

**FORMULASI DAN EVALUASI STABILITAS FISIK KRIM
ROLL-ON SERAI WANGI SEBAGAI ANTI-INFLAMASI**

TUGAS AKHIR



**JESICA JAQUELINE
NIM : 612110026**

**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MA CHUNG
MALANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

FORMULASI DAN EVALUASI STABILITAS FISIK KRIM *ROLL-ON* SERAI WANGI SEBAGAI ANTI-INFLAMASI

Oleh:

JESICA JAQUELINE

NIM. 612110026

dari:

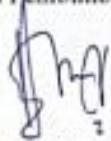
PROGRAM STUDI FARMASI

FAKULTAS KESEHATAN

UNIVERSITAS MA CHUNG

Telah dinyatakan lulus dalam melaksanakan Tugas Akhir sebagai syarat
kelulusan dan berhak mendapatkan gelar Sarjana Farmasi (S. Farm)

Dosen Pembimbing I,



Apt. Eva Monica, S.Farm., M.Sc.
NIP. 201600016

Dosen Pembimbing II,



Michael Resta Surva Y, S.Farm., M.Farm.
NIP. 20230010



Pernyataan Keaslian (orisinalitas)

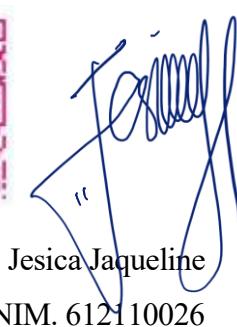
Dengan ini saya menyatakan bahwa isi keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul yaitu “FORMULASI DAN EVALUASI STABILITAS FISIK KRIM ROLL-ON SERAI WANGI SEBAGAI ANTI-INFLAMASI” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri dan diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis dengan lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pertanyaan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Malang,



Jesica Jaqueline
NIM. 612110026

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jesica Jaqueline". Below the signature, the text "NIM. 612110026" is written in a smaller font.

FORMULASI DAN EVALUASI STABILITAS FISIK KRIM *ROLL-ON* SERAI WANGI SEBAGAI ANTI-INFLAMASI

Jesica Jaqueline¹, Eva Monica², Michael Resta Surya Yanuar³
Universitas Ma Chung

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi stabilitas fisik serta efektivitas krim *roll-on* berbasis serai wangi sebagai sediaan anti-inflamasi topikal. Serai wangi dipilih karena mengandung senyawa bioaktif seperti sitronelal dan geraniol yang diketahui memiliki potensi dalam menghambat proses inflamasi melalui mekanisme enzim sikloogsinease dan sitokin pro-inflamasi.

Penelitian ini menggunakan metode *Simplex Lattice Design* (SLD) untuk mengoptimalkan kombinasi bahan emulgator yaitu asam stearat dan gliserin, dengan parameter evaluasi meliputi pH, viskositas, daya sebar, dan daya lekat. Sediaan diuji kestabilannya melalui uji organoleptis, homogenitas, tipe krim, distribusi ukuran globul, dan stabilitas. Uji aktivitas anti-inflamasi dilakukan secara *in vivo* pada mencit jantan (*Mus musculus*) yang diinduksi dengan karagenan 1%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi krim *roll-on* dengan proporsi optimum dapat memenuhi standar mutu fisik dan menunjukkan efektivitas signifikan dalam menghambat peradangan. Dengan demikian, sediaan krim *roll-on* serai wangi ini memiliki potensi besar sebagai alternatif sediaan yang efektif, stabil dan praktis untuk meredakan peradangan ringan hingga sedang secara topikal.

UNIVERSITAS
MA CHUNG

Kata kunci: Serai wangi, krim *roll-on*, anti-inflamasi, *Simplex Lattice Design*.

**FORMULATION AND PHYSICAL STABILITY
EVALUATION OF CITRONELLA ROLL-ON CREAM AS
ANTI-INFLAMMANTORY AGENT**

Jesica Jaqueline¹, Eva Monica², Michael Resta Surya Yanuar³
Universitas Ma Chung

Abstract

This study aims to design and evaluate the physical stability and effectiveness of a citronella-based roll-on cream as a topical anti-inflammatory formulation. Citronella was selected due to its bioactive compounds, such as citronellal and geraniol, which are known to inhibit inflammatory processes through the cyclooxygenase enzyme and pro-inflammatory cytokines.

*The study employed the Simplex Lattice Design (SLD) method to optimize the combination of emulsifying agents, namely stearic acid and glycerin, with evaluation parameters including pH, viscosity, spreadability, and adhesion. The formulation was further assessed for stability through organoleptic tests, homogeneity, cream type, globule size distribution, and physical stability. The anti-inflammatory activity was tested in vivo using male mice (*Mus musculus*) induced with 1% carrageenan.*

The results demonstrated that the optimized roll-on cream formulation met physical quality standards and exhibited significant anti-inflammatory effects. Thus, the citronella roll-on cream formulation has great potential as an effective, stable, and practical alternative for relieving mild to moderate inflammation through topical application.

**UNIVERSITAS
MA CHUNG**

Kata kunci: *Citronella, roll-on cream, anti-inflammatory, Simplex Lattice Design.*

Kata Pengantar

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus atas berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul ‘‘Formulasi dan Evaluasi Stabilitas Fisik Krim Roll-On Serai Wangi Sebagai Anti-Inflamasi’’ tepat pada waktunya. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan program Sarjana pada Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Machung.

Dalam proses penyusunan laporan dan pelaksanaan penelitian, penulis menyadari sepenuhnya bahwa pencapaian ini tidak lepas dari bantuan, dukungan serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Dr. apt. Rollando, S. Farm., M. Sc selaku ketua penguji atas waktu, tenaga serta pemikiran yang telah diberikan dalam menguji tugas akhir ini.
2. Ibu apt. Eva Monica, S. Farm., M.Sc selaku dosen pembimbing I yang dengan penuh kesabaran membimbing dan mengarahkan penulis selama proses penelitian dan penulisan.
3. Bapak Michael Resta Surya Yanuar, S. Farm., M.Farm selaku dosen pembimbing II yang juga telah mendampingi penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Seluru dosen dan staf Program Studi Farmasi Universitas Ma Chung atas ilmu dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis
5. Kedua orang tua penulis, bapak Setyo Budi Leksono serta ibu Treineke Makahiking, serta kakak penulis, Michaelia Tiffany, atas segala dukungan moral, doa, nasihat, serta bantuan finansial yang ternilai.
6. Sahabat terbaik dan seperjuangan, Arisal, Bintang, Ezra dan Johanes, yang selalu setia menjadi pendukung, memberikan semangat, memotivasi saat proses masa studi hingga akhir studi.
7. Saya ucapkan terima kasih juga kepada 612110027, terima kasih atas dukungan yang luar biasa, waktu yang diluangkan, serta ketenangan yang selalu diberikan, bahkan ketika saya sendiri merasa kewalahan.

8. Para kakak laboran, atas bantuan yang sigap dalam memenuhi kebutuhan selama proses penelitian di laboratorium.
9. Serta semua pihak yang tidak disebutkan satu per satu yang turut membantu kelancaran penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
10. Tak lupa, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada diri sendiri atas ketekunan, kesabaran, dan semangat yang terus dijaga selama proses penelitian dan penyusunan tugas akhir ini. Di tengah berbagai tantangan dan rasa lelah, penulis tetap berusaha untuk melangkah maju dan menyelesaikan setiap tahap dengan sungguh-sungguh. Semoga langkah kecil ini menjadi awal dari perjalanan yang lebih besar di masa depan.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam laporan ini dan dengan rendah hati, memohon maaf atas kesalahan yang mungkin terjadi. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Malang, 22 Juli 2025

UNIVERSITAS Penulis
MA CHUNG

Daftar Isi

Lembar Pengesahan	ii
Pernyataan Keaslian (orisinalitas)	i
Abstrak	ii
<i>Abstract</i>	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Perumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Luaran	3
1.7 Manfaat Penelitian	4
1.8 Sistematika Penelitian	4
Bab II Tinjauan Pustaka	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Inflamasi	8
2.3 Antiinflamasi	8
2.3.1 Definisi Antiinflamasi	8
2.3.2 Mekanisme Kerja Antiinflamasi	9
2.4 Tumbuhan Serai Wangi (<i>Cymbopogon Nardus L. Rendle</i>)	10
2.4.1 Morfologi	11
2.4.2 Klasifikasi	11
2.5 Krim	11
2.5.1 Definisi Krim	11
2.5.2 Komponen Krim	12
2.5.3 Kelebihan Dan Kekurangan Sediaan Krim	13

2.6	Pemerian Bahan Aktif	14
2.6.1	Asam stearat	14
2.6.2	Gliserin	14
2.6.3	Propilen Glikol	15
2.6.4	Triethanolamin (TEA)	16
2.6.5	Metil paraben / Nipagin	16
2.6.6	Propil paraben	17
2.6.7	Metil salisilat	18
2.6.8	<i>Champor</i>	18
2.6.9	<i>Menthol</i> (Rowe et al., 2009)	19
2.6.10	<i>Oleum Citronellae</i>	19
2.6.11	<i>Oleum Capsicum</i>	20
2.6.12	<i>Oleum Europaea ad</i>	20
2.7	Pletismometer	21
2.8	Karagenan	21
2.9	<i>Simplex Lattice Design</i> (SLD)	22
2.10	Evaluasi Sediaan	22
2.11	Uji efektivitas antiinflamasi	24
Bab III	Metodologi Penelitian	26
3.1	Jenis Penelitian	26
3.2	Lokasi Penelitian	26
3.3	Waktu Penelitian	26
3.4	Variabel Penelitian	26
3.5	Alat dan Bahan	28
3.5.1	Alat Penelitian	28
3.5.2	Bahan Penelitian	28
3.6	Populasi dan Sampel	29
3.6.1	Kriteria Inklusi	29
3.6.2	Kriteria Eksklusif	29
3.7	Hewan percobaan	29
3.8	Pengajuan dan Pembuatan <i>Ethical Clearance</i>	30
3.9	Optimasi sediaan krim <i>roll-on</i> serai wangi	30

3.10	Formulasi	30
3.11	Proses pembuatan	31
3.11.1	Proses pembuatan krim	31
3.11.2	Proses pembuatan karagenan	31
3.12	Evaluasi Sediaan	31
3.13	Penentuan Formula Optimum dan Uji Verifikasi Sediaan Krim <i>Roll-on</i> Serai wangi	34
3.14	Perhitungan persen radang dan persen inhibisi radang	35
3.15	Analisis Data	35
3.16	Alur Penelitian	37
3.17	Spesifikasi sediaan	38
Bab IV	Hasil dan Pembahasan	39
4.1	Penentuan Formulasi Sediaan Krim dengan <i>Simplex Lattice Design</i>	39
4.2	Formulasi Sediaan Krim <i>Roll-on</i>	40
4.3	Evaluasi Sediaan Krim <i>Roll-on</i>	41
4.3.1	Uji pH	41
4.3.2	Uji Viskositas	43
4.3.3	Uji Daya Sebar	45
4.3.4	Uji Daya Lekat	47
4.3.5	Uji organoleptis	50
4.3.6	Uji homogenitas	51
4.3.7	Uji tipe krim	52
4.3.8	Uji distribusi ukuran globul	53
4.3.9	Uji stabilitas	54
4.3.10	Uji Hedonik	58
4.4	Penetapan Formulasi Optimal Krim <i>Roll-on</i> dengan <i>Design Expert</i>	59
4.5	Verifikasi Formula Optimum Krim <i>Roll-on</i>	60
4.6	Uji Aktivitas Anti-Inflamasi	61
Bab V	Kesimpulan dan Saran	70
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran	70
Daftar Pustaka		71



Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Serai Wangi (<i>Cymbopogon Nardus L. Rendle</i>)	10
Gambar 2. 2 Struktur kimia Asam stearat	14
Gambar 2. 3 Struktur kimia gliserin	14
Gambar 2. 4 Struktur kimia propilen glikol	15
Gambar 2. 5 Struktur kimia triethanolamin (TEA)	16
Gambar 2. 6 Struktur kimia metil paraben	16
Gambar 2. 7 Struktur kimia propil paraben	17
Gambar 2. 8 Struktur kimia metil salisilat	18
Gambar 4. 1 Grafik <i>Contour plot</i> Uji pH	42
Gambar 4. 2 Grafik Hasil <i>Contour Plot</i> Uji Viskositas	44
Gambar 4. 3 <i>Contour plot</i> Uji Daya Sebar	47
Gambar 4. 4 Grafik <i>Contour Plot</i> Uji Daya Lekat	49
Gambar 4. 5 Hasil Formula Optimal Terpilih	60
Gambar 4. 6 Grafik Persentase Edema Kaki Mencit	62
Gambar 4. 7 Persentase Inhibisi Edema Kaki Mencit	66

**UNIVERSITAS
MA CHUNG**

Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu	6
Tabel 3. 1 Variabel Penelitian	27
Tabel 3. 2 Rancangan formulasi sediaan krim serai wangi	32
Tabel 3. 3 Spesifikasi sediaan	39
Tabel 4. 1 Kombinasi Variasi Asam stearat dan Gliserin	40
Tabel 4. 2 Rata-Rata Uji pH	41
Tabel 4. 3 ANOVA Uji pH	43
Tabel 4. 4 Rata-Rata Uji Viskositas	43
Tabel 4. 5 ANOVA Uji Viskositas	45
Tabel 4. 6 Rata- Rata Uji Daya Sebar	45
Tabel 4. 7 ANOVA Uji Daya Sebar	47
Tabel 4. 8 Rata-Rata Uji Daya Lekat	48
Tabel 4. 9 ANOVA Daya Lekat	49
Tabel 4. 10 Hasil Uji Organoleptis	51
Tabel 4. 11 Hasil Uji Homogenitas	51
Tabel 4. 12 Hasil Uji Tipe Krim	52
Tabel 4. 13 Hasil Uji Distribusi Ukuran Globul	53
Tabel 4. 15 Data Uji Stabilitas pH	56
Tabel 4. 16 Data Uji Stabilitas Daya Sebar	56
Tabel 4. 17 Data Uji Stabilitas Daya Lekat	57
Tabel 4. 18 Kriteria Respon Target	59
Tabel 4. 19 Hasil Verifikasi Formula Optimal	61
Tabel 4. 20 Data Uji Aktivitas Anti Inflamasi	62
Tabel 4. 21 Persentase Edema Kaki Mencit	63
Tabel 4. 22 Uji Normalitas Persen Edema	64
Tabel 4. 23 Uji Homogenitas Edema	65
Tabel 4. 24 Uji ANOVA % Edema	65
Tabel 4. 25 Uji Post Hoc Test Persen Edema	65
Tabel 4. 26 Persentase Rata-Rata Inhibisi Kaki Mencit	67
Tabel 4. 27 Uji Normalitas %Inhibisi	68

Tabel 4. 28 Uji Homogenitas %Inhibisi	68
Tabel 4. 29 Uji ANOVA %Inhibisi	68
Tabel 4. 30 Uji Post Hoc Tests % Inhibisi	69



UNIVERSITAS
MA CHUNG

Bab I

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Inflamasi merupakan respons alami tubuh dalam menghadapi organisme yang menyerang, dengan tujuan menghilangkan zat iritan serta mempercepat proses pemulihan jaringan yang rusak. Kondisi ini biasanya ditandai dengan gejala seperti peningkatan suhu pada area yang terkena, kemerahan, pembengkakan, dan rasa nyeri. Dalam banyak kasus, peradangan dapat mengganggu kualitas hidup seseorang dan memerlukan penanganan yang efektif. Penggunaan obat antiinflamasi konvensional jangka panjang, seperti *Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs* (NSAIDs), sering kali disertai dengan efek samping yang tidak diinginkan, yaitu dapat menghambat proses penyembuhan tulang, meningkatkan risiko terjadinya fraktur osteoporosis pada tulang panggul dan tulang belakang, serta memperlambat penyembuhan luka (Sari et al., 2025). Oleh karena itu, pencarian alternatif yang lebih aman dan efektif untuk mengatasi peradangan menjadi sangat penting.

Meskipun terapi topikal menjanjikan, pengembangan sediaan herbal yang stabil dan efektif masih terbatas. Tumbuhan serai wangi telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional karena kandungan senyawa bioaktif seperti sitronelal dan geranal yang terbukti memiliki aktivitas antiinflamasi melalui penghambatan enzim sikloksigenase (COX) dan sitokin pro-inflamasi. Berdasarkan buku *Quo Vadis Minyak Serai wangi Wangi* karya Anny Sulawatty dkk. (2019), komponen utama dari minyak serai wangi wangи, seperti geraniol dan sitronelol, memiliki potensi sebagai agen antiinflamasi dimana uji in vitro pada kultur monosit manusia menunjukkan bahwa geraniol meningkatkan produksi IL-10 (*Interleukin-10*), yang berperan dalam respons antiinflamasi. Selain itu, dijabarkan bahwa sitronelol dan geraniol dapat menekan produksi oksida nitrat dan prostaglandin E, yang berkontribusi pada efek antiinflamasi. Selain itu, *Oleum Capsicum*, *Oleum Europaea*, mentol, kamper, dan metil salisilat juga menjadi bahan aktif penunjang yang digunakan dalam penelitian ini, yang memiliki efek sebagai antiinflamasi.

Namun, pemanfaatannya masih terbatas pada bentuk sederhana seperti minyak esensial atau rebusan, belum dioptimalkan dalam sediaan farmasi modern

yang praktis dan stabil. Sediaan konvensional (salep) sering dianggap lengket dan kurang nyaman digunakan, sehingga mengurangi kepatuhan pasien.

Formulasi krim *roll-on* menawarkan kemudahan aplikasi dan potensi untuk memberikan efek terapeutik yang cepat. Sediaan ini dirancang untuk memberikan kenyamanan bagi pengguna, memungkinkan mereka untuk mengaplikasikan produk dengan mudah dan tepat pada area yang terkena iritasi. Kendala utama dalam pengembangan sediaan ini adalah stabilitas fisika-kimia serai wangi dalam sistem emulsi serta kemampuan penetrasi kulit untuk memastikan bioavailabilitas senyawa aktif. Tanpa formulasi yang tepat, potensi antiinflamasi serai wangi tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi stabilitas fisik krim *roll-on* berbasis serai wangi yang stabil dan mudah diaplikasikan, kemudian menguji efektivitasnya dalam mengurangi peradangan pada mencit jantan (*Mus musculus*) menggunakan model edema kaki. Untuk memperoleh formulasi yang optimal, penelitian ini menggunakan metode *Simplex Lattice Design (SLD)* untuk mengoptimalkan komposisi bahan secara efisien. Hasilnya diharapkan menjadi kontribusi ilmiah dalam pengembangan sediaan herbal topikal yang aman dan efektif dari sumber alam lokal.

1.2 Identifikasi masalah

Penggunaan terapi topikal menjadi alternatif aman untuk mengatasi nyeri inflamasi, mengingat risiko efek samping dari steroid dan NSAID. Serai wangi yang mengandung citral dan geraniol memiliki potensi antiinflamasi, namun masih jarang digunakan dalam bentuk krim *roll-on*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menguji stabilitas krim *roll-on* serai wangi dengan metode *Simplex Lattice Design (SLD)* untuk mendapatkan formula yang optima

1.3 Batasan Masalah

Batasan penelitian dari formulasi dan evaluasi stabilitas fisik krim *roll-on* serai wangi sebagai anti inflamasi sebagai berikut:

- a. Penelitian ini berfokus pada formulasi krim *roll-on* yang mengandung serai wangi dengan bahan aktif lainnya yaitu metil salisilat, *Champor, Menthol*,

Oleum Citronellae, Oleum Capsicum, dan Oleum Europaea ad.

- b. Uji mutu fisik yaitu pengujian organoleptis, uji homogenitas, uji pH, uji viskositas dan sifat alir, uji daya sebar, uji daya lekat, uji tipe krim, uji distribusi ukuran globul, uji hedonik, uji stabilitas dan uji efektivitas antiinflamasi pada hewan mencit (*Mus musculus*).

1.4 Perumusan Masalah

- a. Bagaimana cara memformulasikan krim *roll-on* yang stabil dan efektif berbasis serai wangi sebagai antiinflamasi?
- b. Bagaimana formula dari krim *roll-on* berbasis serai wangi yang memenuhi persyaratan uji mutu fisik?
- c. Bagaimana efektivitas krim *roll-on* yang mengandung serai wangi dalam aktivitas antiinflamasi?

1.5 Tujuan Penelitian

- a. Mengembangkan dan merancang formulasi krim *roll-on* yang stabil dan efektif berbasis tumbuhan serai wangi untuk digunakan sebagai terapi antiinflamasi.
- b. Mengevaluasi formula krim *roll-on* serai wangi yang memenuhi persyaratan uji mutu fisik, seperti organoleptis, homogenitas, pH, viskositas dan sifat alir, daya sebar, daya lekat, tipe krim, distribusi ukuran globul, hedonik, uji stabilitas dan efektivitas antiinflamasi.
- c. Mengetahui dan mengevaluasi efektivitas krim *roll-on* yang mengandung ekstrak serai wangi dalam aktivitas antiinflamasi.

1.6 Luaran

Dengan adanya penelitian ini, didapatkan artikel ilmiah mengenai formulasi dan evaluasi stabilitas fisik krim *roll-on* serai wangi sebagai antiinflamasi. Studi ini berpotensi dijadikan rujukan untuk penelitian lanjutan serta eksplorasi terapi antiinflamasi alternatif

1.7 Manfaat Penelitian

a. Bagi Universitas

Studi ini memberikan kontribusi awal yang berguna untuk pengembangan formulasi berbasis bahan alam di bidang terkait, serta menjadi dasar bagi penelitian lanjutan mengenai sediaan berbasis ekstrak alami.

b. Bagi Masyarakat

Studi ini memberikan kontribusi awal untuk memperdalam pemahaman masyarakat terkait potensi dan manfaat bahan alam, khususnya serai wangi, sebagai alternatif dalam produk berbasis herbal dan perawatan kesehatan yang lebih aman.

c. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan ampu memperdalam wawasan peneliti terkait pemanfaatan bahan alam dalam formulasi sediaan, serta memberikan wawasan baru tentang teknik dan metode yang dapat diterapkan dalam penelitian selanjutnya.

1.8 Sistematika Penelitian

Bab I: Pendahuluan

Bab ini mencakup latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, luaran, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

Bab II: Tinjauan Pustaka

Bab ini menyajikan penelitian terdahulu, teori yang meliputi inflamasi, antiinflamasi, tumbuhan serai wangi, krim, pemerian bahan aktif, karagenan, serta evaluasi dan pengujian aktivitas antiinflamasi.

Bab III: Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan rancangan penelitian yang terdiri dari jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan, hewan percobaan, formulasi sediaan krim, perhitungan persen radang, proses pembuatan krim dan karagenan, *Simplex Lattice Design*, proses pembuatan krim, evaluasi,

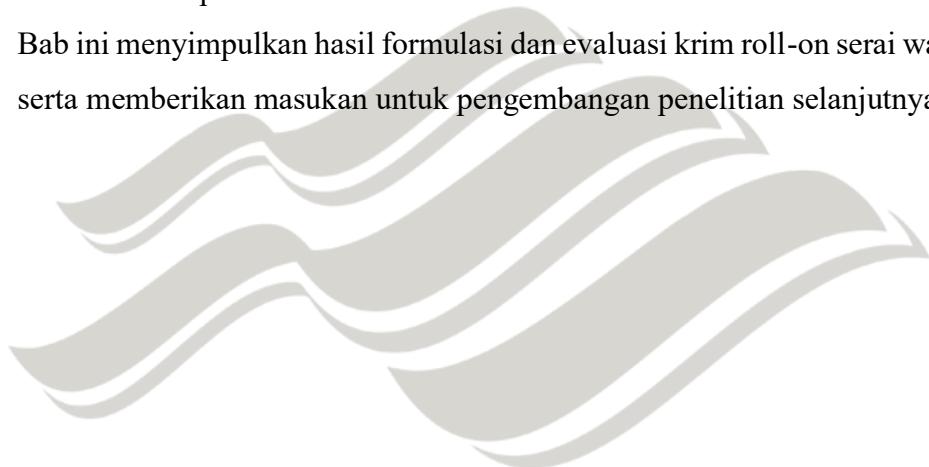
analisis data, alur penelitian dan spesifikasi sediaan.

Bab IV. Hasil dan Pembahasan

Bab ini memuat hasil formulasi dan pengujian krim roll-on berbahan aktif serai wangi menggunakan metode Simplex Lattice Design (SLD). Evaluasi mencakup parameter fisik seperti pH, viskositas, daya sebar, daya lekat, organoleptis, homogenitas, tipe emulsi, ukuran globul, dan stabilitas. Selain itu, dilakukan uji aktivitas antiinflamasi pada mencit serta uji hedonik untuk mengetahui tingkat penerimaan produk oleh pengguna

Bab V. Kesimpulan dan Saran

Bab ini menyimpulkan hasil formulasi dan evaluasi krim roll-on serai wangi serta memberikan masukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.



UNIVERSITAS
MA CHUNG

Bab II

Tinjauan Pustaka

2.1 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tahun	Hasil Penelitian
				Penelitian
1.	Fomulasi Sediaan Krim Minyak Atsiri Serai wangi Wangi (<i>Cymbopogon Nardus L. Rendle</i>) dengan perbedaan konsentrasi emulgator	Fauzia Ningrum Syaputri, dkk. (Syaputri et al., 2023)	2023	Formula 3 dengan 1,5% Asam stearat dan 4% trietanolamin menunjukkan stabilitas terbaik
2.	Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Serai wangi Wangi (<i>Cymbopogon nardus L.</i>) Secara <i>In Vitro</i> dengan Metode HRBC	Eni Kartika Sari, dkk. (Sari et al., 2024)	2024	Ekstrak etanol daun serai wangi wangi memiliki IC50 sebesar 9,302 ppm, lebih tinggi dibandingkan aspirin yang memiliki IC50 15,070 ppm
3.	Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Serai wangi Wangi (<i>Cymbopogon nardus L.</i>) dengan Metode Denaturasi Protein	Eni Kartika Sari, dkk. (Sari et al., 2025b)	2025	Ekstrak etanol daun serai wangi wangi memiliki IC50 sebesar 19,608 ppm, lebih aktif dibandingkan natrium diklofenak dengan IC50 29,124 ppm

Tabel 2. 2 Penelitian terdahulu (Lanjutan)

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tahun	Hasil Penelitian
				Penelitian
4.	Variasi Kombinasi Emulgator Asam stearat dan Trietanolamin terhadap Mutu Fisik dan Stabilitas Krim Ekstrak Serai wangi (<i>Cymbopogon Nardus L. Rendle</i>)	Rizky Daniar, dkk.	2024	Formula F1 dengan Asam stearat 10% dan trietanolamin 2% memiliki mutu fisik dan stabilitas terbaik.
5.	Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Krim Ekstrak Batang Sereh Wangi (<i>Cymbopogon nardus L.</i>) dengan Variasi Trietanolamin terhadap <i>Staphylococcus aureus</i>	Nur Madynah, dkk.	2024	Konsentrasi trietanolamin yang lebih tinggi meningkatkan daya hambat terhadap <i>Staphylococcus aureus</i> , dengan zona hambat tertinggi pada formula 3 (13,67 mm)

Dari penelitian sebelumnya, telah mengembangkan formulasi dan evaluasi stabilitas fisik sediaan topikal berbentuk krim berbasis ekstrak serai wangi. Namun, sebagian besar penelitian tersebut hanya menilai karakteristik fisik sediaan tanpa menguji aktivitas antiinflamasinya. Beberapa penelitian lain juga menguji karakter fisik sediaan serta efektivitas antibakteri sediaan krim. Sementara itu, terdapat penelitian yang mengevaluasi aktivitas antiinflamasi ekstrak serai wangi , tetapi menggunakan metode *in vitro*, seperti denaturasi protein dan stabilitas membran sel

darah merah (*Human Red Blood Cell/HRBC*).

Dengan demikian, tujuan dari penilitian ini adalah untuk melaksanakan keterbaharuan dengan adanya gap tersebut dilakukan formulasi dan evaluasi stabilitas fisik krim *roll-on* berbasis serai wangi sebagai agen antiinflamasi, serta menguji aktivitas antiinflamasi secara *in vivo* menggunakan metode *rat hind paw edema* pada mencit putih jantan (*Mus musculus*).

