

**NILAI *SUN PROTECTING FACTOR* (SPF)
KRIM TABIR SURYA MINYAK CENGKEH
SECARA *IN VITRO* DAN STABILITAS FISIKNYA**

SKRIPSI



Oleh :

FARAH FEDIA

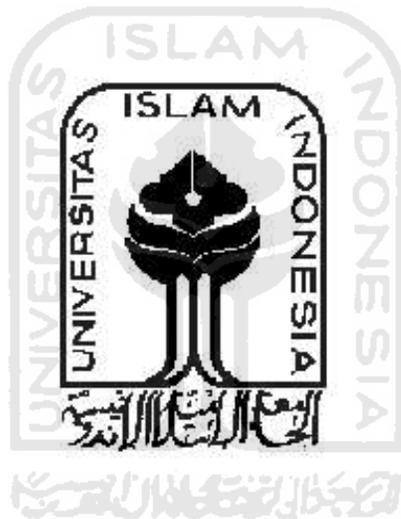
07613059

**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
FEBRUARI 2012**

**NILAI *SUN PROTECTING FACTOR* (SPF)
KRIM TABIR SURYA MINYAK CENGKEH
SECARA *IN VITRO* SERTA STABILITAS FISIKNYA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Farmasi
(S. Farm.)
Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia Yogyakarta



Oleh :

FARAH FEDIA

07613059

**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
FEBRUARI 2012**

SKRIPSI

**NILAI *SUN PROTECTING FACTOR* (SPF)
KRIM TABIR SURYA MINYAK CENGKEH
SECARA *IN VITRO* SERTA STABILITAS FISIKNYA**

Yang diajukan oleh:

FARAH FEDIA

07613059

Telah disetujui oleh:

Pembimbing Utama

- Pembimbing Pendamping



Feris Firdaus, S.Si., M.Sc



Oktavia Indrati, S.Farm., Apt

SKRIPSI

NILAI *SUN PROTECTING FACTOR* (SPF) KRIM TABIR SURYA MINYAK CENGKEH SECARA *IN VITRO* SERTA STABILITAS FISIKNYA

Oleh:

FARAH FEDIA

07613059

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi
Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 16 Februari 2012

Ketua penguji : Feris Firdaus, S.Si., M.Sc



(.....)

Anggota penguji : 1. Oktavia Indrati, S.Farm., Apt



(.....)

2. Dra. Mimiek Murruckmihadi SU., Apt



(.....)

3. M. Hatta Prabowo M.Si., Apt



(.....)

Mengetahui

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia

Yandi Syukri, M. Si., Apt

PERNYATAAN

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



Yogyakarta, Februari 2012

Penulis,

Farah Fedia

HALAMAN PERSEMBAHAN

Special thanks to :

Abi Ir. Nabil A. Bashay dan Mama Dra. Suad Alatas, Apt.

Terimakasih atas doa, dukungan serta kasih sayangnya selama ini

Adikku Rera Medina dan Sheila Farisa

Terimakasih atas support dan keceriaannya selama ini

Sahabat dan Teman-temanku

Yang selalu memberikan semangat dan motivasi selama kuliah sampai selesai

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan berkah, rahmat, dan hidayahNya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **NILAI SPF (*SUN PROTECTING FACTOR*) KRIM TABIR SURYA MINYAK CENGKEH SECARA *IN VITRO* SERTA STABILITAS FISIKNYA**. Shalawat serta salam semoga selalu terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, ulama, dan para pengikutnya yang senantiasa istiqomah mengikuti risalah-Nya.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Farmasi (S.Farm) Program Studi Farmasi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu selama penelitian dan penyusunan skripsi ini, diantaranya :

1. Bapak Yandi Syukri, M.Si., Apt., selaku Dekan FMIPA Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Bapak Feris Firdaus, S.Si., M.Sc, Apt., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, saran, dan koreksi hingga tersusunnya skripsi ini.
3. Ibu Oktavia Indrati, S. Farm., Apt., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan serta saran selama penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Dra. Mimiek Murrukmihadi SU., Apt., selaku dosen penguji I yang telah memberikan pengarahan sehingga naskah skripsi menjadi lebih mudah dipahami semua pihak.
5. Bapak M. Hatta Prabowo M.Si., Apt., selaku dosen penguji II yang telah memberikan saran dan kritik sehingga membuat naskah skripsi menjadi lebih baik.
6. Seluruh dosen, staf pengajar, dan karyawan FMIPA Universitas Islam Indonesia atas dukungan yang diberikan berlangsungnya penelitian.

7. Berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu yang telah memberikan dorongan dan dukungan selama penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca dan semua pihak sangat diharapkan demi kemajuan dan perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas terselesainya skripsi ini.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.



Yogyakarta, Februari 2012

Farah Fedia

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| INTISARI | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Perumusan Masalah | 2 |
| C. Tujuan Penelitian | 2 |
| D. Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB II STUDI PUSTAKA | |
| A. Tinjauan Pustaka | 4 |
| 1. Minyak Cengkeh | 4 |
| 2. Kandungan dalam Minyak Cengkeh | 5 |
| 3. Kosmetik | 7 |
| 4. Ultra Violet | 8 |
| 5. Tabir Surya | 9 |
| 6. Kromatografi Lapis Tipis | 12 |
| 7. Krim | 14 |
| B. Landasan Teori | 17 |
| C. Hipotesis | 18 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 19 |

| | | |
|----------------|--|----|
| A. | Bahan dan Alat | 19 |
| 1. | Bahan | 19 |
| 2. | Alat | 19 |
| B. | Cara Penelitian | 19 |
| 1. | Uji Fisik Minyak Cengkeh | 19 |
| 2. | Desain Formula Krim Tabir Surya | 21 |
| 3. | Metode Formulasi Krim | 21 |
| 4. | Pemeriksaan Fisik Krim | 24 |
| 5. | Uji Nilai SPF | 24 |
| C. | Analisis Hasil | 25 |
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN | 26 |
| A. | Evaluasi Minyak Cengkeh | 26 |
| 1. | Uji Organoleptis | 26 |
| 2. | Bobot Jenis | 26 |
| 3. | Indeks Bias | 27 |
| B. | Uji Kualitatif Minyak Cengkeh | 27 |
| C. | Uji Stabilitas Fisik Krim Minyak Cengkeh | 28 |
| 1. | Uji Organoleptis | 29 |
| 2. | Uji Homogenitas | 30 |
| 3. | Uji pH | 30 |
| 4. | Uji Viskositas | 31 |
| 5. | Uji Daya lekat | 34 |
| 6. | Uji Daya sebar | 37 |
| D. | Uji Sun Protecting Factor | 41 |
| BAB V | PENUTUP | 43 |
| A. | Kesimpulan | 43 |
| B. | Saran | 43 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 44 |
| LAMPIRAN | | 47 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-----------|--|----|
| Gambar 1. | Tanaman Cengkeh..... | 4 |
| Gambar 2. | Struktur Eugenol..... | 5 |
| Gambar 3. | Mekanisme Eugenol Sebagai Penangkap Radikal Bebas..... | 6 |
| Gambar 4. | Skema Pembuatan Krim Tabir Surya..... | 23 |
| Gambar 5. | Minyak Cengkeh..... | 26 |
| Gambar 6. | Hasil Kromatografi Minyak Cengkeh..... | 28 |
| Gambar 7. | Krim Tabir Surya Minyak Cengkeh..... | 29 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|---------------------|--|----|
| Tabel I. | Persyaratan Krim Tabir Surya..... | 11 |
| Tabel II. | Standar Nilai EE x I Yang Digunakan Untuk Menghitung Nilai SPF. | 11 |
| Tabel III. | Formulasi Sediaan Krim Tabir Surya Minyak Cengkeh | 21 |
| Tabel IV. | Standar Nilai EE x I Yang Digunakan Untuk Menghitung Nilai SPF | 25 |
| Tabel V. | Hasil Pengamatan Organoleptik Minyak Cengkeh | 26 |
| Tabel VI. | Hasil Pengamatan Organoleptik Krim Tabir Surya Minyak Cengkeh..... | 29 |
| Tabel VII. | Hasil Uji Homogenitas Krim Tabir Surya Selama Masa Penyimpanan..... | 30 |
| Tabel VIII. | Hasil Uji pH..... | 31 |
| Tabel IX. | Hasil Uji Viskositas | 32 |
| Tabel X. | Perbandingan Viskositas Krim Pada Tiap Formula Krim..... | 33 |
| Tabel XI. | Perbandingan Viskositas Krim Selama 4 Minggu..... | 34 |
| Tabel XII. | Hasil Uji Daya Lekat Krim Tabir Surya | 35 |
| Tabel XIII. | Perbandingan Daya Lekat Krim Pada Tiap Formula Krim | 36 |
| Tabel XIV. | Perbandingan Daya Lekat Krim Selama 4 Minggu | 37 |
| Tabel XV. | Hasil uji daya sebar krim tabir surya pada berat beban 1000 g..... | 38 |
| Tabel XVI. | Perbandingan Daya Sebar Krim Pada Tiap Formula Krim | 39 |
| Tabel XVII. | Perbandingan Daya Sebar Krim Selama 4 Minggu..... | 40 |
| Tabel XVIII. | Nilai SPF Uji In Vitro | 41 |
| Tabel XIX. | Perbandingan Nilai SPF Pada Tiap Formula Krim..... | 42 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|--------------------|---|----|
| LAMPIRAN 1. | Hasil Uji Viskositas Krim Tabir Surya | 48 |
| LAMPIRAN 2. | Hasil Uji Daya Lekat Krim Tabir Surya | 49 |
| LAMPIRAN 3. | Hasil Uji Daya Sebar Krim Tabir Surya | 50 |
| LAMPIRAN 4. | Hasil Absorbansi dan Kurva Serapan Krim | 52 |
| LAMPIRAN 5. | Perhitungan Nilai SPF | 57 |
| LAMPIRAN 6. | Hasil Analisis Statistik | 60 |



