menyatakan bahwa variasi partikel nanoemulsi bersifat monodispersi dengan distribusi ukuran partikel nanoemulsi yang seragam.

Stabilitas formulasi dipengaruhi oleh besarnya muatan permukaan, baik positif maupun negatif. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya tolak-menolak elektrostatis antar partikel yang mampu meminimalisir risiko koalesensi, sehingga sistem tetap stabil dalam jangka waktu yang lebih lama (Khan *et al.*, 2024). Pada formulasi nanoemulsi digunakan surfaktan non-ionik, yaitu surfaktan yang tidak membawa muatan (Semnani *et al.*, 2022). Nilai zeta potensial yang diperoleh $-3,5 \pm 0,25$ mV. Nilai ini berada di bawah ± 30 mV, karena surfaktan yang digunakan bersifat netral, sehingga stabilisasi elektrostatis tidak dapat diprediksi (Pires *et al.*, 2025). Nilai negatif menunjukkan partikel di dalam sediaan nanoemulsi Sebagian besar memiliki muatan negatif, sehingga terjadi tolak menolak antar partikel. Hasil tolak menolak ini membuat sediaan tidak cepat mengendap. Hasil ini tetap memberikan formulasi yang stabil, hal ini dibuktikan oleh hasil uji stabilitas pada **Tabel 4.4**.

Uji tipe nanoemulsi dilakukan untuk menentukan jenis emulsi yang terbentuk termasuk *Oil in Water* (O/W) atau *Water in Oil* (W/O). Pengujian ini dilakukan dengan dua metode yaitu pewarnaan menggunakan *metilen blue* dan pengenceran menggunakan minyak dan air. Hasil pewarnaan dan pengenceran tersaji pada **Gambar 4.3**.



Gambar 4.3 Hasil Uji Tipe Nanoemulsi

Keterangan: A: Pengenceran air, B: Pengenceran minyak, C: Pewarnaan metilen blue

Berdasarkan hasil uji pada **Gambar 4.3**, nanoemulsi minyak cengkeh yang diformulasikan memiliki tipe O/W. Hal ini ditunjukkan melalui hasil pengenceran dengan air (Gambar A) yang terdispersi secara homogen dan menyatu sempurna dengan air, sedangkan pengenceran minyak (Gambar B) terbentuk membentuk tetesan yang terpisah dan tidak menyatu. Selain itu, pada pengujian pewarnaan dengan *metilen blue* (Gambar C) terlihat warna biru menyebar secara homogen ke seluruh sampel, tanpa adanya bintik-bintik warna yang terpisah maupun penggumpalan warna. Hal ini terjadi karena *metilen blue* merupakan pewarna hidrofilik yang hanya akan larut jika fase luar adalah air. Hasil kedua metode tersebut secara konsisten membuktikan bahwa nanoemulsi minyak cengkeh yang dihasilkan bertipe O/W.

4.3 Hasil Evaluasi Nanoemulgel Minyak Cengkeh

Evaluasi sediaan nanoemulgel minyak cengkeh dilakukan melalui pengamatan organoleptis dan homogenitas. Kemudian, dilanjutkan evaluasi karakteristik fisik berupa pH, viskositas, daya sebar, dan daya lekat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kombinasi *gelling agent* terhadap mutu fisik sediaan nanoemulgel minyak cengkeh. Hasil evaluasi disajikan pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Hasil Evaluasi Nanoemulgel

Parameter	F1	F2	F3	F4
Aroma	Khas minyak cengkeh, kuat	Khas minyak cengkeh, kuat	Khas minyak cengkeh, sedang	Khas minyak cengkeh, sedang
Warna	<i>Translucent</i>	<i>Translucent</i>	<i>Translucent</i>	<i>Translucent</i>
Tekstur	Tidak lengket	Agak lengket	Lengket	Lengket
Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
pH	5,374 ± 0,02	5,127 ± 0,01	5,379 ± 0,01	5,338 ± 0,02
Viskositas (cP)	7348 ± 30	7698 ± 79	8348 ± 36	8651±197
%Torque	73,50 ± 0,3%	77 ± 0,79%	83,50 ± 0,36%	86,53 ± 1,97%
Daya sebar (cm)	5,80 ± 0,17	5,50 ± 0,20	5,37 ± 0,15	5,33 ± 0,15
Daya lekat (s)	3,19 ± 1,17	7,31 ± 1,21	15,74 ± 6,74	20,68 ± 6,12
Tipe nanoemulgel	O/W	O/W	O/W	O/W

Keterangan: Data dinyatakan sebagai rata-rata±SD (n=3)

4.3.1 Uji organoleptis dan homogenitas

Uji organoleptis sediaan nanoemulgel minyak cengkeh dilakukan dengan mengamati secara langsung terkait aroma, warna dan tekstur formula. Berdasarkan **Tabel 4.3**, perbedaan antar formula terletak pada aroma dan tekstur sediaan. Perbedaan konsistensi sediaan nanoemulgel dipengaruhi oleh kombinasi *gelling agent* dari setiap formula. Dokumentasi nanoemulgel disajikan pada **Gambar 4.4**.

**Gambar 4.4** Hasil Nanoemulgel Minyak Cengkeh

Keterangan: F1 (Carbopol); F2 (Carbopol:gum arab); F3 (Carbopol:gum guar); F4 (Carbopol:gum xanthan)

Gambar 4.4 berupa warna keempat formula nanoemulgel memiliki intensitas yang sama, yaitu membentuk sediaan *translucent* (semi transparan) yang merupakan karakteristik sistem nanoemulsi yang terdispersi dalam basis gel. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel nanoemulsi yang sangat kecil, cahaya tidak banyak dipantulkan atau dihamburkan. Secara visual, tidak terdapat pemisahan fase pada seluruh formula yang mengindikasikan bahwa nanoemulgel minyak cengkeh memiliki stabilitas fisik yang baik setelah proses formulasi.

Formula carbopol (F1) memiliki aroma khas minyak cengkeh yang kuat, hal ini karena penggunaan *gelling agent* tunggal yang menyebabkan aroma menjadi kuat dan tekstur yang dihasilkan tidak lengket. Gum arab (F2) memiliki bau khas minyak cengkeh yang sama kuatnya dengan Carbopol tunggal. Tidak adanya pengaruh aroma pada F2 menunjukkan gum arab tidak memberikan kontribusi aroma secara langsung. Gum guar (F3) dan gum xanthan (F4) menghasilkan intensitas aroma minyak cengkeh yang lebih sedang dibandingkan Carbopol tunggal dan gum arab, tetapi tekstur yang dihasilkan cenderung lebih lengket. Hal ini disebabkan karena gum mampu membentuk jaringan gel dengan viskositas tertinggi sehingga struktur yang dihasilkan lebih padat dibandingkan Carbopol tunggal. Struktur gel yang rapat akan meningkatkan kemampuan *entrapment* atau proses tertahannya senyawa volatil seperti eugenol dari minyak cengkeh, sehingga pelepasan aroma menjadi lebih lambat dan intensitasnya berkurang (Ribeiro *et al.*, 2024).

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui keseragaman distribusi bahan dalam formulasi nanoemulgel minyak cengkeh. Hasil uji keempat formula memiliki homogenitas yang baik, tidak ditemukan partikel kasar maupun butiran dalam sediaan, dan memiliki warna yang merata ketika dioleskan pada kulit. Formulasi nanoemulgel minyak cengkeh dengan variasi kombinasi *gelling agent* tidak mempengaruhi hasil uji homogenitas sediaan.

4.3.2 Uji pH

Pengujian pH dilakukan menggunakan pH meter (MLB WTW pH 3110) untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan sediaan. Nilai pH sediaan topikal yang

baik berada pada rentang 5,0-7,0 agar sesuai dengan pH kulit dan meminimalkan risiko iritasi (Mwangi *et al.*, 2021). Penggunaan TEA dalam setiap formula bertujuan untuk menetralkan Carbopol yang merupakan polimer asam poliakrilat bersifat anionik. Pada kondisi asam, Carbopol tidak dapat membentuk gel dengan baik, penambahan TEA akan meningkatkan pH sistem sehingga gugus karboksilat terionisasi menjadi muatan negatif ($-\text{COO}^-$). Muatan negatif akan mengakibatkan carbopol mengembang dan membentuk jaringan tiga dimensi untuk mengikat air dalam jumlah besar. Oleh karena itu, TEA tetap ditambahkan pada seluruh formula meskipun terdapat variasi *gelling agent* pendukung. Berdasarkan **Tabel 4.3**, seluruh formula nanoemulgel minyak cengkeh berada dalam rentang nilai pH yang dapat diterima oleh kulit.

Nilai pH terendah diperoleh pada F2, yaitu formula dengan kombinasi Carbopol dan gum arab. Hal ini dapat disebabkan oleh gum arab yang bersifat asam dengan rentang pH alami 4,5-5,0 akibat kandungan asam uronat dalam komponen arabinogalaktan (Mudgil & Mudgil, 2024). Kondisi tersebut menghasilkan kapasitas *buffer* yang lebih rendah dibandingkan dengan Carbopol tunggal.

Nilai pH tertinggi diperoleh pada F3, yaitu kombinasi Carbopol dan gum guar. Gum guar merupakan polisakarida galaktoman nonionik yang bersifat netral dan tidak bermuatan, sehingga tidak berkontribusi terhadap penurunan pH. Selain itu, gum guar menunjukkan stabilitas pH yang luas, yaitu 1,0-10,5, sehingga mampu mempertahankan pH sediaan lebih tinggi dibandingkan gum anionik seperti gum arab dan gum xanthan (Sari *et al.*, 2024). Nilai pH tertinggi kedua diperoleh pada F1, pada formula ini tidak terdapat penambahan *gelling agent* yang bersifat asam, sehingga setelah proses netralisasi, Carbopol dapat mencapai pH yang lebih tinggi dibandingkan formula yang mengandung gum anionik.

Pada F4, yaitu kombinasi Carbopol dan gum xanthan, menunjukkan nilai pH yang lebih rendah dibandingkan F1 dan F3. Penurunan ini berkaitan dengan sifat gum xanthan sebagai polisakarida anionik yang mengandung gugus asam piruvat dan asam glukuronat. Namun, penurunan pH yang dihasilkan tidak sebesar pada F2 yang mengandung gum arab. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Jidimma *et al.*, (2019) yang melaporkan pH larutan gum xanthan sebesar 6,33 sedangkan gum arab sebesar

4,70. Data ini menunjukkan bahwa sifat asam yang dimiliki gum xanthan tidak sekuat dengan formula yang mengandung gum arab.

Analisis statistik pH menggunakan one-way ANOVA menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar formula ($p < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa jenis *gelling agent* memberikan pengaruh nyata terhadap nilai pH nanoemulgel minyak cengkeh. Uji lanjut yaitu uji Tukey mengonfirmasi perbedaan terdapat pada F1 terhadap F2, serta F2 terhadap F3 dan F4. Hasil analisis lengkap ditunjukkan pada **Lampiran 13**.

4.3.3 Uji viskositas

Pengujian viskositas nanoemulgel dilakukan untuk menentukan tingkat kekentalan sediaan nanoemulgel. Pengukuran dilakukan menggunakan alat Viskometer *Brookfield DV-1 Prime* dengan spindel nomor 64 pada kecepatan 60 rpm, dengan %torque yang mendekati 100%. Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan *centipoise* (cP). Rentang keberterimaan viskositas yang baik untuk sediaan gel adalah 20.00-50.000 cP (Triastuti *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil pengujian, viskositas nanoemulgel minyak cengkeh meningkat secara bertahap dari F1 hingga F4. Temuan ini sejalan dengan penelitian Mwangi *et al.*, (2021), yang menyatakan bahwa sediaan emulgel dengan konsentrasi Carbopol 0,5% menghasilkan viskositas terendah. Hal ini mengonfirmasi bahwa karakteristik viskositas nanoemulgel dominan bergantung pada jenis polimer yang digunakan dibandingkan komponen lainnya (Ogedengbe & Kolawole, 2024). Peningkatan viskositas pada F2 menunjukkan bahwa penambahan gum arab berkontribusi terhadap pembentukan struktur gel. Dalam penelitian ini, gum arab menghasilkan nilai viskositas lebih tinggi dibandingkan Carbopol, tetapi masih lebih rendah dari gum guar dan gum xanthan. Hal ini disebabkan oleh kemampuan pengental gum arab yang relatif rendah, meskipun mudah larut dalam air, gum ini membentuk larutan dalam berbagai konsentrasi tanpa menghasilkan viskositas yang terlalu tinggi (Singh *et al.*, 2017). Viskositas tertinggi dihasilkan oleh penggunaan gum xanthan pada F4. Hasil ini sejalan dengan studi oleh Saravia & Moreno, (2025), yang menyatakan

bahwa gum xanthan memberikan peningkatan viskositas tertinggi dan *shear-thinning* terkuat dibandingkan gum guar. Berdasarkan keempat formula, terlihat bahwa variasi *gelling agent* memberikan pengaruh terhadap viskositas sediaan.

Hasil analisis statistik menggunakan one-way ANOVA menunjukkan nilai $p < 0,05$, yang menandakan terdapat perbedaan signifikan pada nilai viskositas. Hasil uji Tukey mengonfirmasi laju peningkatan viskositas terbesar terdapat pada antara F1 terhadap F4, sedangkan perbedaan terkecil tetapi tetap signifikan terdapat pada F3 terhadap F4. Temuan ini menunjukkan bahwa penambahan jenis gum yang dikombinasikan dengan Carbopol memberikan pengaruh nyata terhadap viskositas nanoemulgel. Hasil analisis statistik secara lengkap disajikan pada **Lampiran 13**.

4.3.4 Uji daya sebar

Uji daya sebar bertujuan menggambarkan kemampuan sediaan nanoemulgel untuk menyebar merata setelah diaplikasikan ke kulit. Daya sebar memiliki korelasi yang signifikan terhadap bioavailabilitas zat aktif dalam nanoemulgel, yang dimana kemampuan penyebarannya berbanding terbalik dengan viskositas (Ogedengbe & Kolawole, 2024).

Berdasarkan data pada **Tabel 4.3**, terdapat korelasi negatif antara viskositas dengan daya sebar. F1 memiliki daya sebar tertinggi, yang sejalan dengan nilai viskositas terendah, sementara itu, F4 memiliki daya sebar terendah dan viskositas tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kekentalan akibat kombinasi polimer gum menghambat kemampuan sediaan untuk mengalir saat diberikan beban. Konsistensi sediaan yang terlalu kental ditandai dengan daya sebar rendah sehingga sulit merata saat digunakan, sedangkan daya sebar yang terlalu tinggi menandakan sediaan terlalu cair. Secara keseluruhan, evaluasi daya sebar keempat formula nanoemulgel telah memenuhi kriteria daya sebar yang baik untuk sediaan topikal, yaitu 5-7 cm (Handajani *et al.*, 2025).

Hasil uji statistik dianalisis menggunakan Kruskal-Wallis karena data tidak terdistribusi normal. Hasil melaporkan tidak terdapat perbedaan signifikan antar formula ($p > 0,05$), sehingga variasi *gelling agent* tidak memberikan pengaruh nyata

terhadap daya sebar. Hasil analisis statistik secara lengkap disajikan pada **Lampiran 13**.

4.3.5 Uji daya lekat

Uji daya lekat dilakukan untuk mengetahui kemampuan gel melekat secara optimal pada permukaan kulit tanpa mengganggu fungsi fisiologis. Penentuan daya lekat berupa waktu yang diperlukan hingga kedua kaca objek terlepas. Kriteria syarat daya lekat yang baik yaitu tidak kurang dari 4 detik (Handajani *et al.*, 2025).

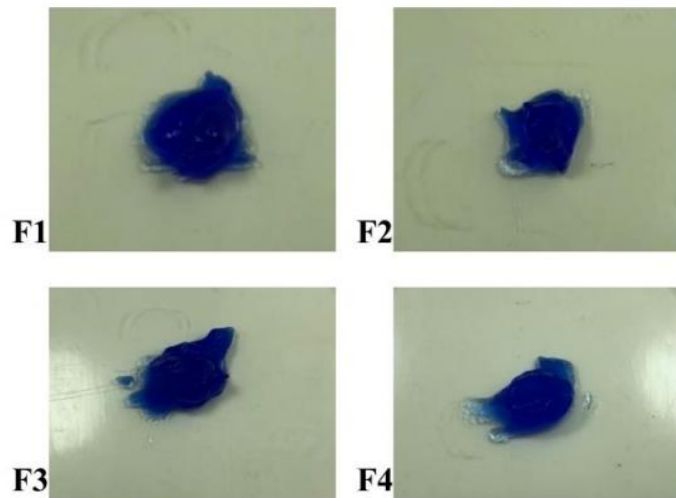
Berdasarkan **Tabel 4.3** seluruh formula menunjukkan nilai daya lekat yang baik dan memenuhi kriteria sediaan topikal. Kombinasi Carbopol dengan gum alam menghasilkan daya lekat yang jauh lebih unggul dibandingkan Carbopol tunggal. Daya lekat tertinggi terdapat pada F3 dan F4. Hal ini didukung oleh pengujian organoleptis pada F3 dan F4 yang memiliki tekstur lengket, serta evaluasi pada uji hedonik yang mengakibatkan penggunaanya kurang nyaman saat diaplikasikan ke kulit. Temuan ini sejalan dengan M. H. M. Sari *et al.*, (2022), yang melaporkan bahwa kekuatan bioadhesi hydrogel berbasis gum xanthan (0,57 N·mm) lebih tinggi dibandingkan Carbopol 934 (0,32 N·mm) pada formulasi yang mengandung *nanocarrier*.

Hasil analisis statistik melaporkan nilai $p < 0,05$ yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan secara statistik antar formula. Uji lanjut Tukey menunjukkan perbedaan signifikan terjadi pada F1 terhadap F3 dan F4, sehingga kombinasi carbopol dengan gum guar dan gum xanthan memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan daya lekat nanoemulgel minyak cengkeh. Peningkatan daya lekat ini juga berkaitan dengan viskositas sediaan yang lebih tinggi akibat pembentukan jaringan gel yang lebih kuat. Hasil analisis statistik secara lengkap disajikan pada **Lampiran 13**.

4.3.6 Uji tipe nanoemulgel

Uji tipe nanoemulgel dilakukan untuk melihat tipe emulgel yang terbentuk berupa minyak dalam air (O/W) atau air dalam minyak (W/O). Pengujian ini dilakukan dengan dua metode yaitu, metode pewarnaan menggunakan *metilen blue* yang ditetaskan pada sediaan dan metode pengenceran menggunakan minyak dan air. Hasil yang didapatkan semua formula larut di dalam air yang menunjukkan sediaan termasuk

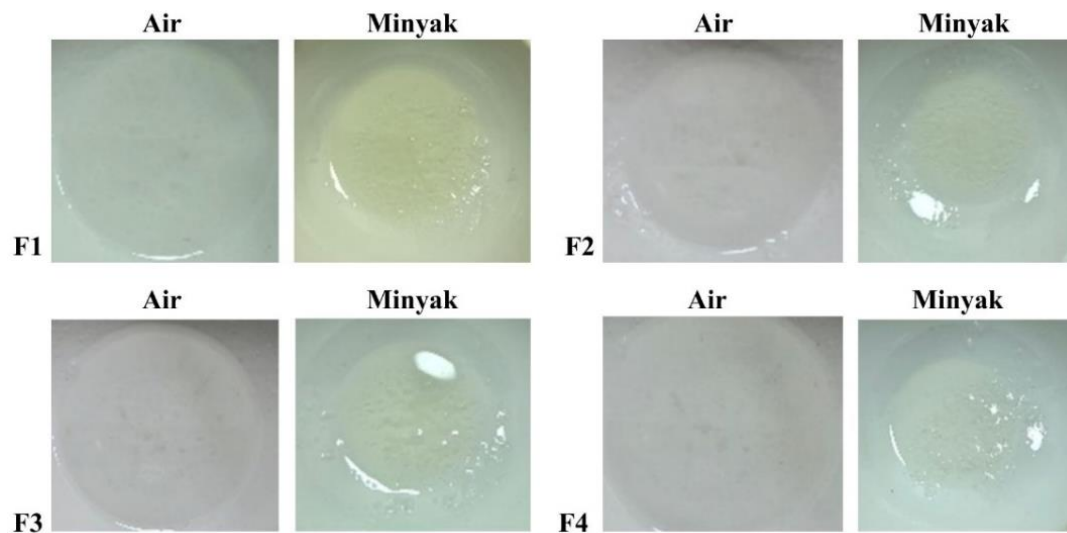
ke dalam nanoemulgel tipe minyak dalam air (O/W). Hasil pengamatan uji tipe emulgel terdapat pada **Gambar 4.5** dan **Gambar 4.6**.