2.2 Inflamasi

Inflamasi merupakan mekanisme pertahanan alami tubuh yang muncul sebagai respons terhadap cedera jaringan, baik karena trauma fisik, paparan zat kimia berbahaya, maupun infeksi mikroorganisme. Fenomena ini sering terjadi di sekitar kita, baik dari anak-anak maupun orang dewasa. Inflamasi dapat menyertai berbagai penyakit, baik yang ringan maupun yang serius. Meskipun terkadang dianggap sebagai penyakit, inflamasi sebenarnya adalah manifestasi dari aktivitas sistem imun. Respons ini mengakibatkan reaksi peradangan, seperti pembengkakan, rasa sakit, perubahan warna, dan gangguan fungsi jaringan, yang pada gilirannya dapat mengganggu aktivitas manusia (Fratiwi et al., 2022).

Proses terjadinya inflamasi melibatkan mekanisme yang kompleks, di mana tubuh merespons dengan melepaskan penanda inflamasi atau mediator kimia. Mediator ini, yang dikenal sebagai sitokin proinflamasi, termasuk interleukin-1 (IL-1), IL-6, IL-12, IL-18, serta *tumor necrosis factor- α* (TNF α) dan *tumor necrosis factor- β* (TNF β). Sitokin proinflamasi ini menyebabkan gejala seperti pembengkakan, kemerahan, rasa sakit, dan gangguan fungsi pada bagian tubuh yang terpengaruh, yang merupakan tanda-tanda umum inflamasi (Fratiwi et al., 2022).

2.3 Antiinflamasi

2.3.1 Definisi Antiinflamasi

Sifat antiinflamasi merujuk pada kemampuan suatu zat atau pengobatan untuk mengurangi peradangan, yang ditandai dengan gejala seperti kemerahan, pembengkakan, dan nyeri dalam tubuh. Peradangan adalah respons alami tubuh terhadap cedera atau infeksi, tetapi jika berlangsung terlalu lama, dapat

menyebabkan kerusakan jaringan dan berbagai penyakit. Oleh karena itu, zat atau obat yang memiliki sifat antiinflamasi sangat penting dalam pengelolaan kondisi yang melibatkan peradangan (Pranata et al., 2024). Agen antiinflamasi, seperti obat-obatan tertentu dan senyawa alami, berperan penting dalam mengelola kondisi yang terkait dengan peradangan. Pengobatan inflamasi memiliki dua tujuan utama, yakni meredakan nyeri sebagai gejala awal yang muncul serta menghambat atau membatasi terjadinya kerusakan jaringan lebih lanjut (Mamarimbings et al., 2022).

Selain obat-obatan, banyak senyawa alami yang menunjukkan sifat antiinflamasi. Misalnya, serai wangi yang mengandung senyawa seperti citral dan geraniol, yang telah terbukti memiliki efek antiinflamasi. Mengadopsi pola makan yang kaya akan makanan antiinflamasi, termasuk serai wangi, ikan berlemak, kacang-kacangan, dan sayuran berwarna, dapat membantu mendukung kesehatan dan mengurangi risiko penyakit yang terkait dengan peradangan. Dengan demikian, penggunaan serai wangi sebagai bahan alami dalam formulasi krim atau suplemen dapat memberikan manfaat tambahan dalam pengelolaan kondisi inflamasi.

2.3.2 Mekanisme Kerja Antiinflamasi

Obat antiinflamasi bekerja dengan mengurangi peradangan melalui penghambatan sintesis prostaglandin, yang merupakan mediator utama dalam proses inflamasi. Berdasarkan mekanisme kerjanya, obat antiinflamasi dibagi menjadi dua golongan utama:

- a. Antiinflamasi Steroid (Kortikosteroid): Obat golongan ini bekerja dengan menghambat enzim fosfolipase A2, sehingga pelepasan asam arakidonat dari membran sel dapat dicegah. Hal ini menurunkan produksi prostaglandin dan mediator inflamasi lainnya, yang berperan dalam proses peradangan. Selain itu, kortikosteroid juga menekan respons imun tubuh, sehingga memberikan efek imunosupresif. Umumnya digunakan untuk menangani kondisi inflamasi yang menyerang sendi, otot, tulang, maupun pembuluh darah. Contoh obatnya adalah deksametason dan prednison.
- b. Antiinflamasi Nonsteroid (NSAID/AINS): Obat ini bekerja dengan menghambat enzim COX yang memicu pembentukan prostaglandin penyebab peradangan. Dengan menghambat enzim COX, sintesis prostaglandin

berkurang, sehingga gejala peradangan seperti nyeri dan pembengkakan dapat diminimalkan. NSAID biasanya kondisi peradangan dan nyeri ringan hingga sedang, seperti sakit kepala, nyeri gigi, serta nyeri menstruasi, merupakan indikasi umum penggunaan obat ini. Contoh obatnya adalah ibuprofen, natrium salisilat, natrium diklofenak.

Meskipun mampu mengontrol gejala inflamasi secara efektif, kedua golongan obat ini berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan. Sebagai contoh, penggunaan NSAID dapat menyebabkan iritasi saluran cerna, penurunan fungsi ginjal, peningkatan tekanan darah, serta meningkatkan risiko kejadian kardiovaskular seperti infark miokard dan gagal jantung. Sementara itu, kortikosteroid dapat menimbulkan efek samping seperti peningkatan berat badan, osteoporosis, hipertensi, dan peningkatan risiko infeksi. Oleh karena itu, penggunaan obat antiinflamasi harus dilakukan dengan hati-hati dan sesuai anjuran dokter untuk meminimalkan risiko efek samping yang tidak diinginkan (Mamarimbings, 2022).

2.4 Tumbuhan Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus L. Rendle*)



Gambar 2. 1 Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus L. Rendle*)

2.4.1 Morfologi

Tanaman serai wangi (*Cymbopogon nardus* L.) secara morfologi ditandai olehdaun yang daun yang panjang menyerupai pita, dengan ujung yang semakin menyempit, tekstur yang cukup kaku, dan memiliki warna hijau di bagian tepi serta semburat merah atau ungu pada bagian batang atau pelepahnya, memiliki bentuk rumpun yang tinggi dengan kisaran tinggi tanaman antara 100 hingga 200 cm. Batang semunya berwarna hijau, dan daun-daunnya berwarna hijau muda, kaku, serta agak mudah patah. Bentuk daunnya cenderung lebih panjang namun kurang lebar dibandingkan varietas lain. Dari segi produksi, serai wangi mampu menghasilkan daun basah sebanyak 12–16 ton/ha/tahun, dengan rendemen minyak atsiri dari daun segar sebesar 0,4–0,6%. Kandungan senyawa aktifnya mencakup geraniol sebesar 5–15% dan citronella sebesar 55–65%, menjadikan varietas ini berpotensi sebagai bahan aktif dalam sediaan topikal seperti krim *roll-on* antiinflamasi (Tanjung et al., 2022).

2.4.2 Klasifikasi

Berikut adalah klasifikasi ilmiah tanaman serai wangi (*Cymbopogon Nardus L. Rendle*):

- a. Divisi : Anthophyta
- b. Phylum : Angiospermae
- c. Kelas : Monocotyledonae
- d. Famili : Graminae
- e. Genus : *Cymbopogon*
- f. Spesies : *Cymbopogon Nardus L. Rendle* (DC.)

(Oladeji et al., 2019).

2.5 Krim

2.5.1 Definisi Krim

Sebagai sediaan topikal, krim diklasifikasikan sebagai emulsi kental setengah padat yang mengandung air dalam jumlah besar, yakni tidak kurang dari 60%. Secara umum, krim diklasifikasikan menjadi dua jenis, yakni emulsi minyak dalam air (M/A) dan air dalam minyak (A/M), yang sering ditemukan dalam

formulasi sediaan kosmetik dan obat topikal. Pembuatan krim memerlukan zat pengemulsi seperti surfaktan anionik, kationik, atau nonionik, serta ditambahkan zat penstabil seperti antioksidan dan pengawet untuk menjaga kualitasnya. Salah satu jenis krim yang banyak digunakan adalah krim anti-inflamasi, yang diformulasikan dengan bahan aktif untuk membantu meredakan antiinflamasi. Krim ini bekerja dengan cara meresap ke dalam kulit, memberikan efek hangat atau dingin, serta membantu mengurangi peradangan dan ketegangan otot, sehingga memberikan kenyamanan bagi pengguna (Saputra & Yudhantara, 2019).

2.5.2 Komponen Krim

Krim umumnya tersusun atas tiga komponen utama, yaitu bahan dasar, bahan aktif, dan bahan tambahan. Komponen dasar mencakup fase minyak, fase air, serta surfaktan sebagai penstabil emulsi. Fase minyak, seperti asam stearat berfungsi sebagai emolien yang melembutkan dan menghaluskan kulit. Sementara itu, fase air bertindak sebagai pelarut yang membantu memberikan hidrasi pada kulit (Mektildis, 2018).

Surfaktan berperan penting dalam menjaga kestabilan emulsi krim. Sebagai agen pengemulsi, senyawa ini membantu menyatukan fase minyak dan air yang secara alami tidak dapat bercampur. Tanpa emulgator, kedua fase akan terpisah. Contoh emulgator yang sering digunakan adalah trietanolamin (TEA) dan sodium stearat, yang bekerja dengan menurunkan tegangan antarmuka antara minyak dan air.

Selain bahan dasar, krim juga mengandung bahan aktif yang memberikan efek terapeutik atau kosmetik, seperti agen pencerah kulit, antioksidan, atau antiinflamasi. Untuk meningkatkan stabilitas, tampilan, dan daya tahan produk, bahan tambahan digunakan, seperti pengawet yang mencegah pertumbuhan mikroorganisme, humektan seperti gliserin dan asam hialuronat yang membantu mempertahankan kadar air pada permukaan kulit, serta pewarna dan pewangi yang memberikan warna serta aroma yang menarik. Agar krim yang dihasilkan memenuhi standar kualitas, dilakukan uji sifat fisik dan stabilitas guna memastikan produk tetap efektif dan aman bagi konsumen.

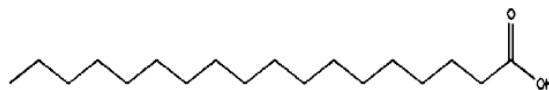
2.5.3 Kelebihan Dan Kekurangan Sediaan Krim

Krim memiliki beberapa keunggulan yang membuatnya populer sebagai sediaan topikal. Salah satu kelebihannya adalah kemudahan dalam penyebaran yang merata pada kulit, sehingga praktis digunakan. Krim tipe minyak dalam air (M/A) mudah dibersihkan atau dicuci dengan air, tidak lengket, dan memberikan efek pelepasan obat yang baik karena adanya penguapan yang meningkatkan konsentrasi obat yang larut dalam air, mendorong penyerapannya ke dalam jaringan kulit. Selain itu, krim bekerja langsung pada area kulit yang dioleskan dan umumnya aman digunakan oleh dewasa maupun anak-anak, karena jumlah bahan yang diabsorpsi biasanya tidak cukup untuk menimbulkan efek toksik. Krim tipe Krim dengan sistem emulsi air dalam minyak (A/M) memberikan efek dingin saat aplikasi dan efektif digunakan untuk melindungi lipatan kulit dari gesekan, terutama pada kulit bayi, berkat tingginya kadar lemak dalam formulasi.

Sediaan krim, meskipun memiliki berbagai kelebihan, juga memiliki beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan. Proses pembuatannya seringkali memerlukan kondisi panas tertentu, yang dapat menimbulkan kesulitan dalam proses produksi. Selain itu, krim rentan terhadap kerusakan emulsi yang dapat menyebabkan pemisahan fase, terutama jika formulasi atau proses pencampurannya tidak tepat. Faktor-faktor seperti ketidakstabilan bahan aktif, iritasi kulit akibat bahan pengawet, serta pengaruh suhu dan pH yang tidak tepat dapat memengaruhi kualitas produk akhir. Penyimpanan yang tidak sesuai juga dapat mempercepat kerusakan krim, sehingga diperlukan kondisi penyimpanan yang tepat untuk menjaga kualitasnya. Selain itu, pertumbuhan mikroorganisme dalam krim dapat menyebabkan risiko kesehatan bagi pengguna, seperti iritasi atau infeksi kulit. Oleh karena itu, perhatian khusus diperlukan dalam proses produksi, formulasi, dan penyimpanan sediaan topikal berbentuk krim untuk memastikan kualitas dan keamanan produk bagi konsumen (Tungadi, 2020).

2.6 Pemerian Bahan Aktif

2.6.1 Asam stearat (Rowe et al., 2009)



Gambar 2. 2 Struktur kimia asam stearat

Pemerian : Zat ini berbentuk padat dengan tekstur keras dan permukaan mengkilap, memiliki bentuk kristal dengan warna putih, menyerupai tampilan lemak lilin.

Fungsi : *emulsifying agent, solubilizing agent*

BM : 284.47 g/mol

Rumus Molekul : C₁₈H₃₆O

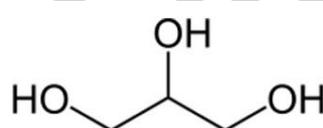
Kadar : 1-20%

Kelarutan : zat ini tidak larut dalam air, namun larut dalam pelarut organik seperti etanol 95% P (30 bagian), kloroform P (2 bagian), dan eter P (3 bagian)

pH : (-)

Inkompatibilitas : inkompatibel dengan sebagian besar hidroksida logam, dan agen pengoksidasi

2.6.2 Gliserin (Rowe et al., 2009)



Gambar 2. 3 Struktur kimia gliserin

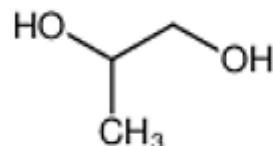
Pemerian : cairan jernih, tidak ada bau dan tidak ada rasa, cairan higroskopis, mempunyai rasa manis, netral terhadap laktmus

Fungsi : *emollient / humektan*

BM : 92.09 g/mol

Rumus Molekul	: C ₃ H ₈ O ₃
Kadar	: ≤30%
Kelarutan	: dapat bercampur dengan air dan etanol, tidak larut dalam kloroform, eter, dalam minyak lemah dan dalam minyak menguap
pH	: (-)
Inkompatibilitas	: dapat meledak saat bereaksi dengan agen pengoksidasi

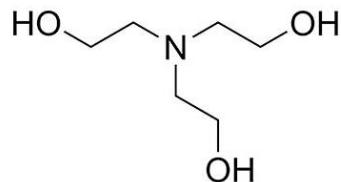
2.6.3 Propilen Glikol (Rowe et al., 2009)



Gambar 2. 4 Struktur kimia propilen glikol

Pemerian	: Cairan jernih tak berwarna, nyaris tanpa bau, kental, dengan rasa manis agak asam, mirip gliserin.
Fungsi	: humektan
BM	: 76.09 g/mol
Rumus Molekul	: C ₃ H ₈ O ₂
Kadar	: 15%
Kelarutan	: Larut dalam aseton, kloroform, etanol (95%), metanol, gliserin, dan air; sedikit larut dalam eter (1:6); tidak kompatibel dengan minyak mineral tetapi dapat melarutkan sebagian minyak atsiri.
pH	: 6-7
Inkompatibilitas	: inkompatibel dengan kalium permanganat

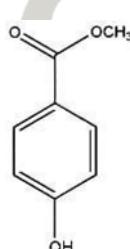
2.6.4 Triethanolamin (TEA) (Rowe et al., 2009)



Gambar 2. 5 Struktur kimia triethanolamin (TEA)

Pemerian	: cairan jernih tidak berwarna hingga kuning pucat, bau sedikit seperti amoniak
Fungsi	: <i>emulsifying agent</i>
BM	: 149.19 g/mol
Rumus Molekul	: C ₆ H ₁₅ NO ₃
Kadar	: 2-4%
Kelarutan	: dapat bercampur dengan air, metanol, aseton, dan karbon teraklorida
pH	: 10.5
Inkompatibilitas	: trietanolamin akan bereaksi dengan Asam mineral, Asam lemak yang lebih tinggi, tembaga, dan reagen seperti tionil klorida. Perubahan warna serta terbentuknya endapan dapat disebabkan oleh keberadaan garam-garam logam berat.

2.6.5 Metil paraben / Nipagin (Rowe et al., 2009)

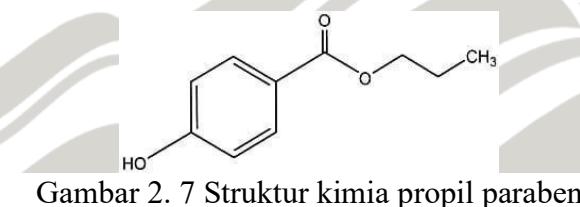


Gambar 2. 6 Struktur kimia metil paraben

Pemerian	: serbuk hablur halus, putih, hampir tidak berbau, tidak berasa, namun menimbulkan sensasi terbakar dan rasa tebal setelahnya.
Fungsi	: pengawet

BM	: 152.15 g/mol
Rumus Molekul	: C ₈ H ₈ O ₃
Kadar	: 0.02-0.3%
Kelarutan	: Memiliki kelarutan tinggi dalam etanol, eter, dan propilen glikol, tetapi hanya sedikit larut dalam air dan hampir tidak larut dalam minyak mineral.
pH	: 3-6
Inkompatibilitas	: inkompatibel dengan gula, dan gula alkohol

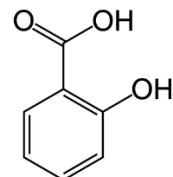
2.6.6 Propil paraben (Rowe et al., 2009)



Gambar 2. 7 Struktur kimia propil paraben

Pemerian	: serbuk kristal berwarna putih, tidak berasa, dan tidak berbau
Fungsi	: pengawet
BM	: 180.20 g/mol
Rumus Molekul	: C ₁₀ H ₁₂ O ₃
Kadar	: 0.01-0.6%
Kelarutan	: sangat mudah larut dalam acetone dan ether; mudah larut dalam etanol, propilen glikol; sukar larut dalam gliserin
pH	: 4-8
Inkompatibilitas	: inkompatibel dengan surfaktan nonionik, dan terjadi perubahan warna akibat hidrolisis basa lemah dan Asam kuat.

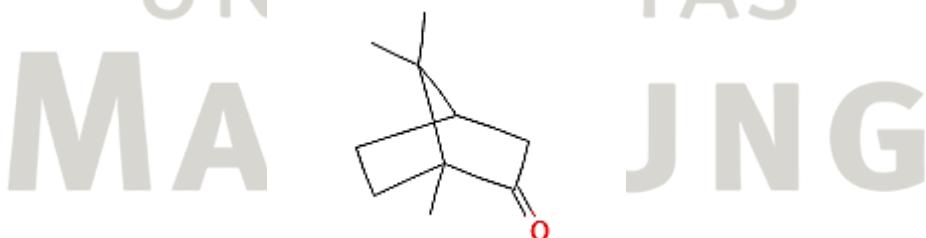
2.6.7 Metil salisilat (Rowe et al., 2009)



Gambar 2. 8 Struktur kimia metil salisilat

Pemerian	: Sediaan berupa cairan bening dengan kemungkinan warna kekuningan hingga kemerahan, serta memiliki aroma khas.
Fungsi	: antiiritan / antiinflamasi
BM	: 152.15 g/mol
Rumus Molekul	: C ₈ H ₈ O ₃
Kadar	: (-)
Kelarutan	: Larut dalam alkohol, eter, dan minyak; sedikit larut dalam air.
pH	: (-)
Inkompatibilitas	: inkompatibel dengan agen oksidasi kuat, Asam kuat, basa kuat, logal alkali, nitrat.

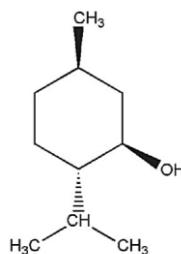
2.6.8 Champor



Pemerian	: Berbentuk kristal granular atau massa kristalin, tidak berwarna hingga putih, dengan aroma khas yang menyengat serta rasa pedas dan beraroma tajam.
Fungsi	: <i>counter irritant</i>
BM	: 152.23 g/mol

Rumus Molekul	: C ₁₀ H ₁₆ O
Kadar	: (-)
Kelarutan	: Larut dalam alkohol, eter, dan minyak, tidak larut dalam air.
pH	: (-)
Inkompatibilitas	: (-)

2.6.9 *Menthol* (Rowe et al., 2009)



Pemerian	: Zat ini berupa kristal heksagonal atau serbuk tak berwarna, umumnya berbentuk jarum atau massa yang mudah mencair, serta memiliki aroma khas.
Fungsi	: agen terapeutik
BM	: 156.27 g/mol
Rumus Molekul	: C ₁₀ H ₂₀ O
Kadar	: 0.05-10.0%
Kelarutan	: Memiliki kemampuan larut yang sangat baik dalam pelarut organik seperti etanol, kloroform, eter, minyak lemak, dan parafin cair.
pH	: (-)
Inkompatibilitas	: Zat ini tidak kompatibel dengan senyawa seperti butil kloral hidrat, kamper, kloral hidrat, kromium trioksida, β-naftol, fenol, kalium permanganat, pirogalol, resorsinol, serta timol.

2.6.10 *Oleum Citronellae*

Pemerian	: cairan minyak kuning pucat hingga cokelat muda bau
----------	--

	aroma segar seperti lemon, rasa pahit dan sedikit pedas
Fungsi	: aromaterapi dan antiinflamasi
BM	: 170.25 g/mol
Rumus Molekul	: C ₁₀ H ₁₈ O
Kadar	: (-)
Kelarutan	: Larut dalam alkohol dan minyak; tidak larut dalam air.
pH	: stabil pada pH 6-7
Inkompatibilitas	: (-)

2.6.11 *Oleum Capsicum*

Pemerian	: cairan minyak berwarna merah hingga oranye, bau aroma pedas dan tajam, rasa sangat pedas
Fungsi	: analgesik
BM	: 170.25 g/mol
Rumus Molekul	: C ₁₀ H ₁₈ O
Kadar	: (-)
Kelarutan	: Larut dalam minyak dan alkohol; tidak larut dalam air.
pH	: stabil pada pH 6-7
Inkompatibilitas	: (-)

2.6.12 *Oleum Europaea ad*

Pemerian	: cairan minyak hijau keemasan hingga kuning, aroma khas zaitun, rasa pahit dan pedas
Fungsi	: aromatik
BM	: (-)
Rumus Molekul	: (-)
Kadar	: (-)
Kelarutan	: Larut dalam kloroform, eter, dan minyak esensial; tidak larut dalam air.
pH	: (-)
Inkompatibilitas	: dapat mengalami oksidasi jika terpapar udara dan cahaya, sehingga sebaiknya disimpan dalam wadah tertutup rapat

dan terlindung dari cahaya langsung.

2.7 Pletismometer

Volume edema pada kaki hewan uji diukur dengan menggunakan alat pletismometer. Prinsip kerja alat ini mengikuti hukum *Archimedes*, di mana volume cairan yang ter dorong naik menunjukkan seberapa besar bagian tubuh yang terendam. Dalam penggunaan pletismometer, kaki hewan uji yang mengalami pembengkakan (edema) dicelupkan ke dalam cairan (biasanya air raksa). Saat kaki tersebut dicelupkan, akan timbul gaya tekan ke atas yang menyebabkan perpindahan volume cairan. Volume cairan yang berpindah tersebut setara dengan volume edema yang terjadi, dan nilai ini kemudian dicatat sebagai hasil pengukuran (Nur et al., 2022).

2.8 Karagenan

Karagenan adalah polisakarida yang berasal dari rumput laut merah (*Chondrus crispus*) dan sering digunakan dalam penelitian untuk memicu peradangan akut. Ketika masuk ke dalam tubuh, karagenan bertindak sebagai zat asing (antigen) yang merangsang sistem imun. Hal ini memicu pelepasan mediator peradangan, seperti histamin, yang menyebabkan gejala inflamasi seperti pembengkakan (edema), kemerahan, dan nyeri. Respons ini terjadi karena tubuh berusaha melawan pengaruh karagenan sebagai bagian dari mekanisme pertahanan alami (Sukmawati et al., 2015).

Untuk mengevaluasi potensi bahan alam yang memiliki aktivitas antiinflamasi, beberapa penelitian dilakukan dengan menginduksikan larutan karagenan secara subplantar, yang menyebabkan pembengkakan atau edema pada telapak kaki tikus (Asri et al., 2023)

Karagenan digunakan untuk menginduksi edema karena tidak menimbulkan luka permanen dan sensitif terhadap obat antiinflamasi. Proses inflamasi akibat karagenan terbagi dalam tiga fase: fase awal (0–90 menit) dipicu oleh histamin dan serotonin, fase tengah (1,5–2,5 jam) oleh bradikinin, dan fase akhir (sekitar 3 jam ke atas) oleh prostaglandin, dengan puncak peradangan terjadi sekitar 6 jam setelah induksi (Dermiati et al., 2018).

Pemberian karagenan akan merangsang fosfolipid yang terdapat pada membran sel *mast* di jaringan ikat telapak kaki tikus, sehingga menghasilkan asam arakidonat melalui aktivitas enzim fosfolipase A2. Proses ini memicu terbentuknya berbagai mediator inflamasi yang menimbulkan pembengkakan lokal, kemerahan, dan akumulasi mediator di area tersebut (Dermiati et al., 2018).

2.9 *Simplex Lattice Design (SLD)*

Simplex Lattice Design adalah suatu metode perancangan yang digunakan dalam mengatur komposisi perbandingan bahan dalam formula guna memperoleh komposisi terbaik sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Dengan parameter stabilitas fisik seperti viskositas, daya sebar, dan daya lekat dapat diuji karena ketiganya menghasilkan data kuantitatif berupa nilai numerik (Putri & Anung Anindhita, 2022).

Metode ini memungkinkan optimasi formula dengan variasi komposisi bahan yang totalnya tetap sama, serta dapat menentukan formula optimal dengan jumlah percobaan yang lebih sedikit, sehingga menghemat penggunaan bahan. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Simplex Lattice Design* dalam optimasi formula krim *roll-on* serai wangi agar diperoleh formula dengan karakteristik fisik yang optimal (Hajrin et al., 2021).

Dalam proses optimasi, nilai *desirability* maksimal yaitu 1, di mana 1 menunjukkan pemenuhan optimal terhadap semua kriteria. Semakin mendekati 1, semakin baik hasil optimasi tersebut (Ramadhani et al., 2017).

2.10 Evaluasi Sediaan

Evaluasi sediaan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu:

1. Uji organoleptis

Evaluasi visual terhadap sediaan mencakup identifikasi perubahan karakteristik organoleptik seperti aroma, tekstur, dan warna (Tungadi et al., 2023).

2. Uji homogenitas

Pengujian homogenitas sediaan dilakukan dengan mengoleskan sampel krim secara merata pada kaca objek atau permukaan bahan transparan

lainnya. Homogenitas sediaan topikal berbentuk krim yang baik harus bebas dari partikel atau granul yang masih menggumpal. Untuk memastikan krim memiliki homogenitas yang baik, dilakukan uji homogenitas. Hasil pemeriksaan homogenitas pada semua sediaan topikal berbentuk krim menunjukkan bahwa partikel tersebar merata di atas kaca objek tanpa adanya penggumpalan (Tungadi et al., 2023).

3. Uji pH

Pengukuran dilakukan dengan mencelupkan elektroda pH meter ke dalam 1 gram sediaan krim, hingga mencapai batas yang telah ditentukan oleh alat. Nilai pH sediaan topikal sangat penting karena harus disesuaikan dengan pH fisiologis kulit, yaitu berkisar antara 4,5 hingga 6,5 (Tungadi et al., 2023).

4. Uji viskositas

Pengujian viskositas bertujuan untuk menilai kekentalan krim sehingga dapat memastikan kemudahan dalam pengaplikasiannya ke kulit. Konsistensi krim yang optimal dicapai ketika viskositasnya berada pada tingkat yang seimbang, tidak terlalu cair maupun terlalu pekat. Umumnya, kisaran viskositas yang dianggap sesuai untuk sediaan semisolida berada antara 2.000 hingga 50.000 centipoise (cPs) (Syaputri et al., 2023).

5. Uji daya sebar

Pengujian daya sebar dilakukan untuk mengetahui seberapa mudah krim dapat diaplikasikan atau digunakan pada kulit. Hasil uji daya sebar yang baik yaitu 5-7 cm (Syaputri et al., 2023a).

6. Uji daya lekat

Pengujian daya lekat dilakukan untuk mengetahui lama krim menempel pada kulit. Umumnya, krim topikal dikatakan memiliki daya lekat baik jika waktu adhesinya melebihi 2 detik (Syaputri et al., 2023)

7. Uji tipe krim

Penentuan tipe emulsi krim bertujuan mengidentifikasi apakah sediaan tergolong minyak dalam air (M/A) atau air dalam minyak (A/M). Dalam penelitian ini, krim yang dibuat termasuk tipe M/A, yang lebih mudah dibersihkan dengan air serta mendukung penetrasi bahan aktif ke kulit

melalui penguapan fase air (Mulyani et al., 2022).