**NILAI *SUN PROTECTING FACTOR (SPF)*
SECARA *IN VITRO* KRIM TABIR SURYA MINYAK CENGKEH
SERTA STABILITAS FISIKNYA**

INTISARI

Minyak cengkeh merupakan produk yang diketahui memiliki kandungan eugenol yang tinggi. Senyawa eugenol memiliki kemampuan melindungi kulit dari paparan radiasi sinar UV, namun informasi terkait parameter perlindungan terhadap paparan sinar UV yang berupa nilai *Sun Protecting Factor (SPF)* di masyarakat masih terbatas. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian untuk mengetahui variasi konsentrasi minyak cengkeh terhadap nilai SPF sediaan krim tabir surya. Sediaan krim tabir surya (*sunscreen*) minyak cengkeh dibuat 3 formula dengan variasi konsentrasi minyak cengkeh 5,0 %, 7,5 %, 10,0 % dengan metode pencampuran basis dan minyak cengkeh, dilakukan pengujian nilai SPF secara *in vitro* dengan menggunakan spektrofotometer UV. Sifat fisik sediaan krim diuji untuk mengetahui kualitas fisik sediaan krim meliputi uji homogenitas, uji daya sebar, uji daya lekat, uji viskositas, dan uji pH. Hasil dianalisis menggunakan *one way ANOVA* dan *post hoc Tukey* dengan taraf kepercayaan 95% untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi minyak cengkeh 5,0 %, 7,5 %, 10,0 % terhadap perubahan nilai SPF. Variasi konsentrasi minyak cengkeh yaitu 5,0 %, 7,5 %, 10,0 % dapat meningkatkan nilai SPF dan daya sebar, serta menurunkan daya lekat dan viskositas. Ketiga formula krim memiliki nilai SPF dan stabilitas fisik yang tetap selama satu bulan penyimpanan dengan formula III memiliki nilai SPF tertinggi yaitu 6,686.

Kata kunci : Minyak cengkeh, eugenol, tabir surya, SPF.

CLOVE OIL SUNSCREEN IN VITRO SUN PROTECTING FACTOR (SPF) VALUE AND PHYSICAL STABILITY

ABSTRACT

Clove oil is a product that has been known has a lot of eugenol contents. Eugenol have the ability to protect the skin from UV radiation exposure, but information related to the parameters of protection against exposure to UV rays of the Sun Protection Factor (SPF) in the community is still limited. Based on that then conducted research to determine the variation of concentration of clove oil to the value of SPF sunscreen cream preparation. Sunscreen cream preparation was made 3 formulas with variations in concentration of clove oil 5,0 %, 7,5 %, 10,0 % by the method of mixing the base and clove oil, testing conducted in vitro SPF values by using a UV spectrophotomer. Physical properties of cream preparations were tested to determine the physical quality of the cream preparation such as homogeneity test, strew capacity, adhesion test, viscosity test, and pH test. Results were analyzed using *one way ANOVA* and *post hoc Tukey* with 95 % confidence level. Physical stability tests that include homogeneity test, strew capacity, adhesion test, viscosity test, and pH test. Concentration variations 5,0%, 7,5%, 10,0% of clove oil were able to enhance the SPF value and strew capacity, and lower adhesion and viscosity. The all three formulas cream 5,0%, 7,5%, 10,0% had an SPF value and physical stability constant during one month storage with formula III had the highest SPF value is 6,686.