Gambar 4.5 Hasil pengamatan metode pewarnaan.

Keterangan: Hasil uji tipe nanoemulgel menggunakan pewarna *metilen blue* menunjukkan tipe O/W pada F1 (Carbopol); F2 (Carbopol:gum arab); F3 (Carbopol:gum guar); F4 (Carbopol:gum xanthan)

Gambar 4.5 menunjukkan keempat formula tampak larut dan berdifusi merata ke seluruh bagian permukaan pada pewarnaan *metilen blue*. Hal ini menandakan semua sediaan terdispersi homogen di dalam air. Temuan ini sejalan dengan penelitian Zeng *et al.*, (2017), yang menyatakan pembentukan nanoemulsi O/W dipengaruhi oleh komponen formula yang bersifat hidrofilik, khususnya cremophor RH 40 dengan nilai HLB 14-16. Pada nilai HLB >10 , surfaktan akan memberikan afinitas yang tinggi terhadap air, sehingga fase air bertindak sebagai fase kontinu dan efektif membentuk sistem emulsi tipe minyak dalam air (O/W). Uji pengenceran minyak dan air terdapat pada **Gambar 4.6**.



Gambar 4.6 Hasil Pengamatan Metode Pengenceran Minyak dan Air

Keterangan: F1 (Carbopol); F2 (Carbopol:gum arab); F3 (Carbopol:gum guar); F4 (Carbopol:gum xanthan)

Berdasarkan **Gambar 4.5**, metode pengenceran menggunakan dua pelarut dengan polaritas berbeda, yaitu air (polar) dan minyak (non-polar). Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan sediaan nanoemulgel minyak cengkeh menunjukkan hasil yang positif pada pengenceran dengan air. Ketika ditambahkan air, nanoemulgel terdispersi homogen dan tidak menunjukkan adanya pemisahan fase. Sebaliknya, ketika ditambahkan minyak, sistem cenderung tidak homogen dan terdapat butiran partikel. Hasil ini mengonfirmasi bahwa tipe nanoemulgel yang dihasilkan adalah minyak dalam air (O/W).

4.3.7 Uji stabilitas

Uji stabilitas dilakukan untuk mengevaluasi perubahan fisik dan kimia sediaan nanoemulgel minyak cengkeh selama penyimpanan pada kondisi suhu dan kelembaban yang berbeda. Pada penelitian ini uji stabilitas disimpan pada *climatic chamber* dengan pengaturan suhu $40 \pm 2^\circ\text{C}/75\% \pm 5\% \text{ RH}$ dan $25 \pm 2^\circ\text{C}/60\% \pm 5\% \text{ RH}$. Penggunaan kedua kondisi tersebut mengikuti pedoman *International Council for Harmonisation* (ICH), khususnya ICH Q1A(R2) tentang *Stability Testing of New Drug Substances and Products*. Kondisi $40 \pm 2^\circ\text{C}/75\% \pm 5\% \text{ RH}$ digunakan sebagai uji stabilitas dipercepat

untuk memprediksi kestabilan produk secara cepat pada kondisi penyimpanan yang ekstrem, sedangkan kondisi $25 \pm 2^{\circ}\text{C}/60\% \pm 5\% \text{ RH}$ digunakan untuk pembandingan kondisi penyimpanan suhu ruang normal. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan 28 hari sebagai tahap pengembangan formula untuk mengetahui kemampuan sediaan dalam mempertahankan mutu dan kestabilannya selama penyimpanan. Evaluasi yang dilakukan meliputi organoleptis, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar dan daya lekat. Hasil evaluasi setelah stabilitas disajikan pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4 Hasil Evaluasi Nanoemulgel Minyak Atsiri Cengkeh Setelah Uji Stabilitas 28 Hari

Formula	Minggu	Aroma	Warna	Tekstur	pH	Viskositas (cP)	%Torque	Daya sebar (cm)	Daya lekat (s)
F1	0	Khas, kuat	<i>Translucent</i>	Tidak lengket	$5,374 \pm 0,02$	7348 ± 30	$73,50 \pm 0,3\%$	$5,80 \pm 0,17$	$3,19 \pm 1,17$
	4 (25°C)	Khas, kuat	<i>Translucent</i>	Tidak lengket	$5,399 \pm 0,02$	7524 ± 104	$75,27 \pm 1,04\%$	$5,67 \pm 0,29$	$4,46 \pm 1,05$
	4 (40°C)	Khas, kuat	<i>Translucent</i>	Tidak lengket	$5,272 \pm 0,00$	7218 ± 30	$72,20 \pm 0,3\%$	$6,33 \pm 0,15$	$3,26 \pm 0,80$
F2	0	Khas, kuat	<i>Translucent</i>	Agak lengket	$5,127 \pm 0,01$	7698 ± 79	$77 \pm 0,79\%$	$5,50 \pm 0,20$	$7,31 \pm 1,21$
	4 (25°C)	Khas, kuat	<i>Translucent</i>	Agak lengket	$5,682 \pm 0,01$	8038 ± 65	$80,40 \pm 0,66\%$	$5,33 \pm 0,21$	$9,17 \pm 5,12$
	4 (40°C)	Khas, kuat	<i>Translucent</i>	Agak lengket	$5,583 \pm 0,01$	7691 ± 15	$76,93 \pm 0,15\%$	$6,10 \pm 0,10$	$5,97 \pm 0,17$
F3	0	Khas, sedang	<i>Translucent</i>	Lengket	$5,379 \pm 0,01$	8348 ± 36	$83,50 \pm 0,36\%$	$5,37 \pm 0,15$	$15,74 \pm 6,74$
	4 (25°C)	Khas, sedang	<i>Translucent</i>	Lengket	$5,737 \pm 0,00$	8024 ± 65	$80,27 \pm 0,65\%$	$5,27 \pm 0,06$	$16,14 \pm 1,51$
	4 (40°C)	Khas, sedang	<i>Translucent</i>	Lengket	$5,658 \pm 0,01$	7868 ± 20	$78,70 \pm 0,20\%$	$5,37 \pm 0,25$	$7,35 \pm 0,22$
F4	0	Khas, sedang	<i>Translucent</i>	Lengket	$5,338 \pm 0,02$	8651 ± 197	$86,53 \pm 1,97\%$	$5,33 \pm 0,15$	$20,68 \pm 6,12$
	4 (25°C)	Khas, sedang	<i>Translucent</i>	Lengket	$5,713 \pm 0,01$	8871 ± 56	$88,73 \pm 0,57\%$	$5,17 \pm 0,15$	$21,71 \pm 1,50$
	4 (40°C)	Khas, sedang	<i>Translucent</i>	Lengket	$5,618 \pm 0,01$	8074 ± 92	$80,77 \pm 0,93\%$	$5,37 \pm 0,55$	$8,47 \pm 1,85$

Keterangan: Data dinyatakan sebagai rata-rata $\pm$ SD (n=3)

4.3.7.1. Hasil uji stabilitas organoleptis dan homogenitas

Uji organoleptis dan homogenitas terhadap karakteristik fisik nanoemulgel minyak cengkeh meliputi aroma, warna, dan tekstur. Pengujian ini untuk mendeteksi ada tidaknya perubahan fisik yang terjadi selama penyimpanan akibat pengaruh suhu dan kelembaban lingkungan. Pengamatan dilakukan pada minggu ke-0 sebagai data awal sebelum pemisahan kondisi penyimpanan dan minggu ke-4 sebagai data akhir setelah empat minggu penyimpanan pada masing-masing kondisi.

Hasil uji organoleptis setelah penyimpanan selama 28 hari pada kondisi 40°C dan 25°C, menunjukkan tidak terdapat perubahan aroma dan tekstur pada seluruh formula. Namun, terdapat perubahan warna pada suhu ekstrem, dimana seluruh formula berubah menjadi *translucent* kuning, sedangkan pada kondisi 25°C tetap *translucent* tanpa perubahan kuning yang mencolok. Perubahan warna menjadi kuning diduga akibat proses oksidasi eugenol oleh paparan suhu tinggi yang dapat mengganggu stabilitas fisik sediaan sehingga berdampak pada perubahan visual. Hal ini sejalan dengan temuan Lee *et al.*, (2024), bahwa *clove bud oil* mengalami perubahan warna menjadi lebih kuning pada kondisi penyimpanan 60°C sebagai indikator degradasi akibat oksidasi lipid yang dipercepat oleh suhu tinggi. Dokumentasi gambar uji stabilitas terdapat pada **Lampiran 1**.

Uji homogenitas pada kedua kondisi penyimpanan memberikan hasil tidak ada perbedaan homogenitas pada keempat formula. Hasil ini menandakan fase terdistribusi secara merata, tidak adanya partikel kasar, dan sediaan tetap homogen selama waktu penyimpanan. Hal ini berarti formulasi sediaan nanoemulgel minyak cengkeh dan eksipien lain tercampur secara sempurna.

4.3.7.2 Hasil uji stabilitas pH

Berdasarkan **Tabel 4.4**, seluruh formula mengalami peningkatan pH selama masa penyimpanan pada suhu 25°C. Sedangkan, pada kondisi suhu 40°C seluruh formula juga mengalami peningkatan pH, kecuali pada F1 yang mengalami penurunan pH, hal ini berkaitan dengan pelepasan gugus karboksilat bebas dari rantai polimernya

akibat paparan suhu tinggi (Maslii *et al.*, 2020). Kombinasi Carbopol dengan gum alam menghasilkan pH yang lebih basa dibandingkan Carbopol tunggal setelah penyimpanan pada suhu 40°C.

Berdasarkan hasil uji statistik one-way ANOVA diperoleh adanya perbedaan bermakna ($p < 0,05$) pada kondisi 40°C dan 25°C. Hasil uji Tukey pada kedua kondisi menunjukkan hampir seluruh pasangan formula memiliki perbedaan yang signifikan. Perbedaan sangat signifikan pada kedua kondisi terdapat pada F1 terhadap F2, F3, dan F4. Hal ini menunjukkan kombinasi Carbopol dengan gum alam mampu mempengaruhi pH sediaan dibandingkan Carbopol tunggal selama masa penyimpanan. Hasil analisis statistik secara lengkap disajikan pada **Lampiran 14 dan 15**.

4.3.7.3 Hasil uji stabilitas viskositas

Berdasarkan hasil evaluasi viskositas **Tabel 4.4**, seluruh formula nanoemulgel minyak cengkeh mengalami peningkatan viskositas pada suhu 25°C dan penurunan viskositas setelah penyimpanan selama 4 minggu pada suhu 40°C. Fenomena ini mengindikasikan bahwa suhu tinggi dapat menginduksi interaksi polimer-pelarut atau polimer-polimer yang mengganggu struktur gel, sehingga membuat sediaan menjadi lebih cair (Gao *et al.*, 2023).

Penyimpanan suhu ruang cenderung mempertahankan bahkan meningkatkan struktur gel, sedangkan suhu tinggi mempercepat pelemahan jaringan. Secara keseluruhan, nanoemulgel lebih stabil pada suhu 25°C dibandingkan suhu 40°C. Hasil ini sejalan oleh (Gao *et al.*, 2023), bahwa peningkatan suhu menyebabkan pelemahan ikatan hidrogen dan transisi konformasi rantai polimer, sehingga menurunkan viskositas dan stabilitas gel.

Hasil uji one-way ANOVA mengonfirmasi nilai $p < 0,05$ yang berarti variasi kombinasi *gelling agent* memberikan pengaruh signifikan terhadap viskositas nanoemulgel minyak cengkeh baik pada suhu 25°C dan 40°C. Hasil uji Tukey pada kedua kondisi menunjukkan seluruh pasangan formula memiliki perbedaan signifikan. Hasil analisis statistik secara lengkap disajikan pada **Lampiran 14 dan 15**.

4.3.7.4 Hasil uji stabilitas daya sebar

Tabel 4.4 menunjukkan seluruh formula nanoemulgel minyak cengkeh mengalami peningkatan daya sebar setelah penyimpanan 4 minggu pada kondisi 40°C. Sebaliknya, pada kondisi 25°C menunjukkan penurunan daya sebar. Perubahan daya sebar sejalan dengan hasil viskositas pada kondisi penyimpanan, dimana suhu tinggi menyebabkan penurunan viskositas dan kenaikan daya sebar, sedangkan suhu ruang menyebabkan peningkatan viskositas yang menurunkan daya sebar. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan viskositas akibat penambahan gum, terutama pada gum xanthan menyebabkan kemampuan penyebaran menurun, tetapi secara umum seluruh formula masih menunjukkan stabilitas daya sebar yang baik.

Analisis statistik pada hasil uji Kruskal–Wallis suhu 25 °C melaporkan tidak terdapat perbedaan signifikan daya sebar ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan seluruh formula nanoemulgel minyak cengkeh mampu mempertahankan stabilitas daya sebar selama penyimpanan suhu ruang. Pada kondisi 40°C, hasil uji ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan signifikan ($p < 0,05$). Hal ini dilanjutkan dengan uji Tukey yang mengonfirmasi bahwa perbedaan signifikan pada kondisi 40°C terjadi pada F1 terhadap F4, sementara itu kondisi formula lain tidak menunjukkan perbedaan bermakna. Hasil analisis statistik secara lengkap disajikan pada **Lampiran 14 dan 15**.

4.3.7.5 Hasil uji stabilitas daya lekat

Pada penyimpanan suhu 25°C nilai daya lekat mengalami peningkatan. Hal ini akibat penambahan polimer alam (gum arab, gum guar, gum xanthan) ke dalam basis Carbopol berhasil meningkatkan nilai daya lekat awal sediaan. Peningkatan daya lekat pada kondisi suhu ruang sejalan oleh M. H. M. Sari *et al.*, (2022), yang menyatakan bahwa kombinasi gum alam dengan Carbopol dapat meningkatkan bioadhesif sediaan topikal berbasis nano. Sebaliknya, pada suhu 40°C, hasil evaluasi daya lekat menunjukkan terjadinya penurunan setelah penyimpanan selama 28 hari. Penurunan ini diduga karena melemahnya struktur jaringan gel akibat paparan suhu tinggi.

Analisis statistik pada suhu 25°C, menunjukkan data tidak terdistribusi normal sehingga dilanjutkan uji Kruskal-Wallis yang diperoleh nilai $p < 0,05$. Hal ini

menunjukkan terdapat perbedaan signifikan daya lekat antar formula. Hasil lanjut Dunn menunjukkan perbedaan signifikan terdapat pada F1 dan F4. Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan daya lekat paling nyata terjadi pada Carbopol tunggal dengan kombinasi Carbopol dan gum xanthan.

Pada kondisi 40°C, data terdistribusi normal sehingga dilanjutkan uji ANOVA yang menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antar formula ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan perbedaan signifikan terdapat pada F1 terhadap F2, F3, dan F4 sedangkan pasangan formula lainnya tidak menunjukkan perbedaan bermakna. Hasil ini mengonfirmasi bahwa formula yang mengandung gum memiliki daya lekat berbeda nyata dibandingkan Carbopol tunggal pada suhu tinggi. Hasil analisis statistik secara lengkap disajikan pada **Lampiran 14 dan 15**.

4.4 Hasil Uji Hedonik dan Wawancara

4.4.1 Uji hedonik

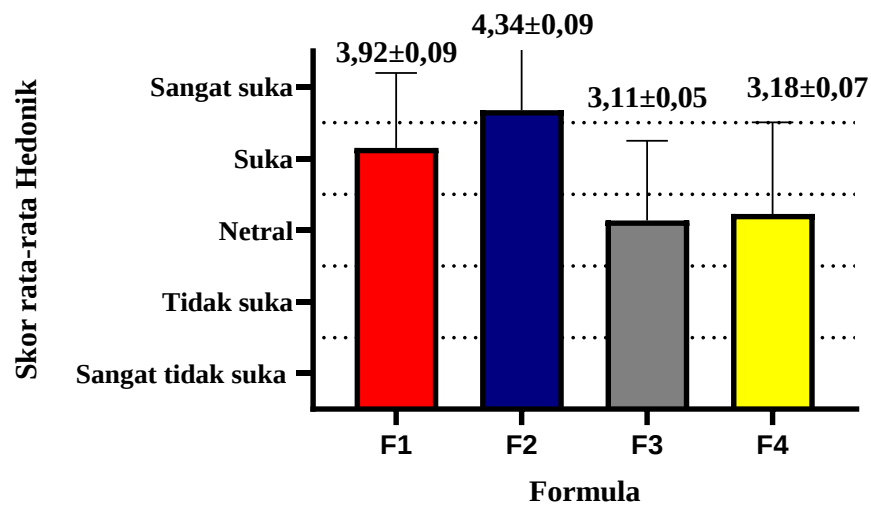
Pengujian hedonik dilakukan kepada 50 responden dengan penetapan kriteria inklusi dan eksklusi. Pengujian ini telah memperoleh Surat Keterangan Layak Etik dari Poltekkes Kemenkes Yogyakarta pada bulan Maret 2026 dengan No.DP.04.03/e-KEPK.1/405/2026. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengoleskan sediaan nanoemulgel minyak cengkeh pada punggung tangan kemudian mengamati terkait aroma, warna, tekstur, sensasi, dan kemampuan menyerap di kulit. Kemudian setiap responden wajib mengisi kuesioner terkait nanoemulgel minyak cengkeh melalui *google form* yang telah diberikan. Semua partisipan memberikan persetujuan yang telah diinformasikan. Kuesioner uji hedonik disajikan pada **Lampiran 10**, dokumentasi uji hedonik pada **Lampiran 11**, hasil uji hedonik setiap responden pada **Lampiran 12**, dan hasil pengujian uji hedonik secara rata-rata disajikan pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5 Hasil Uji Hedonik

Parameter	Tingkat Kesukaan F1	Tingkat Kesukaan F2	Tingkat Kesukaan F3	Tingkat Kesukaan F4
Aroma	3,7±0,9	4,2±0,9	3,1±0,9	3,2±1
Warna	4,1±0,8	4,4±0,7	3,4±0,9	3,6±0,9
Tekstur	3,9±0,8	4,4±0,8	2,9±0,9	3,0±0,9
Sensasi	4,0±0,7	4,5±0,7	3,1±0,9	3,1±1,1
Daya serap	3,9±0,9	4,2±0,9	3,0±0,8	3,0±1,0
Rata-rata	3,9±0,0	4,3±0,0	3,11±0,0	3,18±0,0

Keterangan: Data dinyatakan sebagai rata-rata±SD (n=3). Hasil nilai *mean* diinterpretasikan ke dalam lima kategori sebagai berikut:

- 1,00–1,80 = Sangat tidak suka
- 1,81–2,60 = Tidak suka
- 2,61–3,40 = Netral
- 3,41–4,20 = Suka
- 4,21–5,00 = Sangat suka

**Gambar 4.7** Skor Rata-Rata Uji Hedonik

Keterangan: F1 (Carbopol); F2 (Carbopol:gum arab); F3 (Carbopol:gum guar); F4 (Carbopol:gum xanthan)

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa F2 memperoleh nilai rata-rata keseluruhan tertinggi sebesar $4,34 \pm 0,09$ yang jika diinterpretasikan ke dalam skala Likert termasuk kategori “Sangat Suka”. Sementara itu, F1 ($3,92 \pm 0,09$) termasuk kategori “Suka”, F3 ($3,11 \pm 0,05$) dan F4 ($3,18 \pm 0,07$) berada pada rentang kategori “Netral”. Tingginya tingkat kesukaan pada F2 dipengaruhi oleh parameter yang tercantum pada **Tabel 4.3**. Studi oleh Otake *et al.*, (2025) menunjukkan bahwa penggunaan gum arab mendukung absorpsi obat dan retensi kulit yang baik dalam sediaan dermal berbasis Carbopol. Hal ini mendukung temuan penelitian ini, dimana parameter sensasi dan daya serap nanoemulgel pada F2 mendapatkan skor tertinggi. Sebaliknya, F3 mendapatkan skor terendah, terutama pada parameter tekstur dan daya serap. Gum guar menghasilkan viskositas tinggi, yang membuat sediaan terlalu kental, hal ini berkaitan langsung dengan penurunan kemudahan aplikasi pada sediaan topikal.