8. Uji stabilitas

Pengujian ini dilakukan untuk mengamati perubahan fisik yang terjadi pada sediaan krim. Proses ini melibatkan beberapa siklus dengan pengaturan suhu yang telah ditentukan sebelumnya. Dengan cara ini, diharapkan dapat terlihat bagaimana krim bereaksi terhadap variasi suhu, serta untuk memahami dampak suhu terhadap konsistensi dan stabilitas sediaan. Melalui pengamatan yang teliti, informasi yang diperoleh akan sangat berguna untuk pengembangan formulasi krim yang lebih baik (Tungadi et al., 2023).

9. Uji distribusi ukuran globul

Uji distribusi partikel pada sediaan topikal berbentuk krim bertujuan untuk menganalisis ukuran dan sebaran diameter partikel dalam formulasi krim. Pengujian ini penting karena ukuran partikel yang ideal, yang biasanya berada dalam rentang 0,5–50 μm , dapat memengaruhi stabilitas dan efektivitas krim. Partikel berukuran lebih kecil cenderung meningkatkan stabilitas sediaan dan memfasilitasi penyerapan krim ke kulit, sementara partikel yang lebih besar dapat menyebabkan pemisahan fase atau creaming pada krim (Rahayu et al., 2023).

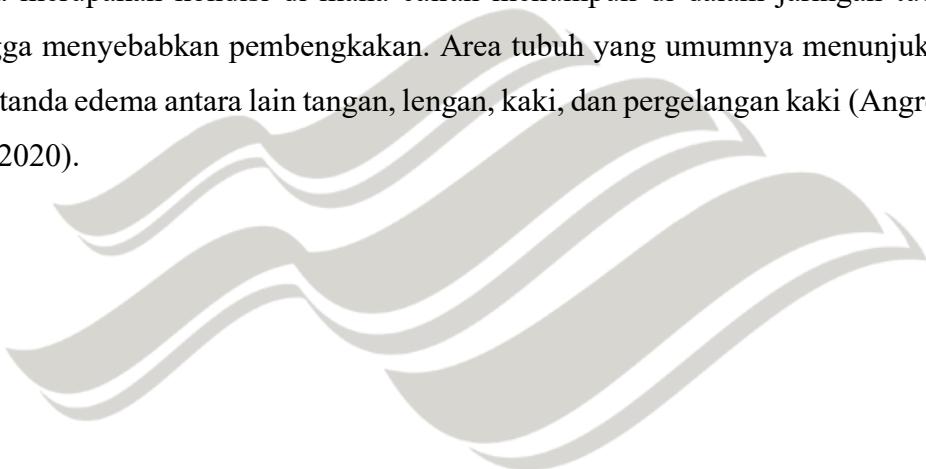
10. Uji hedonik

Dalam pengujian ini, panelis diminta menilai krim roll-on berdasarkan pengamatan langsung terhadap warna, bau, dan rasa saat disentuh. Penilaian dilakukan melalui skala hedonik 1-5 poin, dimulai dari tingkat ketidaksukaan paling rendah hingga kesukaan tertinggi. Sebanyak 40 responden yang dipilih secara acak berpartisipasi dalam penilaian ini (Suena et al., 2022).

2.11 Uji efektivitas antiinflamasi

Efek antiinflamasi diuji dengan menyuntikkan larutan karagenan 1% ke telapak kaki mencit sebagai model inflamasi. Mencit putih jantan (*Mus musculus*)

dipilih sebagai hewan percobaan untuk menghindari pengaruh hormon estrogen yang dapat memengaruhi hasil pengujian aktivitas antiinflamasi. Dalam penelitian ini, digunakan sebanyak dua puluh tujuh ekor mencit putih jantan. Dengan melakukan metode *rat hind paw edema* yang diinduksi karagenan pada telapak kaki mencit putih ini telah banyak diterapkan dalam studi antiinflamasi. Metode ini dianggap sebagai standar dalam penelitian antiinflamasi karena memberikan kelebihan dalam pengukuran edema, yang dapat dilakukan secara lebih akurat dengan mengamati langsung bagian telapak kaki yang mengalami pembengkakan. Edema merupakan kondisi di mana cairan menumpuk di dalam jaringan tubuh, sehingga menyebabkan pembengkakan. Area tubuh yang umumnya menunjukkan tanda-tanda edema antara lain tangan, lengan, kaki, dan pergelangan kaki (Angreani et al., 2020).



UNIVERSITAS
MA CHUNG

Bab III

Metodologi Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian eksperimental ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan metode *Simplex Lattice Design* (SLD), yang mengevaluasi variasi perbandingan asam stearat dan gliserin dalam formulasi krim *roll-on* serai wangi.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Sediaan Semi padat dan Cair Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Ma Chung, Malang.

3.3 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan berlangsung pada bulan April – Juni 2025.

3.4 Variabel Penelitian

Penelitian ini melibatkan beberapa jenis variabel, yaitu

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian

Variabel Bebas	Definisi Operasional	Alat ukur	Skala
Konsenterasi variasi perbandingan bahan Asam stearat dan Gliserin	Konsentrasi serai wangi yang digunakan dalam formulasi krim <i>roll-on</i> , dinyatakan dalam persentase (% w/w) dari total berat sediaan.	Timbangan analitik untuk mengukur berat bahan aktif krim dan bahan lainnya.	Interval
Sediaan krim <i>roll-on</i> yang diisi dengan bahan aktif hasil uji metode <i>Simplex Lattice Design</i>	Variasi dievaluasi stabilitas fisik aktivitas krim.	Perangkat <i>Design Expert</i> version 13	lunak
Variabel Terikat			
Hasil optimal yang diukur	formulasi optimal	Formulasi krim <i>roll-on</i> ditentukan	Perangkat lunak <i>Design Expert</i>
			Rasio

dengan metode melalui analisis <i>Simplex version 13 Simplex Lattice Lattice Design</i> untuk <i>Design</i> dengan mencapai stabilitas dan parameter pH, efektivitas terbaik. viskositas, daya lekat dan daya sebar			
Aktivitas antiinflamasi yang diukur melalui pengukuran peradangan	Efektivitas krim <i>roll-on</i> mengurangi peradangan, melalui parameter seperti penurunan volume edema atau ukuran area inflamasi pada mencit (<i>Mus musculus</i>)	Pletismometer	Rasio (mm atau μL)
Waktu evaluasi semua sampel	Waktu yang ditentukan untuk melakukan evaluasi terhadap semua sampel krim <i>roll-on</i> serai wangi, yang dilakukan pada waktu yang sama untuk memastikan konsistensi (24 jam setelah aplikasi)	Stopwatch	Rasio
Penggunaan alat yang sama untuk semua pengukuran	Penggunaan alat yang identik (misalnya, alat brookfield, ukur viskositas, pH meter, cawan meter, dll) untuk semua pengukuran guna beban, plat kaca menghindari variabilitas yang disebabkan oleh perbedaan alat.	Viskometer	Nominal

Waktu aplikasi krim pada hewan uji	Waktu aplikasi krim roll-on serai wangi pada hewan uji dilakukan secara konsisten untuk seluruh subjek, yaitu pada awal (menit ke-0) dan diikuti oleh pengamatan berulang setiap 60 menit hingga menit ke-300	<i>Stopwatch</i>	Rasio
Usia mencit	Usia mencit yang digunakan dalam penelitian, yang harus seragam untuk menghindari variabilitas biologis ≤ 4 minggu.	Catatan peternak	Rasio

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian mortir dan stamfer, timbangan analitik, cawan porselin, batang pengaduk, alat-alat gelas, viskometer, pH meter, pipet tetes, plat kaca, kaca arloji, oven, kertas perkamen, sudip, jarum suntik, pletismometer, anak timbangan, spidol, oven, erlenmeyer, perangkat lunak *Design Expert version 13*, mikroskop, perangkat lunak *OptiLab Viewer*, perangkat lunak *Image Raster 3*.

3.5.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan sediaan topikal berbentuk krim antara lain yaitu asam stearat, gliserin, propilen glikol, TEA, metil paraben, propil paraben, metil salisilat, *Champor*, *Menthol*, *Oleum Citronellae*, *Oleum Capsicum*, *Oleum Europaea ad*, aquades, karagenan, NaCl, metilen biru, *buffer*.

3.6 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah mencit (*Mus musculus*) yang digunakan sebagai subjek untuk menguji efek antiinflamasi dari krim *roll-on* serai wangi . Mencit yang menjadi populasi penelitian adalah mencit yang sehat, berusia ≥ 4 minggu, dengan jenis kelamin jantan untuk mengurangi variabilitas biologis yang dapat mempengaruhi hasil penelitian dan berat badan 19-25 gram. Sebanyak 27 mencit dibagi menjadi tiga kelompok perlakuan, masing-masing terdiri dari 9 ekor.

3.6.1 Kriteria Inklusi

- a. Mencit jantan untuk mengurangi variabilitas biologis yang dapat mempengaruhi hasil penelitian.
- b. Mencit berusia lebih dari 4 minggu untuk memastikan kematangan fisiologis yang sesuai
- c. Berat badan mencit antara 19-25 gram untuk memastikan konsistensi dalam parameter fisiologis.
- d. Mencit dalam kondisi sehat, ditandai dengan aktivitas normal dan tidak menunjukkan tanda-tanda penyakit.

3.6.2 Kriteria Eksklusif

Mencit yang menunjukkan gejala sakit, seperti penurunan aktivitas, penurunan nafsu makan, atau perubahan perilaku lainnya.

3.7 Hewan percobaan

Sebanyak sembilan ekor mencit jantan putih (*Mus musculus*) dengan berat 19–25 gram dan usia lebih dari empat minggu digunakan sebagai hewan percobaan. Penetapan jumlah sampel mengacu pada rumus Federer:

$$(t - 1)(n -) \geq 15 \quad (1)$$

Keterangan :

t = Kelompok berdasarkan rancangan perlakuan

n = Jumlah hewan uji yang digunakan dalam masing-masing kelompok

Terdapat tiga kelompok perlakuan, masing-masing terdiri atas sembilan mencit,

sesuai hasil perhitungan sampel. Data lengkap tersedia pada Lampiran A

3.8 Pengajuan dan Penyusunan *Ethical Clearance*

Proses permohonan dan penyusunan serta pembuatan *Ethical Clearance* dilakukan di Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Malang. Gambar terlampir pada lampiran P.

3.9 Optimasi sediaan krim *roll-on* serai wangi

Penelitian ini menggunakan metode Simplex Lattice Design (SLD) dengan bantuan software Design Expert v13 untuk mengoptimalkan formula krim roll-on serai wangi. Variabel bebas meliputi asam stearat (14-16%) dan gliserin (3-5%), sementara variabel terikat mencakup pH, viskositas, daya sebar, dan daya lekat. Delapan formula diuji, dan formula optimal dipilih berdasarkan nilai desirability mendekati 1. Hasil prediksi software kemudian diverifikasi dengan uji ulang sebanyak tiga kali.

3.10 Formulasi

Berikut merupakan rancangan formulasi sediaan topikal berbentuk krim serai wangi dengan variasi Asam stearat dan Gliserin seperti pada tabel 3.2:

Tabel 3. 2 Rancangan formulasi sediaan krim serai wangi

Nama Bahan	Formula (%)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fase minyak								
<i>Oleum Citronellae</i>	1.875	1.875	1.875	1.875	1.875	1.875	1.875	1.875
<i>Oleum Capsicum</i>	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Metil salisilat	25	25	25	25	25	25	25	25
<i>Champor</i>	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75
<i>Menthol</i>	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75
Asam Stearat*	15	15	14	14.5	14	16	16	15.5

Propil paraben	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
<i>Oleum Europaea</i>									Ad 100
Fase air									
Gliserin*	4	4	5	4.5	5	3	3	3.5	
Propilen glikol	3	3	3	3	3	3	3	3	
TEA	4	4	4	4	4	4	4	4	
Metil paraben	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	
<i>Aquadest</i>									Ad 100

3.11 Proses pembuatan

3.11.1 Proses pembuatan krim

Pembuatan krim dengan formulasi yang terdiri dari *Oleum Citronellae*, *Oleum Capsicum*, *Oleum Europaea*, Metil salisilat, *Champor*, *Menthol*, Asam Stearat, Gliserin, Propilen glikol, TEA, Metil paraben, Propil paraben, dan *Aquadest* dilakukan melalui beberapa tahapan. Pertama, fase minyak disiapkan dalam wadah tahan panas, kemudian dipanaskan hingga semua komponen meleleh dan homogen pada suhu sekitar 70°C. Secara bersamaan, fase air disiapkan dan dipanaskan hingga mencapai suhu yang sama. Setelah kedua fase mencapai suhu yang sesuai, fase air dituang perlahan ke dalam fase minyak sambil diaduk hingga terbentuk emulsi homogen. Proses pengadukan dilanjutkan hingga krim mendingin dan mencapai konsistensi yang diinginkan, kemudian sediaan dikemas dalam wadah yang sesuai.

3.11.2 Proses pembuatan karagenan

Larutan karagenan 1% dibuat dengan melarutkan 100 mg karagenan dalam 10 mL NaCl 0,9%, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (Sijabat et al., 2024).

3.12 Evaluasi Sediaan

Pengujian mutu yang dilakukan dalam penelitian ini diantaranya yaitu:

- Uji organoleptis

Penetapan uji ini dilakukan dengan cara diamati secara visual perubahan bau, dan warna pada sediaan topikal berbentuk krim (Idawati et al., 2024).

2. Uji homogenitas

Sebanyak 0,5 gram krim dioleskan merata di kaca objek, lalu ditutup kaca penutup. Sediaan dinyatakan homogen jika tidak terlihat partikel yang terpisah, menggumpal, atau tidak merata (Chandra et al., 2024).

3. Uji pH

Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi dengan buffer pH 4 dan 7. Sebelum diuji, krim diencerkan dengan aquadest (1 gram krim dalam 10 mL air). Alat kemudian dicelupkan ke dalam larutan untuk membaca nilai pH sediaan (Chandra et al., 2024).

4. Uji viskositas

Viskositas krim diukur menggunakan viskometer Brookfield dengan mencatat kecepatan rotor. Pengujian dilakukan tiga kali untuk memastikan hasil yang akurat (Rahayu et al., 2023).

5. Uji daya sebar

Sebanyak 0,5 gram krim diletakkan di kaca objek dan diamati penyebarannya selama satu menit. Setelah itu, diukur diameter sebar awal. Kemudian diberi beban 100 gram selama satu menit dan dilakukan pengukuran ulang untuk menilai perubahan luas sebar akibat tekanan (Tari et al., 2023)

6. Uji daya lekat

Ambil krim sebanyak 0,5 gram dan aplikasikan pada permukaan plat kaca. Tempelkan plat kaca lainnya di atasnya, kemudian beri tekanan menggunakan beban seberat 250 gram selama 5 menit. Setelah waktu tersebut, angkat beban dan pisahkan kedua plat kaca sambil mencatat waktu yang dibutuhkan hingga keduanya terlepas. Sediaan dinilai memiliki daya lekat yang baik apabila waktu pemisahannya lebih dari 4 detik.

7. Uji daya lekat

Uji tipe emulsi dilakukan dengan pewarnaan menggunakan metilen biru dan diamati di bawah mikroskop sebanyak 0,5 gram. Sebaran warna di tepi menandakan tipe M/A, sedangkan warna di tengah menunjukkan tipe A/M (Ilmknun & Nur, 2024).

8. Uji stabilitas

Pengujian stabilitas dilakukan melalui enam siklus *freeze-thaw*, dengan pergantian suhu 4°C dan 40°C setiap 24 jam. Evaluasi mencakup perubahan tampilan, homogenitas, pH, daya sebar, dan daya lekat (Tari et al., 2023).

9. Uji distribusi ukuran globul

Analisis distribusi ukuran partikel dilakukan dengan menggunakan mikroskop dan *optilab viewer* yang terpasang pada lensa okuler mikroskop. Pertama, partikel sampel disuspensikan dalam parafin cair sebelum diamati di bawah mikroskop, yang hasilnya diproyeksikan ke layar atau monitor untuk memudahkan pengukuran. Ukuran partikel diukur sepanjang garis horizontal yang melewati pusat partikel. Setelah itu, ukuran serbuk diamati di bawah mikroskop (Rahayu et al., 2023).

10. Uji hedonik

Sebanyak 40 responden dipilih secara acak untuk menilai aroma, tampilan, tekstur, dan kenyamanan krim melalui Google Form. Mereka mengisi kuesioner dengan pertanyaan yang sama tentang warna, bau, kekentalan, dan kemudahan penggunaan.

11. Uji efektivitas antiinflamasi

Selama satu minggu, mencit diaklimatisasi di kandang dengan pakan dan air yang tercukupi. Sebelum perlakuan, dilakukan puasa selama 8 jam tanpa membatasi akses air. Pengukuran peradangan menggunakan pletismometer. Hewan uji dibagi ke dalam kelompok yang berbeda, yaitu:

- a. Kelompok Perlakuan (Krim *Roll-on* Serai wangi): Kaki mencit diberikan perlakuan 1% karagenan dan dioleskan dengan formulasi optimal sediaan topikal berbentuk krim *roll-on* serai wangi (*Cymbopogon Nardus L. Rendle*) untuk mengevaluasi efek antiinflamasi.
- b. Kelompok Kontrol Positif: Kaki mencit yang diberikan perlakuan 1% karagenan dan dioleskan dengan produk pasaran (*Hydrocortisone Acetate Cream 2,5%*) yang memiliki efek antiinflamasi, sebagai pembanding untuk menilai efektivitas krim *roll-on* serai wangi .
- c. Kelompok Kontrol Negatif: Kaki mencit yang diberikan perlakuan 1% karagenan tanpa diberikan perlakuan krim apapun, untuk mengamati

perubahan alami pada inflamasi tanpa intervensi.

Pada hari pelaksanaan uji, masing-masing mencit ditimbang terlebih dahulu dan salah satu kakinya diberi penanda sebagai referensi awal. Kaki yang ditandai dimasukkan ke dalam tabung alat pletismometer yang telah diisi dengan cairan hingga batas garis yang telah ditentukan. Setelah pedal alat ditekan, volume awal kaki sebelum perlakuan dicatat berdasarkan angka yang ditampilkan pada monitor. Setelah dilakukan penyuntikan intraplantar larutan karagenan 1% (0,1 mL) ke telapak kaki mencit, pengukuran volume dimulai pada menit ke-0 sebagai data awal pasca-induksi.

Volume edema kembali diukur pada menit ke-60 setelah proses induksi sebagai data pasca-induksi awal. Pengukuran lanjutnya dilakukan secara berkala pada menit ke-120, 180, 240, dan 300. Selanjutnya, sediaan topikal berbentuk krim uji diaplikasikan secara topikal pada masing-masing mencit berdasarkan pembagian kelompok perlakuan. Pengaplikasian krim pada mencit dilakukan, yaitu 5 kali setiap jam, yang mengikuti literatur terdahulu. Setelah itu, volume edema pada telapak kaki mencit diukur setiap satu jam selama enam jam. Penentuan volume edema dilakukan berdasarkan peningkatan raksasa/volume cairan pada alat pletismometer (Sijabat et al., 2024).

3.13 Penentuan Formula Optimum dan Uji Verifikasi Sediaan Krim *Roll-on* Serai wangi

Optimasi krim dilakukan dengan metode Simplex Lattice Design, menggunakan dua variabel utama: asam stearat dan gliserin, dalam delapan kombinasi formula. Evaluasi difokuskan pada pH (4,5–8,0), viskositas (2.000–50.000 cPs), daya sebar (5–7 cm), dan daya lekat (≥ 4 detik), untuk menentukan formula paling optimal.

Seluruh data hasil penelitian kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak *Design Expert* versi 13 untuk mengidentifikasi formula krim yang paling optimal, yang ditandai dengan nilai *desirability* mendekati angka 1,0. Nilai ini merepresentasikan seberapa efektif program dalam menghasilkan formulasi yang sesuai dengan kriteria optimal. Setelah formula terbaik diperoleh, dilakukan uji

verifikasi guna membandingkan antara hasil prediksi perangkat lunak dengan hasil aktual dari formula tersebut. Proses verifikasi ini dilakukan dalam tiga kali pengulangan.

3.14 Perhitungan persen radang dan persen inhibisi radang

Dalam pengujian ini mengumpulkan data berupa volume edema sebelum dan sesudah pemberian karagenan. Data tersebut kemudian menilai untuk menghitung persentase peradangan serta tingkat inhibisi peradangan. Rumus perhitungan persen peradangan disajikan sebagai berikut:

$$\%edema = \frac{V_t - V_0}{V_t} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

V_t = Volume telapak kaki setelah dilakukan injeksi karagenan.

V_0 = Volume telapak kaki sebelum dilakukan injeksi karagenan.

$$\%inhibisi\ radang = \frac{a - b}{a} \times 100 \quad (3)$$

Keterangan:

a = rerata persentase peradangan yang diamati pada kelompok kontrol negatif

b = volume telapak kaki sebelum dilakukan injeksi karagenan

(Sijabat et al., 2024).

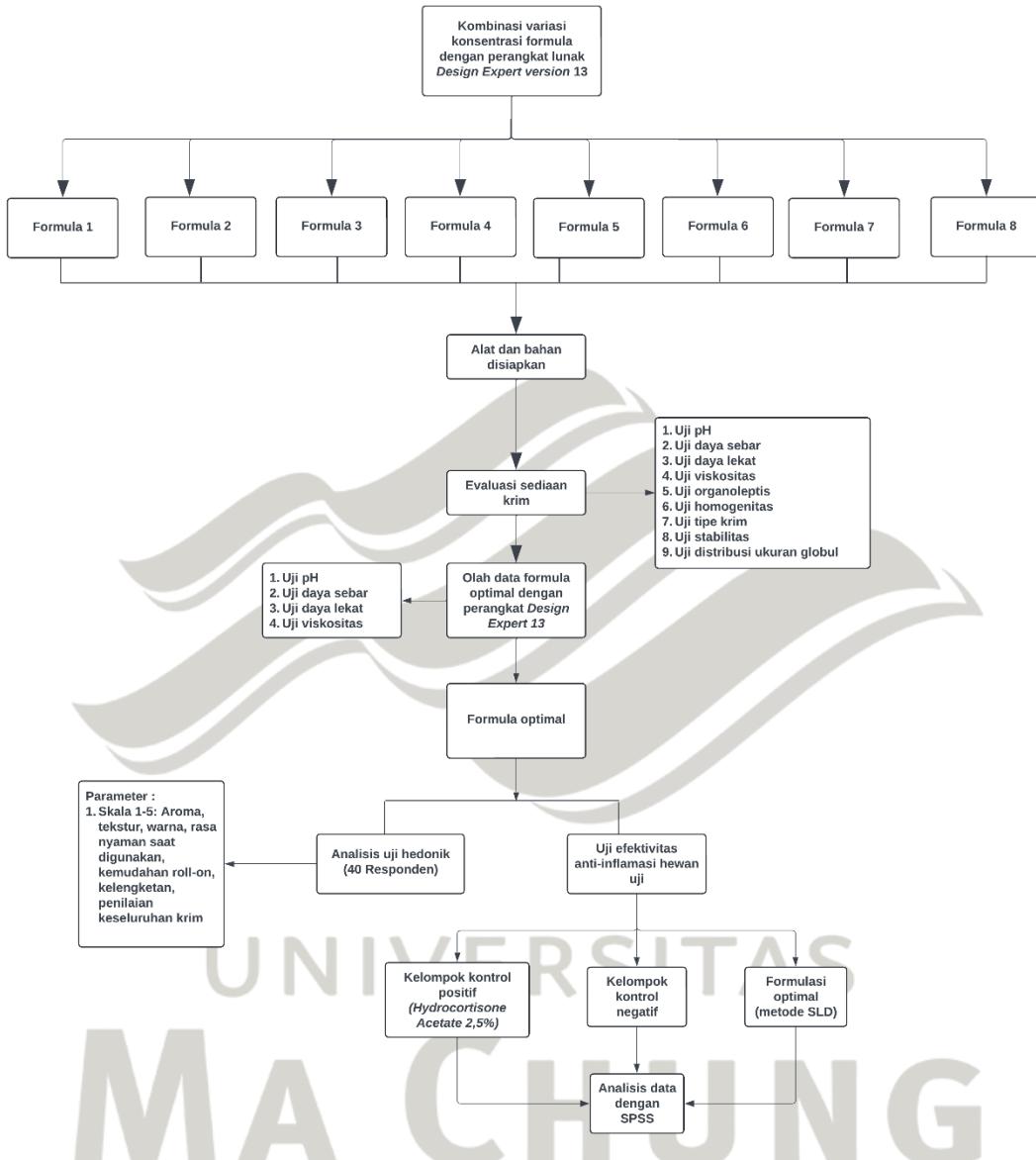
3.15 Analisis Data

Data volume pembengkakan kaki mencit untuk tiap kelompok dan waktu pengamatan telah dirangkum dalam tabel. Kemudian, dihitung nilai rata-rata volume pembengkakan akibat inflamasi dan rata-rata penurunan edema dengan cara membandingkan volume edema terhadap volume awal sebelum dilakukan penyuntikan larutan karagenan. Data hasil perhitungan tersebut dianalisis menggunakan uji statistik One Way ANOVA, lalu dilanjutkan dengan uji lanjutan Post-Hoc untuk mengevaluasi apakah terdapat perbedaan yang bermakna antar perlakuan, dengan kriteria signifikansi ditentukan pada $p < 0,05$ (signifikan) atau p

> 0,05 (tidak signifikan) (Rahman et al., 2018).



3.16 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

3.17 Spesifikasi sediaan

Tabel 3. 3 Spesifikasi sediaan

Uji	Spesifikasi
Uji organoleptis	Berwarna putih, harum khas serai wangi , tidak menyengat, tekstur halus
Uji homogenitas	Tidak ada pemisahan fase, sediaan tampak seragam dan konsisten tercampur
Uji pH	4,5 – 6,5
Uji viskositas	2.000-50.000 cPs
Uji daya sebar	5 – 7 cm
Uji daya lekat	>2 detik
Uji tipe emulsi	M/A
Uji distribusi ukuran globul	rentang 0,5–50,0 μm
Uji stabilitas	Stabil dalam 6 siklus berdasarkan parameter organoleptis, homogenitas, pH, daya sebar, dan daya lekat.
Uji anti-inflamasi	Efektif dalam mengurangi inflamasi

(Syaputri et al., 2023)

UNIVERSITAS
MA CHUNG

Bab IV

Hasil dan Pembahasan

4.1 Penentuan Formulasi Sediaan Krim dengan *Simplex Lattice Design*

Tujuan dari pemilihan dengan metode *Simplex Lattice Design* (SLD) untuk merancang formula krim *roll-on* yang stabil dan optimal. Metode *Simplex Lattice Design* (SLD) dipilih dalam penelitian ini karena mampu membantu proses formulasi secara efisien dan sistematis. Dimana disebut efisien, karena jumlah formula yang perlu dibuat lebih sedikit namun tetap mewakili seluruh kemungkinan kombinasi dua bahan (asam stearat dan gliserin). Disebut sistematis, karena kombinasi bahan dalam formula ditentukan berdasarkan perhitungan matematis yang teratur, bukan secara acak, sehingga penyebaran data merata dan hasil evaluasi dapat dibandingkan secara adil.

Dalam perancangan formula, digunakan dua komponen utama, yaitu asam stearat sebagai emulgator dan gliserin sebagai emolien. Asam stearat berperan sebagai agen pengental yang membantu membentuk struktur dan meningkatkan viskositas sediaan. Sementara itu, gliserin berfungsi sebagai humektan yang menjaga kelembapan serta membantu memperbaiki konsistensi dan kenyamanan krim saat diaplikasikan ke kulit. Sebelumnya, penggunaan jumlah konsentrasi kombinasi sebesar 22% yang diadopsi dari literatur terdahulu. Namun pada proses praktiknya (*trial and error*), formulasi tersebut menghasilkan krim yang sangat kental dan sulit diratakan. Oleh karena itu, jumlah konsentrasi variasi disesuaikan menjadi 19%. Sebanyak 8 formula krim *roll-on* dibuat dengan variasi dua komponen menggunakan metode SLD, ditambahkan minyak atsiri serai wangi sebagai bahan aktif karena kandungan sitronelal dan geraniolnya yang bersifat antiinflamasi. Evaluasi dilakukan terhadap pH, viskositas, daya sebar, dan daya lekat.

Komposisi lengkap dari masing-masing formula disajikan pada Tabel 4.1, yang memperlihatkan perbedaan proporsi antara emulgator dan emolien berdasarkan rancangan *Simplex Lattice Design* (SLD).