Keywords: clove oil, eugenol, sunscreen, SPF.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia mempunyai potensi sebagai penghasil minyak atsiri yang berlimpah. Produk minyak atsiri baru pada tahap menghasilkan minyak kasar (*crude oil*). Jika minyak kasar tersebut diolah lebih lanjut menjadi berbagai komponen minyak esensial murni, maka akan dihasilkan produk-produk minyak esensial yang lebih ekonomis. Salah satunya adalah minyak cengkeh⁽¹⁾. Minyak daun cengkeh banyak diproduksi oleh rakyat sebagai hasil tambahan dari minyak cengkeh, setelah bunga cengkeh sebagai hasil utamanya. Minyak atsiri atau yang disebut juga dengan *essential oils*, *etherial oils*, atau *volatile oils* adalah salah satu komoditi yang memiliki potensi besar di Indonesia. Minyak atsiri berasal dari ekstrak alami jenis tumbuhan tertentu, baik dari daun, bunga, kayu, biji-bijian bahkan putik bunga. Setidaknya ada 70 jenis minyak atsiri yang selama ini diperdagangkan di pasar internasional dan 40 jenis diantaranya dapat diproduksi di Indonesia⁽²⁾.

Salah satu contoh minyak atsiri adalah minyak cengkeh yang diketahui memiliki potensi sebagai tabir surya karena adanya zat aktif eugenol yang terkandung di dalamnya. Senyawa eugenol dalam minyak cengkeh diketahui memiliki aktivitas tabir surya dan sangat efektif melindungi kulit dari sinar UV dengan bekerja pada konsentrasi yang relatif rendah serta dapat digunakan sebagai antioksidan yaitu senyawa kimia yang dapat menghambat proses oksidasi lemak tidak jenuh⁽³⁾.

Sementara itu untuk menghindari atau mencegah akibat buruk sinar matahari terhadap kulit dapat dilakukan dengan beberapa cara. Salah satunya dengan menggunakan tabir surya, yaitu senyawa yang dapat menyerap atau menghamburkan sinar ultra violet (UV) dengan panjang gelombang tertentu. Senyawa ini terbuat dari bahan-bahan organik⁽³⁾. Masih sedikit sediaan krim tabir

surya dengan bahan dasar herbal minyak cengkeh yang beredar di pasaran dan masih sedikit sediaan produk tabir surya berbahan dasar herbal yang mencantumkan nilai SPF dalam sediaanannya, maka dilakukan penelitian mengenai kandungan *sunscreen* yang terdapat dalam krim tabir surya minyak cengkeh. Sediaan tabir surya adalah sediaan kosmetika yang digunakan untuk maksud membaurkan atau menyerap secara emisi gelombang ultraviolet dan inframerah, sehingga dapat mencegah terjadinya gangguan kulit karena cahaya matahari. Tabir surya dapat dibuat dalam bentuk krim. Kemampuan menahan sinar ultraviolet dari tabir surya dinilai dalam faktor proteksi sinar / SPF yaitu perbandingan antara dosis minimal yang diperlukan untuk menimbulkan eritema pada kulit yang diolesi oleh tabir surya dengan yang tidak. Nilai SPF ini berkisar antara 0 sampai 100, dan kemampuan tabir surya yang baik berada diatas 15⁽⁴⁾. Hal ini sangat penting dilakukan untuk memberikan informasi pada konsumen mengenai kekuatan relatif suatu produk. Ditinjau dari hal tersebut, maka alternatif pembuatan krim tabir surya dari minyak cengkeh ini mempunyai prospek yang cukup besar untuk meningkatkan kepraktisan pemakaian bagi konsumen⁽⁵⁾.