Secara keseluruhan, hasil uji hedonik menunjukkan bahwa modifikasi formula pada F2 memberikan karakteristik fisik yang paling diterima oleh konsumen dibandingkan formula lainnya. Hal ini sejalan dengan hasil uji stabilitas dan karakteristik fisik sebelumnya, dimana F2 menunjukkan profil stabilitas yang baik dan memenuhi persyaratan sediaan topikal. Meskipun demikian, seluruh produk tetap diterima oleh konsumen dengan kategori terendah adalah netral.

4.4.2 Analisis preferensi melalui wawancara

Wawancara dilakukan untuk mendukung alasan dibalik pemilihan pada uji tingkat kesukaan (hedonik). Dalam penelitian ini wawancara dilakukan kepada 50 responden yang sama saat pengujian hedonik. Hasil rekapitulasi disajikan pada **Tabel 4.6**.

Tabel 4.6 Rekapitulasi Wawancara

No	Alasan Responden	Frekuensi	Presentase (%)
1	Warna alami dan bersih	40	80
2	Aroma menenangkan/khas cengkeh	44	88
3	Tekstur halus dan lembut	47	94
4	Efek hangat yang nyaman	6	12
5	Efek dingin yang nyaman	42	84
6	Meresap sangat cepat	45	90

Keterangan: Persentase dihitung berdasarkan jumlah responden (n=50); total persentase dapat melebihi 100% karena responden diperbolehkan memilih lebih dari satu jawaban.

Berdasarkan **Tabel 4.6**, aspek yang paling banyak disukai oleh responden adalah tekstur halus dan lembut dengan persentase sebesar 94%, diikuti oleh kemampuan sediaan yang meresap sangat cepat sebesar 90%. Data ini mendukung hasil uji hedonik, dimana F2 dengan basis gum arab mendapatkan skor tertinggi. Tekstur yang halus dan kecepatan daya serap menjadi keunggulan hasil nanoemulgel dengan basis polimer alami. Selain faktor fisik, aspek sensori berupa aroma menenangkan khas cengkeh dan efek dingin yang nyaman juga menjadi alasan utama responden menyukai produk ini. Aroma khas cengkeh berasal dari komponen volatil minyak cengkeh yang tidak hanya berfungsi secara farmakologi tetapi juga memberikan efek aromaterapi yang meningkatkan kesukaan responden. Sejumlah 84% responden menyebutkan efek dingin yang nyaman, hal ini menunjukkan sediaan nanoemulgel lebih mendukung karakteristik yang menyegarkan dibandingkan rasa panas.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Ketidaknyaman Uji Hedonik

Kategori Ketidaknyamanan	Produk	Frekuensi	Persentase (%)
Tidak ada keluhan	Semua produk	40	80
Rasa lengket	F3	5	18
	F4	4	
Aroma menyengat	F1	1	2
Daya serap lambat	F3	2	6
	F4	1	
Lain-lain (hangat, berminyak)	F4	1	2

Keterangan: Persentase dihitung berdasarkan jumlah responden (n=50); total persentase dapat melebihi 100% karena responden diperbolehkan memilih lebih dari satu jawaban.

Analisis ketidaknyamanan yang dirasakan responden berfungsi sebagai kontrol terhadap hasil uji hedonik. Berdasarkan hasil evaluasi ketidaknyamanan, 80% responden tidak merasakan adanya gangguan/keluhan selama penggunaan sediaan. Namun, terdapat beberapa keluhan spesifik yang dirasakan kurang nyaman oleh responden, yaitu aroma menyengat pada F1 dan F3. Kemudian pada F4 dikeluhkan

terkait rasa lengket, kecepatan daya serap, rasa hangat, dan berminyak pada produk. Hasil ini memperkuat uji hedonik, dimana F3 dan F4 mendapatkan peringkat netral. F2 tidak mendapatkan keluhan yang menunjukkan bahwa modifikasi formula pada F2 meminimalisir efek yang kurang disukai oleh responden.

Selain evaluasi ketidaknyamanan, ditambahkan saran dari responden untuk pengembangan kualitas sediaan nanoemulgel. Saran diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori untuk memudahkan analisis akseptabilitas konsumen terhadap pengembangan produk. Rekapitulasi saran responden disajikan pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8 Rekapitulasi Saran Uji Hedonik

Kategori saran	Frekuensi	Persentase (%)
Penambahan <i>fragrance</i>	4	8
Modifikasi aroma	6	12
Pemilihan kemasan	3	6
Variasi warna	5	10
Tekstur	2	4
Sensasi dingin lebih lama	1	2
Tidak ada	29	58

Berdasarkan **Tabel 4.8**, 58% responden tidak menambahkan saran pada produk dan memberikan komentar produk sudah bagus. Namun, terdapat saran terkait variasi warna, pengembangan kemasan, modifikasi aroma, penambahan *fragrance*, dan perbaikan tekstur. Hal ini mengindikasikan bahwa responden tetap mengharapkan adanya peningkatan produk baik dari sisi estetika maupun kenyamanan sensoris untuk jangka panjang.

Secara keseluruhan, tidak terdapat laporan mengenai iritasi seperti gatal, perih, maupun kemerahan. Data ini dapat menjadi potensi komersial yang dapat dikembangkan sebagai produk topikal yang nyaman digunakan sehari-hari. Hasil dari uji hedonik menunjukkan F2 menjadi formula unggulan karena mampu menyeimbangkan kenyamanan pengguna.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Kombinasi *gelling agent* berpengaruh signifikan terhadap sifat fisik dan stabilitas sediaan nanoemulgel minyak cengkeh. Penggunaan Carbopol 940 tunggal (F1) menghasilkan viskositas rendah, daya sebar tinggi, dan daya lekat rendah. Penambahan kombinasi gum arab, gum guar, dan gum xanthan (F2, F3, F4) meningkatkan nilai viskositas dan daya lekat, serta menurunkan daya sebar sediaan. Seluruh formula tetap menunjukkan stabilitas fisik yang baik selama penyimpanan.
2. Tingkat penerimaan konsumen melalui uji hedonik dan wawancara mengidentifikasi bahwa F2 dengan kombinasi Carbopol 940 0,7% dan gum arab 0,3% dalam minyak cengkeh 2,5% menjadi formula yang paling disukai dengan skor rata-rata tertinggi sebesar $4,34 \pm 0,09$ (Sangat Suka). Formula ini unggul karena karakteristik fisik yang cepat meresap, memberikan sensasi dingin, tampilan yang hampir jernih, dan aroma yang menenangkan. Hasil wawancara menunjukkan 80% responden tidak merasakan keluhan ketidaknyamanan, sedangkan keluhan minor berupa rasa lengket ditemukan pada gum guar (F3) dan gum xanthan (F4).

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan terkait uji tambahan untuk nanoemulsi yaitu, uji analisis kandungan obat, uji stabilitas dilakukan minimal 3-6 bulan dan evaluasi efektivitas kandungan pada minyak cengkeh perlu dilakukan pengujian secara *in vivo*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, P., Ansari, M. J., Anwer, Md. K., Raish, M., Kamal, Y. K. T., & Shakeel, F. (2017). Wound healing effects of nanoemulsion containing clove essential oil. *Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology*, 45(3), 591–597. <https://doi.org/10.3109/21691401.2016.1163716>
- Alfikri, F. N., Pujiarti, R., Wibisono, M. G., & Hardiyanto, E. B. (2020). Yield, Quality, and Antioxidant Activity of Clove (*Syzygium aromaticum* L.) Bud Oil at the Different Phenological Stages in Young and Mature Trees. *Scientifica*, 2020, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2020/9701701>
- Al-Hashimi, A. G., Ammar, A. B., G., L., Cacciola, F., & Lakhssassi, N. (2020). Development of a Millet Starch Edible Film Containing Clove Essential Oil. *Foods*, 9(2), 184. <https://doi.org/10.3390/foods9020184>
- Alhasso, B., Ghorri, M., Rout, S., & Conway, B. (2023). Development of a Nanoemulgel for the Topical Application of Mupirocin. *Pharmaceutics*, 15(10), 2387. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15102387>
- Alimi, D., Hajri, A., Jallouli, S., & Sebai, H. (2023). Toxicity, repellency, and anticholinesterase activities of bioactive molecules from clove buds *Syzygium aromaticum* L. as an ecological alternative in the search for control *Hyalomma scupense* (Acari: Ixodidae). *Heliyon*, 9(8), e18899. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18899>
- Aman, R. M., Abu Hashim, I. I., & Meshali, M. M. (2020a). Novel Clove Essential Oil Nanoemulgel Tailored by Taguchi's Model and Scaffold-Based Nanofibers: Phytopharmaceuticals with Promising Potential as Cyclooxygenase-2 Inhibitors in External Inflammation. *International Journal of Nanomedicine, Volume 15*, 2171–2195. <https://doi.org/10.2147/IJN.S246601>
- Bahadur, S., Sahu, U. K., Sahu, D., Sahu, G., & Roy, A. (2017). Review on Natural Gums and Mucilage and Their Application as Excipient. *Journal of Applied Pharmaceutical Research*, 5(4), 13–21. <https://doi.org/10.18231/2348-0335.2017.0010>
- Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M. de L., Christensen, H., Dusemund, B., Durjava, M., Kouba, M., López-Alonso, M., López Puente, S., Marcon, F., Mayo, B., Pechová, A., Petkova, M., Ramos, F., Villa, R. E., Woutersen, R., Brantom, P., Chesson, A., Schlatter, J., ... Dusemund, B. (2024). Safety and efficacy of a feed additive consisting of a tincture derived from the flowers of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry (clove tincture) for all animal species (FEFANA asbl). *EFSA Journal*, 22(5). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.8791>
- Banerjee, K., Madhyastha, H., Sandur V., R., N.T., M., N., T., & Thiagarajan, P. (2020). Anti-inflammatory and wound healing potential of a clove oil emulsion. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 193, 111102. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2020.111102>
- Batiha, E.-S. G., Alkazmi, L. M., Wasef, L. G., Beshbishy, A. M., Nadwa, E. H., & Rashwan, E. K. (2020). *Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae): Traditional Uses, Bioactive Chemical Constituents, Pharmacological and Toxicological Activities. *Biomolecules*, 10(2), 202. <https://doi.org/10.3390/biom10020202>

- Bennabi, L., Debab, F., Bennabi, F., Abdelmalek, I., Guemra, K., Belarbi, L., Dehbi, A., Alsalmé, A., & Messori, M. (2025). Optimization and Formulation of an Emulgel Based on Clove Oil in Order to Evaluate Its Antibacterial and Anti-inflammatory Potential In Vitro and In Vivo for Topical Application. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 197(8), 4969–4986. <https://doi.org/10.1007/s12010-025-05273-6>
- Biswas, G., Majee, S., & Roy, A. (2016). Combination of synthetic and natural polymers in hydrogel: An impact on drug permeation. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 158–164. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2016.601125>
- Chilev, C., & Peshev, D. (2025). Hydro-Distillation Versus Steam Distillation for Clove Oil Production. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 60(2), 311–318. <https://doi.org/10.59957/jctm.v60.i2.2025.13>
- De Sousa, D. P., Damasceno, R. O. S., Amorati, R., Elshabrawy, H. A., De Castro, R. D., Bezerra, D. P., Nunes, V. R. V., Gomes, R. C., & Lima, T. C. (2023). Essential Oils: Chemistry and Pharmacological Activities. *Biomolecules*, 13(7), 1144. <https://doi.org/10.3390/biom13071144>
- Dhandhi, S., Yeshna, Vishal, Monika, Chauhan, S., Singh, M., Singh, R. P., & Jhawar, V. (2025). Development and characterization of a gallic acid-infused topical emulgel for enhanced wound management: Formulation and *in vitro* optimization. *RSC Pharmaceutics*, 2(2), 333–341. <https://doi.org/10.1039/D4PM00297K>
- Dodi, G., Sabau, R. E., Crețu, B. E.-B., & Gardikiotis, I. (2023). Exploring the Antioxidant Potential of Gellan and Guar Gums in Wound Healing. *Pharmaceutics*, 15(8), 2152. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15082152>
- Donthi, M. R., Munnangi, S. R., Krishna, K. V., Saha, R. N., Singhvi, G., & Dubey, S. K. (2023). Nanoemulgel: A Novel Nano Carrier as a Tool for Topical Drug Delivery. *Pharmaceutics*, 15(1), 164. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15010164>
- Fawwazi, M. H. A. F., Hayati, F., Lutfi Chabib, & Tedi Rustandi. (2026). The Effectiveness of Topical Nanohydrogel Pegagan Leaf Extract in Healing of Excision Wounds in Hyperglycemic Wistar Rats. *Iraqi Journal of Pharmaceutical Sciences*, 35(1), 243–261. <https://doi.org/10.31351/vol35iss1pp243-261>
- Feng, X., Feng, K., Zheng, Q., Tan, W., Zhong, W., Liao, C., Liu, Y., Li, S., & Hu, W. (2022). Preparation and characterization of geraniol nanoemulsions and its antibacterial activity. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1080300. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1080300>
- Gao, X., Huang, L., Xiu, J., Yi, L., & Zhao, Y. (2023). Evaluation of Viscosity Changes and Rheological Properties of Diutan Gum, Xanthan Gum, and Scleroglucan in Extreme Reservoirs. *Polymers*, 15(21), 4338. <https://doi.org/10.3390/polym15214338>
- González, H. J. N., Castillo-Herrera, G. A., Martínez-Velázquez, M., & Espinosa-Andrews, H. (2021). Clove Essential Oil (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): Extraction, Chemical Composition, Food Applications, and

- Essential Bioactivity for Human Health. *Molecules*, 26(21), 6387. <https://doi.org/10.3390/molecules26216387>
- Gul, U., Khan, M. I., Madni, A., Sohail, M. F., Rehman, M., Rasul, A., & Peltonen, L. (2022). Olive oil and clove oil-based nanoemulsion for topical delivery of terbinafine hydrochloride: *In vitro* and *ex vivo* evaluation. *Drug Delivery*, 29(1), 600–612. <https://doi.org/10.1080/10717544.2022.2039805>
- Habibi, H., & Khosravi-Darani, K. (2017). Effective variables on production and structure of xanthan gum and its food applications: A review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 10, 130–140. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.02.013>
- Hameed, M., Rasul, A., Waqas, M., Saadullah, M., Aslam, N., Abbas, G., Latif, S., Afzal, H., Inam, S., & Akhtar Shah, P. (2021). Formulation and Evaluation of a Clove Oil-Encapsulated Nanofiber Formulation for Effective Wound-Healing. *Molecules*, 26(9), 2491. <https://doi.org/10.3390/molecules26092491>
- Handajani, J., Widjijono, Susilowati, H., Cahyani, Y. D., & Rahma, S. Z. (2025). Effect of Ananas comosus nanoemulgel on traumatic ulcers in the inflammatory phase. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 20(2), 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2025.02.016>
- Haro-González, J. N., Schlienger De Alba, B. N., Martínez-Velázquez, M., Castillo-Herrera, G. A., & Espinosa-Andrews, H. (2023). Optimization of Clove Oil Nanoemulsions: Evaluation of Antioxidant, Antimicrobial, and Anticancer Properties. *Colloids and Interfaces*, 7(4), 64. <https://doi.org/10.3390/colloids7040064>
- Hassan, S., Idrees, V., & Ismail, H. (2021). *Synthesis of Some Edible Plastics*. Univeristy of Sulaimani.
- Imbriano, A., Mendico, M., Primavilla, S., Carafa, M., Perioli, L., Ricci, M., Di Michele, A., Viseras, C., Pagano, C., Villén, F. G., & De Melo Barbosa, R. (2025). Development of nanoemulgel system based on Opuntia ficus-indica (L.) seed oil and nanoclays: Formulation, characterization and application for wound treatment. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 111, 107151. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2025.107151>
- Indalifiany, A., Malaka, M. H., Fristiohady, A., & Andriani, R. (2021). Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Nanoemulgel Ekstrak Etanol Spons Petrosia sp. *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, 7, 321–331.
- Jadav, M., Pooja, D., Adams, D. J., & Kulhari, H. (2023). Advances in Xanthan Gum-Based Systems for the Delivery of Therapeutic Agents. *Pharmaceutics*, 15(2), 402. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15020402>
- Jang, H.-J., Shin, C. Y., & Kim, K.-B. (2015). Safety Evaluation of Polyethylene Glycol (PEG) Compounds for Cosmetic Use. *Toxicological Research*, 31(2), 105–136. <https://doi.org/10.5487/TR.2015.31.2.105>
- Jidimma, W., Joshua E, E., & Berthrand T, N. (2019). Effects of Graded Quantities of Xanthan Gum on the Physicochemical and Flocculation Properties of Gum Arabic. *JOJ Sciences*, 2(1). <https://doi.org/10.19080/JOJS.2019.02.555579>
- Kemenkes RI. (2017). *Farmakope Herbal Indonesia* (2nd ed.).