Tabel 4. 1 Kombinasi Variasi Asam stearat dan Gliserin

Formula	Konsentrasi (%)		
	Asam	Stearat	Gliserin
1		15	4
2		15	4
3		14	5
4		14,5	4,5
5		14	5
6		16	3
7		16	3
8		15,5	3,5

4.2 Formulasi Sediaan Krim *Roll-on*

Delapan formula krim dibuat dengan variasi konsentrasi asam stearat dan gliserin menggunakan metode SLD berdasarkan komponen pada tabel 4.1. Bahan dibagi dalam fase minyak dan air, lalu dipanaskan terpisah hingga larut sempurna dan suhunya disamakan untuk menghasilkan emulsi yang stabil. Fase minyak dituangkan lebih dulu ke dalam mortir yang sudah dipanaskan untuk menjaga kestabilan suhu, lalu fase air ditambahkan perlahan sambil diaduk sampai terbentuk basis krim yang homogen dan stabil sekaligus mencegah terjadinya pemisahan fase atau kegagalan emulsi. Basis krim yang telah terbentuk kemudian dipindahkan ke dalam gelas beaker. Selanjutnya, bahan aktif yaitu *oleum capsicum*, metil salisilat, *oleum citronella*, dan *oleum europae* ditambahkan ke dalam basis krim. Campuran ini diaduk menggunakan *magnetic stirrer* di atas *hotplate* dengan suhu terkendali, bertujuan untuk memperoleh pencampuran merata tanpa merusak kestabilan bahan. Setelah campuran menjadi agak dingin, mentol dan kamfer ditambahkan, lalu diaduk kembali menggunakan *magnetic stirrer* dengan posisi wadah *beaker glass* ditutup untuk mencegah adanya penguapan. Setelah sediaan tercampur secara merata, dilakukan evaluasi terhadap sediaan tersebut. Gambar dapat dilihat pada lampiran N.

4.3 Evaluasi Sediaan Krim *Roll-on*

4.3.1 Uji pH

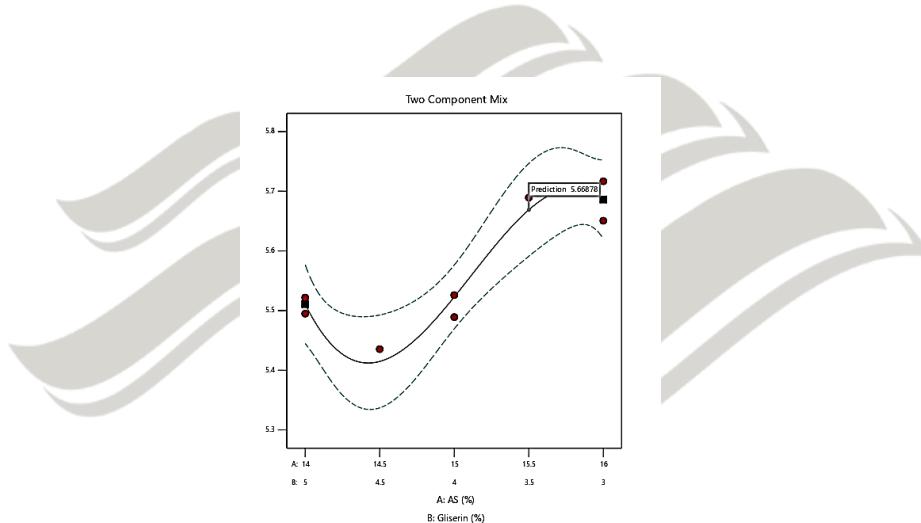
Pengukuran pH bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh bahan utama terhadap tingkat keasaman krim. pH yang tepat (4,5–6,5) penting agar sediaan nyaman dan aman saat diaplikasikan ke kulit. Gambar dapat dilihat pada lampiran K.3.

Tabel 4. 2 Rata-Rata Uji pH

Formula	Rerata±SD
1	5,49±0,23
2	5,53±0,25
3	5,52±0,40
4	5,44±0,23
5	5,49±0,34
6	5,65±0,28
7	5,72±0,25
8	5,69±0,35

UNIVERSITAS
MA CHUNG

Pada tabel 4.2 di atas menunjukkan nilai rata-rata pH dari delapan formula krim *roll-on*, yang berkisar antara 5,44 hingga 5,72. Nilai pH tersebut masih berada dalam rentang pH yang aman. Rentang ini dianggap ideal karena mendekati pH alami kulit manusia. Dengan pH yang stabil dan berada dalam rentang aman, maka semua formula yang diuji bisa dikatakan layak digunakan secara topikal. Selain itu, keseragaman nilai pH antar formula juga menunjukkan bahwa komposisi bahan-bahan seperti asam stearat dan gliserin dalam formula tidak menyebabkan perubahan pH yang ekstrem, sehingga dapat memberikan kenyamanan saat digunakan di kulit.



Gambar 4. 1 Grafik *Contour plot* Uji pH

Pengujian pH dilakukan untuk melihat apakah perbedaan jumlah asam stearat (A) dan gliserin (B) dalam formula krim *roll-on* berpengaruh terhadap nilai pH sediaan. Dari grafik hasil percobaan, terlihat bahwa kombinasi bahan-bahan tersebut memang mempengaruhi pH. Semakin tinggi kandungan asam stearat, nilai pH cenderung ikut naik.

Garis pada grafik menunjukkan bahwa hubungan antara jumlah bahan dan pH tidak lurus (tidak linear). Nilai pH paling rendah terlihat di bagian tengah grafik, sedangkan nilai pH cenderung naik di bagian kanan, yaitu saat kandungan asam stearat lebih tinggi. Titik-titik merah di grafik menunjukkan hasil pH yang didapat langsung dari percobaan, sedangkan garis hitam menunjukkan nilai pH yang diprediksi oleh model. Garis biru putus-putus di sekitar garis hitam menunjukkan batas atas dan bawah prediksi dengan tingkat kepercayaan 95%.

Hasil prediksi dari grafik menunjukkan bahwa kombinasi terbaik untuk pH terjadi saat asam stearat sekitar 15,8% dan gliserin sekitar 3%, dengan nilai pH yang diperkirakan sebesar 5,67. Nilai ini masih termasuk dalam rentang pH normal kulit (sekitar 4,5–6,5), sehingga aman digunakan.

Tabel 4. 3 ANOVA Uji pH

<i>Source</i>	<i>df</i>	<i>p-value</i>	
<i>Model</i>	3	0,0065	<i>significant</i>

Hasil ini diperkuat oleh analisis statistik melalui uji ANOVA. Berdasarkan tabel ANOVA, model yang digunakan untuk memprediksi pH dinyatakan signifikan, dengan *p-value* sebesar 0,0065. Karena *p-value* lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi bahan dalam formula berpengaruh nyata terhadap pH. Gambar dapat dilihat pada lampiran D.1.

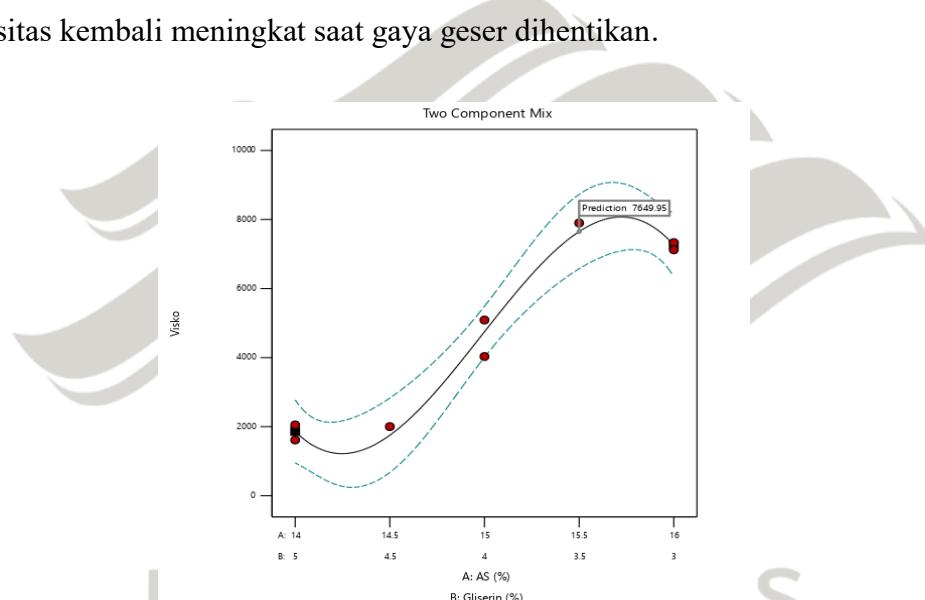
4.3.2 Uji Viskositas dan daya alir

Viskositas dinilai untuk mengetahui bagaimana pengaruh kombinasi asam stearat (A) dan gliserin (B) terhadap kekentalan krim *roll-on*. Viskositas penting karena menentukan seberapa mudah krim dikeluarkan, dioleskan, dan nyaman digunakan di kulit. Gambar dapat dilihat pada lampiran K.4.

Tabel 4. 4 Rata-Rata Uji Viskositas

Formula	Rerata (cPs)\pmSD	Daya Alir (1/cPs)
1	4013 \pm 3,46	0.000248
2	5089 \pm 19,05	0.000197
3	1615 \pm 23,59	0.000619
4	2002 \pm 36,56	0.000500
5	2051 \pm 14,01	0.000488
6	7122 \pm 171,42	0.000140
7	7333 \pm 290,56	0.000137
8	7900 \pm 290,33	0.000127

Hasil uji viskositas Tabel 4.4 dari delapan formula krim *roll-on* menunjukkan nilai viskositas (kekentalan) yang bervariasi antara 1615 cPs hingga 7900 cPs. Berdasarkan literatur, kisaran viskositas yang ideal untuk krim topikal biasanya berkisar antara 2000 hingga 50000 cPs. Secara kualitatif, sistem aliran yang terbentuk dari sediaan ini diperkirakan bukan termasuk fluida Newtonian, tetapi cenderung *non-Newtonian* bertipe pseudoplastik (*shear-thinning*). Ini berarti viskositas akan menurun ketika kecepatan geser meningkat, seperti saat krim digulirkan menggunakan roll-on ke permukaan kulit. Akibatnya, krim akan lebih mudah menyebar saat digunakan namun tetap stabil setelah diaplikasikan, karena viskositas kembali meningkat saat gaya geser dihentikan.



Gambar 4. 2 Grafik Hasil *Contour Plot* Uji Viskositas

Dari gambar grafik 4.2, terlihat bahwa semakin tinggi kadar asam stearat, maka viskositas krim juga semakin meningkat. Titik-titik merah pada grafik menunjukkan hasil viskositas dari percobaan langsung, sedangkan garis hitam adalah hasil prediksi dari model. Garis biru putus-putus menunjukkan batas kepercayaan 95%, yang artinya model percaya nilai viskositas akan berada dalam batas tersebut. Hampir semua titik percobaan berada di dalam batas ini, menunjukkan bahwa model mampu memprediksi viskositas dengan baik.

Puncak viskositas (paling tinggi) terlihat saat kadar asam stearat mendekati 16% dan gliserin sekitar 3%, dengan nilai prediksi viskositas sebesar 7649,95 cP. Nilai ini menunjukkan formula menghasilkan krim yang cukup kental.

Tabel 4. 5 ANOVA Uji Viskositas

<i>Source</i>	<i>df</i>	<i>p-value</i>
<i>Model</i>	3	0,0006 <i>significant</i>

Hasil statistik ANOVA menunjukkan bahwa model yang digunakan untuk memprediksi viskositas krim *roll-on* bersifat signifikan secara statistik, dengan nilai *p-value* = 0,0065. Karena *p-value* < 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi bahan dalam formula memiliki pengaruh nyata terhadap viskositas. Sehingga, model menunjukkan bahwa asam stearat berperan besar dalam meningkatkan viskositas. Hal ini menandakan bahwa formula yang diuji sudah tepat dalam menghasilkan kekentalan krim yang diinginkan. Gambar dapat dilihat pada lampiran D.2.

4.3.3 Uji Daya Sebar

Uji daya sebar mengevaluasi kemudahan krim merata di kulit. Sediaan ideal memiliki daya sebar 5–7 cm. Nilai yang diperoleh dinyatakan sebagai diameter sebar, ditampilkan pada Lampiran K.5.

Tabel 4. 6 Rata- Rata Uji Daya Sebar

Formula	Rerata (cm) \pm SD
1	5,41 \pm 0,42
2	5,63 \pm 0,50
3	5,81 \pm 0,52
4	6,16 \pm 0,61
5	6,39 \pm 0,68
6	4,57 \pm 0,53
7	4,78 \pm 0,65
8	4,61 \pm 0,45

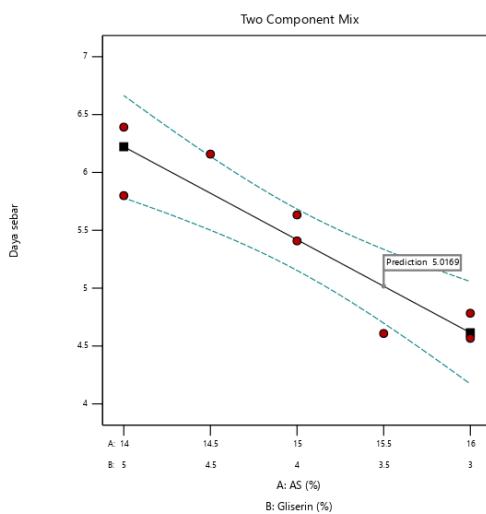
Hasil pengujian pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai daya sebar krim berada dalam rentang 4,57 hingga 6,39 cm. Formula dengan daya sebar tertinggi adalah formula 5 (6,39 cm), diikuti oleh formula 4 (6,16 cm) dan formula 3 (5,81 cm). Ketiga formula ini cenderung lebih mudah diratakan di kulit, menandakan

konsistensi krim yang cukup ringan dan nyaman saat digunakan. Sebaliknya, formula 6, 7, dan 8 memiliki daya sebar terendah (4,57–4,78 cm), menandakan bahwa krim cenderung lebih kental dan agak lebih sulit menyebar, namun masih berada dalam batas yang dapat diterima.

Perbedaan daya sebar antar formula dapat dijelaskan berdasarkan variasi komposisi asam stearat dan gliserin. Asam stearat berfungsi sebagai agen pengental, sehingga semakin tinggi konsentrasiannya maka viskositas krim akan meningkat dan daya sebar menjadi menurun. Sementara itu, gliserin berperan sebagai humektan yang bersifat melembapkan dan dapat menurunkan viskositas, sehingga krim dapat merata dengan lebih mudah saat diaplikasikan pada kulit. Formula dengan kandungan gliserin yang lebih tinggi, seperti formula 3, 4, dan 5, lebih memiliki kemampuan sebar yang baik dibandingkan formula dengan kandungan asam stearat yang tinggi dan gliserin rendah (formula 6 dan 7).

Secara keseluruhan, hasil uji daya sebar ini menyebutkan bahwa peningkatan viskositas akan mengurangi daya sebar, sedangkan peningkatan komponen humektan dapat meningkatkan daya sebar. Seluruh formula yang diuji masih menunjukkan nilai daya sebar dalam rentang yang baik untuk sediaan topikal berbentuk krim topikal karena masih sesuai dengan standar ideal untuk krim topikal daya sebar krim yang berkisar antara 5 sampai 7 cm.

UNIVERSITAS
MA CHUNG



Gambar 4. 3 Contour plot Uji Daya Sebar

Grafik dua komponen untuk parameter daya sebar menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar asam sterat (A), maka nilai daya sebar krim cenderung menurun. Artinya, krim menjadi lebih kental dan agak sulit diratakan di permukaan kulit. Sebaliknya, formula dengan kadar asam stearat yang lebih rendah memiliki daya sebar yang lebih tinggi, atau lebih mudah diratakan.

Titik-titik merah pada grafik mewakili hasil nyata dari percobaan (*design points*), sementara garis hitam menunjukkan prediksi dari model. Garis putus-putus biru adalah batas kepercayaan 95% (*confidence interval*), dan sebagian besar titik berada di dalamnya. Hal ini berarti model mampu memprediksi daya sebar dengan cukup baik. Berdasarkan prediksi model, daya sebar rata-rata formula optimal berada pada sekitar 5,02 cm.

Tabel 4. 7 ANOVA Uji Daya Sebar

<i>Source</i>	<i>df</i>	<i>p-value</i>	
<i>Model</i>	1	0,0014	<i>significant</i>

Dari hasil uji statistik ANOVA, diperoleh bahwa model bersifat signifikan dengan nilai *p-value* = 0,0014 (lebih kecil dari 0,05). Ini menunjukkan bahwa kombinasi bahan yang digunakan dalam formula memang benar-benar memengaruhi daya sebar krim. Nilai *df* = 1 menunjukkan bahwa model cukup sederhana tetapi efektif dalam menjelaskan perubahan nilai daya sebar antar formula. Sehingga, asam stearat terbukti menurunkan daya sebar karena sifatnya yang mengentalkan krim. Gambar dapat dilihat pada lampiran D.3.

4.3.4 Uji Daya Lekat

Kemampuan krim untuk menempel di kulit dalam jangka waktu tertentu disebut daya lekat. Semakin lama menempel, semakin besar potensi bahan aktif bekerja optimal. Dalam uji ini, waktu daya lekat diukur dalam satuan detik. Gambar dapat dilihat pada lampiran K.6.

Tabel 4. 8 Rata-Rata Uji Daya Lekat

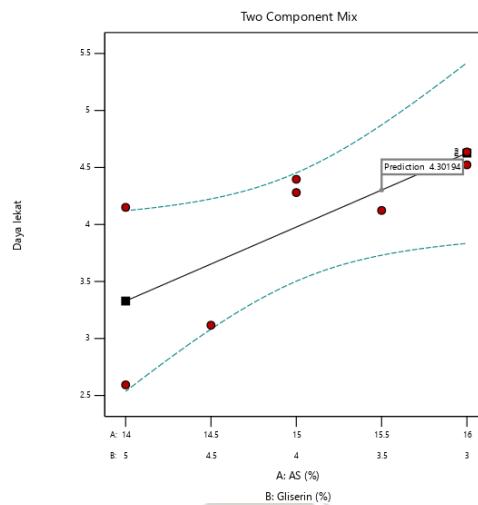
Formula	Rerata (detik)\pmSD
1	4,40 \pm 0,12
2	4,28 \pm 0,12
3	2,60 \pm 0,18
4	3,12 \pm 0,06
5	4,15 \pm 0,05
6	4,52 \pm 0,07
7	4,64 \pm 0,08
8	4,12 \pm 0,05

Hasil uji daya lekat menunjukkan variasi nilai antara 2,60 detik hingga 4,64 detik. Formula dengan konsentrasi asam stearat yang lebih tinggi, seperti formula 6 dan 7 (16%), menunjukkan daya lekat tertinggi, yaitu masing-masing sebesar 4,52 detik dan 4,64 detik. Hal ini sejalan dengan karakteristik asam stearat sebagai bahan pengental yang dapat meningkatkan viskositas dan struktur sediaan, sehingga krim menjadi lebih kental dan cenderung lebih mudah melekat di kulit.

Sebaliknya, formula dengan konsentrasi gliserin yang lebih tinggi, seperti formula 3 dan 4 (Gliserin 4,5–5%), menunjukkan daya lekat yang paling rendah, yaitu 2,60 dan 3,12 detik. Gliserin dikenal sebagai humektan yang memberikan efek melembapkan dan melicinkan pada kulit, sehingga dalam jumlah tinggi dapat menurunkan daya lekat sediaan karena krim menjadi lebih licin dan cepat terlepas dari permukaan kulit.

Formula dengan kombinasi yang seimbang antara asam stearat dan gliserin, menunjukkan nilai daya lekat yang memenuhi syarat yaitu > 2 detik. Hal ini menunjukkan bahwa keseimbangan antara kekentalan dan kelembapan merupakan faktor penting dalam menjaga daya lekat krim agar tetap optimal dan nyaman digunakan.

Dengan demikian, terbukti menghasilkan daya lekat yang sesuai dengan karakteristik yang diharapkan dari krim *roll-on*



Gambar 4. 4 Grafik *Contour Plot* Uji Daya Lekat

Grafik hasil campuran dua komponen untuk parameter daya lekat menunjukkan bahwa peningkatan jumlah asam stearat (A) cenderung meningkatkan daya lekat krim *roll-on*. Dengan kata lain, semakin besar kadar asam stearat dalam formulasi, semakin lama krim menempel di kulit setelah dioleskan. Hal ini disebabkan oleh kemampuan asam stearat dalam membentuk struktur krim yang lebih padat sehingga daya rekat terhadap kulit menjadi lebih kuat. Di sisi lain, gliserin yang berfungsi sebagai emolien dan humektan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap daya lekat krim. Peran utamanya adalah menjaga kelembaban kulit dan memberikan kenyamanan pada saat aplikasi, bukan memperkuat daya rekat krim itu sendiri.

Garis hitam pada grafik menggambarkan prediksi model terhadap daya lekat, sedangkan titik-titik merah mewakili hasil pengukuran aktual dari tiap formula. Hampir seluruh titik jatuh di dalam garis batas biru putus-putus (95% Confidence Interval), yang menggambarkan bahwa model memberikan estimasi yang valid serta cocok dengan data percobaan. Berdasarkan hasil prediksi, formula optimal menghasilkan daya lekat sekitar 4,30 detik.

Tabel 4. 9 ANOVA Daya Lekat

<i>Source</i>	<i>df</i>	<i>p-value</i>
<i>Model</i>	1	0,0463

Nilai p pada Tabel 4.9 sebesar 0,0463 mengindikasikan model bersifat signifikan, menunjukkan bahwa kombinasi asam stearat dan gliserin memengaruhi daya lekat krim. Derajat bebas ($df = 1$) menandakan model cukup sederhana namun relevan. Peran asam stearat tampak dominan dalam memperkuat daya lekat. Gambar pendukung tersedia di Lampiran D.4.

4.3.5 Uji organoleptis

Pengujian organoleptik merupakan salah satu metode evaluasi mutu fisik yang dilakukan secara visual. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menilai karakteristik warna, tekstur, dan aroma dari sediaan serum yang telah diformulasikan. Hasil pengamatan menunjukkan adanya perbedaan karakteristik di antara formula 1 hingga formula 8.

Berdasarkan tabel 4.10 bila dilihat dari aspek warna, seluruh formula menunjukkan warna putih yang seragam. Hal ini mengindikasikan bahwa komponen dalam formula terdispersi secara merata, tanpa terjadi penggumpalan atau perubahan warna selama proses formulasi. Warna putih yang stabil juga menunjukkan bahwa tidak terjadi degradasi atau reaksi yang menyebabkan perubahan fisik pada sediaan.

Dari sisi tekstur, terdapat variasi konsistensi antar formula. Formula 1, 2, 6, 7 dan 8 menunjukkan konsistensi kental, yang kemungkinan disebabkan oleh tingginya konsentrasi asam stearat sebagai emulgator. Asam stearat berperan dalam membentuk struktur krim yang padat dan meningkatkan viskositas. Sebaliknya, formula 3 hingga 5 memiliki tekstur paling cair, yang dapat disebabkan oleh rendahnya kadar emulgator.

Dari aspek aroma, seluruh formula menunjukkan bau khas yang konsisten, yang berasal dari minyak atsiri serai wangi disertai bahan aktif lainnya. Aroma ini menunjukkan bahwa minyak atsiri tetap stabil selama proses pembuatan dan tidak mengalami perubahan bau akibat degradasi atau interaksi dengan komponen lain.

Dengan hasil organoleptis tersebut, dapat disimpulkan bahwa semua formula menunjukkan karakteristik visual dan bau yang baik, namun berbeda pada konsistensi, yang sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan emulgator, dan

emolien. Gambar dapat dilihat pada lampiran K.1.

Tabel 4. 10 Hasil Uji Organoleptis

Formula	Warna	Tekstur	Aroma
1	Putih	Kental	Beraroma khas
2	Putih	Kental	Beraroma khas
3	Putih	Cair	Beraroma khas
4	Putih	Cair	Beraroma khas
5	Putih	Cair	Beraroma khas
6	Putih	Kental	Beraroma khas
7	Putih	Kental	Beraroma khas
8	Putih	Kental	Beraroma khas

4.3.6 Uji homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk menilai keseragaman sediaan topikal berbentuk krim *roll-on* secara visual maupun fisik. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh bahan penyusun dalam formula, seperti bahan aktif dan eksipien, terdistribusi merata dalam sistem emulsi sehingga tidak terjadi pemisahan fase atau penggumpalan selama proses penyimpanan dan penggunaan. Homogenitas yang baik menunjukkan kestabilan fisik sediaan serta menjamin konsistensi bahan aktif pada setiap bagian produk.

Dalam penelitian ini bila dilihat pada tabel 4.11, hasil uji homogenitas pada semua formula (F1–F8) menunjukkan bahwa sediaan topikal berbentuk krim *roll-on* yang dihasilkan bersifat homogen. Hal ini mengindikasikan bahwa metode formulasi dan proses pencampuran telah sesuai standar, sehingga menghasilkan produk akhir yang stabil dan seragam. Homogenitas yang terjaga juga penting untuk mendukung efektivitas terapeutik dan kenyamanan penggunaan sediaan topikal. Gambar dapat dilihat pada lampiran K.2.

Tabel 4. 11 Hasil Uji Homogenitas

Formula	Hasil
1	Homogen

2	Homogen
3	Homogen
4	Homogen
5	Homogen
6	Homogen
7	Homogen
8	Homogen

4.3.7 Uji tipe krim

Penentuan tipe krim pada krim *roll-on* dilakukan untuk mengetahui apakah formula tergolong tipe minyak dalam air (M/A) atau air dalam minyak (A/M). Metode yang umum digunakan uji pewarna (*methylene blue*). Dalam penelitian ini, semua formula (F1 sampai F8) menunjukkan tipe krim minyak dalam air (M/A). Hasil didapatkan dari pada uji zat warna menggunakan metilen biru (pewarna yang larut dalam air) pada tabel 4.12, warna biru tersebar merata ke seluruh krim, yang menandakan bahwa air menjadi media utama krim ini. Dalam formula ini, emulgatornya adalah asam stearat yang direaksikan dengan bahan pendukungnya yaitu TEA, menghasilkan sabun stearat yaitu zat yang bisa menyatukan air dan minyak dalam satu sistem. Sabun stearat ini lebih larut dalam air, sehingga membuat air menjadi bagian utama (fase kontinu) dari krim.

Selain itu, teori HLB (*Hydrophilic-Lipophilic Balance*) juga menguatkan hal ini. Emulgator dengan nilai HLB tinggi (>7), seperti sabun stearat, cocok untuk membentuk emulsi minyak dalam air (M/A) (Yenny N, et al., 2016). Gambar dapat dilihat pada lampiran K.7.

Tabel 4. 12 Hasil Uji Tipe Krim

Formula	Tipe Krim
1	M/A
2	M/A
3	M/A
4	M/A

5	M/A
6	M/A
7	M/A
8	M/A

4.3.8 Uji distribusi ukuran globul

Dalam uji distribusi ukuran globul yang seragam dapat membantu mempertahankan kestabilan emulsi, mencegah terjadinya penggabungan globul (koalesensi), serta menjaga tekstur dan penampilan krim agar tetap baik selama penyimpanan. Dalam uji ini, parameter yang digunakan adalah nilai *Antilog SD* (standar deviasi logaritmik yang diubah ke bentuk *antilog*), yang menunjukkan seberapa menyebar ukuran partikel globul di dalam sediaan.

Berikut adalah hasil uji distribusi ukuran globul yang ditampilkan dalam bentuk rerata diameter globul (dalam mikron), standar deviasi (SD), dan nilai Antilog SD untuk masing-masing formula. Gambar dapat dilihat pada lampiran K.8.

Tabel 4. 13 Hasil Uji Distribusi Ukuran Globul

Formula	Rerata (μm) \pm SD	Antilog SD
1	1,65 \pm 0,11	1,11
2	1,52 \pm 0,14	1,15
3	1,63 \pm 0,07	1,07
4	1,61 \pm 0,08	1,08
5	1,63 \pm 0,07	1,07
6	1,57 \pm 0,14	1,14
7	1,52 \pm 0,15	1,16
8	1,54 \pm 0,11	1,12

Berdasarkan teori, sistem emulsi yang stabil memiliki ukuran globul dengan nilai *Antilog SD* $\leq 1,2$, yang menandakan sistem termasuk kategori monodispers, yaitu ukuran globul yang relatif seragam. Semakin kecil nilai *Antilog SD*, semakin seragam ukuran globul yang dihasilkan, sehingga emulsi lebih stabil (Ristianti et al., 2023).