B. Perumusan Masalah

1. Apakah minyak cengkeh dapat diformulasi menjadi sediaan krim tabir surya dengan stabilitas fisik yang baik?
2. Apakah variasi konsentrasi minyak cengkeh mempengaruhi nilai SPF dari sediaan krim tabir surya?
3. Pada kadar berapakah minyak cengkeh memenuhi persyaratan nilai SPF yang baik pada sediaan krim tabir surya?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kualitas stabilitas fisik sediaan krim tabir surya minyak cengkeh.
2. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi minyak cengkeh terhadap nilai SPF dari sediaan krim tabir surya.

3. Mengetahuidan mendapatkan kadar optimal dari minyak cengkeh yang dapat memberikan nilai SPF yang memenuhi persyaratan krim tabir surya yang baik.

D. Manfaat Penelitian

a. Bagi ilmu pengetahuan

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dalam pengembangan khasanah ilmu pengetahuan tentang pemanfaatan sumber daya alam dibidang farmasi khususnya formulasi kosmetika dalam bentuk krim tabir suryaminyak cengkeh. Selain itu, diharapkan pada program penelitian kali ini dapat memberikan pengetahuan bahwa pentingnya khasiat minyak cengkeh bagi kesehatan.

b. Bagi industri

Penelitian ini jelas dapat menjadi sumber informasi dan bahan pertimbangan produsen kosmetikasebelum memproduksinya secara massal ditingkat industri dan siap dipasarkan. Sehingga perusahaan mampu mengetahui selera pasar terlebih dahulu dan selanjutnya mampu mengembangkan produk yang lebih sempurna sesuai selera pasar dan produk yang dihasilkan nantinya akan lebih tepat sasaran. Selain itu juga dapat meningkatkan nilai ekonomi minyak cengkeh.

c. Bagi masyarakat

Masyarakat akan sangat diuntungkan karena industri mampu menciptakan dan menyediakan suatu sediaan yang benar-benar diinginkan serta dibutuhkan masyarakat berupa produk herbal yang bisa dikonsumsi oleh masyarakat secara praktis, aman dengan harga yang terjangkau dan terjamin mutu serta khasiatnya.

BAB II STUDI PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Minyak Cengkeh

Tanaman cengkeh (*Eugenia caryophyllata*) menurut sistematika :

Divisi : Spermatophyta
 Sub divisi : Angiospermae
 Kelas : Dicotyledoneae
 Bangsa : Myrtales
 Suku : Myrtaceae
 Sub suku : Myrtoideae
 Marga : Eugenia
 Jenis : *Eugenia caryophyllata* Thunb
Eugenia caryophyllus Sprengel
Eugenia aromatica O.K
Caryophyllus aromaticus Linn
Jambosa caryophyllus ⁽⁶⁾



Gambar 1. Tanaman Cengkeh (*Eugenia caryophyllata*)⁽¹¹⁾.

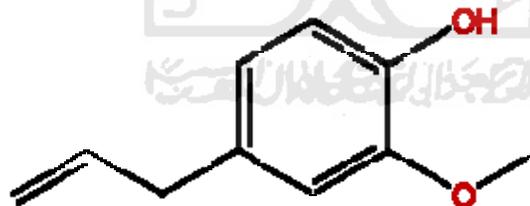
Cengkeh (*Eugenia caryophyllata*), dalam bahasa Inggris disebut *cloves*, adalah tangkai bunga kering beraroma dari keluarga pohon *Myrtaceae*. Cengkeh adalah tanaman asli Indonesia, banyak digunakan sebagai bumbu masakan pedas di negara-negara Eropa, dan sebagai bahan

utama rokok kretek khas Indonesia. Cengkeh ditanam terutama di Indonesia (Kepulauan Banda) dan Madagaskar selain itu juga dibudidayakan di Zanzibar, India, dan Sri Lanka. Pohon cengkeh merupakan tanaman tahunan yang dapat tumbuh dengan tinggi 10-20 m, mempunyai daun berbentuk lonjong yang berbunga pada pucuk-pucuknya. Tangkai buah pada awalnya berwarna hijau, dan berwarna merah jika bunga sudah mekar. Cengkeh akan dipanen jika sudah mencapai panjang 1,5-2 cm⁽⁶⁾.