- Khan, B. A., Ahmad, N., Alqahtani, A., Baloch, R., Rehman, A. U., & Khan, M. K. (2024). Formulation development of pharmaceutical nanoemulgel for transdermal delivery of feboxostat: Physical characterization and in vivo evaluation. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 195, 106665. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2023.106665>
- Khan, B. A., Ali, A., Hosny, K. M., Halwani, A. A., Almeahmady, A. M., Iqbal, M., Alharbi, W. S., Abualsunun, W. A., Bakhaidar, R. B., Murshid, S. S. A., & Khan, M. K. (2022). Carbopol Emulgel Loaded with Ebastine for Urticaria: Development, Characterization, In vitro and In vivo Evaluation. *Drug Delivery*, 29(1), 52–61. <https://doi.org/10.1080/10717544.2021.2015483>
- Khan, B. A., Ullah, S., Khan, M. K., Alshahrani, S. M., & Braga, V. A. (2020). Formulation and evaluation of Ocimum basilicum-based emulgel for wound healing using animal model. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 28(12), 1842–1850. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2020.11.011>
- Kiromah, N. Z. W., Sugihartini, N., & Nurani, L. H. (2023). Development and characterization of clove oil microemulsion. *Pharmacia*, 70(1), 233–241. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.70.e98096>
- Layek, B. (2024). A Comprehensive Review of Xanthan Gum-Based Oral Drug Delivery Systems. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(18), 10143. <https://doi.org/10.3390/ijms251810143>
- Lee, J. H., Lee, K. Y., & Lee, H. G. (2024). Effects of clove bud oil on the physicochemical properties and oxidative stability of canola oil organogels structured by different beeswax contents. *Food Science and Biotechnology*, 33(13), 3019–3028. <https://doi.org/10.1007/s10068-024-01560-w>
- Liñán-Atero, R., Aghababaei, F., García, S. R., Hasiri, Z., Ziogkas, D., Moreno, A., & Hadidi, M. (2024). Clove Essential Oil: Chemical Profile, Biological Activities, Encapsulation Strategies, and Food Applications. *Antioxidants*, 13(4), 488. <https://doi.org/10.3390/antiox13040488>
- Lopes, C. M. U., Saturnino De Oliveira, J., Holanda, V., Rodrigues, A., Martins Da Fonseca, C., Galvão Rodrigues, F., Camilo, C., Lima, V., Coutinho, H., Kowalski, R., & Da Costa, J. (2020). GC-MS Analysis and Hemolytic, Antipyretic and Antidiarrheal Potential of Syzygium aromaticum (Clove) Essential Oil. *Separations*, 7(2), 35. <https://doi.org/10.3390/separations7020035>
- Magrode, N., Poomanee, W., Kiattisin, K., & Ampasavate, C. (2024). Microemulsions and Nanoemulsions for Topical Delivery of Tripeptide-3: From Design of Experiment to Anti-Sebum Efficacy on Facial Skin. *Pharmaceutics*, 16(4), 554. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16040554>
- Maslii, Y., Ruban, O., Kasparaviciene, G., Kalveniene, Z., Materiienko, A., Ivanauskas, L., Mazurkeviciute, A., Kopustinskiene, D. M., & Bernatoniene, J. (2020). The Influence of pH Values on the Rheological, Textural and Release Properties of Carbomer Polacril® 40P-Based Dental Gel Formulation with Plant-Derived and Synthetic Active Components. *Molecules*, 25(21), 5018. <https://doi.org/10.3390/molecules25215018>

- Mohamed, S. A., Elsherbini, A. M., Alrefaey, H. R., Adelrahman, K., Moustafa, A., Egodawaththa, N. M., Crawford, K. E., Nesnas, N., & Sabra, S. A. (2025). Gum Arabic: A Commodity with Versatile Formulations and Applications. *Nanomaterials*, 15(4), 290. <https://doi.org/10.3390/nano15040290>
- Mudgil, D., & Mudgil, S. (2024). Acacia gum: Chemistry, properties & food applications. *Food and Humanity*, 2, 100264. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100264>
- Mwangi, A. N., Njogu, P. M., Maru, S. M., Njuguna, N. M., Njaria, P. M., Kiriiri, G. K., & Mathenge, A. W. (2021). Meloxicam emulgels for topical management of rheumatism: Formulation development, in vitro and in vivo characterization. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 29(4), 351–360. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2021.03.005>
- Nawaz, T., Iqbal, M., Khan, B. A., Ahmed, N., Nawaz, A., Rasul, A., Rizg, W. Y., Jali, A. M., Ahmed, R. A., & Safhi, A. Y. (2022). Polycaprolactone based pharmaceutical nanoemulsion loaded with acriflavine: Optimization and *in vivo* burn wound healing activity. *Drug Delivery*, 29(1), 3233–3244. <https://doi.org/10.1080/10717544.2022.2136783>
- Ogedengbe, O. T., & Kolawole, O. M. (2024). Formulation and evaluation of fluconazole emulgels for potential treatment of vaginal candidiasis. *Heliyon*, 10(6), e28206. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28206>
- Otake, H., Fumihiko, O., Nakazawa, Y., Misra, M., Tsubaki, M., Kawasaki, N., & Nagai, N. (2025). Dermal formulation based on carbopol and Gum Arabic improves skin retention of indomethacin. *PLOS One*, 20(6), e0326051. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0326051>
- Pandey, V. K., Srivastava, S., Ashish, Dash, K. K., Singh, R., Dar, A. H., Singh, T., Farooqui, A., Shaikh, A. M., & Kovacs, B. (2024). Bioactive properties of clove (*Syzygium aromaticum*) essential oil nanoemulsion: A comprehensive review. *Heliyon*, 10(1), e22437. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22437>
- Parimala, N., Ramani, M., & Amerjothy, S. (2026). Microscopic Study of the Aroma-Secreting Structure of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry (Myrtaceae). *Indian Journal Of Science And Technology*, 19(6), 345–354. <https://doi.org/10.17485/IJST/v19i6.1857>
- Pavoni, L., Perinelli, D. R., Bonacucina, G., Cespi, M., & Palmieri, G. F. (2020). An Overview of Micro- and Nanoemulsions as Vehicles for Essential Oils: Formulation, Preparation and Stability. *Nanomaterials*, 10(1), 135. <https://doi.org/10.3390/nano10010135>
- Pires, P. C., Magalhães, M., Cabral, C., Veiga, F., Mazzola, P. G., & Paiva-Santos, A. C. (2025). Development and characterization of novel intranasal in situ thermoreversible ketoprofen-loaded nanoemulgels for the treatment of glioblastoma. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 114, 107580. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2025.107580>
- Ribeiro, S., Almeida, R., Batista, L., Lima, J., Sarinho, A., Nascimento, A., & Lisboa, H. (2024). Investigation of Guar Gum and Xanthan Gum Influence on Essential Thyme Oil Emulsion Properties and Encapsulation Release Using Modeling Tools. *Foods*, 13(6), 816. <https://doi.org/10.3390/foods13060816>

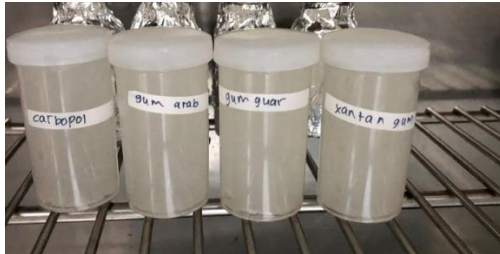
- Rowe, R. C., Sheskey, P. J., & Quinn, M. E. (2009). *Handbook of Pharmaceutical Excipients* (6th ed.). Pharmaceutical Press.
- Saravia, H. J. M., & Moreno, B. Z. L. R. (2025). Comparative Evaluation of Xanthan Gum, Guar Gum, and Scleroglucan Solutions for Mobility Control: Rheological Behavior, In-Situ Viscosity, and Injectivity in Porous Media. *Polymers*, 17(13), 1742. <https://doi.org/10.3390/polym17131742>
- Sari, D. E. M., Yudanti, G. P., Fitrianingsih, S., Hidayati, R., & Zahro, F. (2024). Variasi guar gum dan karbopol 940 sebagai gelling agent terhadap uji sifat fisik dan kimia sediaan gel ekstrak. *Cendekia Journal of Pharmacy*.
- Sari, M. H. M., Mota Ferreira, L., & Cruz, L. (2022). The use of natural gums to produce nano-based hydrogels and films for topical application. *International Journal of Pharmaceutics*, 626, 122166. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2022.122166>
- Sari, T. A., Adi, A. C., & Rachmawati, H. (2024). Development of nanoemulgel containing nanobentonite-purified catfish oil for candidate of a wound healing dosage form. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2024.166275>
- Semnani, K. M., Saeedi, M., Akbari, J., Eghbali, M., Babaei, A., Hashemi, S. M. H., & Nokhodchi, A. (2022). Development of a novel nanoemulgel formulation containing cumin essential oil as skin permeation enhancer. *Drug Delivery and Translational Research*, 12(6), 1455–1465. <https://doi.org/10.1007/s13346-021-01025-1>
- Shafiq, A., Baboo, I., Farooq, Z., Majeed, H., & Palangi, V. (2025). Development and evaluation of clove oil nanoemulsion-based topical cream for anti-inflammatory activity in mice. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1716637. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1716637>
- Sharma, M., Mann, B., Pothuraju, R., Sharma, R., & Kumar, R. (2022). Physico-chemical characterization of ultrasound assisted clove oil-loaded nanoemulsion: As enhanced antimicrobial potential. *Biotechnology Reports*, 34, e00720. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2022.e00720>
- Singh, B., Sharma, S., & Dhiman, A. (2017). Acacia gum polysaccharide based hydrogel wound dressings: Synthesis, characterization, drug delivery and biomedical properties. *Carbohydrate Polymers*, 165, 294–303. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.02.039>
- Souto, E. B., Cano, A., Martins-Gomes, C., Coutinho, T. E., Zielińska, A., & Silva, A. M. (2022). Microemulsions and Nanoemulsions in Skin Drug Delivery. *Bioengineering*, 9(4), 158. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9040158>
- Srivastava, H., Vishwakarma, A., Yadav, S., & Kumar, R. (2024). A Review on Nano-Emulgel as a Novel Carrier for Topical Drug Delivery System. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 84(2). <https://doi.org/10.47583/ijpsrr.2024.v84i02.009>
- Sugihartini, N., Lestari, G., & Yuliani, S. (2019). Anti-inflammatory activity of essential oil of clove (*Syzygium aromaticum*) in O/W and W/O Creams. *Pharmaciana*, 9(1), 109. <https://doi.org/10.12928/pharmaciana.v9i1.10023>

- Suryaningsih, B. E., Indrati, O., Mustofa, M., Annisa, V., & Triastuti, A. (2026). Development and Evaluation of a Nanoemulsion-Based Hydrogel from Moringa Leaves Extract: Standardization, Biological Activity, and Formulation. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 19(1), 105. <https://doi.org/10.52711/0974-360X.2026.00016>
- Syukri, Y., Fitria, A., Hanifah, S., & Idrati, M. (2020). Development of New Indonesian Propolis Extract-Loaded Selfemulsifying: Characterization, Stability and Antibacterial Activity. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 11(1), 120–129. <https://doi.org/10.34172/apb.2021.013>
- Tahmouzi, S., Meftahizadeh, H., Eyshi, S., Mahmoudzadeh, A., Alizadeh, B., Mollakhalili-Meybodi, N., & Hatami, M. (2023). Application of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) gum in food technologies: A review of properties and mechanisms of action. *Food Science & Nutrition*, 11(9), 4869–4897. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3383>
- Triastuti, A., Sari, M., Khasanah, N., Chabib, L., Fajriyah, R., & Fitria, A. (2021). Development of Hand Sanitizer Formulated with Essential Oil from Piper betle Grown in Yogyakarta, Indonesia. *Natural Volatile & Essential Oils*, 8(5).
- Ullah, N., Amin, A., Farid, A., Selim, S., Rashid, S. A., Aziz, M. I., Kamran, S. H., Khan, M. A., Rahim Khan, N., Mashal, S., & Mohtasheemul Hasan, M. (2023). Development and Evaluation of Essential Oil-Based Nanoemulgel Formulation for the Treatment of Oral Bacterial Infections. *Gels (Basel, Switzerland)*, 9(3), 252. <https://doi.org/10.3390/gels9030252>
- Varan, G., Varan, C., & Bilensoy, E. (2019). Plant-Based Natural Polymeric Nanoparticles as Promising Carriers for Anticancer Therapeutics. In *Polymeric Nanoparticles as a Promising Tool for Anti-cancer Therapeutics* (pp. 293–318). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816963-6.00014-5>
- Yukuyama, M. N., Kato, E. T. M., De Araujo, G. L. B., Löbenberg, R., Monteiro, L. M., Lourenço, F. R., & Bou-Chacra, N. A. (2019). Olive oil nanoemulsion preparation using high-pressure homogenization and d-phase emulsification – A design space approach. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 49, 622–631. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2018.12.029>
- Zeng, L., Xin, X., & Zhang, Y. (2017). Development and characterization of promising Cremophor EL-stabilized o/w nanoemulsions containing short-chain alcohols as a cosurfactant. *RSC Advances*, 7(32), 19815–19827. <https://doi.org/10.1039/C6RA27096D>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Formulasi Nanoemulgel Minyak Cengkeh

Stabilitas nanoemulgel pada *climatic chamber*

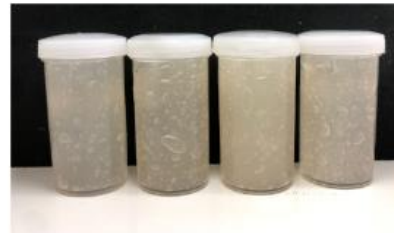


Hasil evaluasi uji stabilitas nanoemulgel minyak cengkeh

Uji stabilitas 40°C/75%RH



Sebelum stabilitas



Setelah stabilitas

Uji stabilitas 25°C/65%RH



Sebelum stabilitas

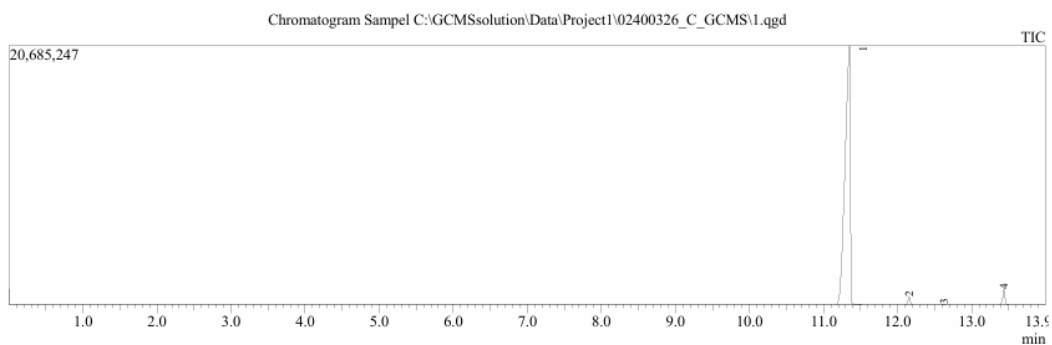


Setelah stabilitas

Lampiran 2. Hasil Identifikasi Minyak Cengkeh dengan GC-MS

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 07/04/2026 11.52.42
 Sample Name : Sampel
 Sample ID : 1
 Vial # : 4
 Injection Volume : 0.20
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System1\Tune1\29_04_25.qgt



Peak Report TIC					
Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%
1	11.352	11.155	11.445	101869278	96.58
2	12.155	12.085	12.220	1145422	1.09
3	12.622	12.580	12.675	79137	0.08
4	13.438	13.355	13.505	2380089	2.26
				105473926	100.00

C:\GCMSsolution\Data\Project1\02400326_C_GCMS\1.qgd

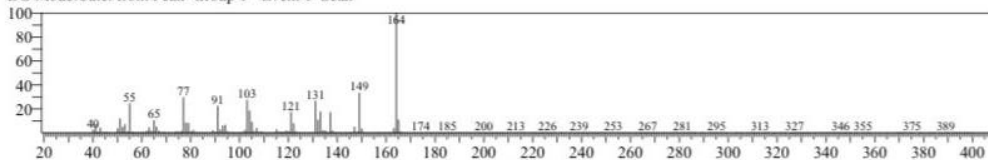
Similarity Search Result

<< Target >>

Line#:1 R.Time:11.350(Scan#:2271) MassPeaks:322

RawMode:Averaged 11.345-11.355(2270-2272) BasePeak:164.15(3920547)

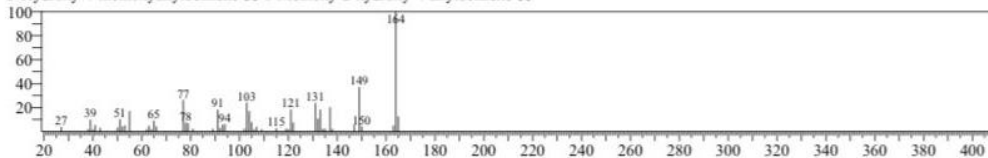
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#1 Entry:53716 Library:WILEY7.LIB

SI:97 Formula:C10 H12 O2 CAS:501-19-9 MolWeight:164 RetIndex:0

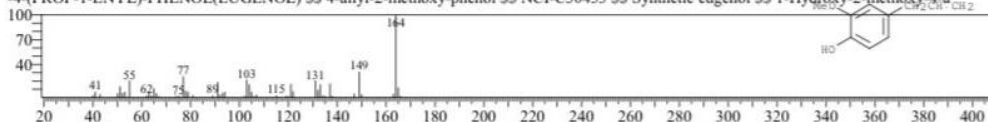
CompName:3-Allyl-6-methoxyphenol SS Phenol, 2-methoxy-5-(2-propenyl)- SS Phenol, 5-allyl-2-methoxy- (CAS) Chavibetol (CAS) m-Eugenol SS 3-Hydroxy-4-methoxyallylbenzene SS 1-Methoxy-2-hydroxy-4-allylbenzene SS



Hit#2 Entry:53663 Library:WILEY7.LIB

SI:97 Formula:C10 H12 O2 CAS:97-53-0 MolWeight:164 RetIndex:0

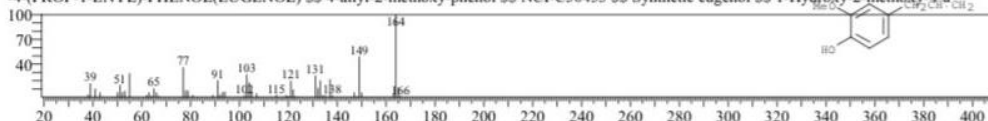
CompName:Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)- (CAS) Eugenol SS 1-(2-PROPENYL)-4-HYDROXY-3-METHOXYBENZENE SS Eugenol SS p-Eugenol SS Eugenic acid SS 4-Allylguaiacol SS p-Allylguaiacol SS Caryophyllol SS 4-Allyl-2-methoxyphenol SS 2-Methoxy-4-allylphenol SS Phenol, 4-allyl-2-methoxy- SS 4-Hydroxy-3-methoxyallylbenzene SS 2-Methoxy-1-hydroxy-4-allylbenzene SS 2-Hydroxy-5-allylanisole SS 2-METHOXY-4-(PROP-1-ENYL)-PHENOL(EUGENOL) SS 4-allyl-2-methoxy-phenol SS NCI-C50453 SS Synthetic eugenol SS 1-Hydroxy-2-methoxy-4-allyl-2-methoxy-4-allylbenzene



Hit#3 Entry:53659 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C10 H12 O2 CAS:97-53-0 MolWeight:164 RetIndex:0

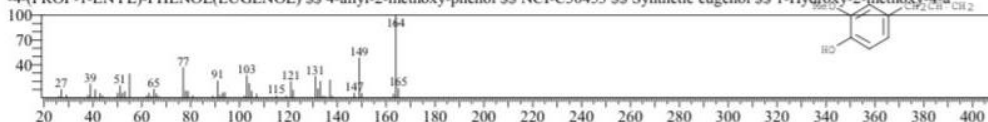
CompName:Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)- (CAS) Eugenol SS 1-(2-PROPENYL)-4-HYDROXY-3-METHOXYBENZENE SS Eugenol SS p-Eugenol SS Eugenic acid SS 4-Allylguaiacol SS p-Allylguaiacol SS Caryophyllol SS 4-Allyl-2-methoxyphenol SS 2-Methoxy-4-allylphenol SS Phenol, 4-allyl-2-methoxy- SS 4-Hydroxy-3-methoxyallylbenzene SS 2-Methoxy-1-hydroxy-4-allylbenzene SS 2-Hydroxy-5-allylanisole SS 2-METHOXY-4-(PROP-1-ENYL)-PHENOL(EUGENOL) SS 4-allyl-2-methoxy-phenol SS NCI-C50453 SS Synthetic eugenol SS 1-Hydroxy-2-methoxy-4-allyl-2-methoxy-4-allylbenzene