Pada tabel 4.13, hasil menunjukkan bahwa seluruh formula memiliki nilai *Antilog SD* antara 1.07 hingga 1.16, yang berarti seluruh formula masuk dalam rentang distribusi globul yang baik dan stabil secara fisik. Formula 3 dan 5 merupakan formula dengan nilai *Antilog SD* terendah (1.07), menandakan bahwa ukuran globul pada formula ini sangat seragam dan mendekati kondisi ideal. Sementara formula 7 memiliki nilai *Antilog SD* tertinggi (1.16), yang masih dalam batas aman namun mulai menunjukkan penyebaran ukuran partikel yang sedikit lebih lebar dibanding formula lainnya.

Formula optimal (formula 8) memiliki nilai *Antilog SD* sebesar 1.12, masih termasuk dalam kategori seragam dan menunjukkan bahwa formula ini layak digunakan karena tidak menunjukkan distribusi globul yang terlalu menyebar.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa semua formula menunjukkan distribusi globul yang masih dalam rentang baik menurut teori kestabilan krim. Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan jumlah asam stearat dan gliserin dalam setiap formula tidak membuat ukuran globul jadi berantakan atau tidak stabil. Artinya, semua formula punya ukuran partikel yang cukup merata, jadi dari segi penyebaran ukuran globul, semua krim bisa dianggap punya kualitas fisik yang baik.

4.3.9 Uji stabilitas

Uji stabilitas dipercepat terhadap krim roll-on serai wangi dilakukan melalui metode *cycling test* sebanyak 6 siklus (selama 12 hari), di mana setiap siklus mencakup dua tahap, yaitu penyimpanan pada suhu rendah dan suhu tinggi secara bergantian, dengan masing-masing tahap berlangsung selama 24 jam. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa suatu sediaan topikal berbentuk krim tetap aman, efektif, dan mematuhi spesifikasi kualitas selama masa simpan dan distribusi. Mengacu pada pedoman BPOM, uji stabilitas dipercepat dirancang dengan kondisi

penyimpanan ekstrem untuk mempercepat kemungkinan terjadinya degradasi fisik maupun kimia dari produk, sehingga dapat mengetahui apakah produk tetap stabil dalam waktu lama, tetapi dengan waktu uji yang lebih singkat (Badan POM RI, 2025).

Pengamatan dilakukan tiap dua hari untuk menilai stabilitas fisik krim, mencakup organoleptis, homogenitas, pH, daya sebar, dan daya lekat. Data awal (siklus 0) dibandingkan dengan akhir (siklus 6) setelah uji normalitas, guna melihat perubahan selama penyimpanan. Siklus 0 merepresentasikan kondisi formula saat pertama kali dibuat, sedangkan siklus 6 mencerminkan kondisi formula setelah melalui proses penyimpanan atau simulasi waktu yang dipercepat.

Data dianalisis dengan SPSS, apabila normal ($p > 0,05$) digunakan *Paired t-test*, jika tidak normal ($p \leq 0,05$) digunakan uji *Wilcoxon Signed-Rank Test* untuk membandingkan dua waktu pengukuran.. Data dapat dilihat pada lampiran L.

1. Uji organoleptis dan uji homogenitas

Berdasarkan hasil uji stabilitas pada tabel 4.14 yang dilakukan selama 6 siklus, parameter organoleptis dan homogenitas dari krim *roll-on* menunjukkan hasil yang relatif stabil, meskipun terdapat sedikit perubahan pada beberapa formula. Secara umum, seluruh formula mempertahankan warna putih, aroma khas, dan konsistensi fisik yang sesuai pada siklus awal (1 hingga 4). Namun, pada siklus ke-5 dan ke-6, terjadi perubahan warna pada formula 3, 4, 5, dan 6. Formula 3 dan 4 berubah menjadi putih kekuningan, sedangkan formula 5 dan 6 menunjukkan warna kuning pucat. Perubahan ini mengindikasikan adanya kemungkinan degradasi bahan aktif atau perubahan kimia akibat penyimpanan, terutama pada formula dengan kadar emulgator atau emolien tertentu.

Aroma tetap khas pada semua formula selama enam siklus, menunjukkan kestabilan yang terkandung dalam formula. Dari segi konsistensi, formula 3, 4, dan 5 cenderung lebih cair, sedangkan formula 6 dan 7 lebih kental, dan formula lainnya menunjukkan konsistensi agak kental. Perbedaan ini mencerminkan pengaruh komposisi bahan seperti asam stearat dan gliserin terhadap viskositas dan daya sebar krim. Dari aspek homogenitas, seluruh formula tetap menunjukkan karakteristik homogen selama masa penyimpanan. Tidak ditemukan pemisahan

fase, penggumpalan, atau distribusi partikel yang tidak merata, yang menandakan kestabilan sistem emulsi selama penyimpanan.

Secara keseluruhan, meskipun terdapat perubahan warna pada beberapa formula, sifat organoleptik lain serta homogenitas masih memenuhi kriteria stabilitas fisik, sehingga sebagian besar formula tetap dapat dikategorikan stabil dalam uji stabilitas ini.

2. Uji pH

Tabel 4. 14 Data Uji Stabilitas pH

Formula	Siklus (Rerata ± SD)		Sig.
	0	6	
F1	5,49±0,23	5,49±0,23	0,118
F2	5,53±0,25	5,53±0,25	0,510
F3	5,52±0,40	5,52±0,40	0,349
F4	5,44±0,23	5,44±0,23	0,622
F5	5,50±0,34	5,50±0,34	0,251
F6	5,65±0,28	5,65±0,28	0,465
F7	5,72±0,25	5,72±0,25	0,127
F8	5,69±0,35	5,69±0,35	0,613

Pada parameter pH tabel 4.15, semua formula (F1–F8) menunjukkan nilai signifikansi $> 0,05$, baik dalam uji normalitas maupun homogenitas. Seluruh formula, karena data berdistribusi normal, dilanjutkan dengan uji *Paired t-test*. Hasilnya menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara pH awal dan akhir semua formula, dengan nilai signifikansi $> 0,05$. Ini mengindikasikan bahwa pH krim tetap stabil selama masa penyimpananData dapat dilihat pada lampiran L.1

3. Uji daya sebar

Tabel 4. 15 Data Uji Stabilitas Daya Sebar

Formula	Siklus (Rerata ± SD)		Sig.
	0	6	
F1	5,41±0,42	5,31±0,69	0,737
F2	5,63±0,50	5,15±0,64	0,109

F3	5,80±0,52	4,93±0,74	0,109
F4	6,16±0,61	5,30±0,70	0,510
F5	6,39±0,68	5,31±0,70	0,109
F6	4,57±0,53	4,77±0,51	0,360
F7	4,78±0,65	5,00±0,54	0,109
F8	4,61±0,46	5,08±0,50	0,111

Semua formula (F1–F8) pada uji daya sebar menunjukkan nilai signifikansi $> 0,05$ dalam uji normalitas dan homogenitas, menandakan tidak ada perbedaan signifikan antara siklus 0 dan 6. Uji Paired t-test juga menunjukkan hasil tidak signifikan ($p > 0,05$) untuk seluruh formula, sehingga daya sebar krim roll-on tetap stabil selama 6 siklus penyimpanan. Data lengkap tersedia di Lampiran L.2.

4. Uji daya lekat

Tabel 4. 16 Data Uji Stabilitas Daya Lekat

Formula	Siklus (Rerata ± SD)		Sig.
	0	6	
F1	4,40±0,12	4,33±0,03	0,475
F2	4,28±0,12	4,26±0,09	0,804
F3	2,59±0,18	2,54±0,24	0,342
F4	3,12±0,06	3,07±0,01	0,280
F5	4,15±0,05	4,01±0,14	0,121
F6	4,52±0,07	4,4±0,04	0,262
F7	4,64±0,08	4,59±0,03	0,306
F8	4,12±0,05	4,12±0,13	1,000

Berdasarkan hasil uji stabilitas terhadap parameter daya lekat, seluruh formula (F1–F8) menunjukkan hasil signifikansi lebih dari 0,05 ($p > 0,05$) dalam analisis statistik normalitas dan homogenitas. Lalu, dilanjutkan keuji *Paired t-test* yang hasilnya ada pada tabel 4.17, diamana hasil perubahan daya sebar dari awal hingga akhir penyimpanan tidak signifikan secara statistik. Dengan tidak ditemukannya perbedaan yang signifikan antara nilai awal dan akhir penyimpanan, dapat disimpulkan bahwa seluruh formula memiliki kestabilan fisik yang baik dalam hal daya lekat selama 6 siklus penyimpanan. Data lengkap hasil analisis disajikan pada Lampiran L.3.

4.3.10 Uji Hedonik

Uji hedonik dilakukan guna menilai tingkat penerimaan responden terhadap krim roll-on topikal dari formula optimal yang telah ditentukan melalui evaluasi stabilitas, uji fisik, serta rancangan *Simplex Lattice Design*. Pengujian dilakukan terhadap empat puluh responden yang terdiri dari proporsi yang seimbang, yaitu 20 responden laki-laki dan 20 responden perempuan turut berpartisipasi. Responden rata-rata berusia 17-30 tahun dan sebagian besar telah memiliki pengalaman sebelumnya dalam menggunakan produk krim atau *roll-on*.

Penilaian hedonik menggunakan skala 1–5, dengan 1 berarti sangat tidak suka dan 5 berarti sangat suka. Hasil pengisian kuesioner menunjukkan bahwa formula optimal yang diuji secara umum mendapatkan respons yang positif. Responden memberikan skor yang tinggi terutama pada aspek aroma, kemudahan penggunaan, dan kenyamanan saat diaplikasikan. Sebagian besar responden memberikan nilai 4 dan 5 pada hampir seluruh parameter yang diuji, seperti warna, tekstur saat diaplikasikan, rasa nyaman saat digunakan, serta tidak lengket di kulit. Penilaian keseluruhan terhadap sediaan *roll-on* juga menunjukkan bahwa produk ini memiliki penerimaan yang baik di kalangan responden, dengan proporsi terbesar memilih skor 4 dan 5.

Beberapa responden juga memberikan komentar tambahan, yang umumnya bersifat positif, seperti menyatakan bahwa sediaan sudah bagus dan dapat digunakan dengan nyaman. Namun, terdapat pula saran minor seperti keinginan

agar aroma dan warna dari produk dapat divariasikan. Masukan ini menunjukkan bahwa meskipun secara keseluruhan produk telah diterima dengan baik, tetapi terdapat ruang untuk pengembangan yang dapat disesuaikan dengan preferensi konsumen yang lebih luas. Walaupun idealnya uji hedonik dilakukan terhadap seluruh formula, dalam penelitian ini pengujian hanya dilakukan pada formula optimal. Hal ini dilakukan karena tujuan uji hedonik adalah untuk mengetahui sejauh mana tingkat kesukaan responden terhadap produk yang dianggap paling layak dan potensial untuk dikembangkan. Gambar dapat dilihat pada lampiran K.9.

4.4 Penetapan Formulasi Optimal Krim Roll-on dengan *Design Expert*

Optimasi formula dilakukan menggunakan metode *Simplex Lattice Design* dengan bantuan perangkat lunak *Design Expert* versi 13, dimana formula optimal ditentukan berdasarkan target respons yang diinginkan. Pilihan respons target (tujuan) meliputi meminimalkan, memaksimalkan, menargetkan, berada dalam rentang, dan sama dengan. Hasil analisis terhadap respons kualitas fisik krim, yang mencakup pH, viskositas, daya sebar dan daya lekat, dimasukkan ke dalam perangkat lunak *Simplex Lattice Design* dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 4. 17 Kriteria Respon Target

<i>Name</i>	<i>Goal</i>	<i>Lower Limit</i>	<i>Upper Limit</i>
Asam Stearat	Dalam rentang	14	16
Gliserin	Dalam rentang	3	5
pH	Dalam rentang	4,5	6,5
Viskositas (cPs)	Dalam rentang	2000	50000
Daya sebar (cm)	Dalam rentang	5	7
Daya lekat (detik)	Dalam rentang	2	300

Berdasarkan analisis Design Expert (Gambar 4.5), formula krim roll-on terbaik mengandung 15,5% asam stearat dan 3,5% gliserin. Formula ini dipilih karena memenuhi target pH, viskositas, daya sebar, dan daya lekat secara optimal. Data dan gambar dapat dilihat pada lampiran H.1.

Number	AS	Gliserin	pH	Visko	Daya sebar	Daya lekat	Desirability	
1	15.500	3.500	5.669	7649.948	5.017	4.302	1.000	Selected

Gambar 4. 5 Hasil Formula Optimal Terpilih

4.5 Verifikasi Formula Optimum Krim *Roll-on*

Setelah dilakukan serangkaian percobaan menggunakan pendekatan *Simplex Lattice Design* (SLD), diperoleh satu formula krim *roll-on* yang dianggap optimum berdasarkan hasil analisis statistik dan grafik kontur yang menggambarkan hubungan antara konsentrasi bahan (asam stearat dan gliserin) terhadap parameter-parameter fisik sediaan. Formula optimum ini dipilih berdasarkan titik kombinasi yang memberikan hasil terbaik terhadap parameter evaluasi, yaitu pH, viskositas, daya sebar, dan daya lekat.

Untuk memastikan bahwa formula optimum yang diperoleh secara teoritis dari hasil prediksi SLD memang akurat dan dapat diterapkan, maka dilakukan tahap verifikasi formula. Verifikasi ini bertujuan untuk membandingkan nilai hasil prediksi dengan hasil uji aktual dari formula optimum yang diformulasikan dan dibuat ulang sesuai dengan proporsi bahan yang ditentukan oleh SLD.

Proses verifikasi formula optimum dilakukan dengan memformulasikan ulang krim *roll-on* menggunakan komposisi terbaik hasil prediksi *Simplex Lattice Design* (SLD). Sediaan tersebut kemudian dievaluasi secara fisik melalui uji pH, viskositas, daya sebar, dan daya lekat. Hasil uji aktual dibandingkan dengan nilai prediksi model untuk menilai akurasi dan validitas prediksi. Verifikasi ini penting untuk membuktikan bahwa model tidak hanya sah secara statistik, tetapi juga relevan untuk implementasi formulasi nyata. Hasil perbandingan antara prediksi dan hasil aktual ditampilkan pada Tabel 4.19. Sedangkan untuk gambar dapat dilihat pada lampiran H.3

Tabel 4. 18 Hasil Verifikasi Formula Optimal

Respon	Hasil Respon	Interval Kepercayaan		Rerata hasil yang diperoleh (Rerata ± SD)	
		95%			
		Batas bawah	Batas atas		
pH	5,669	5,568	5,769	5,689±0.004	
Viskositas (cPs)	7649	6337	8962	7456±164,3	
Daya sebar (cm)	5,017	4,482	5,552	4,925±0.51	
Daya lekat (detik)	4,302	3,338	5,2661	4,406±0.05	

4.6 Uji Aktivitas Anti-Inflamasi

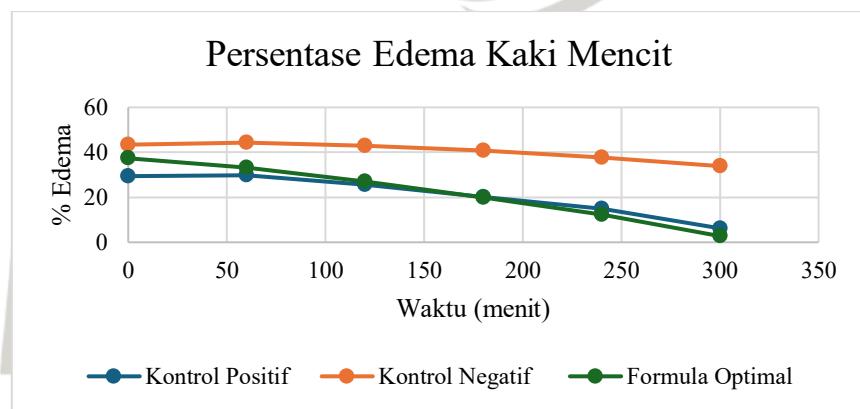
Uji efektivitas antiinflamasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana suatu sediaan, seperti krim *roll-on*, mampu menghambat atau mengurangi peradangan. Dalam penelitian ini, digunakan metode induksi peradangan menggunakan larutan karagenan pada telapak kaki mencit. Proses pengujian dimulai dengan menyiapkan alat dan bahan, termasuk larutan karagenan, alat ukur volume (seperti *plethysmometer*), serta sediaan topikal berbentuk krim yang akan diuji. Pada tabel 4.20 menunjukkan mencit dibagi ke dalam tiga kelompok, yaitu kelompok kontrol negatif, kontrol positif (*Hydrocortisone Acetate Cream 2.5%*), dan kelompok perlakuan (formula optimal). Sebelum dilakukan perlakuan, volume kaki mencit diukur terlebih dahulu sebagai data awal. Selanjutnya, setiap mencit diinduksi dengan karagenan 1% untuk menimbulkan peradangan.

Segera setelah induksi, volume kaki mencit diukur kembali untuk mengukur peradangan yang terjadi. Kemudian, krim diaplikasikan pada area kaki yang meradang sesuai dengan kelompoknya. Volume kaki kemudian diukur pada interval waktu tertentu, yaitu pada menit ke-60, 120, 180, 240, dan 300 pasca induksi. Data volume yang terkumpul pada tiap waktu tersebut kemudian dimanfaatkan untuk menghitung edema dengan membandingkan volume sesudah induksi terhadap volume awal. Selain itu, dilakukan pula perhitungan persentase inhibisi sebagai indikator kemampuan sediaan dalam menghambat peradangan, dengan membandingkan edema pada kelompok perlakuan terhadap kelompok kontrol negatif. Seluruh data yang dikumpulkan kemudian dianalisis secara statistik, dimulai dengan uji normalitas dan homogenitas, diikuti dengan uji *ANOVA*

atau *Kruskal-Wallis*, serta uji lanjut *Post Hoc* bila diperlukan. Tahapan ini penting untuk memastikan apakah perbedaan yang terjadi antar kelompok perlakuan signifikan secara statistik dan bukan terjadi secara kebetulan. Gambar dapat dilihat pada lampiran M.

Tabel 4. 19 Data Uji Aktivitas Anti Inflamasi

Kelompok	Rerata	Rerata	Rerata Volume Kaki (mL)				
	Volume	Volume Kaki	Setelah Perlakuan Menit ke-				
	Kaki Awal	Sesudah	60	120	180	240	300
Kontrol	0,25	0,36	0,36	0,34	0,31	0,30	0,27
Positif							
Kontrol	0,18	0,32	0,32	0,32	0,30	0,29	0,27
Negatif							
Formula	0,20	0,31	0,29	0,27	0,24	0,22	0,20
Optimal							



Gambar 4. 6 Grafik Persentase Edema Kaki Mencit

Tabel 4. 20 Persentase Edema Kaki Mencit

Kelompok	Persentase rerata edema kaki mencit dalam waktu (menit)					
	Ke-0	Ke-60	Ke-120	Ke-180	Ke-240	Ke-300
Kontrol positif	29,38	29,81	25,66	20,14	15,04	6,22
Kontrol negatif	43,36	44,33	42,96	40,88	37,69	33,88
Formula optimal	37,37	33,33	26,97	20,00	12,44	2,76

Berdasarkan data persentase rata-rata edema pada Tabel 4.21 dan grafik pada gambar 4.6, terlihat bahwa setiap kelompok perlakuan menunjukkan pola penurunan pembengkakan yang berbeda selama 300 menit setelah induksi peradangan menggunakan karagenan.

Kelompok kontrol negatif, yaitu kelompok yang tidak diberi obat atau krim apa pun, mengalami pembengkakan (edema) yang cukup tinggi sejak awal, yaitu sebesar 43,36% pada menit ke-0. Selama 300 menit pengamatan, edema hanya menurun sedikit menjadi 33,88%, yang menunjukkan bahwa tanpa perlakuan, peradangan tetap berlangsung dan hanya membaik sedikit secara alami. Hal ini mengindikasikan bahwa tubuh mencit tidak mampu mengatasi peradangan secara optimal tanpa bantuan zat antiinflamasi.

Sementara itu, kelompok kontrol positif, yang diberi obat antiinflamasi pasaran berupa *Hydrocortisone Acetate Cream 2,5%*, menunjukkan penurunan edema yang lebih baik. Pada menit ke-0, edema dimulai dari 29,38%, dan menurun secara bertahap menjadi 6,22% di menit ke-300. Ini menunjukkan bahwa obat standar yang digunakan efektif dalam mengurangi pembengkakan akibat peradangan, meskipun penurunan edema berlangsung secara bertahap.

Yang paling menonjol adalah kelompok formula optimal, yang awalnya memiliki pembengkakan cukup tinggi, yaitu 37,37%. Namun, kelompok ini menunjukkan penurunan edema yang paling cepat dan paling signifikan, hingga hanya tersisa 2,76% di menit ke-300. Bahkan sejak menit ke-240, formula optimal sudah menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan kontrol positif. Misalnya, pada menit ke-240: edema pada kelompok formula optimal adalah 12,44%,

sementara pada kontrol positif masih 15,04%. Hal ini menunjukkan bahwa formula optimal bekerja lebih cepat dan lebih efektif dalam meredakan peradangan dibandingkan obat standar.

Kemungkinan besar, efek yang baik dari formula optimal ini berasal dari kandungan bahan aktif yang mampu menghambat proses peradangan lebih awal, dengan cara menekan pelepasan mediator inflamasi yang menyebabkan pembengkakan. Oleh karena itu, efek antiinflamasi dari formula ini sudah terlihat sejak awal pengamatan, dan semakin menurun secara signifikan seiring waktu.

Secara keseluruhan, hasil ini memperlihatkan bahwa formula krim optimal memiliki potensi besar sebagai agen antiinflamasi topikal, bahkan dengan efektivitas yang lebih tinggi dari produk pasaran. Dengan hasil yang sangat menjanjikan ini, formula tersebut layak untuk diteliti lebih lanjut dan dipertimbangkan sebagai alternatif baru dalam pengobatan peradangan kulit secara topikal.

Tabel 4. 21 Uji Normalitas Persen Edema

Shapiro-Wilk

Jenis Formula	Sig.
Positif	0,456
Negatif	0,336
Optimal	0,863

Kemudian hasil persentase edema dilanjutkan untuk analisis statistik dengan menggunakan SPSS. Pengujian normalitas bertujuan untuk memastikan apakah data persen edema mengikuti distribusi normal. Berdasarkan hasil analisis menggunakan program SPSS yang ditampilkan pada Tabel 4.22, nilai signifikansi (*p-value*) yang diperoleh lebih besar dari 0,05. Hal ini menandakan bahwa data persen edema terdistribusi secara normal. Distribusi normal menunjukkan bahwa penyebaran data bersifat seimbang dan tidak terdapat penyimpangan yang mencolok dari pola distribusi yang diharapkan., sehingga hasil analisis lebih bisa dipercaya dan akurat.

Tabel 4. 22 Uji Homogenitas Edema

		<i>df 1</i>	<i>df 2</i>	<i>Sig.</i>
<i>Persen edema</i>	<i>Based on mean</i>	2	15	0,54

Uji *Levene* digunakan dalam penelitian ini guna mengecek apakah variasi data persen edema antar kelompok seimbang. Nilai signifikansi yang diperoleh adalah 0,054, menunjukkan homogenitas variansi antar kelompok. Karena nilai ini lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan dalam variansi antar kelompok. Artinya, data persen edema dari semua kelompok memiliki tingkat keragaman yang relatif sama atau homogen. Hasil ini menunjukkan bahwa asumsi homogenitas variansi, bersama dengan normalitas data, telah terpenuhi sebagai syarat penting untuk melakukan analisis varians (ANOVA).

Tabel 4. 23 Uji ANOVA % Edema

<i>Persen edema</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
<i>Between Groups</i>	2	0,004

Data persentase edema dianalisis secara statistik menggunakan uji *One Way ANOVA* diterapkan untuk melihat perbedaan antar tiga kelompok: kontrol negatif, kontrol positif, dan formula optimal. Diperoleh p-value sebesar 0,004, yang menunjukkan hasil signifikan ($p < 0,05$, yang menunjukkan bahwa perbedaan antara ketiga kelompok tersebut bersifat signifikan secara statistik. Artinya, perlakuan yang diberikan memang punya pengaruh nyata terhadap pembengkakan kaki mencit. Dengan kata lain, edema yang terjadi pada mencit memang dipengaruhi oleh apakah mereka diberi formula optimal, kontrol positif, atau tidak diberi perlakuan sama sekali.

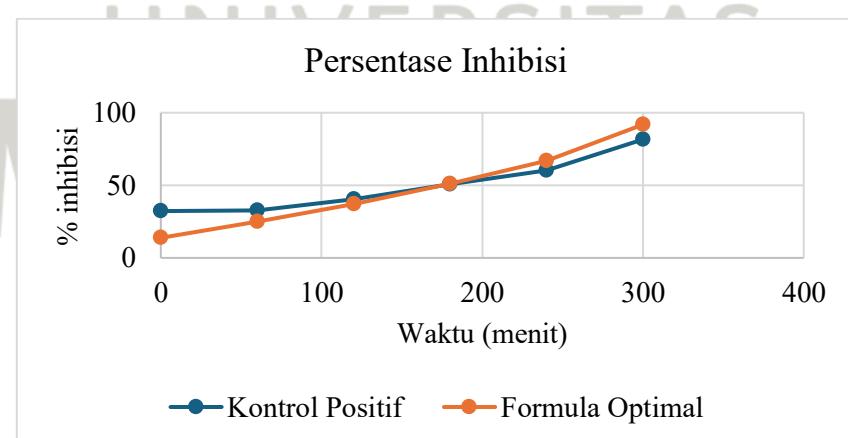
Tabel 4. 24 Uji *Post Hoc Test* Persen Edema

<i>Persen edema (LSD)</i>		
<i>Jenis formula</i>	<i>Jenis formula</i>	<i>Sig.</i>
Positif	Negatif	0,003
	Optimal	0,844
Negatif	Positif	0,003

Optimal	Optimal	0,004
	Positif	0,844
	Negatif	0,004

Analisis lanjutan dengan uji *Post Hoc* digunakan untuk menelusuri kelompok yang menunjukkan perbedaan signifikan. Berdasarkan hasil pengujian, kontrol positif dan kontrol negatif menunjukkan perbedaan yang secara statistik bermakna dengan nilai p sebesar 0,003, serta antara kontrol negatif dan formula optimal ($p = 0,004$). Sebaliknya, tidak ditemukan perbedaan signifikan antara kelompok formula optimal dan kontrol positif ($p = 0,844$). Temuan ini mengindikasikan bahwa formula krim *roll-on* serai wangi menunjukkan kemampuan antiinflamasi yang sebanding dengan kontrol positif, dan secara signifikan lebih efektif dibandingkan kelompok kontrol negatif yang tidak menerima perlakuan.

Dapat disimpulkan bahwa formula optimal memiliki potensi aktivitas antiinflamasi yang cukup baik, karena mampu menurunkan edema secara signifikan dan memberikan hasil yang setara dengan kontrol positif. Gambar dapat dilihat pada lampiran M.2.1.



Gambar 4. 7 Persentase Inhibisi Edema Kaki Mencit

Tabel 4. 25 Persentase Rata-Rata Inhibisi Edema Kaki Mencit

Kelompok	Persentase rata-rata inhibisi kaki mencit					
	Menit	Menit	Menit	Menit	Menit	Menit
	ke-0	ke-60	ke-120	ke-180	ke-240	ke-300
Kontrol positif	32,25	32,75	40,27	50,73	60,10	81,63
Formula optimal	13,82	24,81	37,22	51,07	67,00	91,85

Sedangkan untuk persentase inhibisi edema pada tabel 4.23 dan grafik 4.10, terlihat bahwa kelompok formula optimal menunjukkan peningkatan kemampuan menghambat peradangan secara lebih cepat dibanding kelompok kontrol positif. Formula optimal memulai dengan inhibisi 13,82% pada menit ke-0, dan meningkat tajam menjadi 91,85% di menit ke-300. Sebaliknya, kelompok kontrol positif memulai dengan nilai lebih tinggi (32,25%) tetapi peningkatannya berlangsung lebih lambat, dan hanya mencapai 81,63% pada akhir pengamatan.

Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun efek awal formula optimal lebih rendah, namun pada akhirnya formula ini mampu menghambat peradangan lebih kuat dibanding obat antiinflamasi pasaran (*Hydrocortisone Acetate Cream 2,5%*).