Cengkeh dapat diolah menjadi minyak yang digunakan sebagai aromaterapi dan untuk mengobati sakit gigi. Minyak cengkeh mengandung komponen bernama eugenol yang dilihat dari strukturnya, mengandung sebuah cincin aromatik dan gugus fungsional alil, hidroksi, dan metoksi⁽³⁾.

2. Kandungan dalam minyak cengkeh

Eugenol ($C_{10}H_{12}O_2$), merupakan turunan guaiakol yang mendapat tambahan rantai alil, dikenal dengan nama IUPAC 2-metoksi-4-(2-propenil) fenol⁽⁷⁾.



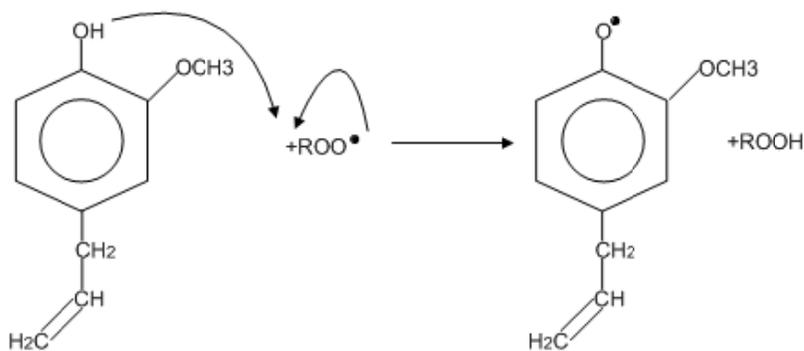
Gambar 2. Struktur Eugenol⁽⁸⁾.

Eugenol dapat dikelompokkan dalam keluarga alilbenzena dari senyawa-senyawa fenol yang mempunyai warna bening hingga kuning pucat, kental seperti minyak. Sumber alaminya dari minyak cengkeh. Selain itu terdapat pula pada pala, kulit manis, dan salam. Eugenol sedikit larut dalam air namun mudah larut pada pelarut organik. Eugenol memiliki titik didih $255^{\circ}C$ ⁽⁸⁾. Aromanya

menyegarkan dan pedas seperti bunga cengkeh kering, sehingga sering menjadi komponen untuk menyegarkan mulut⁽⁷⁾.

Kandungan senyawa-senyawa dalam minyak cengkeh digolongkan dalam senyawa fenol (sebagai eugenol) dan senyawa non eugenol. Senyawa eugenol dalam minyak cengkeh diketahui memiliki aktivitas tabir surya dan sangat efektif melindungi kulit dari sinar UV dengan bekerja pada konsentrasi yang relatif rendah⁽³⁾. Mekanisme tabir surya yang pertama pada senyawa eugenol ditunjukkan dengan adanya gugus komofor pada struktur eugenol (gambar 2) yaitu terdapat ikatan rangkap tunggal, di dalam ikatan rangkap tunggal inilah terdapat peristiwa eksitasi $\pi-\pi^*$ dan $\sigma-\sigma^*$, eksitasi adalah peristiwa transisi elektron dari ground state ke eksitasi state, peristiwa ini membutuhkan sinar UV, sehingga terjadi peristiwa absorpsi pada proses ini.

Senyawa eugenol juga dapat digunakan sebagai antioksidan yaitu senyawa kimia yang dapat menghambat proses oksidasi lemak tidak jenuh. Hal ini berdasarkan pada aktivitas dan efisiensi dalam menghambat proses oksidasi maka urutan efisiensi anti-oksidan golongan phenol adalah *Pirogallol* > *hidroquinon* > *catechol* > *eugenol* > *thymol*, α -*naphthanol*, *phloroglucinol*, *resorsinol*, dan *phenol*⁽⁷⁾. Gugus fenol memiliki kemampuan untuk menangkap radikal bebas dari rantai peroksida ($\text{ROO}\cdot$) dengan reaksi sebagai berikut:



Gambar 3. Mekanisme Eugenol Sebagai Penangkap Radikal Bebas

H^+ yang berikatan dengan atom O pada mekanisme eugenol (gambar 3) mudah lepas sebagai H^+ sehingga dapat berikatan dengan rantai peroksidadimana mekanisme ini merupakan mekanisme tabir surya yang kedua dari eugenol yaitu sebagai antioksidan atau anti pigmentasi.