Hit#4 Entry:53661 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C10 H12 O2 CAS:97-53-0 MolWeight:164 RetIndex:0

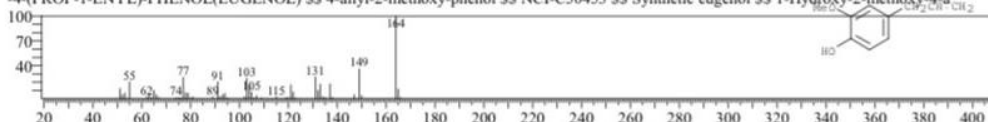
CompName:Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)- (CAS) Eugenol SS 1-(2-PROPENYL)-4-HYDROXY-3-METHOXYBENZENE SS Eugenol SS p-Eugenol SS Eugenic acid SS 4-Allylguaiacol SS p-Allylguaiacol SS Caryophyllol SS 4-Allyl-2-methoxyphenol SS 2-Methoxy-4-allylphenol SS Phenol, 4-allyl-2-methoxy- SS 4-Hydroxy-3-methoxyallylbenzene SS 2-Methoxy-1-hydroxy-4-allylbenzene SS 2-Hydroxy-5-allylanisole SS 2-METHOXY-4-(PROP-1-ENYL)-PHENOL(EUGENOL) SS 4-allyl-2-methoxy-phenol SS NCI-C50453 SS Synthetic eugenol SS 1-Hydroxy-2-methoxy-4-allyl-2-methoxy-4-allylbenzene



Hit#5 Entry:53668 Library:WILEY7.LIB

SI:96 Formula:C10 H12 O2 CAS:97-53-0 MolWeight:164 RetIndex:0

CompName:Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)- (CAS) Eugenol SS 1-(2-PROPENYL)-4-HYDROXY-3-METHOXYBENZENE SS Eugenol SS p-Eugenol SS Eugenic acid SS 4-Allylguaiacol SS p-Allylguaiacol SS Caryophyllol SS 4-Allyl-2-methoxyphenol SS 2-Methoxy-4-allylphenol SS Phenol, 4-allyl-2-methoxy- SS 4-Hydroxy-3-methoxyallylbenzene SS 2-Methoxy-1-hydroxy-4-allylbenzene SS 2-Hydroxy-5-allylanisole SS 2-METHOXY-4-(PROP-1-ENYL)-PHENOL(EUGENOL) SS 4-allyl-2-methoxy-phenol SS NCI-C50453 SS Synthetic eugenol SS 1-Hydroxy-2-methoxy-4-allyl-2-methoxy-4-allylbenzene

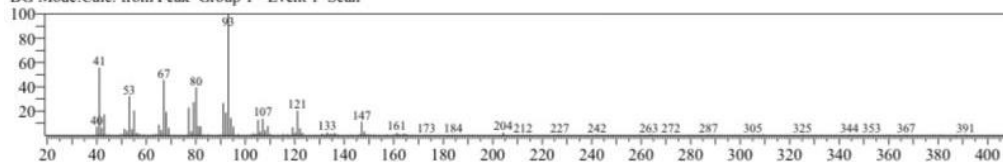


<< Target >>

Line#3 R.Time:12.620(Scan#:2525) MassPeaks:248

RawMode:Averaged 12.615-12.625(2524-2526) BasePeak:93.10(4494)

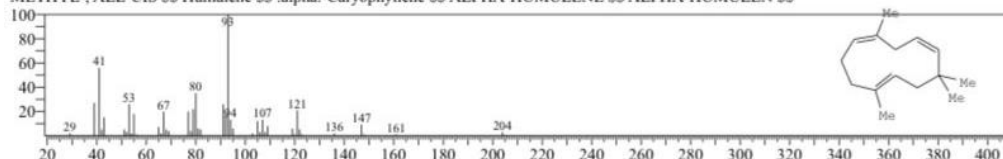
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#1 Entry:100747 Library:WILEY7.LIB

SI:94 Formula:C15 H24 CAS:6753-98-6 MolWeight:204 RetIndex:0

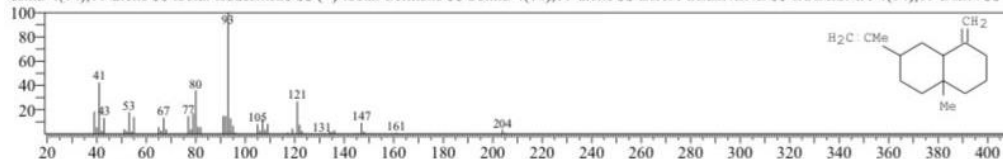
CompName:.alpha.-Humulene SS 1,4,8-Cycloundecatriene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (E,E,E)- (CAS) 4,7,10-CYCLOUNDECATRIENE, 1,1,4,8-TETRAMETHYL-, ALL-CIS SS Humulene SS .alpha.-Caryophyllene SS ALPHA-HUMULENE SS ALPHA-HUMULEN SS



Hit#2 Entry:100913 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C15 H24 CAS:17066-67-0 MolWeight:204 RetIndex:0

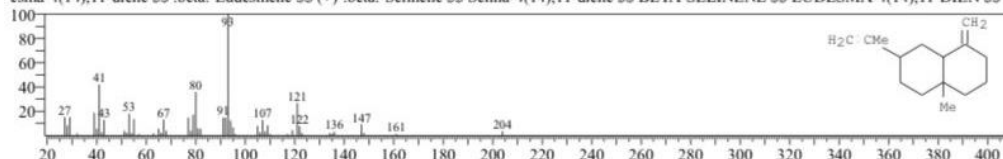
CompName:.beta.-Selinene SS Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4a.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)]- (CAS) Eudesma-4(14),11-diene SS .beta.-Eudesmene SS (+)-.beta.-Selinene SS Selina-4(14),11-diene SS BETA-SELINENE SS EUDESMA-4(14),11-DIEN SS



Hit#3 Entry:100910 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C15 H24 CAS:17066-67-0 MolWeight:204 RetIndex:0

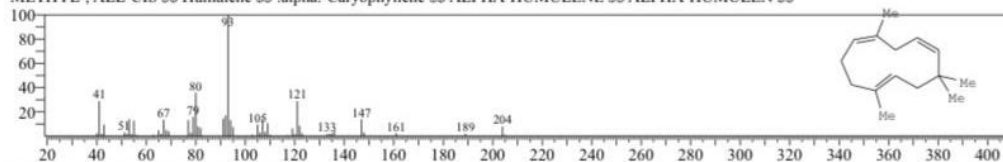
CompName:.beta.-Selinene SS Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4a.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)]- (CAS) Eudesma-4(14),11-diene SS .beta.-Eudesmene SS (+)-.beta.-Selinene SS Selina-4(14),11-diene SS BETA-SELINENE SS EUDESMA-4(14),11-DIEN SS



Hit#4 Entry:100739 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C15 H24 CAS:6753-98-6 MolWeight:204 RetIndex:0

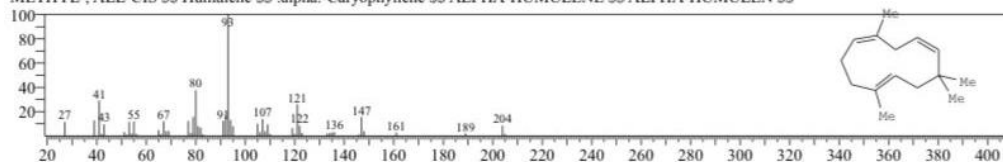
CompName:.alpha.-Humulene SS 1,4,8-Cycloundecatriene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (E,E,E)- (CAS) 4,7,10-CYCLOUNDECATRIENE, 1,1,4,8-TETRAMETHYL-, ALL-CIS SS Humulene SS .alpha.-Caryophyllene SS ALPHA-HUMULENE SS ALPHA-HUMULEN SS



Hit#5 Entry:100736 Library:WILEY7.LIB

SI:88 Formula:C15 H24 CAS:6753-98-6 MolWeight:204 RetIndex:0

CompName:.alpha.-Humulene SS 1,4,8-Cycloundecatriene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (E,E,E)- (CAS) 4,7,10-CYCLOUNDECATRIENE, 1,1,4,8-TETRAMETHYL-, ALL-CIS SS Humulene SS .alpha.-Caryophyllene SS ALPHA-HUMULENE SS ALPHA-HUMULEN SS

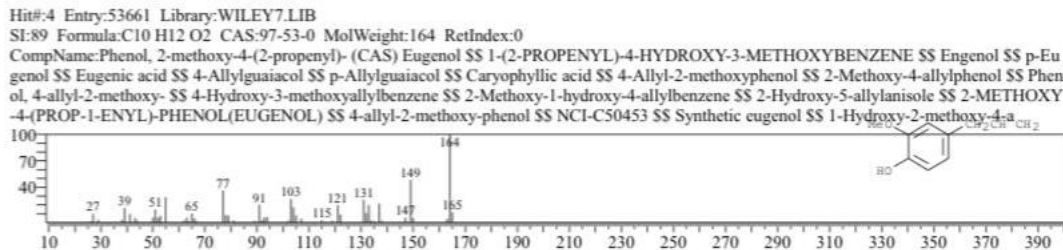
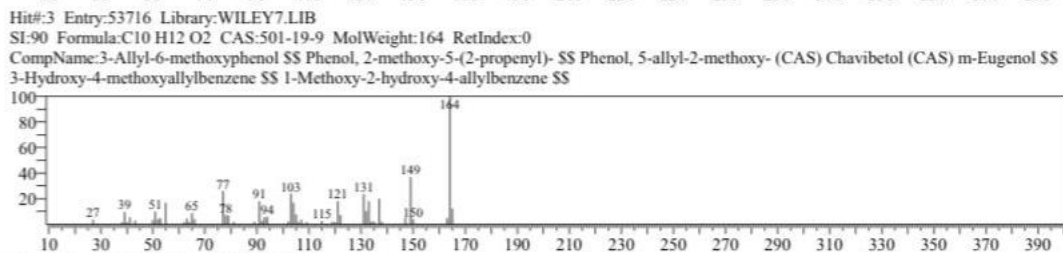
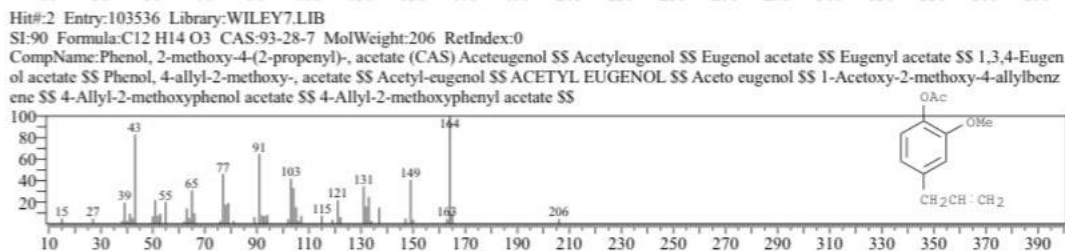
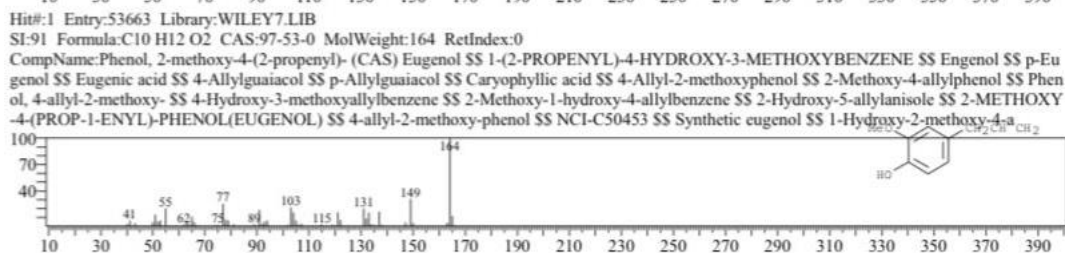
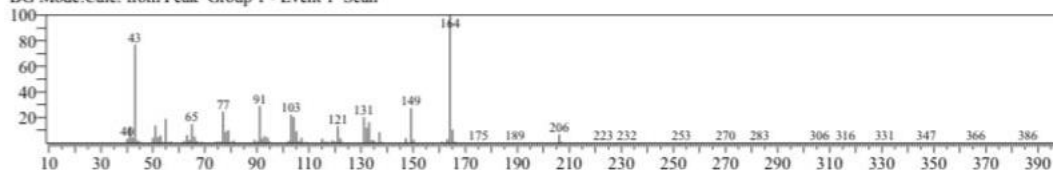


<< Target >>

Line# 4 R.Time:13.440(Scan#:2689) MassPeaks:254

RawMode:Averaged 13.435-13.445(2688-2690) BasePeak:164.10(192030)

BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Lampiran 3. COA Minyak Cengkeh



Sertifikat Analisis Certificate Of Analysis (COA)

Nama Produk : Clove Bud Oil (*Syzygium aromaticum*)
Product Name
Metode Destilasi : Steam Distillation
Distillation Method
No. Batch : CBO0022302
Batch No.
No. Lot : 1
Lot No.
Tanggal Pengujian Sampel : 7 Februari 2025
Sample tasted on

Properties	Spesification	Result
Appearance	Yellow to pale brown	Conforms
Odour	Sweet, phenolic	
Specific Gravity (g/mL) 20 °C	1.040 – 1.060	1.052
Refractive Index (nD) 20 °C	1.525 – 1.535	1.531
Optical Rotation (°) 20 °C	-2° to +2°	+2°
Solubility	Soluble in alcohols and fixed oils, insoluble in water	Conforms
GC Profile		
Primary Constituents	Eugenol	80,74 %
	Caryophyllene	7,37 %

Stability and Storage	Keep in tightly closed container in a cool and dry place, protected from light, avoid strong acids, strong bases and all oxidising agents.
Comment	Analysis of the composition of an essential oil or other volatile liquid used by GC-FID.

The essential oil of this product is 100% pure and natural. It does not contain admixture or contamination from extraneous liquid. The information provided is quality of the actual results of the analysis.

Diketahui oleh,
 Direktur CEOS

 Dr. Noor Fitri, S.Si., M.Si.

Lampiran 4. COA Carbopol 940

COREL PHARMA CHEM

NEAR UNDER BRIDGE, THOL ROAD, KADI-382715, MEHSANA, GUJARAT, INDIA
PHONE : +91 8000880044 / 55 • E-MAIL : corel@corelpharmachem.com • WEB SITE : www.corelpharmachem.com

CERTIFICATE OF ANALYSIS

PRODUCT NAME : ACRYPOL 940 • ISSUE DATE : 16-04-2025
BATCH NUMBER : 11025003 A. R. NUMBER : PP/2025-26/00150
MFG. DATE : 11-04-2025
RETEST DATE : 10-04-2028

Sr. No.	PARAMETER	UNIT	SPECIFICATION	RESULTS
01.	DESCRIPTION		WHITE, FLUFFY, HYGROSCOPIC POWDER HAVING A SLIGHT, CHARACTERISTIC ODOR. THE PH OF 1 IN 100 DISPERSION IN WATER IS ABOUT 3.	WHITE, FLUFFY, HYGROSCOPIC POWDER HAVING A SLIGHT, CHARACTERISTIC ODOR. THE PH OF 1 IN 100 DISPERSION IN WATER IS ABOUT 3.
02.	SOLUBILITY		WHEN NEUTRALIZE WITH ALKALI HYDROXIDE OR AMINE IT DISSOLVE IN WATER, ALCOHOL AND GLYCERIN	COMPLIES
03.	IDENTIFICATION A		SPECTROSCOPIC IDENTIFICATION TEST	COMPLIES
04.	IDENTIFICATION B		1. 10 MG/ML DISPERSION WITH THYMOL BLUE - ORANGE COLOUR	ORANGE COLOUR PRODUCED
			2. 10 MG/ML DISPERSION WITH CRESOL RED - YELLOW COLOUR	YELLOW COLOUR PRODUCED
05.	IDENTIFICATION C		VERY VISCOUS GEL IS PRODUCED	VERY VISCOUS GEL IS PRODUCED
06.	LIMIT OF BENZENE	%	NMT 0.5	NOT DETECTED
07.	LIMIT OF ACRYLIC ACID	%	NMT 0.25	0.10
08.	LOSS ON DRYING	%	NMT 2.0	6.79
09.	VISCOSITY (0.5% MUCILAGE IN WATER, 25°C PH 7.3-7.8, SPINDLE # 7, RPM 20)	mPa.s	40,000 TO 60,000	43000
10.	ASSAY FOR CARBOXYLIC ACID CONTENT	%	56.0 TO 68.0	58.17

STATUS: Approve above specification.

* Specification as per finished product specification [QC-WI-335 (00)] (Carbomer 940). Meeting requirement of USP/NF.



This is electronically generated report, hence does not require signature

The Next Generation Polymer Technologist

OFFICE: COREL HOUSE, NR. SHAYONA MARBLE, OPP. BHAGWAT PETROL PUMP 3G HIGHWAY, DOTA, AHMEDABAD-382101, INDIA. TEL : +91 8000880044

ACRYCOAT • COLORCOAT • ACRYPOL • KYRON • ACRYNOL • ACRYFLOW • ACRYSET

Lampiran 5. COA Gum Arab


AMIT HYDROCOLLOIDS

Regd. Office : Gala No. 121, 1st Floor, Raja Ind. Estate, Plot No. 705-B, P.K. Road, Malund (West), Mumbai-400 080, (India)
 ☎ +91-22-61540303 (up to 100 Lines) ● Fax: +91-22-61540300 ● E-mail: saleshydro@amitgroup.in

Date: 02/12/2020

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Client Name : Innorex Pharma
 Name of the Product : Gum Acacia U.S.P
 Grade : 81

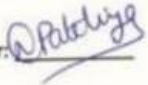
Mfg. dt. : Nov 2020
 Exp. dt. : Oct 2025

Sample No. : GA-015/1220
 Quantity : 100 gm

No.	TESTS	RESULTS	SPECIFICATIONS (U.S.P. 42 / N.F. 37)
1.	Identification	A flocculent or curdy, white precipitate is formed immediately with diluted lead subacetate.	A flocculent or curdy, white precipitate is formed immediately with diluted lead subacetate.
2.	Arsenic (ppm)	Below 3.0	Maximum 3.0
3.	Lead (ppm)	Below 10.0	Maximum 10.0
4.	Botanic Characteristic	Complies	White to yellowish white, angular microscopic fragments with only traces of starch or vegetable tissues present.
5.	Microbial limit: A) TAMC (CFU/g) B) TYMC (CFU/g) C) <i>Staphylococcus aureus</i> D) <i>Pseudomonas aeruginosa</i> E) <i>Escherichia coli</i> F) <i>Salmonella</i>	Below 1000 Below 100 Absent Absent Absent Absent	Maximum 1000 Maximum 100 Absent Absent Absent Absent
6.	Water Determination (%) (at 105°C, 5 hr)	6.0	Maximum 15.0
7.	Acid-insoluble Ash (%)	0.04	Maximum 0.5
8.	Total Ash (%)	3.4	Maximum 4.0
9.	Insoluble Residue (mg)	Below 50	Maximum 50
10.	Solubility and reaction	Complies	A solution of 1 gm compound in 2 ml of water flows readily and is acid to litmus.