Kelompok kontrol negatif tidak dimasukkan dalam grafik inhibisi karena perannya sebagai pembanding dasar (*baseline*) dalam perhitungan % inhibisi. Kelompok ini tidak diberi obat atau krim antiinflamasi, sehingga tidak dihitung sebagai kelompok yang menunjukkan efek penghambatan. Tetapi memang, pembengkakan pada kelompok ini bisa saja menurun sedikit secara alami karena respon tubuh mencit, tetapi penurunan itu bukan karena adanya zat aktif yang menghambat peradangan. Oleh karena itu, kelompok kontrol negatif hanya digunakan sebagai acuan untuk melihat seberapa besar efek dari perlakuan lain dalam menghambat peradangan.

Tabel 4. 26 Uji Normalitas %Inhibisi

Personen inhibisi	Shapiro-Wilk	
Jenis formula	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
Positif	6	0,375
Optimal	6	0,905

Kemudian hasil persentase inhibisi dilanjutkan untuk analisis statistik dengan menggunakan SPSS. Uji normalitas dilakukan untuk mengevaluasi apakah data mengikuti distribusi normal. Hasil uji menunjukkan bahwa baik formula optimal maupun kontrol positif memiliki nilai signifikansi di atas 0,05, yang mengindikasikan bahwa data tersebut tersebar secara normal. Distribusi data yang normal penting karena menjadi salah satu syarat untuk melanjutkan analisis statistik parametrik seperti ANOVA, sehingga hasil analisis dapat dianggap valid dan dapat dipercaya.

Tabel 4. 27 Uji Homogenitas %Inhibisi

		<i>df 1</i>	<i>df 2</i>	<i>Sig.</i>
Personen inhibisi	Based on mean	1	10	0,317

Selain itu, uji homogenitas menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,317, yang juga lebih dari 0,05. Nilai ini menandakan bahwa data antar kelompok memiliki varians yang seragam atau homogen. Artinya, tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam penyebaran data antara kelompok formula optimal dan kontrol negatif. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data persen inhibisi yang dianalisis memenuhi syarat asumsi normalitas dan homogenitas.

Tabel 4. 28 Uji ANOVA %Inhibisi

Personen inhibisi	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
Between Groups	2	0,001

Berdasarkan uji ANOVA terhadap data persen inhibisi, ditemukan nilai signifikansi 0,001 ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan

pada masing-masing kelompok memberikan efek yang bermakna terhadap penghambatan inflamasi.

Tabel 4. 29 Uji Post Hoc Tests % Inhibisi

Persen inhibisi (LSD)		
Jenis formula	Jenis formula	Sig.
Positif	Negatif	0,001
	Optimal	0,866
Negatif	Positif	0,001
	Optimal	0,001
Optimal	Positif	0,866
	Negatif	0,001

Uji *post hoc* LSD pada tabel 4.29 menunjukkan perbandingan antara kontrol negatif dengan kontrol positif ($p = 0,001$) dan kontrol negatif dengan formula optimal ($p = 0,001$) menunjukkan peningkatan signifikan dalam persen inhibisi. Namun, perbedaan antara kontrol positif dan formula optimal tidak signifikan ($p = 0,866$), menandakan efektivitas formula optimal setara dengan kontrol positif. Temuan ini menguatkan bahwa formula optimal memiliki aktivitas antiinflamasi yang baik dan sebanding dengan bahan baku standar pada kontrol positif.. Gambar dapat dilihat pada lampiran M.2.2

Bab V

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Krim *roll-on* berbasis serai wangi berhasil diformulasikan menggunakan pendekatan *Simplex Lattice Design* (SLD) dengan kombinasi Asam stearat (15,5%) dan gliserin (3,5%) serta menunjukkan stabilitas fisik yang baik pada siklus uji stabilitas ke-0 hingga ke-6.
2. Formula optimal berdasarkan dari hasil *Simplex Lattice Design* (SLD) yang terpilih yaitu dengan konsentrasi asam stearat 15,5% dan gliserin 3,5%. Berdasarkan dengan pengujian mutu fisik, formula optimal memenuhi persyaratan mutu fisik krim topikal, dengan nilai rerata pH sebesar $5,689 \pm 0,004$, viskositas sebesar $7456 \text{ cPs} \pm 164,3$, daya sebar sebesar $4,9 \text{ cm} \pm 0,51$, serta daya lekat $4,4 \text{ detik} \pm 0,05$.
3. Formula optimal menunjukkan aktivitas antiinflamasi yang signifikan berdasarkan data persentase edema pada mencit, yaitu sebesar 2,76% dengan persentase inhibisi sebesar 91,85%, serupa dengan kontrol positif. Hasil ini menunjukkan bahwa formula optimal tersebut efektif digunakan sebagai agen anti-inflamasi topikal.

5.2 Saran

Penelitian ini menunjukkan bahwa krim *roll-on* berbasis serai wangi berpotensi sebagai sediaan topikal antiinflamasi yang stabil secara fisik dan memenuhi parameter mutu. Namun, untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar dilakukan pengujian stabilitas dengan variasi suhu dan waktu yang lebih panjang. Selain itu, perlu dilakukan pengujian keamanan sediaan secara dermatologis serta uji efektivitas lanjutan pada subjek manusia untuk memastikan manfaat klinis yang optimal. Penelitian lanjutan juga dapat mengeksplorasi kombinasi bahan aktif alami lainnya yang berpotensi meningkatkan efek antiinflamasi tanpa mengganggu kestabilan sediaan

Daftar Pustaka

- Angreani, D., Sangi, M. S., & Fatimah, F. (2020). Aktivitas Anti-Inflamasi Ekstrak Etanol Tepung Pelepah Aren (*Arenga pinnanta*). *CHEMISTRY PROGRESS*, 13(2). <https://doi.org/10.35799/cp.13.2.2020.31894>
- Asri, M. S., Aulia, N., & Bachri, N. (2023). Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Tunas Rebung (Bambusa SP) Pada Kaki Tikus Wistar Jantan Yang Diinduksi Karagenan. In *Journal of Pharmaceutical Science and HerbalTechnology* (Vol. 1, Issue 1).
- Badan POM RI. (2025). Peraturan Badan Pengawasan Obat Dan Makanan Nomor 6 Tahun 2025 Tentang Pedoman Uji Stabilitas Suplemen Kesehatan. Jakarta: BPOM RI.
- Chandra, P. P. B., Efrilia, M., & Astuti Handayani, I. (2024). Formulasi Sediaan Roll On Aromaterapi Minyak Atsiri Krangean (*Litsea cubeba* (Lour.) Pers.) dan Minyak Atsiri Lavener (*Lavandula angustifolia* Miller). *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 7 No 1, 95–104. <https://doi.org/doi:10.36387/jifi.v4i1.1947>
- Daniar, R., Rina Bintari, Y., & Novita, D. (2024). Variasi Kombinasi Emulgator Asam Stearat Dan Trietanolamin Terhadap Mutu Fisik Dan Stabilitas Krim Ekstrak Serai (*Cymbopogon Citratus*). *Jurnal Bio Komplementer Medicine*, 9(2).
- Dermiati, T., Kamal, A., Tibe, F., & Anggi, V. (2018). Uji Antiinflamasi Ekstrak Etanol Kulit Batang Ceremai (*Phyllanthus acidus* L.Skell) Terhadap Edema Kaki Tikus. *Farmakologika Jurnal Farmasi*, 15(1).
- Fratiwi, N., Saranani, S., Agastia, G., & Isrul, M. (2022). Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) dan Pengaruhnya Terhadap Kadar Interleukin 6 (IL-6) Pada Tikus Jantan Galur Wistar. *Jurnal Pharmacia Mandala Waluya*, 1(2), 54–67. <https://doi.org/10.54883/jpmw.v1i2.13>
- Hajrin, W., Subaidah, W. A., Juliantoni, Y., & Wirasisya, D. G. (2021). Application of Simplex Lattice Design Method on The Optimisation of Deodorant Roll-on Formula of Ashitaba (*Angelica keiskei*). *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2), 501–509. <https://doi.org/10.29303/jbt.v21i2.2717>

- Idawati, I., Patimah, R., & Ahdyani, R. (2024). Formulasi dan Uji Sifat Fisik Sediaan Krim Variasi Konsentrasi Ekstrak Etanol Daun Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jack). *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 7(2), 99–110. <https://doi.org/10.36387/jifi.v7i2.2073>
- Ilmknun, L., & Nur, C. E. (2024). Formulasi dan Penentuan Nilai SPF Krim Minyak Tamanu (*Calophyllum inophyllum* L.) Dengan Variasi Konsentrasi Asam Stearat dan Trietanolamin. *Forte Journal*, 1, 122–133. <https://www.ojs.unhaj.ac.id/index.php/fj>
- Madynah, N., Nurilmi, A., & Setiawati, H. (2024). Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Krim Batang Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus* L) Dengan Variasi Trietanolamin Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Fito Medicine : Journal Pharmacy and Sciences*, 16(1).
- Mamarimbings, M. S., Ngurah, G., Dewantara Putra, A., & Setyawan, E. I. (2022). Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* l.). *Humantech Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia*, 2(3).
- Mektildis, R. (2018). Formulasi Krim Ekstrak Etanol Kulit Batang Faloak (*Sterculia Quadrifida* R.Br). *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 10, 1–12.
- Mulyani, E., Suryadini, H., & Rahmadina P, R. (2022). Formulasi Sediaan Krim Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Rambusa (*Passiflora foetida* L). *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 7 No 2, 219–222.
- Nur, A., Fiskia, E., & Rahman, I. (2022). Aktivitas Antiinflamasi Daging Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) Pada Tikus Putih Yang Diinduksi Karageenan. *JFIONline | Print ISSN 1412-1107 | e-ISSN 2355-696X*, 14(1), 10–16. <https://doi.org/10.35617/jfionline.v14i1.87>
- Oladeji, O. S., Adelowo, F. E., Ayodele, D. T., & Odelade, K. A. (2019). Phytochemistry and pharmacological activities of *Cymbopogon citratus*: A review. In *Scientific African* (Vol. 6). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00137>
- Pranata, C., Darmirani, Y., & Limbing, R. (2024). Uji Efektivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus*) Terhadap Udema Kaki Mencit Jantan (*Mus Musculus*). *JURNAL FARMASIMED (JFM)*, 7(1), 41–47. <https://doi.org/10.35451/jfm.v7i1.2289>

- Putri, W. E., & Anung Anindhita, M. (2022). Optimasi Formula Gel Ekstrak Etanol Buah Kapulaga Dengan Kombinasi Gelling Agent HPMC dan Natrium Alginat Menggunakan Simplex Lattice Design. *Jurnal Ilmiah Farmasi (Scientific Journal of Pharmacy) Special Edition*, 2022, 107–120. <http://journal.uii.ac.id/index.php/JIF>
- Rahayu, P., Monica, E., Cesa, F. Y., Dikirim, N., Di, N., & Diterima, P. N. (2023). Formulasi dan Evaluasi Sediaan Krim Pelembap dan Antioksidan Kombinasi Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*) dan Lidah Buaya (*Aloe vera L.*).
- Rahman, S., Wati, A., & Sukmawati, E. (2018). Efek Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Kamboja (*Plumeria rubra L.*) Pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*). *As-Syifaa*, 10(01), 51–59.
- Ramadhani, R. A., Riyadi, D. H. S., Triwibowo, B., & Kusumaningtyas, R. D. (2017). Review Pemanfaatan Design Expert untuk Optimasi Komposisi Campuran Minyak Nabati sebagai Bahan Baku Sintesis Biodiesel. *I*(1), 11–16. www.jtkl.polinema.ac.id
- Ristianti, V., Monica, E., & Aziz, N. (2023). Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Serum Wajah Yang Mengandung Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Keprok (*Citrus reticulata Blanco*) Sebagai *Anti-Acne*. *Sainsbertek Jurnal Ilmiah Sains& Teknologi*.
- Rowe, R. C., Sheskey, P. J., & Quinn, M. E. (2009). *Handbook of Pharmaceutical Excipients, Sixth Edition*. Pharmaceutical Press and American Pharmacists Assosiation, London.
- Saputra, A. N., & Yudhantara, S. M. (2019). Formulasi Krim Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana Linn.*) Sebagai Antioksidan Menggunakan Variasi Asam Stearat dan Trietanolamin. *Jurnal Farmasi & Sains Indonesia*, 2(1).
- Sari, E. K., Anantarini, N. P. D., & Dellima, B. R. E. M. (2024). Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus L.*) Secara In Vitro Dengan Metode HRBC (Human Red Blood Cell). *Kartika : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 9(1), 1–17. <https://doi.org/10.26874/kjif.v9i1.636>
- Sari, E. K., Erika, R., Dellima, M., Azizah, F. N., Studi, P., Farmasi, S., & Akbidyo,

- S. (2025a). Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus L.*) Dengan Metode Denaturasi Protein. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 6(1).
- Sari, E. K., Erika, R., Dellima, M., Azizah, F. N., Studi, P., Farmasi, S., & Akbidyo, S. (2025b). Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus L.*) dengan Metode Denaturasi Protein. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 6(1).
- Sijabat, U. A., Hafizullah Ritonga, A., & Yaturramadhan Harahap, H. (2024). Uji Aktifitas Antiinflamasi Ekstrak (*Abelmoschus manihot L.*) Terhadap Mencit Putih Jantan (*Mus musculus*). *Forte Journal*, 2, 345–353. <https://www.ojs.unhaj.ac.id/index.php/fj>
- Suena, N. M. D. S., Ariani, N. L. W. M., & Antari, N. P. U. (2022). *Physical Evaluation and Hedonic Test of Sandalwood Oil (*Santalum album L.*) Cream as an Anti-Inflammatory*. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 8(1), 22–30. <https://doi.org/10.36733/medicamento.v8i1.3425>
- Sukmawati, Yuliet, & Hardani, R. (2015). Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Pisang Ambon (*Musa paradisiaca L.*) Terhadap Tikus Putih (*Rattus norvegicus L.*) Yang Diinduksi Karagenan. *Galenika Journal of Pharmay*, 1(2), 126–132.
- Syaputri, F. N., Sukmawati, A., Jannah, N. R., Lestari, D., Daru, T., Tugon, A., & Wulandari, F. (2023a). Fomulasi Sediaan Krim Minyak Atsiri Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus L. Rendle*) dengan perbedaan konsentrasi emulgator. *FARMASIS: Jurnal Sains Farmasi*, 4(2).
- Syaputri, F. N., Sukmawati, A., Jannah, N. R., Lestari, D., Daru, T., Tugon, A., & Wulandari, F. (2023b). Fomulasi Sediaan Krim Minyak Atsiri Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus L. Rendle*) dengan perbedaan konsentrasi emulgator. *FARMASIS: Jurnal Sains Farmasi*, 4(2).
- Tanjung, I. F., Sudarmadji, A. S., Anillah, F. D. I., Sinaga, H. A., Nasution, S. P., & Pasaribu, Y. (2022). *Khasiat Tumbuhan Sereh Untuk Rambut* (I. F. Tanjung & F. D. I. Anillah, Eds.; 1st ed.). CV. Cipta Pena Baswara.
- Tari, M., & Indriani, O. (2023). *Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Krim Ekstrak Sembung Rambat (*Mikania micrantha Kunth*)*. 15(1), 126.

- <https://jurnal.stikes-aisiyah-palembang.ac.id/index.php/Kep/article/view/>
- Tungadi, R. (2020). *Teknologi Nano Sediaan Liquida dan Semisolida* (Edisi 1). CV. Sagung Seto.
- Tungadi, R., Sy. Pakaya, M., & D.as'ali, P. W. (2023). Formulasi dan Evaluasi Stabilitas Fisik Sediaan Krim Senyawa Astaxanthin. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(1). <https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i1.14612>
- Yenny N, F., Tahar, N., & Aini, Q. (2016). Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Krim Susu Kuda Sumbawa Dengan Emulgator Nonionik Dan Anionik. *JF FIK UINAM*, 4(4).



UNIVERSITAS
MA CHUNG

Lampiran

Lampiran A. Perhitungan jumlah mencit

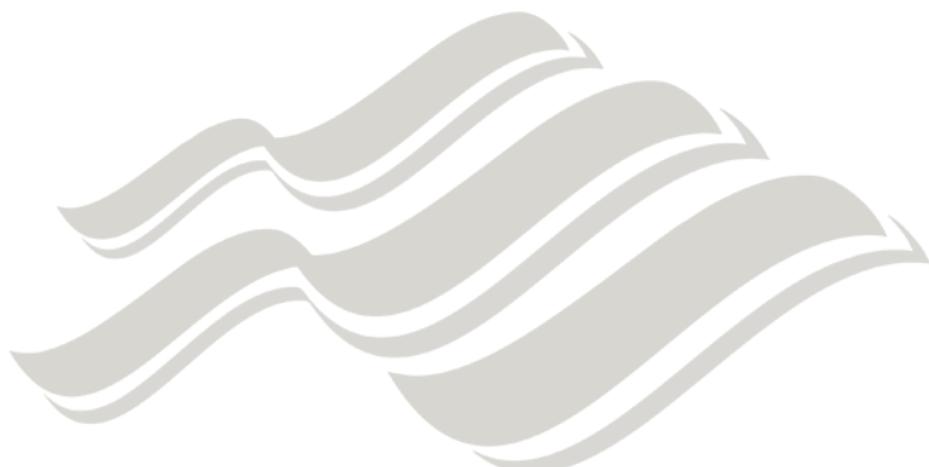
$$= (3 - 1)(n - 1) > 15$$

$$= (2)(n - 1) > 15$$

$$= 2n - 2 > 15$$

$$= 2n > 17$$

$$= n > 8.5 \rightarrow 9$$



UNIVERSITAS
MA CHUNG

Lampiran B. Perhitungan HLB

$$HLB = \frac{B_1}{B_1+B_2} \times HLB_{(B1 \text{ atau } B2)}$$

Ket : B = berat emulgator

$HLB_{(B1 \text{ atau } B2)}$ = HLB masing masing bahan (TEA dan Asam Stearat)

Diketahui :

HLB Asam stearat = 15

HLB TEA = 12

Maka,

$$HLB \text{ Asam stearat} = \frac{16}{16+4} \times 15 = 12$$

$$HLB \text{ TEA} = \frac{4}{4 + 16} \times 12 = 2,4$$

No.	Rasio Asam stearat : TEA	HLB Asam Stearat	HLB TEA
1	14 : 4	11,6	2,6
2	14,5 : 4	11,8	2,6
3.	15 : 4	11,8	2,5
4.	15,5 : 4	11,9	2,5
5	16 : 4	12	2,4

Lampiran C. Data Hasil Evaluasi dengan *Design Expert*

Std	Run	Component 1 A:AS %	Component 2 B:Gliserin %	Response 1 pH	Response 2 Visko	Response 3 Daya sebar	Response 4 Daya lekat
3	1	15	4	5.489	4031	5.40833	4.39667
8	2	15	4	5.52589	5089	5.63333	4.28
2	3	14	5	5.52178	1615.33	5.8	2.59333
5	4	14.5	4.5	5.43533	2002.33	6.15833	3.11667
7	5	14	5	5.49486	2051.33	6.39167	4.15
6	6	16	3	5.65056	7122.33	4.56667	4.52333
1	7	16	3	5.71667	7333.33	4.78333	4.63667
4	8	15.5	3.5	5.68933	7900	4.60833	4.12333



UNIVERSITAS
MA CHUNG

Lampiran D. Hasil ANOVA Evaluasi Uji dengan *Design Expert*

D.1 ANOVA Uji pH

ANOVA for Cubic model

Response 1: pH

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.0721	3	0.0240	21.02	0.0065	significant
(¹)Linear Mixture	0.0507	1	0.0507	44.32	0.0026	
AB	0.0091	1	0.0091	7.98	0.0476	
AB(A-B)	0.0123	1	0.0123	10.75	0.0305	
Residual	0.0046	4	0.0011			
Lack of Fit	0.0013	1	0.0013	1.25	0.3448	not significant
Pure Error	0.0032	3	0.0011			
Cor Total	0.0767	7				

(¹) Inference for linear mixtures uses Type I sums of squares.

Mixture Component coding is L_Pseudo.
Sum of squares is Type III - Partial

The Model F-value of 21.02 implies the model is significant. There is only a 0.65% chance that an F-value this large could occur due to noise.

P-values less than 0.0500 indicate model terms are significant. Values greater than 0.1000 indicate the model terms are not significant. If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

The Lack of Fit F-value of 1.25 implies the Lack of Fit is not significant relative to pure error.

Fit Statistics

Std. Dev.	R ²
0.0338	0.9403
Mean	5.57
C.V. %	0.6077
	Adjusted R ² : 0.8956
	Predicted R ² : 0.7234
	Adeq Precision: 11.3493

The Predicted R² of 0.7234 is in reasonable agreement with the Adjusted R² of 0.8956, i.e. the difference is less than 0.2.

Adeq Precision measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 11.349 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Coefficients in Terms of Coded Factors

Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
A-AS	5.69	1	0.0238	5.62	5.75	1.55
B-Gliserin	5.51	1	0.0238	5.44	5.58	1.55
AB	-0.3027	1	0.1072	-0.6002	-0.0052	1.96
AB(A-B)	0.8872	1	0.2706	0.1360	1.64	1.12

The coefficient estimate represents the expected change in response per unit change in factor value when all remaining factors are held constant. The intercept in an orthogonal design is the overall average.

D.2 ANOVA Uji Viskositas

ANOVA for Cubic model

Response 2: Visko

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	4.655E+07	3	1.552E+07	70.82	0.0006	significant
(¹)Linear Mixture	4.194E+07	1	4.194E+07	191.44	0.0002	
AB	54959.27	1	54959.27	0.2509	0.6428	
AB(A-B)	4.552E+06	1	4.552E+06	20.78	0.0104	
Residual	8.763E+05	4	2.191E+05			
Lack of Fit	1.993E+05	1	1.993E+05	0.8832	0.4167	not significant
Pure Error	6.770E+05	3	2.257E+05			
Cor Total	4.742E+07	7				

(¹) Inference for linear mixtures uses Type I sums of squares.

Mixture Component coding is L_Pseudo.
Sum of squares is Type III - Partial

The Model F-value of 70.82 implies the model is significant. There is only a 0.06% chance that an F-value this large could occur due to noise.

P-values less than 0.0500 indicate model terms are significant. Values greater than 0.1000 indicate the model terms are not significant. If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

The Lack of Fit F-value of 0.88 implies the Lack of Fit is not significant relative to pure error.

Fit Statistics

Std. Dev.	R ²
468.05	0.9815
Mean	4643.08
C.V. %	10.08
	Adjusted R ² : 0.9677
	Predicted R ² : 0.9342
	Adeq Precision: 17.8197

The Predicted R² of 0.9342 is in reasonable agreement with the Adjusted R² of 0.9677; i.e. the difference is less than 0.2.

Adeq Precision measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 17.8197 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Coefficients in Terms of Coded Factors

Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
A-AS	7259.09	1	329.34	6344.70	8173.48	1.55
B-Gliserin	1864.59	1	329.34	930.20	2778.98	1.55
AB	742.80	1	1483.01	-3374.70	4860.30	1.96
AB(A-B)	17068.89	1	3744.42	6672.71	27465.07	1.12

The coefficient estimate represents the expected change in response per unit change in factor value when all remaining factors are held constant. The intercept in an orthogonal design is the overall average.

D.3 ANOVA Uji Daya Sebar

ANOVA for Linear model

Response 3: Daya sebar

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	2.91	1	2.91	30.87	0.0014	significant
(¹)Linear Mixture	2.91	1	2.91	30.87	0.0014	
Residual	0.5649	6	0.0942			
Lack of Fit	0.3411	3	0.1137	1.52	0.3688	not significant
Pure Error	0.2238	3	0.0746			
Cor Total	3.47	7				

(¹) Inference for linear mixtures uses Type I sums of squares.

Component Effects (Cox)

Component	Gradient in Reals	Component Effect	Gradient Std Error	Approx t for H ₀ : Gradient=0	Prob > t
A-AS	-15.27	-1.61	2.75	-5.56	0.0014
B-Gliserin	15.27	1.61	2.75	5.56	0.0014

Fit Statistics

Std. Dev.	R ²
0.3068	0.8273
Mean	5.42
C.V. %	5.66
	Adjusted R ² : 0.8102
	Predicted R ² : 0.7014
	Adeq Precision: 10.4772

The Predicted R² of 0.7014 is in reasonable agreement with the Adjusted R² of 0.8102; i.e. the difference is less than 0.2.

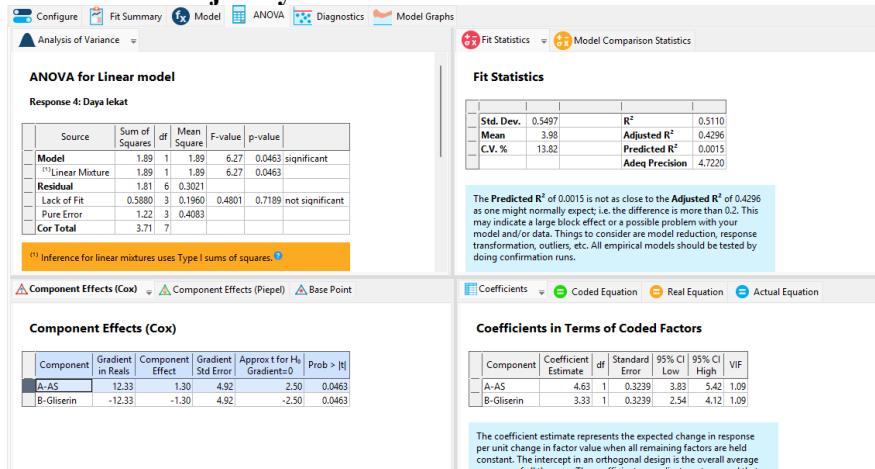
Adeq Precision measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 10.4772 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Coefficients in Terms of Coded Factors

Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
A-AS	4.62	1	0.1808	4.17	5.06	1.09
B-Gliserin	6.22	1	0.1808	5.78	6.66	1.09

The coefficient estimate represents the expected change in response per unit change in factor value when all remaining factors are held constant. The intercept in an orthogonal design is the overall average response of all the runs. The coefficients are adjustments around that

D.4 ANOVA Uji Daya Lekat



UNIVERSITAS
MA CHUNG

Lampiran H. Tabel Optimalisasi dengan *Design Expert* H.1 Tabel Kriteria

H 1 Tabel Kriteria

Constraints							
	Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
A:AS		is in range	14	16	1	1	3
B:Glicerin		is in range	3	5	1	1	3
pH		is in range	4.5	6.5	1	1	3
Visko		is in range	2000	50000	1	1	3
Daya sebar		is in range	5	7	1	1	3
Daya lekat		is in range	2	300	1	1	3

H.2 Formula Optimal yang Terpilih

Number	AS	Glaucin	pH	Visko	Daya sebar	Daya lekat	Desirability	
1	15.500	3.500	5.669	7649.948	5.017	4.302	1.000	Selected
2	15.400	3.600	5.645	7230.514	5.097	4.237	1.000	
3	15.000	4.000	5.523	4747.539	5.419	3.977	1.000	
4	14.900	4.100	5.493	4053.502	5.489	3.913	1.000	
5	14.934	4.066	5.503	4287.703	5.472	3.935	1.000	
6	15.458	3.542	5.659	7488.655	5.051	4.275	1.000	
7	14.645	4.355	5.432	4141.560	5.704	3.747	1.000	
8	14.739	4.261	5.451	2994.366	5.628	3.808	1.000	
9	14.833	4.167	5.474	3602.231	5.553	3.869	1.000	
10	15.365	3.639	5.635	7054.781	5.126	4.214	1.000	
11	15.319	3.681	5.622	6812.810	5.162	4.185	1.000	
12	14.706	4.294	5.444	2792.650	5.655	3.787	1.000	
13	15.156	3.841	5.572	5810.711	5.294	4.078	1.000	
14	15.079	3.921	5.548	5295.678	5.355	4.029	1.000	
15	14.968	4.031	5.513	4527.178	5.444	3.957	1.000	
16	14.805	4.194	5.467	4111.114	5.576	3.851	1.000	
17	15.285	3.715	5.612	6620.467	5.189	4.163	1.000	
18	15.215	3.785	5.591	6191.614	5.246	4.117	1.000	
19	14.870	4.130	5.484	3847.047	5.523	3.893	1.000	
20	15.186	3.810	5.582	6009.297	5.269	4.098	1.000	
21	14.595	4.405	5.425	2178.833	5.744	3.715	1.000	

H.3 Verifikasi Formula

H.3.1 *Response Data*

 Confirmation Location #1 Factors

Confirmation Location #1

	AS	Gliserin
	15.5	3.5

Response data

Runs: 3

	pH	Visko	Daya sebar	Daya lekat
-	5.693	7567	5.25	4.45
-	5.699	7267	4.6	4.35
-	5.684	7533	4.9	4.42

H.3.2 Confirmation

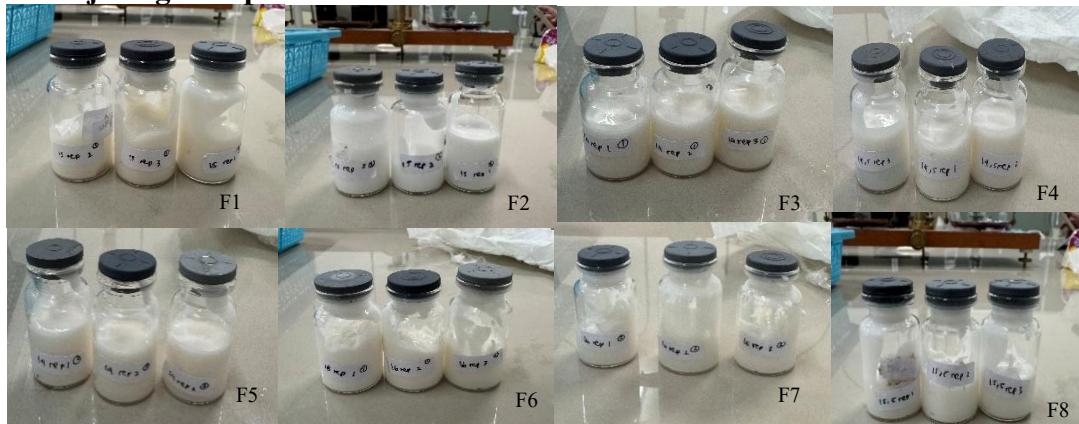
Confirmation

Two-sided Confidence = 95%

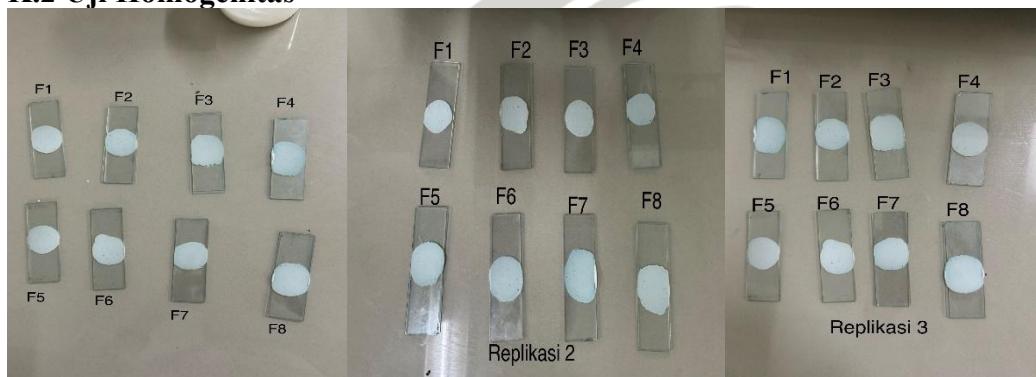
Analysis	Predicted Mean	Predicted Median	Observed	Std Dev	n	SE Pred	95% PI low	Data Mean	95% PI high
pH	5.66882	5.66882		0.03581	3	0.0361593	5.56843	5.68867	5.76922
Visko	7649.95	7649.95		468.053	3	472.619	6337.75	7455.67	8962.15
Daya sebar	5.01701	5.01701		0.304934	3	0.218595	4.48213	4.91667	5.5519
Daya lekat	4.30194	4.30194		0.549676	3	0.394041	3.33776	4.40667	5.26613

Lampiran K. Dokumentasi Evaluasi Sediaan Krim

K.1 Uji Organoleptis



K.2 Uji Homogenitas



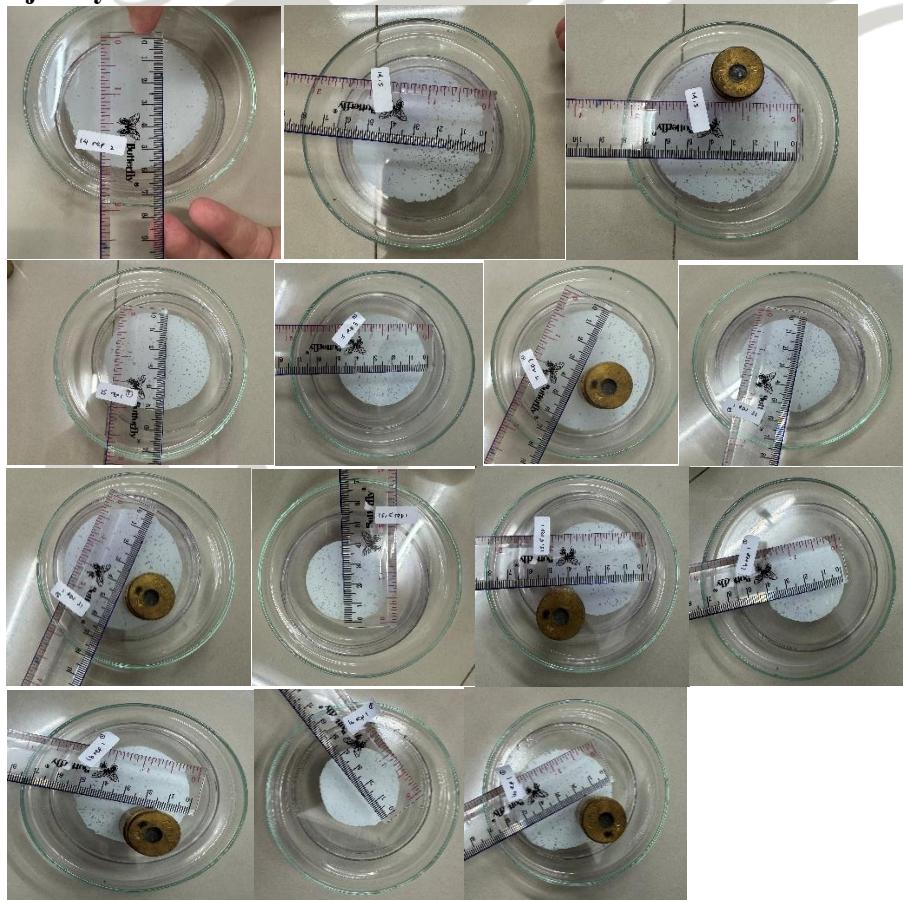
K.3 Uji pH



K.4 Uji Viskositas



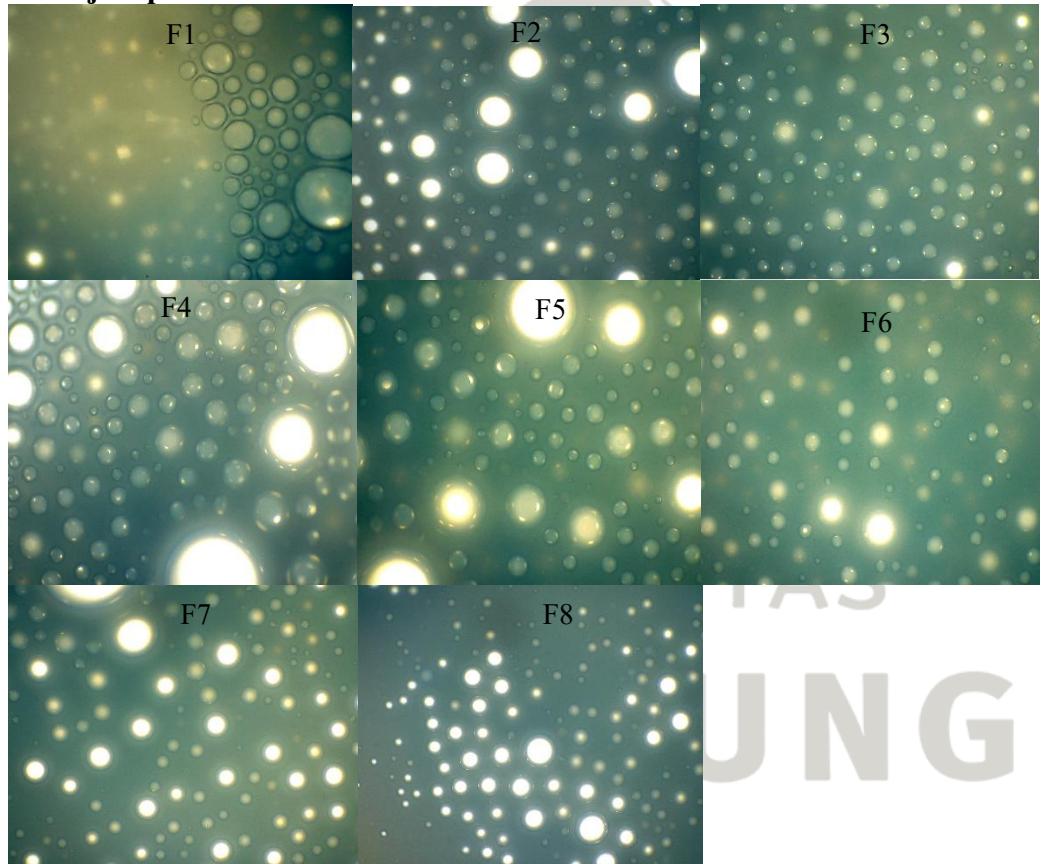
K.5 Uji Daya Sebar



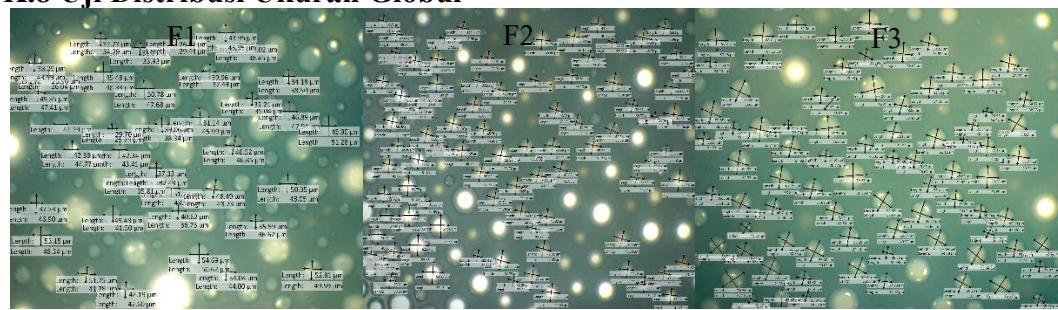
K.6 Uji Daya Lekat



K.7 Uji Tipe Krim



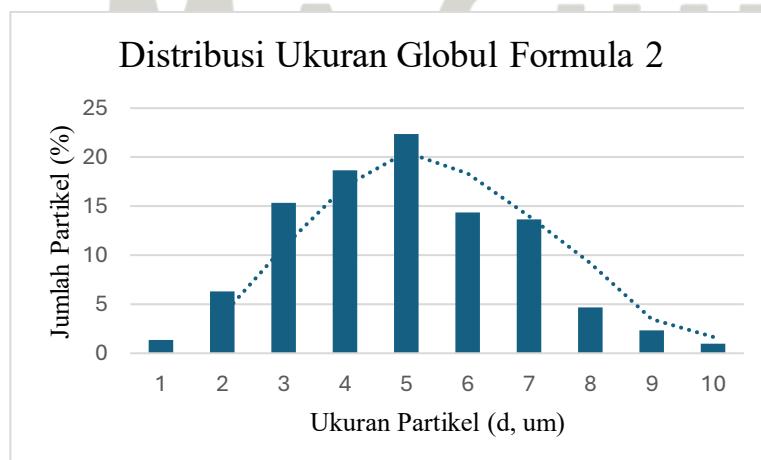
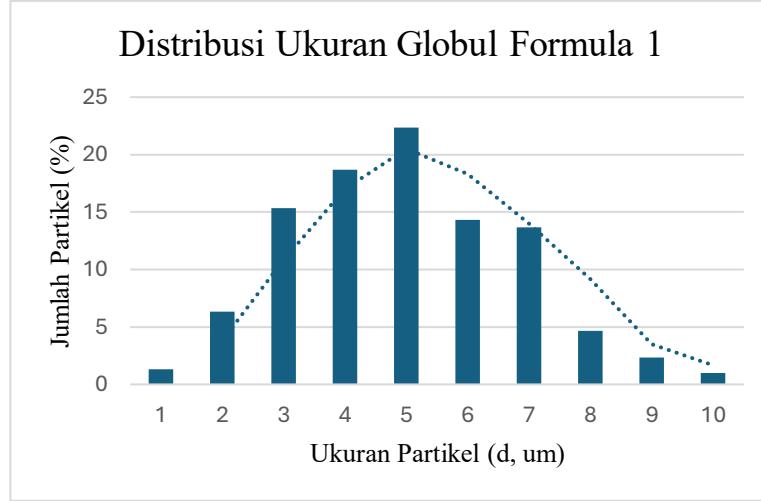
K.8 Uji Distribusi Ukuran Globul

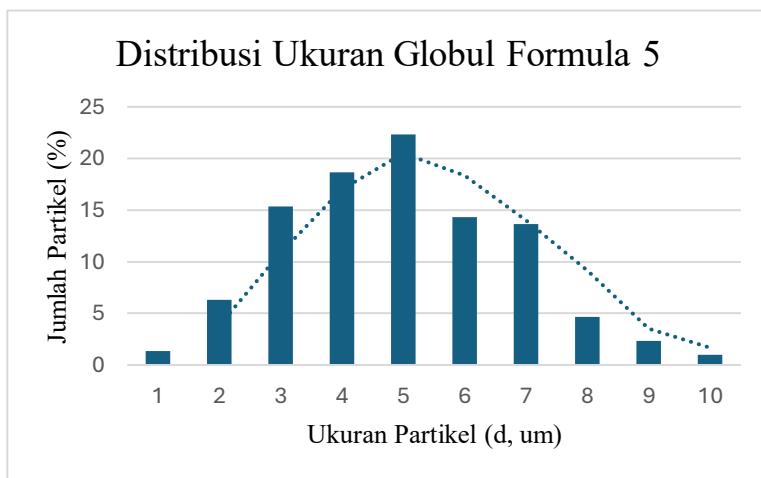
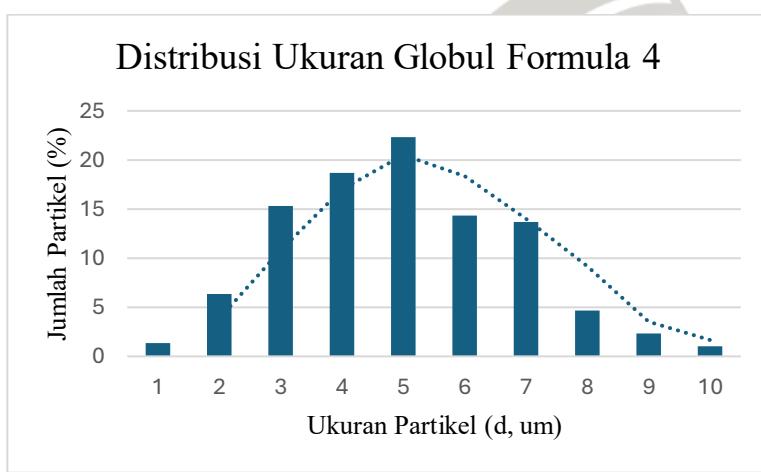
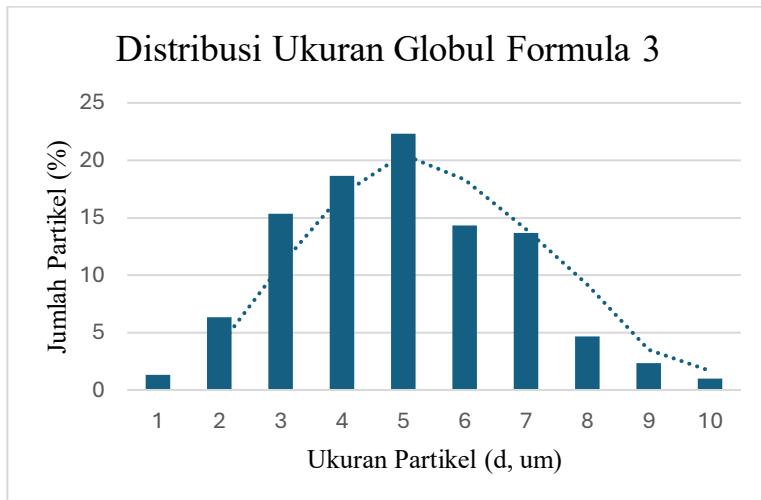


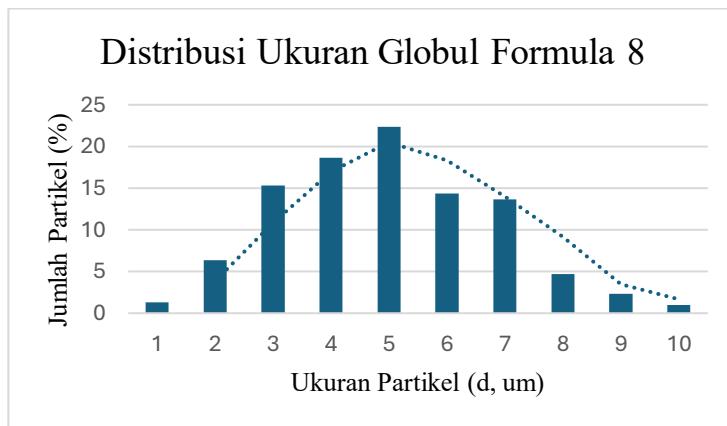
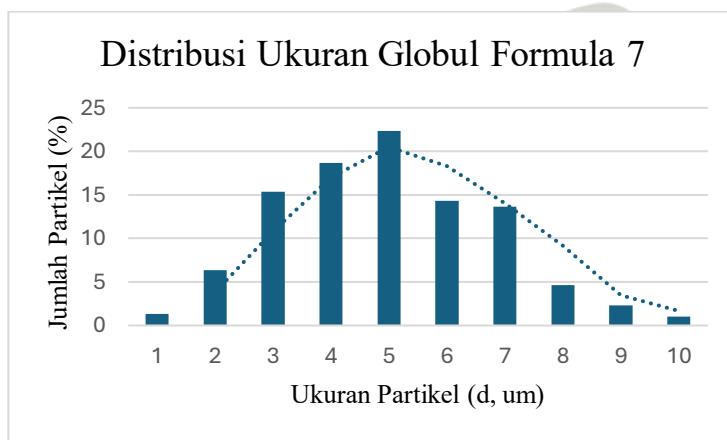
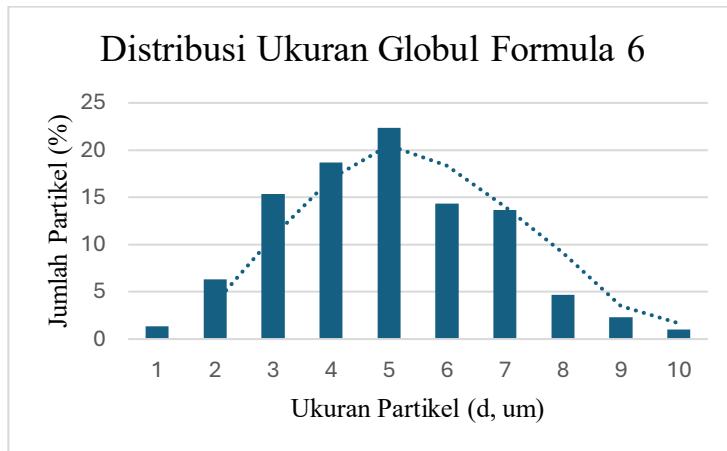
K.8 Uji Distribusi Ukuran Globul (lanjutan)



K.8.1 Grafik Uji Distribusi Ukuran Globul







K.9 Uji Hedonik

Form Penilaian Krim Roll-On Serai Wangi sebagai Anti-Inflamasi

Umur *

Gender *

Apakah Anda pernah menggunakan produk krim atau roll-on sebelumnya?

Evaluasi Krim Roll-On Serai Wangi

Rasanya enak dan relevan untuk saya? *

Konsistensi krim ini enak dan relevan? *

Rasa krim ini enak dan relevan? *

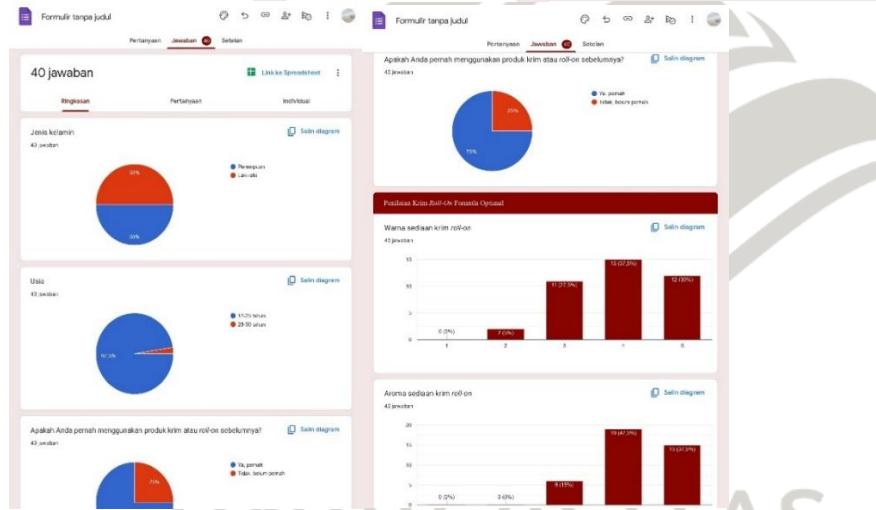
Pengaruh krim ini pada rasa makanan? *

Evaluasi rasa enak dan relevan? *

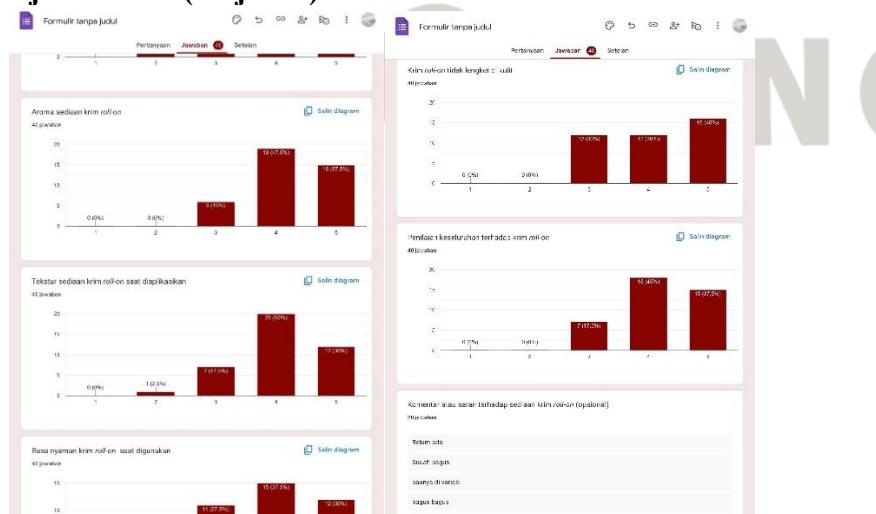
Tekstur sedianya enak dan relevan? *

Rasa nyaman krim roll-on saat digunakan? *

Google Formir



K.9 Uji Hedonik (lanjutan)





UNIVERSITAS
MA CHUNG

Lampiran L. Data Evaluasi Stabilitas

L.1.Uji stabilitas pH

L.1.1 Data Uji Stabilitas pH

Formula	Replikasi	Siklus					
		0	1	2	3	4	5
F1	1	5,757	5,767	5,791	5,797	5,802	5,806
	2	5,342	5,354	5,356	5,357	5,360	5,365
	3	5,361	5,361	5,365	5,365	5,366	5,370
	Rerata	5,487	5,490	5,504	5,506	5,509	5,514
	SD	0,234	0,236	0,249	0,252	0,253	0,253
	1	5,819	5,829	5,839	5,841	5,845	5,850
F2	2	5,371	5,375	5,381	5,384	5,384	5,384
	3	5,394	5,402	5,405	5,407	5,410	5,414
	Rerata	5,528	5,54	5,542	5,544	5,546	5,549
	SD	0,252	0,255	0,258	0,257	0,259	0,261
	1	5,981	5,955	5,971	5,971	5,980	5,983
	2	5,318	5,323	5,334	5,338	5,342	5,350
F3	3	5,274	5,277	5,282	5,288	5,288	5,288
	Rerata	5,524	5,520	5,529	5,532	5,537	5,540
	SD	0,396	0,379	0,384	0,381	0,385	0,385
	1	5,704	5,715	5,711	5,714	5,716	5,716
	2	5,299	5,307	5,313	5,230	5,234	5,234
	3	5,308	5,309	5,319	5,329	5,329	5,332
F4	Rerata	5,437	5,44	5,448	5,424	5,426	5,427
	SD	0,231	0,235	0,228	0,256	0,255	0,255
	1	5,886	5,884	5,891	5,899	5,897	5,903
	2	5,325	5,328	5,331	5,332	5,333	5,336
	3	5,277	5,283	5,294	5,297	5,302	5,303
	Rerata	5,496	5,50	5,505	5,509	5,511	5,514
F5	SD	0,339	0,335	0,335	0,338	0,335	0,337
	1	5,976	5,931	5,937	5,935	5,943	5,946
	2	5,508	5,539	5,54	5,545	5,549	5,554
	3	5,472	5,572	5,577	5,578	5,583	5,830
	Rerata	5,652	5,68	5,685	5,686	5,692	5,777
	SD	0,281	0,217	0,219	0,216	0,218	0,201
F6	1	5,969	5,938	5,995	6,008	6,008	6,009
	2	5,472	5,480	5,484	5,487	5,489	5,491
	3	5,716	5,715	5,723	5,726	5,729	5,732
	Rerata	5,719	5,71	5,734	5,740	5,742	5,744
	SD	0,249	0,229	0,256	0,261	0,260	0,259
	1	6,054	6,064	6,020	6,027	6,090	6,096
F7	2	5,360	5,362	5,367	5,372	5,373	5,378
	3	5,657	5,656	5,675	5,677	5,682	5,686
	Rerata	5,690	5,69	5,687	5,692	5,715	5,720
	SD	0,348	0,353	0,327	0,328	0,360	0,333

L.1.2 Hasil SPSS Uji Stabilitas pH

- Formula 1

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F1_siklus0	.371	3	.	.784	3	.077
F1_siklus6	.377	3	.	.769	3	.043

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pH_F1	Based on Mean	.022	1	4	.889
	Based on Median	.001	1	4	.976
	Based on Median and with adjusted df	.001	1	3.978	.976
	Based on trimmed mean	.017	1	4	.902

T-Test

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	F1_S0	5.4867	3	.23431
	F1_S6	5.5070	3	.24688

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1	F1_S0 & F1_S6	3	1.000

Paired Samples Test

	Mean	Std. Deviation	Paired Differences			t	df	Sig. (2-tailed)			
			Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference							
				Lower	Upper						
Pair 1	F1_S0 - F1_S6	-.02033	.01332	.00769	-.05341	.01275	-2.645	.118			

- Formula 2

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F2_siklus0	.369	3	.	.788	3	.087
F2_siklus6	.369	3	.	.789	3	.089

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pH_F2	Based on Mean	.003	1	4	.960
	Based on Median	.000	1	4	.985
	Based on Median and with adjusted df	.000	1	4.000	.985
	Based on trimmed mean	.002	1	4	.963

AS
NG

T-Test

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 F2_S0	5.5280	3	.25228	.14565
F2_S6	5.5430	3	.25835	.14916

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 F2_S0 & F2_S6	3	1.000	.001

Paired Samples Test

	Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1 F2_S0 - F2_S6	-.01500	.00608	.00351	-.03011	.00011	-4.271	2	.051

• Formula 3

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F3_siklus0	.365	3	.	.796	3	.106
F3_siklus6	.355	3	.	.820	3	.162

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
		Statistic			
pH_F3	Based on Mean	.007	1	4	.939
	Based on Median	.000	1	4	.994
	Based on Median and with adjusted df	.000	1	3.980	.994
	Based on trimmed mean	.005	1	4	.946

T-Test

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 F3_S0	5.5243	3	.39610	.22869
F3_S6	5.5367	3	.38272	.22096

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 F3_S0 & F3_S6	3	1.000	.019

Paired Samples Test

	Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1 F3_S0 - F3_S6	-.01233	.01762	.01017	-.05609	.03143	-1.213	2	.349

• Formula 4

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F4_siklus0	.378	3	.	.767	3	.037
F4_siklus6	.309	3	.	.901	3	.388

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pH_F4	Based on Mean	.015	1	4	.908
	Based on Median	.016	1	4	.905
	Based on Median and with adjusted df	.016	1	3.894	.905
	Based on trimmed mean	.015	1	4	.908