REMARK: - This is to certify that the product complies with the prescribed standards of Quality as per U.S.P.

QA Officer: 
 02/12/2020

QC Officer: 

Lampiran 6. Hasil Karakterisasi Persen Transmittan Nanoemulsi

Report : 2026/03/20 15:28

Sample Name : nanoemulsi cengkeh

File Name : nanoemulsi cengkeh

Run Date : 2026/03/20 15:25

Operator :

Spectrophotometer

Model : UH5300 Spectrophotometer

SERIAL No. : 2483-018

(CPU1)Program No. : 3J15300-04

(CPU2)Program No. : 3J15310-13

Option : 6 Cell

Instrument Parameter

Measurement Mode :	Abs/Transmittance	Bandpass(nm) :	1.0
Data Mode :	%T	Replicate Measurement :	ON
Number of WL :	1	Number of Replicate :	3
WL1 (nm) :	650.0	Statistics :	ON
Initial Delay(s) :	3	6 Cell Mode :	Manual

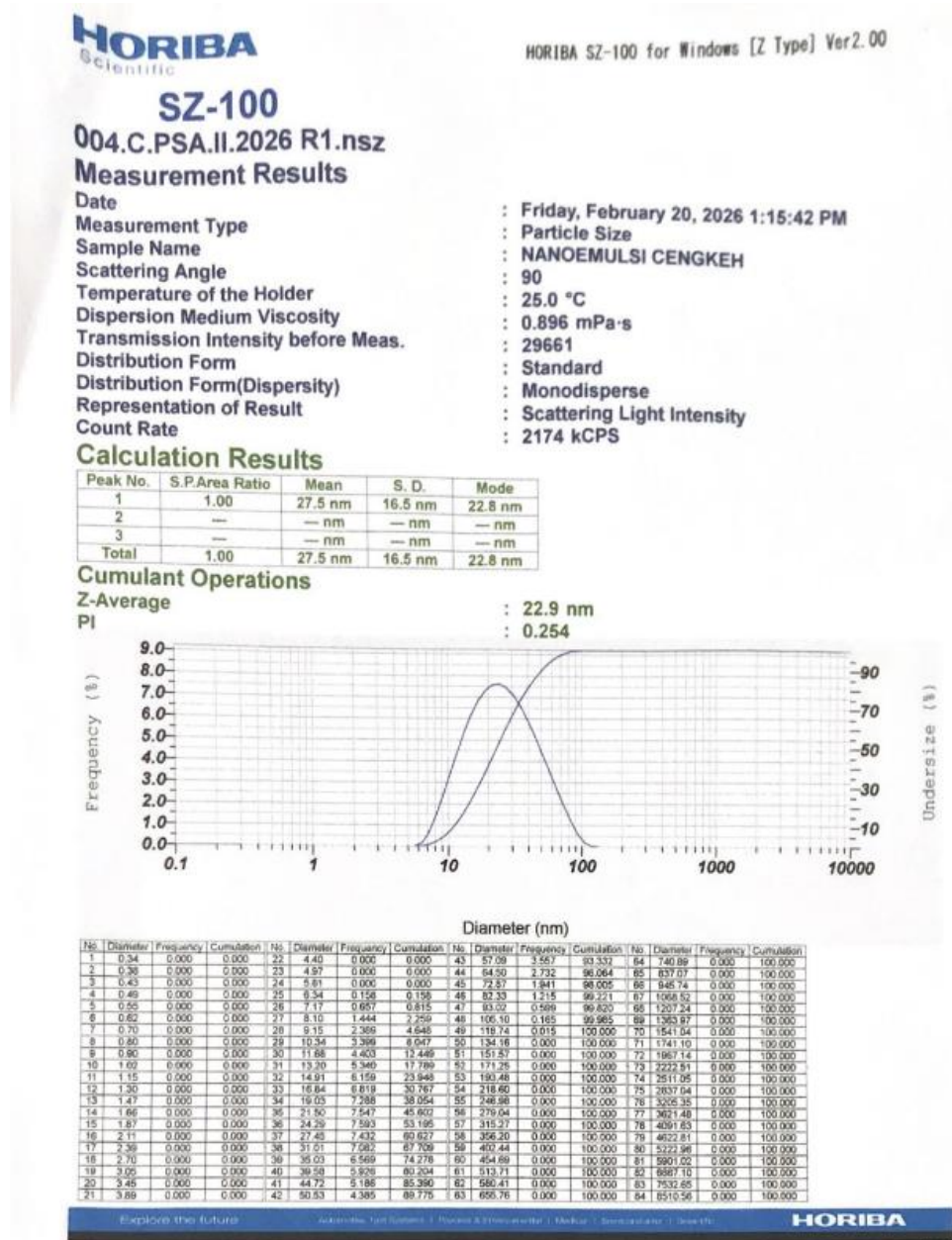
Sample

Sample ID	%T
*1-1	98.9
*1-2	99.0
*1-3	99.0

MEAN	99.0
SD	0.0
RSD	0.02

Lampiran 7. Hasil Karakterisasi Ukuran Partikel Nanoemulsi

Replikasi 1



Replikasi 2

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

004.C.PSA.II.2026 R2.nsz

Measurement Results

Date

: Friday, February 20, 2026 1:13:15 PM

Measurement Type

: Particle Size

Sample Name

: NANOEMULSI CENGKEH

Scattering Angle

: 90

Temperature of the Holder

: 25.0 °C

Dispersion Medium Viscosity

: 0.896 mPa·s

Transmission Intensity before Meas.

: 29661

Distribution Form

: Standard

Distribution Form(Dispersity)

: Monodisperse

Representation of Result

: Scattering Light Intensity

Count Rate

: 2173 kCPS

Calculation Results

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	1.00	27.3 nm	16.0 nm	22.8 nm
2	—	— nm	— nm	— nm
3	—	— nm	— nm	— nm
Total	1.00	27.3 nm	16.0 nm	22.8 nm

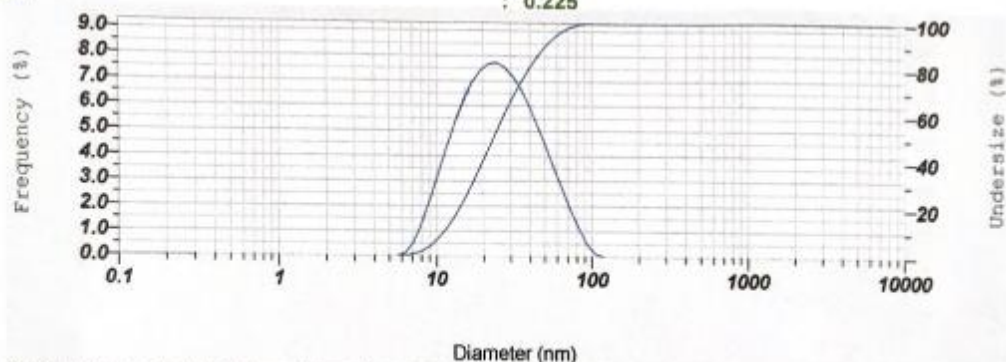
Cumulant Operations

Z-Average

: 23.2 nm

PI

: 0.225



No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation
1	0.34	0.000	0.000	22	4.40	0.000	0.000	43	57.00	3.532	93.000	64	740.80	0.000	100.000
2	0.36	0.000	0.000	23	4.97	0.000	0.000	44	64.92	2.069	95.069	65	817.07	0.000	100.000
3	0.43	0.000	0.000	24	5.61	0.000	0.000	45	72.87	1.547	96.617	66	945.74	0.000	100.000
4	0.48	0.000	0.000	25	6.34	0.112	0.112	46	82.33	1.104	97.721	67	1068.50	0.000	100.000
5	0.55	0.000	0.000	26	7.17	0.579	0.691	47	93.02	0.480	98.201	68	1207.54	0.000	100.000
6	0.62	0.000	0.000	27	8.10	1.361	2.052	48	105.10	0.094	98.295	69	1363.97	0.000	100.000
7	0.70	0.000	0.000	28	9.15	2.320	4.372	49	118.74	0.000	98.295	70	1541.04	0.000	100.000
8	0.80	0.000	0.000	29	10.34	3.353	7.725	50	134.16	0.000	98.295	71	1741.10	0.000	100.000
9	0.90	0.000	0.000	30	11.68	4.386	12.111	51	151.57	0.000	98.295	72	1967.14	0.000	100.000
10	1.02	0.000	0.000	31	13.20	5.395	17.506	52	171.25	0.000	98.295	73	2222.51	0.000	100.000
11	1.15	0.000	0.000	32	14.91	6.205	23.711	53	193.48	0.000	98.295	74	2511.05	0.000	100.000
12	1.30	0.000	0.000	33	16.84	6.892	30.603	54	218.60	0.000	98.295	75	2837.04	0.000	100.000
13	1.47	0.000	0.000	34	19.03	7.383	37.985	55	246.90	0.000	98.295	76	3205.35	0.000	100.000
14	1.66	0.000	0.000	35	21.50	7.857	45.842	56	278.04	0.000	98.295	77	3621.48	0.000	100.000
15	1.87	0.000	0.000	36	24.29	7.709	53.551	57	315.27	0.000	98.295	78	4091.83	0.000	100.000
16	2.11	0.000	0.000	37	27.45	7.545	61.096	58	358.20	0.000	98.295	79	4622.81	0.000	100.000
17	2.39	0.000	0.000	38	31.07	7.154	68.250	59	407.44	0.000	98.295	80	5222.96	0.000	100.000
18	2.70	0.000	0.000	39	35.03	6.653	74.903	60	454.69	0.000	98.295	81	5901.02	0.000	100.000
19	3.05	0.000	0.000	40	39.36	5.985	80.888	61	513.71	0.000	98.295	82	6667.12	0.000	100.000
20	3.45	0.000	0.000	41	44.72	5.215	86.103	62	580.41	0.000	98.295	83	7532.85	0.000	100.000
21	3.89	0.000	0.000	42	50.53	4.384	90.487	63	655.78	0.000	98.295	84	8510.58	0.000	100.000

Explore the future.

HORIBA TSP System / Process & Environment / Particle / Environmental / Gas & Air

HORIBA

Replikasi 3

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

004.C.PSA.II.2026 R3.nsz

Measurement Results

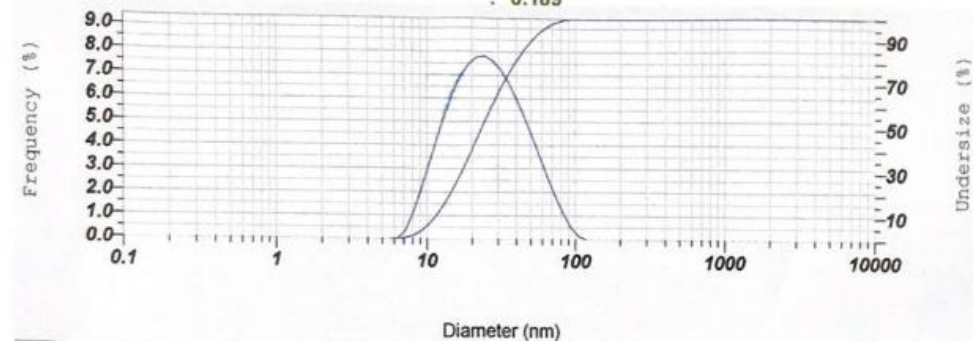
Date : Friday, February 20, 2026 1:10:55 PM
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : NANOEMULSI CENGKEH
 Scattering Angle : 90
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.898 mPa·s
 Transmission Intensity before Meas. : 29661
 Distribution Form : Standard
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 2186 KCPS

Calculation Results

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	1.00	27.6 nm	16.0 nm	22.8 nm
2	---	--- nm	--- nm	--- nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	27.6 nm	16.0 nm	22.8 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 23.5 nm
 PI : 0.189



No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation
1	0.34	0.000	0.000	22	4.40	0.000	0.000	43	57.09	3.566	93.684	64	740.89	0.000	99.990
2	0.36	0.000	0.000	23	4.97	0.000	0.000	44	64.50	2.700	96.384	65	837.07	0.000	99.990
3	0.43	0.000	0.000	24	5.61	0.000	0.000	45	72.87	1.873	98.257	66	945.74	0.000	99.990
4	0.49	0.000	0.000	25	6.34	0.010	0.000	46	82.33	1.125	99.382	67	1086.52	0.000	99.990
5	0.55	0.000	0.000	26	7.17	0.349	0.349	47	93.02	0.510	99.892	68	1207.24	0.000	99.990
6	0.62	0.000	0.000	27	8.10	1.118	1.468	48	105.10	0.118	99.990	69	1363.97	0.000	99.990
7	0.70	0.000	0.000	28	9.15	2.121	3.589	49	118.74	0.000	99.990	70	1541.04	0.000	99.990
8	0.80	0.000	0.000	29	10.34	3.218	6.807	50	134.16	0.000	99.990	71	1741.10	0.000	99.990
9	0.90	0.000	0.000	30	11.68	4.314	11.121	51	151.57	0.000	99.990	72	1967.14	0.000	99.990
10	1.02	0.000	0.000	31	13.20	5.398	16.459	52	171.25	0.000	99.990	73	2222.51	0.000	99.990
11	1.15	0.000	0.000	32	14.81	6.233	22.692	53	193.48	0.000	99.990	74	2511.08	0.000	99.990
12	1.30	0.000	0.000	33	16.64	6.952	29.644	54	218.60	0.000	99.990	75	2837.04	0.000	99.990
13	1.47	0.000	0.000	34	18.02	7.464	37.108	55	246.98	0.000	99.990	76	3205.35	0.000	99.990
14	1.66	0.000	0.000	35	21.50	7.751	44.859	56	279.04	0.000	99.990	77	3621.48	0.000	99.990
15	1.87	0.000	0.000	36	24.29	7.807	52.666	57	315.27	0.000	99.990	78	4091.63	0.000	99.990
16	2.11	0.000	0.000	37	27.45	7.642	60.308	58	356.20	0.000	99.990	79	4622.81	0.000	99.990
17	2.39	0.000	0.000	38	31.01	7.276	67.584	59	402.44	0.000	99.990	80	5222.96	0.000	99.990
18	2.70	0.000	0.000	39	35.03	6.737	74.321	60	454.69	0.000	99.990	81	5901.02	0.000	99.990
19	3.05	0.000	0.000	40	39.58	6.060	80.381	61	513.71	0.000	99.990	82	6667.10	0.000	99.990
20	3.45	0.000	0.000	41	44.72	5.281	85.661	62	580.41	0.000	99.990	83	7532.65	0.000	99.990
21	3.99	0.000	0.000	42	50.53	4.437	90.099	63	655.76	0.000	99.990	84	8510.56	0.000	100.000

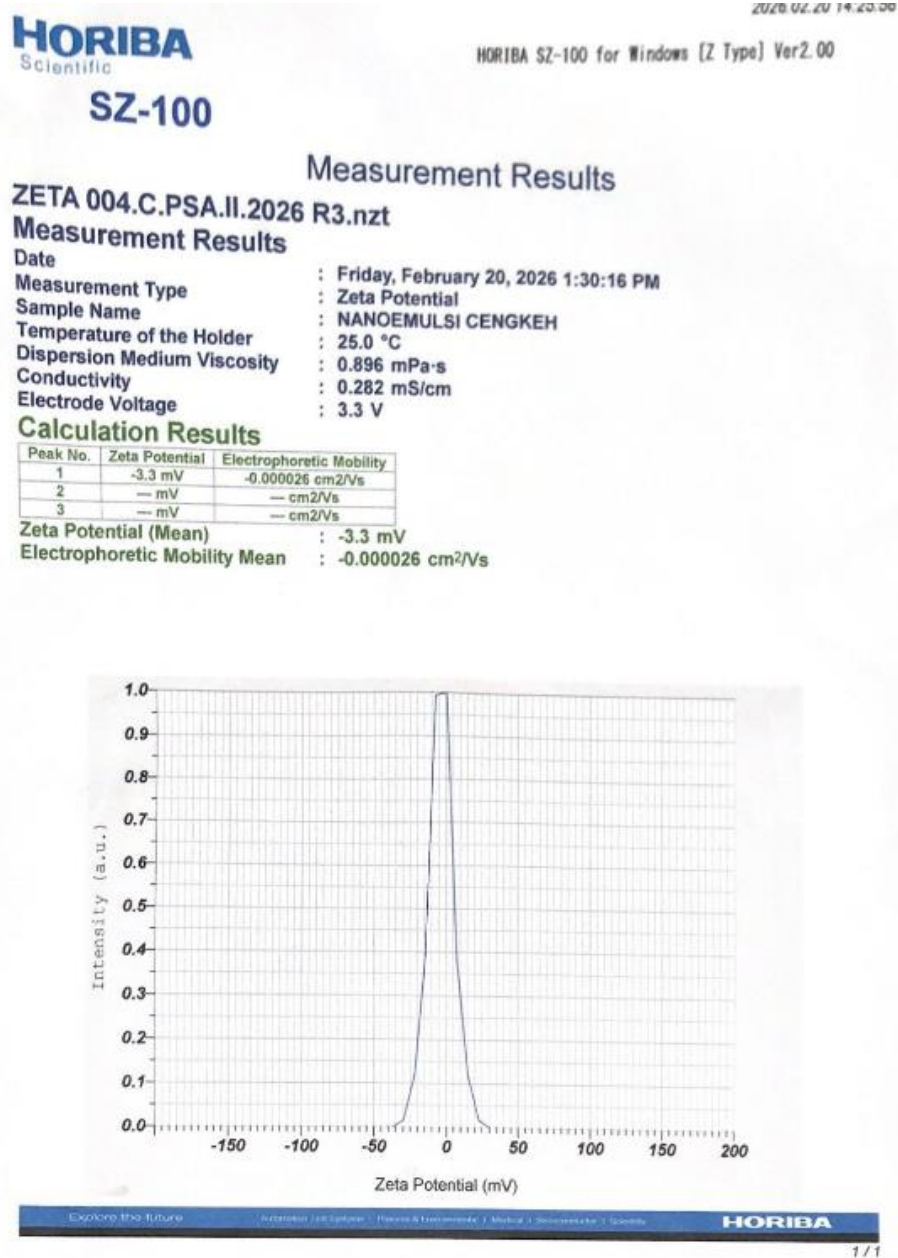
Explore the future

Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Research

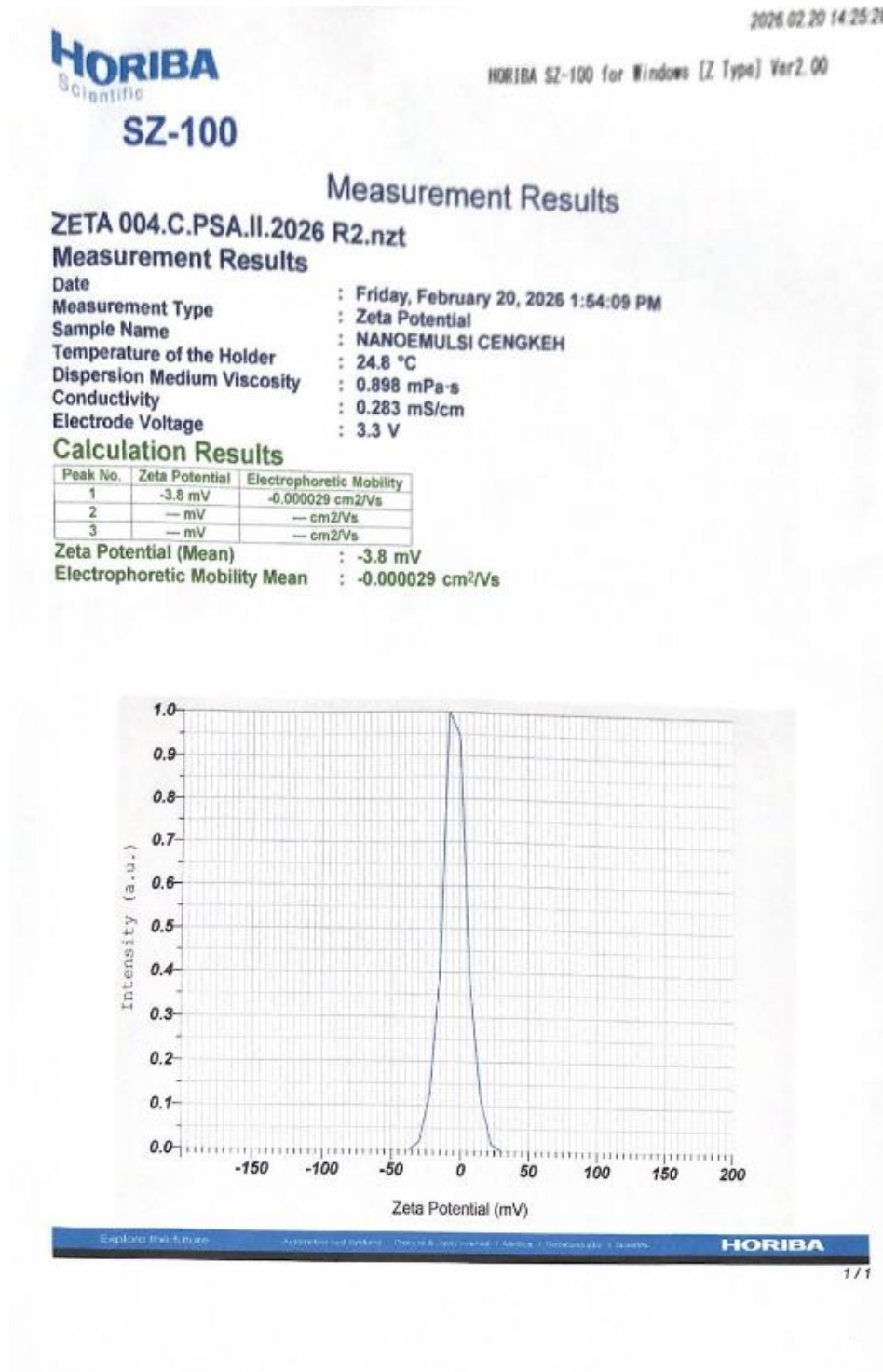
HORIBA

Lampiran 8. Hasil Karakterisasi Zeta Potensial Nanoemulsi

Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

HORIBA
Scientific

2026.02.20 14:24:55

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

Measurement Results

ZETA 004.C.PSA.II.2026 R1.nzt

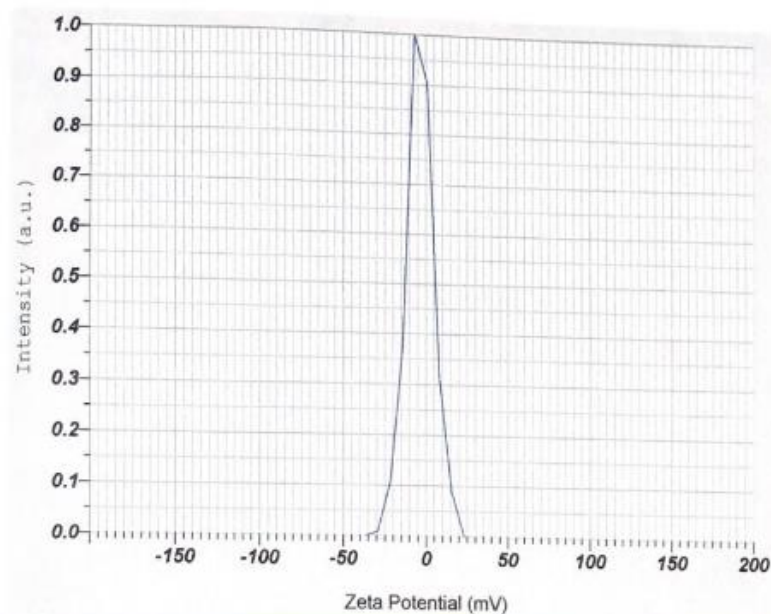
Measurement Results

Date : Friday, February 20, 2026 2:00:44 PM
 Measurement Type : Zeta Potential
 Sample Name : NANOEMULSI CENGKEH
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Conductivity : 0.283 mS/cm
 Electrode Voltage : 3.3 V

Calculation Results

Peak No.	Zeta Potential	Electrophoretic Mobility
1	-3.5 mV	-0.000027 cm ² /Vs
2	— mV	— cm ² /Vs
3	— mV	— cm ² /Vs

Zeta Potential (Mean) : -3.5 mV

 Electrophoretic Mobility Mean : -0.000027 cm²/Vs
 

Explore the future

Autoscript Test System : Zeta & Microelectrophoresis : Model Z ZetaPlus Scientific

HORIBA

1 / 1

Lampiran 9. Ethical Clearance



Terakreditasi KEPPKN No. 005/KEPPKN/AKT/IV/2024

Kementerian Kesehatan

Poltekkes Yogyakarta

Komite Etik Penelitian Kesehatan

Jalan Tata Bumi No. 3, Banyuraden, Gamping,
Sleman, D.I. Yogyakarta 55293

(0274) 617601

<https://poltekkesjogja.ac.id>

KETERANGAN LAYAK ETIK DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION "ETHICAL EXEMPTION"

No.DP.04.03/e-KEPK.1/405/2026

Protokol penelitian versi 1 yang diusulkan oleh :

The research protocol proposed by

Peneliti utama : Dr. apt. Asih Triastuti, S.F., M.Pharm.

Principal In Investigator

Nama Institusi : Universitas Islam Indonesia

Name of the Institution

Dengan judul:

Title

"Formulasi dan Analisis Kesukaan Produk Emulgel Minyak Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.)"

*"Formulation And Preference Analysis of Clove Oil (*Syzygium aromaticum* L.) Emulgel Products"*

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion/Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicators of each standard.

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 04 Maret 2026 sampai dengan tanggal 04 Maret 2027.

This declaration of ethics applies during the period March 04, 2026 until March 04, 2027.



March 04, 2026

Chairperson,



Dr. drg. Wiworo Haryani, M.Kes.

Anggota Peneliti : Shafira Uffalranissa

Lampiran 10. Kuesioner Responden

IDENTITAS & SKRINING RESPONDEN

Nama :

Usia :

Jenis kelamin :

Pernyataan Persetujuan: Dengan mengisi formulir ini, saya menyatakan telah diberikan penjelasan dan secara sukarela setuju untuk menjadi responden dalam pengujian ini.

☐ Setuju

Uji Hedonik

Petunjuk Pengisian

Anda akan diberikan empat sampel sediaan (Kode A, B, C, D). Periksa setiap parameter (warna, aroma, tekstur, sensasi, dan daya serap). Berikan penilaian Anda berdasarkan skala berikut:

1: Sangat Tidak Suka, 2: Tidak Suka, 3: Netral, 4: Suka, 5: Sangat Suka

Penilaian Formula 1

- | | |
|---------------------|--|
| 1. Warna | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 2. Aroma | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 3. Tekstur | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 4. Sensasi di kulit | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 5. Daya serap | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |

Penilaian Formula 2

- | | |
|---------------------|--|
| 1. Warna | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 2. Aroma | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 3. Tekstur | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 4. Sensasi di kulit | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 5. Daya serap | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |

Penilaian Formula 3

- | | |
|---------------------|--|
| 1. Warna | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 2. Aroma | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 3. Tekstur | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 4. Sensasi di kulit | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 5. Daya serap | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |

Penilaian Formula 4

- | | |
|---------------------|--|
| 1. Warna | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 2. Aroma | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 3. Tekstur | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 4. Sensasi di kulit | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |
| 5. Daya serap | ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 |

Wawancara

Secara keseluruhan, produk mana yang lebih Anda sukai?

- ☐ Produk A (Formula 1)
- ☐ Produk B (Formula 2)
- ☐ Produk C (Formula 3)
- ☐ Produk D (Formula 4)

Apa alasan Anda menyukai produk tersebut? (Boleh pilih lebih dari satu)

- ☐ Warna alami dan bersih
- ☐ Aroma menenangkan/khas cengkeh
- ☐ Tekstur halus dan lembut
- ☐ Efek hangat yang nyaman
- ☐ Efek dingin yang nyaman
- ☐ Meresap sangat cepat

Apakah Anda merasakan ketidaknyamanan (gatal/perih/panas/lengket/lainnya)? Jika ya, pada produk apa? (Gunakan jawaban singkat. Contoh isi: "Produk C panas", atau "Tidak ada")

☐

Apa saran Anda agar produk kami lebih baik?

☐

Lampiran 11. Dokumentasi Uji Hedonik dan Wawancara



Lampiran 12. Olah Data Uji Hedonik

No	Usia	Jenis Kelamin	F1					F2					F3					F4				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	21	P	5	4	4	3	4	5	4	5	5	4	5	3	4	3	4	5	2	4	3	4
2	21	P	2	5	5	5	1	4	5	5	5	3	3	3	4	5	4	3	3	2	3	4
3	20	P	4	3	4	4	4	5	3	5	5	5	3	3	4	4	4	3	3	5	5	3
4	21	P	4	5	4	5	5	4	5	3	3	3	3	5	2	2	3	3	5	2	2	3
5	21	P	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4
6	23	P	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	38	P	5	5	5	4	4	4	5	3	3	3	3	4	3	3	3	2	4	3	3	3
8	44	L	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	5	3	5	5	5
9	20	P	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3
10	21	P	2	3	4	4	4	5	3	5	5	5	2	3	2	2	2	2	3	1	1	1
11	21	P	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
12	23	P	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	2	4	3	3	3	4	4	3	3	3
13	20	P	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	2	3	2	3	2	2	3	2	2	1
14	21	P	3	5	3	3	3	4	5	4	4	4	2	5	2	3	3	2	5	2	1	1
15	20	P	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
16	22	P	2	3	4	4	3	2	3	4	4	4	3	3	2	2	3	2	3	3	2	3
17	20	P	4	5	4	5	3	3	4	4	5	3	4	4	4	2	4	4	5	4	2	4
18	22	P	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4
19	20	P	4	3	5	4	5	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
20	22	P	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	3	5	4	5	4	3	5	3	5	4
21	21	P	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	3	5	5	3	3	3
22	23	P	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
23	22	P	3	4	5	4	5	3	4	3	5	4	4	4	2	2	2	3	4	2	3	2
24	21	P	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3
25	22	P	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

26	21	P	3	4	4	4	4	4	4	5	4	5	3	4	2	3	3	2	4	2	1	1
27	20	P	3	4	3	4	3	4	5	5	5	5	3	4	3	3	3	2	4	2	1	2
28	20	P	4	3	4	3	4	5	3	5	5	5	3	3	2	3	4	2	3	2	2	2
29	20	P	4	5	5	5	5	4	4	4	3	3	4	4	2	3	2	5	5	4	4	2
30	21	P	3	4	4	4	5	4	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3
31	22	P	4	3	4	3	4	5	4	5	4	5	3	4	2	3	3	3	3	2	4	3
32	22	P	3	3	4	3	5	4	4	5	4	3	2	2	2	2	1	2	3	2	3	2
33	22	P	5	5	4	5	2	4	5	4	5	3	4	4	3	3	3	4	4	3	2	2
34	22	P	2	3	3	3	3	2	4	2	3	2	1	2	2	3	2	1	1	2	3	2
35	23	P	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3
36	22	P	2	4	3	4	4	2	4	3	4	3	2	3	2	2	2	2	4	2	3	3
37	22	P	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4
38	21	P	5	5	2	2	5	3	5	5	5	5	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
39	21	P	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
40	22	L	2	4	2	5	3	3	3	3	5	3	1	1	1	1	1	4	3	3	5	4
41	21	P	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5	4	4	4
42	21	P	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
43	21	P	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
44	20	P	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
45	21	P	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4
46	23	P	3	3	3	3	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
47	22	P	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
48	23	P	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	3	2	3	4	3	3	4	2	2
49	23	P	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	2	2	2	2	2	4	2	2	2
50	22	P	3	5	3	3	3	4	5	5	5	4	3	4	3	3	3	3	5	3	3	3

Keterangan: 1 (aroma), 2 (warna), 3 (tekstur), 4 (sensasi), 5 (daya serap)

Olah Data Wawancara

No	Usia	Jenis Kelamin	Produk Disuka	Keluhan	Saran
1	21	P	Produk B	-	-
2	21	P	Produk B	Produk C lengket	Tambahkan essence
3	20	P	Produk B	-	Menggunakan kemasan yang lebih menarik
4	21	P	Produk A	Produk C dan D lengket	-
5	21	P	Produk B	-	-
6	23	P	Produk B	-	-
7	38	P	Produk A	Produk C lengket	Bau jangan terlalu tajam saat di oles
8	44	L	Produk D	-	Warna lebih suka putih
9	20	P	Produk A	-	Kemasan jika di jual dibuat lebih menarik
10	21	P	Produk B	-	Sensasi dingin dibuat lebih lama
11	21	P	Produk B	-	-
12	23	P	Produk B	Produk c lengket	-
13	20	P	Produk B	-	Pengen yang baunya cepat hilang setelah dioles, biar nggak tabrakan sama bau parfum
14	21	P	Produk B	-	Kurang suka bau herbal
15	20	P	Produk B	-	-
16	22	P	Produk B	-	Diberi aroma yang nyaman dan tidak menyengat
17	20	P	Produk A	-	-
18	22	P	Produk B	-	Perlu ditambahkan aroma lain
19	20	P	Produk A	-	-
20	22	P	Produk A	-	Gel bisa dibuat lebih jernih
21	21	P	Produk A	-	Mungkin lebih baik ditambahkan fragrance
22	23	P	Produk B	Produk D terasa lengket di kulit	Aroma dapat dikurangi agar tidak terlalu menyengat
23	22	P	Produk A	-	-

24	21	P	Produk A	-	Gunakan kemasan yang higienis dan mudah untuk digunakan
25	22	P	Produk B	-	Lebih baik diberikan warna pada gel
26	21	P	Produk B	Produk A bau menyengat. Produk C dan D lengket	Sebaiknya aroma yang terlalu menyengat dikurangi
27	20	P	Produk B	-	-
28	20	P	Produk B	-	Lebih tertarik dengan produk bertekstur watery
29	20	P	Produk B	Produk D berminyak	-
30	21	P	Produk C	-	-
31	22	P	Produk B	-	Bisa ditambahkan pewangi
32	22	P	Produk B	-	-
33	22	P	Produk A	Produk C lama menyerap meninggalkan bekas	-
34	22	P	Produk A	-	-
35	23	P	Produk A	Produk D hangat	Warna kurang suka dibuat lebih berwarna
36	22	P	Produk A	C D lengket lama meresap	Produk dibikin cepat meresap
37	22	P	Produk B	-	-
38	21	P	Produk A	-	-
39	21	P	Produk B	-	-
40	22	L	Produk D	-	Suka kalau warna
41	21	P	Produk A	-	-
42	21	P	Produk B	-	-
43	21	P	Produk B	-	-
44	20	P	Produk B	-	-
45	21	P	Produk B	-	-
46	23	P	Produk B	-	-
47	22	P	Produk B	-	-
48	23	P	Produk B	-	-

49	23	P	Produk B	-	-
50	22	P	Produk B	-	-

Keterangan: Produk A (F1); Produk B (F2); Produk C (F3); Produk D (F4)

Lampiran 13. Analisis Statistik Evaluasi Nanoemulgel

Uji pH

Normalitas

Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D
Tabular results		F1	F2	F3	F4
Test for normal distribution					
Shapiro-Wilk test					
W		0.9018	0.9980	0.9356	0.8468
P value		0.3914	0.9152	0.5098	0.2318
Passed normality test (alpha=0.05)?		Yes	Yes	Yes	Yes
P value summary		ns	ns	ns	ns

Uji ANOVA

Ordinary one-way ANOVA	
ANOVA results	
ANOVA summary	
F	173.6
P value	<0.0001
P value summary	****
Significant diff. among means (P < 0.05)?	Yes
R squared	0.9849
Brown-Forsythe test	
F (DFn, DFd)	0.5531 (3, 8)
P value	0.6603
P value summary	ns
Are SDs significantly different (P < 0.05)?	No

Uji Tukey

Ordinary one-way ANOVA									
Multiple comparisons									
Number of families	1								
Number of comparisons per family	6								
Alpha	0.05								
Tukey's multiple comparisons test		Mean diff.	95.00% CI of diff.	Below threshold?	Summary	Adjusted P Value			
F1 vs. F2	0.2467	0.2055 to 0.2878	Yes	****	<0.0001	A-B			
F1 vs. F3	-0.005333	-0.04647 to 0.03580	No	ns	0.9743	A-C			
F1 vs. F4	0.03567	-0.005468 to 0.07680	No	ns	0.0912	A-D			
F2 vs. F3	-0.2520	-0.2931 to -0.2109	Yes	****	<0.0001	B-C			
F2 vs. F4	-0.2110	-0.2521 to -0.1699	Yes	****	<0.0001	B-D			
F3 vs. F4	0.04100	-0.0001350 to 0.08213	No	ns	0.0507	C-D			
Test details		Mean 1	Mean 2	Mean diff.	SE of diff.	n1	n2	q	DF
F1 vs. F2	5.374	5.127	0.2467	0.01285	3	3	27.16	8	
F1 vs. F3	5.374	5.379	-0.005333	0.01285	3	3	0.5872	8	
F1 vs. F4	5.374	5.338	0.03567	0.01285	3	3	3.927	8	
F2 vs. F3	5.127	5.379	-0.2520	0.01285	3	3	27.74	8	
F2 vs. F4	5.127	5.338	-0.2110	0.01285	3	3	23.23	8	
F3 vs. F4	5.379	5.338	0.04100	0.01285	3	3	4.514	8	

Uji viskositas

Normalitas

Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D
Tabular results		F1	F2	F3	F4
Test for normal distribution					
Shapiro-Wilk test					
W		1.000	0.8929	0.9423	0.8322
P value		>0.9999	0.3631	0.5367	0.1939
Passed normality test (alpha=0.05)?		Yes	Yes	Yes	Yes
P value summary		ns	ns	ns	ns

Uji ANOVA

Ordinary one-way ANOVA ANOVA results	
ANOVA summary	
F	89.48
P value	<0.0001
P value summary	****
Significant diff. among means (P < 0.05)?	Yes
R squared	0.9711
Brown-Forsythe test	
F (DFn, DFd)	0.7342 (3, 8)
P value	0.5603
P value summary	ns
Are SDs significantly different (P < 0.05)?	No