T-Test

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	F4_S0	5.4370	.23127	.13353
	F4_S6	5.4210	.25023	.14447

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1	F4_S0 & F4_S6	3	.983

Paired Samples Test

	Mean	Std. Deviation	Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)		
			Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
Pair 1	F4_S0 - F4_S6	.01600	.04804	.02774	-10.334	.13534	.577	2	.622

- **Formula 5**

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F5_siklus0	.360	3	.	.809	3	.135
F5_siklus6	.369	3	.	.788	3	.086

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pH_F5	Based on Mean	.002	1	4	.964
	Based on Median	.001	1	4	.981
	Based on Median and with adjusted df	.001	1	3.999	.981
	Based on trimmed mean	.002	1	4	.966

T-Test

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	F5_S0	5.4960	.33860	.19549
	F5_S6	5.5053	.33347	.19253

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1	F5_S0 & F5_S6	3	1.000

Paired Samples Test

	Mean	Std. Deviation	Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)		
			Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
Pair 1	F5_S0 - F5_S6	-.00933	.01012	.00584	-.03446	.01580	-1.598	2	.251

• Formula 6

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F6_siklus0	.362	3	.	.803	3	.122
F6_siklus6	.274	3	.	.944	3	.544

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pH_F6	Based on Mean	.863	1	4	.405
	Based on Median	.050	1	4	.834
	Based on Median and with adjusted df	.050	1	3.006	.837
	Based on trimmed mean	.724	1	4	.443

T-Test

Paired Samples Statistics

	Pair 1	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
		F6_S0	5.6520	3	.28117
		F6_S6	5.7590	3	.20122

Paired Samples Correlations

	Pair 1	N	Correlation	Sig.
		F6_S0 & F6_S6	3	.677
				.526

Paired Samples Test

	Pair 1	Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference			t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
		-10700	.20713	.11958	-.62153	.40753	-.895	2	.465

• Formula 7

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F7_siklus0	.176	3	.	1.000	3	.980
F7_siklus6	.183	3	.	.999	3	.931

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

	pH_F7	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
	Based on Mean	.003	1	4	.957
	Based on Median	.001	1	4	.973
	Based on Median and with adjusted df	.001	1	3.996	.973
	Based on trimmed mean	.003	1	4	.958

T-Test

Paired Samples Statistics

	Pair 1	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
		F7_S0	5.7190	3	.24851
		F7_S6	5.7337	3	.25617

Paired Samples Correlations

	Pair 1	N	Correlation	Sig.
		F7_S0 & F7_S6	3	1.000
				.016

Paired Samples Test

	Pair 1	Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference			t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
		-01467	.01002	.00578	-.03955	.01022	-2.536	2	.127

- **Formula 8**

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F8_siklus0	.205	3	.	.993	3	.841
F8_siklus6	.184	3	.	.999	3	.927

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pH_F8	Based on Mean	.008	1	4	.932
	Based on Median	.002	1	4	.963
	Based on Median and with adjusted df	.002	1	3.987	.963
	Based on trimmed mean	.008	1	4	.934

T-Test
Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	F8_S0	5.6903	3	.34820	.20103
	F8_S6	5.6977	3	.33324	.19240

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1	F8_S0 & F8_S6	3	.999 .029

Paired Samples Test

		Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference			t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	F8_S0 - F8_S6	-.00733	.02139	.01235	-.06046	.04579	-.594	2	.613

UNIVERSITAS
MA CHUNG

L.2 Uji stabilitas Daya Sebar

L.2.1 Data Uji Stabilitas Daya Sebar

Formula	Replikasi	Siklus (cm)						
		0	1	2	3	4	5	6
F1	1	5,18	5,05	5,35	5,40	5,55	5,33	4,63
	2	5,48	4,68	5,25	5,25	4,95	5,23	5,83
	3	5,58	5,20	5,43	5,25	4,50	5,50	5,48
	Rerata	5,41	4,98	5,34	5,30	5,00	5,35	5,31
	SD	0,42	0,54	0,60	0,67	0,67	0,51	0,69
	1	5,70	4,73	5,58	5,35	5,80	5,03	5,10
F2	2	5,60	5,65	5,23	5,23	5,48	5,00	4,88
	3	5,60	5,18	5,33	5,18	5,65	4,93	5,48
	Rerata	5,63	5,18	5,38	5,25	5,64	4,98	5,15
	SD	0,50	0,75	0,72	0,64	0,56	0,57	0,64
	1	5,63	5,35	4,93	5,20	4,88	4,50	5,25
	2	6,18	4,80	5,63	5,28	5,15	5,48	4,53
F3	3	5,63	5,35	5,10	5,48	5,33	5,48	5,00
	Rerata	5,81	4,96	5,22	5,32	5,12	5,15	4,93
	SD	0,52	0,60	0,61	0,62	0,49	0,74	0,74
	1	6,25	5,13	5,50	5,20	5,03	5,03	5,05
	2	5,90	5,55	5,40	5,28	5,63	4,95	5,40
	3	6,33	5,18	5,18	5,48	4,53	4,63	5,45
F4	Rerata	6,16	5,02	5,36	5,32	5,06	4,87	5,30
	SD	0,61	0,66	0,67	0,62	0,69	0,55	0,70
	1	6,28	5,40	5,68	4,98	5,20	5,78	5,63
	2	6,63	4,50	4,93	5,68	4,93	5,18	4,75
	3	6,28	4,55	4,63	5,30	5,13	5,93	5,55
	Rerata	6,39	4,82	5,08	5,32	5,08	5,63	5,31
F5	SD	0,68	0,66	0,73	0,68	0,64	0,66	0,70
	1	4,63	5,88	5,73	5,00	5,48	5,18	5,20
	2	4,53	4,80	5,43	5,30	4,70	5,33	4,45
	3	4,55	5,88	5,05	5,08	5,38	5,18	4,65
	Rerata	4,57	5,52	5,40	5,13	5,18	5,23	4,77
	SD	0,53	0,75	0,62	0,65	0,60	0,65	0,51
F6	1	4,80	5,50	5,00	5,15	5,45	4,70	4,85
	2	4,78	4,60	4,93	5,15	4,88	5,50	5,28
	3	4,78	4,60	5,15	4,83	4,58	4,98	4,88
	Rerata	4,78	4,90	5,03	5,04	4,97	5,06	5,00
	SD	0,65	0,58	0,69	0,62	0,63	0,65	0,54
	1	4,60	4,68	5,80	5,03	4,75	5,45	4,95
F7	2	4,60	4,70	5,33	4,75	4,98	5,20	5,35
	3	4,63	4,90	5,38	4,83	5,33	5,03	4,93
	Rerata	4,61	4,76	5,50	4,87	5,02	5,23	5,08
	SD	0,46	0,53	0,61	0,46	0,57	0,73	0,50

L.2.2 Hasil SPSS Uji Stabilitas Daya Sebar

- **Formula 1**

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F1_DS0	.292	3	.	.923	3	.463
F1_DS6	.273	3	.	.945	3	.549

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DS_F1	Based on Mean	3.575	1	4	.132
	Based on Median	1.039	1	4	.366
	Based on Median and with adjusted df	1.039	1	2.495	.397
	Based on trimmed mean	3.314	1	4	.143

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error
				Mean
Pair 1	F1_DS0	5.4133	.20817	.12019
	F1_DS6	5.3133	.61712	.35629

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1	F1_DS0 & F1_DS6	.863	.337

Paired Samples Test

	Paired Differences	Mean	Std. Deviation	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
				Std. Error	Lower			
				Mean	Lower			
Pair 1	F1_DS0 - F1_DS6	.10000	.45000	.25981	-1.01786	1.21786	.385	.737

- **Formula 2**

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F2_DS0	.385	3	.	.750	3	.000
F2_DS6	.236	3	.	.977	3	.708

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DS_F2	Based on Mean	4.219	1	4	.109
	Based on Median	2.097	1	4	.221
	Based on Median and with adjusted df	2.097	1	2.363	.266
	Based on trimmed mean	4.060	1	4	.114

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks

	F2_DS6 - F2_DS0	N	Mean Rank	Sum of Ranks
a. F2_DS6 < F2_DS0	Negative Ranks	3 ^a	2.00	6.00
	Positive Ranks	0 ^b	.00	.00
	Ties	0 ^c		
	Total	3		

a. F2_DS6 < F2_DS0

b. F2_DS6 > F2_DS0

c. F2_DS6 = F2_DS0

Test Statistics^a

Z	F2_DS6 - F2_DS0
	-1.604 ^b
	.109

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

• Formula 3

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F3_DS0	.385	3	.	.750	3	.000
F3_DS6	.246	3	.	.970	3	.667

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DS_F3	Based on Mean	.030	1	4	.871
	Based on Median	.062	1	4	.816
	Based on Median and with adjusted df	.062	1	3.686	.817
	Based on trimmed mean	.033	1	4	.864

Wilcoxon Signed Ranks Test

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
F3_DS6 - F3_DS0	Negative Ranks	3 ^a	2.00	6.00
	Positive Ranks	0 ^b	.00	.00
	Ties	0 ^b		
	Total	3		

a. F3_DS6 < F3_DS0

b. F3_DS6 > F3_DS0

c. F3_DS6 = F3_DS0

Test Statistics^a

F3_DS6 - F3_DS0	
Z	-1.604 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.109

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

• Formula 4

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F4_DS0	.320	3	.	.884	3	.336
F4_DS6	.343	3	.	.842	3	.220

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DS_F4	Based on Mean	.213	1	4	.669
	Based on Median	.036	1	4	.859
	Based on Median and with adjusted df	.036	1	3.932	.859
	Based on trimmed mean	.186	1	4	.689

AS
, NG

T-Test

Paired Samples Statistics					
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean	
Pair 1	F4_DS0	6.1600	3	.22869	.13204
	F4_DS6	5.3000	3	.21794	.12583

Paired Samples Correlations					
	N	Correlation	Sig.		
Pair 1	F4_DS0 & F4_DS6	3	-.231	.852	

Paired Samples Test									
	Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference					
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t			
Pair 1	F4_DS0 - F4_DS6	.86000	.35043	.20232	-.01051	1.73051	4.251	2	.051

- **Formula 5**

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F5_DS0	.385	3	.	.750	3	.000
F5_DS6	.356	3	.	.818	3	.157

^a Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances						
	Levene Statistic		df1	df2	Sig.	
DS_F5	Based on Mean		4.409	1	4	.104
	Based on Median		.398	1	4	.562
	Based on Median and with adjusted df		.398	1	2.806	.576
	Based on trimmed mean		3.614	1	4	.130

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks			
	N	Mean Rank	Sum of Ranks
F6_DS6 - F5_DS0	Negative Ranks	3 ^a	2.00
	Positive Ranks	0 ^b	.00
	Ties	0 ^c	
	Total	3	

a. F6_DS6 < F5_DS0

b. F6_DS6 > F5_DS0

c. F6_DS6 = F5_DS0

Test Statistics ^a		
	F6_DS6 - F5_DS0	
Z	-1.604 ^b	
Asymp. Sig. (2-tailed)	.109	

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

- **Formula 6**

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F6_DS0	.314	3	.	.893	3	.363
F6_DS6	.285	3	.	.932	3	.497

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DS_F6	Based on Mean	7.134	1	4	.056
	Based on Median	1.777	1	4	.253
	Based on Median and with adjusted df	1.777	1	2.089	.309
	Based on trimmed mean	6.537	1	4	.063

T-Test

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	F6_DS0	6.3967	3	.20207
	F6_DS6	4.7667	3	.38837

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1	F6_DS0 & F6_DS6	3	.706

Paired Samples Test

	Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference			t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	F6_DS0 - F6_DS6	1.63000	.55000	.31754	.26372	2.99628	5.133	.036

• Formula 7

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a		Shapiro-Wilk				
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
F7_DS0	.385	3	.	.750	3	.000	
F7_DS6	.363	3	.	.802	3	.119	

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DS_F7	Based on Mean	13.970	1	4	.020
	Based on Median	1.126	1	4	.348
	Based on Median and with adjusted df	1.126	1	2.011	.399
	Based on trimmed mean	11.348	1	4	.028

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks			
	N	Mean Rank	Sum of Ranks
F7_DS6 - F7_DS0	Negative Ranks	0 ^a	.00
	Positive Ranks	3 ^b	2.00
	Ties	0 ^c	6.00
	Total	3	

a. F7_DS6 < F7_DS0

b. F7_DS6 > F7_DS0

c. F7_DS6 = F7_DS0

Test Statistics^a

Z	F7_DS6 - F7_DS0
	-1.604 ^b
	Asymp. Sig. (2-tailed) .109

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

• Formula 8

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a		Shapiro-Wilk				
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
F8_DS0	.301	3	.	.912	3	.424	
F8_DS6	.276	3	.	.942	3	.537	

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DS_F8	Based on Mean	5.153	1	4	.086
	Based on Median	3.475	1	4	.136
	Based on Median and with adjusted df	3.475	1	2.013	.203
	Based on trimmed mean	5.045	1	4	.088

T-Test**Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	F8_DS0	4.6100	3	.01732
	F8_DS6	5.0033	3	.24007

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1	F8_DS0 & F8_DS6	3	-.445

Paired Samples Test

		Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference						
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)	
Pair 1	F8_DS0 - F8_DS6	-.39333	.24826	.14333	-1.01005	.22338	-2.744	2	.111	



UNIVERSITAS
MA CHUNG

L.3 Uji stabilitas Daya Lekat

L.3.1 Data Uji Stabilitas Daya Lekat

Formula	Replikasi	Siklus					
		0	1	2	3	4	5
F1	1	4,35	4,49	4,34	4,42	4,40	4,38
	2	4,31	4,47	4,39	4,39	4,37	4,35
	3	4,53	4,40	4,35	4,35	4,34	4,32
	Rerata	4,40	4,45	4,36	4,39	4,37	4,35
	SD	0,12	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03
	F2	4,42	4,46	4,44	4,39	4,36	4,32
F2	1	4,20	4,23	4,33	4,21	4,19	4,17
	2	4,22	4,52	4,42	4,48	4,45	4,40
	3	4,28	4,40	4,40	4,36	4,33	4,30
	Rerata	4,22	4,28	4,40	4,36	4,33	4,26
	SD	0,12	0,15	0,06	0,14	0,13	0,12
	F3	2,68	2,80	2,90	2,72	2,68	2,66
F3	1	2,39	2,28	2,43	2,33	2,30	2,29
	2	2,71	2,86	2,75	2,79	2,77	2,75
	3	2,59	2,65	2,69	2,61	2,58	2,57
	Rerata	2,59	2,65	2,69	2,61	2,58	2,54
	SD	0,18	0,32	0,24	0,25	0,25	0,24
	F4	3,11	3,13	3,35	3,10	3,08	3,07
F4	1	3,06	3,17	3,05	3,12	3,10	3,08
	2	3,18	3,19	3,28	3,15	3,13	3,10
	3	3,12	3,16	3,23	3,12	3,10	3,08
	Rerata	3,12	3,16	3,23	3,12	3,10	3,07
	SD	0,06	0,03	0,16	0,03	0,03	0,02
	F5	4,09	4,00	4,07	3,95	3,92	3,89
F5	1	4,17	4,16	4,19	4,10	4,07	4,05
	2	4,19	4,30	4,35	4,24	4,22	4,18
	3	4,15	4,15	4,20	4,10	4,07	4,04
	Rerata	4,15	4,15	4,20	4,10	4,07	4,01
	SD	0,05	0,15	0,14	0,15	0,15	0,14
	F6	4,60	4,54	4,64	4,50	4,48	4,45
F6	1	4,51	4,52	4,65	4,47	4,45	4,42
	2	4,46	4,60	4,80	4,58	4,53	4,50
	3	4,52	4,55	4,70	4,52	4,49	4,46
	Rerata	4,46	4,52	4,55	4,52	4,49	4,44
	SD	0,07	0,04	0,09	0,06	0,04	0,04
	F7	4,71	4,77	4,90	4,72	4,69	4,66
F7	1	4,56	4,69	4,59	4,64	4,62	4,60
	2	4,64	4,68	4,88	4,67	4,61	4,59
	3	4,64	4,71	4,79	4,68	4,64	4,62
	Rerata	4,64	4,64	4,71	4,79	4,68	4,59
	SD	0,08	0,05	0,17	0,04	0,04	0,03
	F8	4,10	4,12	4,19	4,06	4,06	4,03
F8	1	4,18	4,38	4,51	4,33	4,31	4,28
	2	4,09	4,23	4,40	4,17	4,15	4,12
	3	4,12	4,24	4,37	4,19	4,17	4,14
	Rerata	4,12	4,24	4,37	4,19	4,17	4,12
	SD	0,05	0,13	0,16	0,14	0,13	0,13

L.3.2 Hasil Data SPSS Uji Stabilitas Daya Lekat

- **Formula 1**

Tests of Normality							
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk				
	Statistic	df	Sig.		Statistic	df	Sig.
F1_DL0	.321	3	.	.881	3	3	.328
F1_DL6	.219	3	.	.987	3	3	.780

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances						
			Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DL_F1	Based on Mean		7.434	1	4	.053
	Based on Median		1.051	1	4	.363
	Based on Median and with adjusted df		1.051	1	2.104	.408
	Based on trimmed mean		6.494	1	4	.063

Paired Samples Statistics				
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	F1_DL0	4.3967	3	.11719
	F1_DL6	4.3267	3	.02517

Paired Samples Correlations			
	N	Correlation	Sig.
Pair 1	F1_DL0 & F1_DL6	3	.369

Paired Samples Test								
Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference					
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	F1_DL0 - F1_DL6	.07000	.13892	.08021	-.27511	.41511	.873	.475

- **Formula 2**

Tests of Normality							
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk				
	Statistic	df	Sig.		Statistic	df	Sig.
F2_DL0	.356	3	.	.818	3	3	.157
F2_DL6	.324	3	.	.878	3	3	.317

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances						
			Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DL_F2	Based on Mean		.629	1	4	.472
	Based on Median		.047	1	4	.838
	Based on Median and with adjusted df		.047	1	3.492	.840
	Based on trimmed mean		.521	1	4	.510

T-Test

Paired Samples Statistics				
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	F2_DL0	4.2800	3	.12166
	F2_DL6	4.2633	3	.09074

Paired Samples Correlations			
	N	Correlation	Sig.
Pair 1	F2_DL0 & F2_DL6	3	.571

Paired Samples Test								
Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference					
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	F2_DL0 - F2_DL6	.01667	.10214	.05897	-.23707	.27041	.283	.804

• Formula 3

Tests of Normality

Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F3_DL0	.355	3	.	.820	3	.162
F3_DL6	.307	3	.	.904	3	.398

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
DL_F3	Based on Mean	.527	1	4	.508
	Based on Median	.109	1	4	.758
	Based on Median and with adjusted df	.109	1	3.910	.758
	Based on trimmed mean	.467	1	4	.532

T-Test

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 F3_DL0	2.5933	3	.17673	.10203
F3_DL6	2.5433	3	.24194	.13968

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 F3_DL0 & F3_DL6	3	.992	.078

Paired Samples Test

	Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1 F3_DL0 - F3_DL6	.05000	.07000	.04041	-.12389	.22389	1.237	2	.342

• Formula 4

Tests of Normality

Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F4_DL0	.211	3	.	.991	3	.817
F4_DL6	.175	3	.	1.000	3	1.000

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
DL_F4	Based on Mean	3.821	1	4	.122
	Based on Median	2.500	1	4	.189
	Based on Median and with adjusted df	2.500	1	2.102	.249
	Based on trimmed mean	3.735	1	4	.125

T-Test

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 F4_DL0	3.1167	3	.06028	.03480
F4_DL6	3.0700	3	.01000	.00577

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 F4_DL0 & F4_DL6	3	.581	.606

Paired Samples Test

	Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1 F4_DL0 - F4_DL6	.04667	.05508	.03180	-.09015	.18348	1.468	2	.280

- **Formula 5**

Tests of Normality						
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			Sig.
Statistic	df	Sig.	Statistic	df		
F5_DL0	.314	3	.893	3	.363	
F5_DL6	.186	3	.998	3	.921	

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances						
Levene Statistic			df1	df2	Sig.	
DL_F5	Based on Mean		1.461	1	4	.293
	Based on Median		1.291	1	4	.319
	Based on Median and with adjusted df		1.291	1	2.978	.339
	Based on trimmed mean		1.455	1	4	.294

T-Test

Paired Samples Statistics						
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean		
Pair 1 F5_DL0	4.1500	3	.05292	.03055		
F5_DL6	4.0133	3	.14012	.08090		

Paired Samples Correlations						
	N	Correlation	Sig.			
Pair 1 F5_DL0 & F5_DL6	3	.958	.186			

Paired Samples Test								
	Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference			Sig. (2-tailed)		
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	
Pair 1 F5_DL0 - F5_DL6	.13667	.09074	.05239	-.08874	.36207	2.609	2	.121

- **Formula 6**

Tests of Normality						
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			Sig.
Statistic	df	Sig.	Statistic	df		
F6_DL0	.186	3	.998	3	.921	
F6_DL6	.232	3	.980	3	.726	

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances						
Levene Statistic			df1	df2	Sig.	
DL_F6	Based on Mean		2.110	1	4	.220
	Based on Median		1.835	1	4	.247
	Based on Median and with adjusted df		1.835	1	2.378	.290
	Based on trimmed mean		2.095	1	4	.221

T-Test						
Paired Samples Statistics						
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean		
Pair 1 F6_DL0	4.5233	3	.07095	.04096		
F6_DL6	4.4367	3	.04041	.02333		

Paired Samples Correlations						
	N	Correlation	Sig.			
Pair 1 F6_DL0 & F6_DL6	3	-.482	.679			

Paired Samples Test								
	Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference			Sig. (2-tailed)		
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	
Pair 1 F6_DL0 - F6_DL6	.08667	.09713	.05608	-.15461	.32794	1.546	2	.262

• Formula 7

Tests of Normality					
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F7_DL0	.184	3	.999	3	.927
F7_DL6	.328	3	.871	3	.298

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DL_F7	Based on Mean	1.152	1	4	.344
	Based on Median	1.038	1	4	.366
	Based on Median and with adjusted df	1.038	1	3.298	.377
	Based on trimmed mean	1.150	1	4	.344

T-Test

Paired Samples Statistics				
	Mean	N	Std. Deviation	
			Std. Error Mean	
Pair 1	F7_DL0	4.6367	3	.07506
	F7_DL6	4.5933	3	.03215
			.01856	

Paired Samples Correlations			
	N	Correlation	Sig.
Pair 1	F7_DL0 & F7_DL6	3	.753
			.457

Paired Samples Test						
			Paired Differences			
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t
Pair 1	F7_DL0 - F7_DL6	.04333	.05508	.03180	-.09348	1.8015
						1.363
						2
						.306

• Formula 8

Tests of Normality					
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F8_DL0	.349	3	.832	3	.194
F8_DL6	.240	3	.975	3	.694

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Paired Samples Test					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DL_F8	Based on Mean	2.203	1	4	.212
	Based on Median	1.024	1	4	.369
	Based on Median and with adjusted df	1.024	1	3.087	.384
	Based on trimmed mean	2.109	1	4	.220

T-Test

Paired Samples Statistics				
	Mean	N	Std. Deviation	
			Std. Error Mean	
Pair 1	F8_DL0	4.1233	3	.04933
	F8_DL6	4.1233	3	.12662
			.07311	

Paired Samples Correlations			
	N	Correlation	Sig.
Pair 1	F8_DL0 & F8_DL6	3	.894
			.298

Paired Samples Test						
			Paired Differences			
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t
Pair 1	F8_DL0 - F8_DL6	.00000	.08544	.04933	-.21224	.21224
						.000
						2
						1.000

Lampiran M. Uji Efektivitas Anti-Inflamasi

Lampiran M.1 Alur Uji Efektivitas Anti-Inflamasi



Lampiran M.2 Data SPSS Uji Aktivitas Anti-Inflamasi

M.2.1 Persen edema

- Uji Normalitas

Tests of Normality						
Jenis_formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Persen_edema	.192	6	.200*	.913	6	.456
	.228	6	.200*	.893	6	.336
	.144	6	.200*	.966	6	.863

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

a. Lilliefors Significance Correction

- Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
		3.556	2	15	.054
Persen_edema	Based on Mean	3.221	2	15	.069
	Based on Median	3.221	2	11.333	.078
	Based on Median and with adjusted df	3.576	2	15	.054
	Based on trimmed mean				

- Uji ANOVA

ANOVA

Persen_edema

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1436.022	2	718.011	7.921	.004
Within Groups	1359.770	15	90.651		
Total	2795.793	17			

- Uji Post Hoc

Post Hoc Tests**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Persen_edema

LSD

(I) Jenis_formula	(J) Jenis_formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
positif	negatif	-19.47500*	5.49701	.003	-31.1916	-7.7584
	optimal	-1.10333	5.49701	.844	-12.8199	10.6133
negatif	positif	19.47500*	5.49701	.003	7.7584	31.1916
	optimal	18.37167*	5.49701	.004	6.6551	30.0883
optimal	positif	1.10333	5.49701	.844	-10.6133	12.8199
	negatif	-18.37167*	5.49701	.004	-30.0883	-6.6551

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

M.2.2 Persen inhibisi

- Uji Normalitas

Tests of Normality

Jenis_Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a	Statistic	df	Sig.	Shapiro-Wilk		
					Statistic	df	Sig.
Persen_inhibisi	positif	.188	6	.200*	.900	6	.375
	optimal	.142	6	.200*	.972	6	.905

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

a. Lilliefors Significance Correction

- Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Persen_inhibisi	Based on Mean	1.110	1	.317
	Based on Median	1.005	1	.340
	Based on Median and with adjusted df	1.005	1	.342
	Based on trimmed mean	1.106	1	.318

- Uji ANOVA

ANOVA

Persen_inhibisi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9465.699	2	4732.849	11.998	.001
Within Groups	5917.083	15	394.472		
Total	15382.781	17			

- **Uji Post Hoc**

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons						
					95% Confidence Interval	
		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
(I) Jenis_formula	(J) Jenis_formula					
positif	negatif	49.60333*	11.46694	.001	25.1621	74.0445
	optimal	1.97500	11.46694	.866	-22.4662	26.4162
negatif	positif	-49.60333*	11.46694	.001	-74.0445	-25.1621
	optimal	-47.62833*	11.46694	.001	-72.0695	-23.1871
optimal	positif	-1.97500	11.46694	.866	-26.4162	22.4662
	negatif	47.62833*	11.46694	.001	23.1871	72.0695

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

Lampiran M.3 Data Uji Aktivitas Anti-Inflamasi

Waktu (menit)	Kontrol Negatif	Kontrol Positif	Formula Optimal
	$(\bar{x} \pm SD)$		
Sebelum disuntik	$0,18 \pm 0,02$	$0,25 \pm 0,06$	$0,20 \pm 0,03$
0	$0,32 \pm 0,03$	$0,36 \pm 0,06$	$0,31 \pm 0,06$
60	$0,32 \pm 0,03$	$0,36 \pm 0,04$	$0,29 \pm 0,05$
120	$0,32 \pm 0,03$	$0,34 \pm 0,05$	$0,27 \pm 0,05$
180	$0,30 \pm 0,03$	$0,31 \pm 0,04$	$0,24 \pm 0,04$
240	$0,29 \pm 0,04$	$0,30 \pm 0,05$	$0,22 \pm 0,04$
300	$0,27 \pm 0,04$	$0,27 \pm 0,06$	$0,20 \pm 0,04$

UNIVERSITAS
MA CHUNG

Lampiran N. Alur Pembuatan Krim



NIVERSITAS
MA CHUNG

Lampiran O. Uji Stabilitas Organoleptis

Siklus	Formula							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
1								
2								

MA CHUNG



Lampiran P. *Ethical Clearance*



KOMISI ETIK PENELITIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

KETERANGAN KELAIKAN ETIK
“ETHICAL CLEARENCE”

No: 775-KEP-UB

KOMISI ETIK PENELITIAN (*ANIMAL CARE AND USE COMMITTEE*)
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
TELAH MEMPELAJARI SECARA SEKSAMA RANCANGAN PENELITIAN YANG
DIUSULKAN, MAKA DENGAN INI MENYATAKAN BAHWA:

PENELITIAN BERJUDUL : FORMULASI DAN EVALUASI STABILITAS FISIK KRIM ROLL-ON SERAI WANGI SEBAGAI ANTI-INFLAMASI

PENELITI : JESICA JAQUELINE

UNIT/LEMBAGA/TEMPAT : UNIVERSITAS MA CHUNG

DINYATAKAN : LAIK ETIK

Malang, 17 April 2025

Ketua Komisi Etik Penelitian
Universitas Brawijaya

Prof.Dr.drh. Aulanni'am, DES.
NIP. 19600903 198802 2 001