Uji Tukey

Ordinary one-way ANOVA Multiple comparisons								
Number of families	1							
Number of comparisons per family	6							
Alpha	0.05							
Tukey's multiple comparisons test	Mean diff.	95.00% CI of diff.	Below threshold?	Summary	Adjusted P Value			
F1 vs. F2	-350.0	-634.7 to -65.27	Yes	*	0.0181	A-B		
F1 vs. F3	-1000	-1285 to -715.3	Yes	****	<0.0001	A-C		
F1 vs. F4	-1303	-1588 to -1019	Yes	****	<0.0001	A-D		
F2 vs. F3	-650.0	-934.7 to -365.3	Yes	***	0.0004	B-C		
F2 vs. F4	-953.3	-1238 to -668.6	Yes	****	<0.0001	B-D		
F3 vs. F4	-303.3	-588.1 to -18.60	Yes	*	0.0373	C-D		
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean diff.	SE of diff.	n1	n2	q	DF
F1 vs. F2	7348	7698	-350.0	88.91	3	3	5.567	8
F1 vs. F3	7348	8348	-1000	88.91	3	3	15.91	8
F1 vs. F4	7348	8651	-1303	88.91	3	3	20.73	8
F2 vs. F3	7698	8348	-650.0	88.91	3	3	10.34	8
F2 vs. F4	7698	8651	-953.3	88.91	3	3	15.16	8
F3 vs. F4	8348	8651	-303.3	88.91	3	3	4.825	8

Uji daya sebar

Normalitas

Normality and Lognormality Tests Tabular results		A	B	C	D
		F1	F2	F3	F4
Test for normal distribution					
Shapiro-Wilk test					
W	0.7500	1.000	0.9643	0.9643	
P value		>0.9999	0.6369	0.6369	
Passed normality test (alpha=0.05)?	No	Yes	Yes	Yes	
P value summary		ns	ns	ns	

Uji Kruskal-Wallis

Kruskal-Wallis test ANOVA results	
Table Analyzed	daya sebar
Distribution assumption	No assumption
Kruskal-Wallis test	
P value	0.0615
Exact or approximate P value?	Exact
P value summary	ns
Do the medians vary signif. (P < 0.05)?	No
Number of groups	4
Kruskal-Wallis statistic	6.629

Uji daya lekat

Normalitas

Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D
Tabular results		F1	F2	F3	F4
Test for normal distribution					
Shapiro-Wilk test					
W		0.9902	0.9064	0.8200	0.7899
P value		0.8105	0.4062	0.1632	0.0905
Passed normality test (alpha=0.05)?		Yes	Yes	Yes	Yes
P value summary		ns	ns	ns	ns

Uji ANOVA

ANOVA summary	
F	8.813
P value	0.0065
P value summary	**
Significant diff. among means (P < 0.05)?	Yes
R squared	0.7677
Brown-Forsythe test	
F (DFn, DFd)	0.5333 (3, 8)
P value	0.6722
P value summary	ns
Are SDs significantly different (P < 0.05)?	No

Uji Tukey

Ordinary one-way ANOVA								
Multiple comparisons								
Number of families	1							
Number of comparisons per family	6							
Alpha	0.05							
Tukey's multiple comparisons test		Mean diff.	95.00% CI of diff.	Below threshold?	Summary	Adjusted P Value		
F1 vs. F2	-4.120	-16.22 to 7.980	No	ns	0.7048	A-B		
F1 vs. F3	-12.55	-24.65 to -0.4533	Yes	*	0.0422	A-C		
F1 vs. F4	-17.49	-29.59 to -5.393	Yes	**	0.0073	A-D		
F2 vs. F3	-8.433	-20.53 to 3.667	No	ns	0.1942	B-C		
F2 vs. F4	-13.37	-25.47 to -1.273	Yes	*	0.0312	B-D		
F3 vs. F4	-4.940	-17.04 to 7.160	No	ns	0.5836	C-D		
Test details		Mean 1	Mean 2	Mean diff.	SE of diff.	n1	n2	q
F1 vs. F2	3.187	7.307	-4.120	3.778	3	3	1.542	8
F1 vs. F3	3.187	15.74	-12.55	3.778	3	3	4.698	8
F1 vs. F4	3.187	20.68	-17.49	3.778	3	3	6.547	8
F2 vs. F3	7.307	15.74	-8.433	3.778	3	3	3.156	8
F2 vs. F4	7.307	20.68	-13.37	3.778	3	3	5.005	8
F3 vs. F4	15.74	20.68	-4.940	3.778	3	3	1.849	8

Lampiran 14. Analisis Statistik Uji Stabilitas $25 \pm 2^{\circ}\text{C}/60\% \pm 5\% \text{ RH}$

Uji pH

Normalitas

Uji
ANOVA

Uji Tukey

Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D
Tabular results		F1	F2	F3	F4
Test for normal distribution					
Shapiro-Wilk test					
W		0.9465	0.9356	0.9423	0.9967
P value		0.5542	0.5098	0.5367	0.8899
Passed normality test (alpha=0.05)?		Yes	Yes	Yes	Yes
P value summary		ns	ns	ns	ns
ANOVA summary					
F		659.3			
P value		<0.0001			
P value summary		****			
Significant diff. among means (P < 0.05)?		Yes			
R squared		0.9960			
Brown-Forsythe test					
F (DFn, DFd)		0.9445 (3, 8)			
P value		0.4635			
P value summary		ns			
Are SDs significantly different (P < 0.05)?		No			
Tukey's multiple comparisons test	Mean diff.	95.00% CI of diff.	Below threshold?	Summary	Adjusted P Value
F1 vs. F2	-0.2833	-0.3111 to -0.2556	Yes	****	<0.0001
F1 vs. F3	-0.3377	-0.3654 to -0.3099	Yes	****	<0.0001
F1 vs. F4	-0.3140	-0.3418 to -0.2862	Yes	****	<0.0001
F2 vs. F3	-0.05433	-0.08210 to -0.02657	Yes	**	0.0011
F2 vs. F4	-0.03067	-0.05843 to -0.002903	Yes	*	0.0313
F3 vs. F4	0.02367	-0.004097 to 0.05143	No	ns	0.0974
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean diff.	SE of diff.	n1
F1 vs. F2	5.399	5.683	-0.2833	0.008670	3
F1 vs. F3	5.399	5.737	-0.3377	0.008670	3
F1 vs. F4	5.399	5.713	-0.3140	0.008670	3
F2 vs. F3	5.683	5.737	-0.05433	0.008670	3
F2 vs. F4	5.683	5.713	-0.03067	0.008670	3
F3 vs. F4	5.737	5.713	0.02367	0.008670	3
					n2
					q
					DF
					46.22
					55.08
					51.22
					8.863
					5.002
					3.860

Uji viskositas

Normalitas

Uji
ANOVA

Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D
Tabular results		F1	F2	F3	F4
Test for normal distribution					
Shapiro-Wilk test					
W		0.9231	0.9826	0.9980	0.9356
P value		0.4633	0.7470	0.9152	0.5098
Passed normality test (alpha=0.05)?		Yes	Yes	Yes	Yes
P value summary		ns	ns	ns	ns
ANOVA summary					
F		165.4			
P value		<0.0001			
P value summary		****			
Significant diff. among means (P < 0.05)?		Yes			
R squared		0.9841			
Brown-Forsythe test					
F (DFn, DFd)		0.1973 (3, 8)			
P value		0.8954			
P value summary		ns			
Are SDs significantly different (P < 0.05)?		No			

Uji Tukey

Tukey's multiple comparisons test	Mean diff.	95.00% CI of diff.	Below threshold?	Summary	Adjusted P Value			
F1 vs. F2	-513.3	-709.9 to -316.8	Yes	***	0.0001	A-B		
F1 vs. F3	-500.0	-696.5 to -303.5	Yes	***	0.0002	A-C		
F1 vs. F4	-1347	-1543 to -1150	Yes	****	<0.0001	A-D		
F2 vs. F3	13.33	-183.2 to 209.9	No	ns	0.9961	B-C		
F2 vs. F4	-833.3	-1030 to -636.8	Yes	****	<0.0001	B-D		
F3 vs. F4	-846.7	-1043 to -650.1	Yes	****	<0.0001	C-D		
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean diff.	SE of diff.	n1	n2	q	DF
F1 vs. F2	7525	8038	-513.3	61.37	3	3	11.83	8
F1 vs. F3	7525	8025	-500.0	61.37	3	3	11.52	8
F1 vs. F4	7525	8871	-1347	61.37	3	3	31.03	8
F2 vs. F3	8038	8025	13.33	61.37	3	3	0.3072	8
F2 vs. F4	8038	8871	-833.3	61.37	3	3	19.20	8
F3 vs. F4	8025	8871	-846.7	61.37	3	3	19.51	8

Uji daya sebar

Normalitas

Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D
Tabular results		F1	F2	F3	F4
Test for normal distribution					
Shapiro-Wilk test					
W		0.7500	0.9231	0.7500	0.9643
P value			0.4633		0.6369
Passed normality test (alpha=0.05)?		No	Yes	No	Yes
P value summary			ns		ns

Uji
Kruskal-
Wallis

Kruskal-Wallis test	
ANOVA results	
Table Analyzed	daya sebar 25
Distribution assumption	No assumption
Kruskal-Wallis test	
P value	0.0547
Exact or approximate P value?	Exact
P value summary	ns
Do the medians vary signif. (P < 0.05)?	No
Number of groups	4
Kruskal-Wallis statistic	6.711

Uji daya lekat

Normalitas

Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D
Tabular results		F1	F2	F3	F4
Test for normal distribution					
Shapiro-Wilk test					
W		0.7664	0.8961	0.8757	0.9484
P value		0.0365	0.3733	0.3119	0.5622
Passed normality test (alpha=0.05)?		No	Yes	Yes	Yes
P value summary		*	ns	ns	ns

Uji
Kruskal-
Wallis

Kruskal-Wallis test	
ANOVA results	
Table Analyzed	daya lekat 25
Distribution assumption	No assumption
Kruskal-Wallis test	
P value	<0.0001
Exact or approximate P value?	Exact
P value summary	****
Do the medians vary signif. (P < 0.05)?	Yes
Number of groups	4
Kruskal-Wallis statistic	10.38

Uji Dunn

Multiple comparisons						
Number of families	1					
Number of comparisons per family	6					
Alpha	0.05					
Dunn's multiple comparisons test	Mean rank diff.	Significant?	Summary	Adjusted P Value		
F1 vs. F2	-3.000	No	ns	>0.9999	A-B	
F1 vs. F3	-6.000	No	ns	0.2492	A-C	
F1 vs. F4	-9.000	Yes	*	0.0134	A-D	
F2 vs. F3	-3.000	No	ns	>0.9999	B-C	
F2 vs. F4	-6.000	No	ns	0.2492	B-D	
F3 vs. F4	-3.000	No	ns	>0.9999	C-D	
Test details	Mean rank 1	Mean rank 2	Mean rank diff.	n1	n2	Z
F1 vs. F2	2.000	5.000	-3.000	3	3	1.019
F1 vs. F3	2.000	8.000	-6.000	3	3	2.038
F1 vs. F4	2.000	11.00	-9.000	3	3	3.057
F2 vs. F3	5.000	8.000	-3.000	3	3	1.019
F2 vs. F4	5.000	11.00	-6.000	3	3	2.038
F3 vs. F4	8.000	11.00	-3.000	3	3	1.019

Lampiran 15. Analisis Statistik Uji Stabilitas $40 \pm 2^\circ\text{C}/75\% \pm 5\% \text{ RH}$

Uji pH

Normalitas

Normality and Lognormality Tests Tabular results	A F1	B F2	C F3	D F4
Test for normal distribution				
Shapiro-Wilk test				
W	0.9932	0.9868	0.9709	1.000
P value	0.8428	0.7804	0.6725	>0.9999
Passed normality test (alpha=0.05)?	Yes	Yes	Yes	Yes
P value summary	ns	ns	ns	ns

Uji
ANOVA

ANOVA summary	
F	1974
P value	<0.0001
P value summary	****
Significant diff. among means (P < 0.05)?	Yes
R squared	0.9987
Brown-Forsythe test	
F (DFn, DFd)	0.5822 (3, 8)
P value	0.6432
P value summary	ns
Are SDs significantly different (P < 0.05)?	No

Uji Tukey

Tukey's multiple comparisons test	Mean diff.	95.00% CI of diff.	Below threshold?	Summary	Adjusted P Value			
F1 vs. F2	-0.3110	-0.3290 to -0.2930	Yes	****	<0.0001	A-B		
F1 vs. F3	-0.3863	-0.4043 to -0.3683	Yes	****	<0.0001	A-C		
F1 vs. F4	-0.3463	-0.3643 to -0.3283	Yes	****	<0.0001	A-D		
F2 vs. F3	-0.07533	-0.09334 to -0.05733	Yes	****	<0.0001	B-C		
F2 vs. F4	-0.03533	-0.05334 to -0.01733	Yes	**	0.0011	B-D		
F3 vs. F4	0.04000	0.02200 to 0.05800	Yes	***	0.0005	C-D		
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean diff.	SE of diff.	n1	n2	q	DF
F1 vs. F2	5.272	5.583	-0.3110	0.005622	3	3	78.23	8
F1 vs. F3	5.272	5.658	-0.3863	0.005622	3	3	97.18	8
F1 vs. F4	5.272	5.618	-0.3463	0.005622	3	3	87.11	8
F2 vs. F3	5.583	5.658	-0.07533	0.005622	3	3	18.95	8
F2 vs. F4	5.583	5.618	-0.03533	0.005622	3	3	8.888	8
F3 vs. F4	5.658	5.618	0.04000	0.005622	3	3	10.06	8

Uji viskositas

Normalitas

Normality and Lognormality Tests Tabular results	A F1	B F2	C F3	D F4
Test for normal distribution				
Shapiro-Wilk test				
W	1.000	0.9643	1.000	0.8369
P value	>0.9999	0.6369	>0.9999	0.2059
Passed normality test (alpha=0.05)?	Yes	Yes	Yes	Yes
P value summary	ns	ns	ns	ns

Uji
ANOVA

ANOVA summary	
F	157.5
P value	<0.0001
P value summary	****
Significant diff. among means (P < 0.05)?	Yes
R squared	0.9834
Brown-Forsythe test	
F (DFn, DFd)	0.7752 (3, 8)
P value	0.5398
P value summary	ns
Are SDs significantly different (P < 0.05)?	No

Uji Tukey

Ordinary one-way ANOVA Multiple comparisons							
Number of families	1						
Number of comparisons per family	6						
Alpha	0.05						
Tukey's multiple comparisons test	Mean diff.	95.00% CI of diff.	Below threshold?	Summary	Adjusted P Value		
F1 vs. F2	-473.3	-605.2 to -341.5	Yes	****	<0.0001	A-B	
F1 vs. F3	-650.0	-781.8 to -518.2	Yes	****	<0.0001	A-C	
F1 vs. F4	-856.7	-988.5 to -724.8	Yes	****	<0.0001	A-D	
F2 vs. F3	-176.7	-308.5 to -44.85	Yes	*	0.0113	B-C	
F2 vs. F4	-383.3	-515.2 to -251.5	Yes	****	<0.0001	B-D	
F3 vs. F4	-206.7	-338.5 to -74.85	Yes	**	0.0045	C-D	
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean diff.	SE of diff.	n1	n2	q
F1 vs. F2	7218	7691	-473.3	41.16	3	3	16.26
F1 vs. F3	7218	7868	-650.0	41.16	3	3	22.33
F1 vs. F4	7218	8075	-856.7	41.16	3	3	29.43
F2 vs. F3	7691	7868	-176.7	41.16	3	3	6.070
F2 vs. F4	7691	8075	-383.3	41.16	3	3	13.17
F3 vs. F4	7868	8075	-206.7	41.16	3	3	7.100

Uji daya sebar

Normalitas

Normality and Lognormality Tests Tabular results				
	A F1	B F2	C F3	D F4
Test for normal distribution				
Shapiro-Wilk test				
W	0.9643	1.000	0.9868	0.8242
P value	0.6369	>0.9999	0.7804	0.1736
Passed normality test (alpha=0.05)?	Yes	Yes	Yes	Yes
P value summary	ns	ns	ns	ns

Uji ANOVA

ANOVA summary	
F	5.389
P value	0.0253
P value summary	*
Significant diff. among means (P < 0.05)?	Yes
R squared	0.6690
Brown-Forsythe test	
F (DFn, DFd)	0.6032 (3, 8)
P value	0.6310
P value summary	ns
Are SDs significantly different (P < 0.05)?	No

Uji Tukey

Tukey's multiple comparisons test	Mean diff.	95.00% CI of diff.	Below threshold?	Summary	Adjusted P Value		
F1 vs. F2	0.2333	-0.5935 to 1.060	No	ns	0.8035	A-B	
F1 vs. F3	0.6000	-0.2268 to 1.427	No	ns	0.1714	A-C	
F1 vs. F4	0.9667	0.1398 to 1.794	Yes	*	0.0236	A-D	
F2 vs. F3	0.3667	-0.4602 to 1.194	No	ns	0.5221	B-C	
F2 vs. F4	0.7333	-0.09351 to 1.560	No	ns	0.0834	B-D	
F3 vs. F4	0.3667	-0.4602 to 1.194	No	ns	0.5221	C-D	
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean diff.	SE of diff.	n1	n2	q
F1 vs. F2	6.333	6.100	0.2333	0.2582	3	3	1.278
F1 vs. F3	6.333	5.733	0.6000	0.2582	3	3	3.286
F1 vs. F4	6.333	5.367	0.9667	0.2582	3	3	5.295
F2 vs. F3	6.100	5.733	0.3667	0.2582	3	3	2.008
F2 vs. F4	6.100	5.367	0.7333	0.2582	3	3	4.017
F3 vs. F4	5.733	5.367	0.3667	0.2582	3	3	2.008

Uji daya lekat

Normalitas

Normality and Lognormality Tests Tabular results				
	A F1	B F2	C F3	D F4
Test for normal distribution				
Shapiro-Wilk test				
W	0.9634	0.9187	0.9938	0.8385
P value	0.6324	0.4479	0.8499	0.2101
Passed normality test (alpha=0.05)?	Yes	Yes	Yes	Yes
P value summary	ns	ns	ns	ns

Uji
ANOVA

ANOVA summary	
F	14.41
P value	0.0014
P value summary	**
Significant diff. among means ($P < 0.05$)?	Yes
R squared	0.8439
Brown-Forsythe test	
F (DFn, DFd)	0.9221 (3, 8)
P value	0.4729
P value summary	ns
Are SDs significantly different ($P < 0.05$)?	No

Uji Tukey

Tukey's multiple comparisons test	Mean diff.	95.00% CI of diff.	Below threshold?	Summary	Adjusted P Value			
F1 vs. F2	-2.703	-5.384 to -0.02333	Yes	*	0.0482	A-B		
F1 vs. F3	-4.087	-6.768 to -1.406	Yes	**	0.0053	A-C		
F1 vs. F4	-5.210	-7.891 to -2.529	Yes	**	0.0011	A-D		
F2 vs. F3	-1.383	-4.064 to 1.298	No	ns	0.4050	B-C		
F2 vs. F4	-2.507	-5.188 to 0.1743	No	ns	0.0671	B-D		
F3 vs. F4	-1.123	-3.804 to 1.558	No	ns	0.5646	C-D		
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean diff.	SE of diff.	n1	n2	q	DF
F1 vs. F2	3.263	5.967	-2.703	0.8372	3	3	4.567	8
F1 vs. F3	3.263	7.350	-4.087	0.8372	3	3	6.903	8
F1 vs. F4	3.263	8.473	-5.210	0.8372	3	3	8.801	8
F2 vs. F3	5.967	7.350	-1.383	0.8372	3	3	2.337	8
F2 vs. F4	5.967	8.473	-2.507	0.8372	3	3	4.234	8
F3 vs. F4	7.350	8.473	-1.123	0.8372	3	3	1.898	8