3. Kosmetik

Kosmetik adalah bahan atau sediaan yang dimaksudkan untuk digunakan pada bagian luar tubuh manusia (epidermis, rambut, kuku, bibir dan organ genital bagian luar) atau gigi dan mukosa mulut terutama untuk membersihkan, mewangikan, mengubah penampilan dan atau memperbaiki bau badan atau melindungi atau memelihara tubuh pada kondisi baik⁽⁵⁾.

Berdasarkan bahan dan penggunaannya serta untuk maksud evaluasi produk kosmetik dibagi 2 (dua) golongan :

- a. Kosmetik yang digunakan untuk bayi;
- b. Kosmetik yang digunakan disekitar mata, rongga mulut dan mukosa lainnya.
- c. Kosmetik yang mengandung bahan dengan persyaratan kadar dan penandaan.
- d. Kosmetik yang mengandung bahan dan fungsinya belum lazim serta belum diketahui keamanan dan kemanfaatannya⁽⁵⁾.

Saat ini keberadaan kosmetika sangatlah penting, khususnya bagi kaum wanita. Banyak jenis sediaan kosmetika perawatan kulit yang telah beredar di pasaran dalam bentuk dan kemasan yang menarik. Kosmetika jenis ini biasanya ditemukan dalam bentuk krim dan *lotion*⁽⁹⁾. Kerusakan kulit antara lain terjadi karena adanya komponen sinar ultraviolet (UV) dari sinar matahari yang mencapai bumi. Sinar UV memiliki efek oksidatif radikal bebas yang dapat menyebabkan peradangan dan penuaan dini. Sinar UV ini merusak kulit dengan meradiasi ke dalam lapisan kulit kemudian menembus lapisan basal sehingga menimbulkan kerutan dan penuaan pada kulit⁽¹⁰⁾. Lipid yang seharusnya menjaga kulit agar tetap segar berubah menjadi lipid peroksida karena bereaksi dengan radikal bebas sinar UV⁽¹¹⁾.

4. Ultra violet

Penyinaran matahari mempunyai efek yang merugikan. Penyinaran matahari yang singkat pada kulit dapat menyebabkan kerusakan epidermis sementara, gejalanya biasanya disebut sengatan surya. Sinar matahari menyebabkan eritema ringan hingga luka bakar yang nyeri pada kasus yang lebih parah. Penyinaran yang lama akan menyebabkan perubahan degeneratif pada jaringan pengikat dalam korium. Keadaan tersebut menyebabkan kulit akan menebal, kehilangan kekenyalan sehingga kulit kelihatan keriput, ini disebabkan karena kulit kehilangan kapasitas ikat-air⁽⁵⁾.

Penyinaran matahari terdiri dari berbagai spektrum dengan panjang gelombang yang berbeda, dari inframerah yang terlihat hingga spektrum ultraviolet. Sinar ultraviolet dengan panjang gelombang 400-280 nm dapat menyebabkan sengatan surya dan perubahan warna. Penyinaran ultraviolet dengan panjang gelombang diatas 330 nm dapat menyebabkan kulit menjadi kecoklatan. Eritema timbul bersamaan dengan warna coklat kulit. Pada panjang gelombang antara 334,2 – 366,3 nm efektif dalam pembentukan warna coklat dengan sedikit eritema. Pada panjang gelombang 295 – 315 nm tidak segera terlihat efeknya, tetapi setelah beberapa jam akan timbul eritema. Setelah beberapa hari eritema akan berkurang, terbentuklah warna kecoklatan. Pada penyinaran dengan panjang gelombang 250 – 270 nm, akan timbul eritema yang sangat ringan, yang menghilang dalam beberapa hari tanpa menimbulkan warna kecoklatan⁽⁵⁾.

Panjang gelombang sinar ultraviolet dapat dibagi menjadi 3 bagian :

- a. Ultraviolet A (UV A) yaitu sinar dengan panjang gelombang antara 400 – 315 nm dengan efektivitas tertinggi pada 340 nm, dapat menyebabkan warna coklat pada kulit tanpa menimbulkan kemerahan dalam bentuk leuko yang terdapat pada lapisan atas.
- b. Ultraviolet B (UV B) yaitu sinar dengan panjang gelombang antara 315 – 280 nm dengan efektivitas tertinggi pada 297,6 nm, merupakan daerah eritemogenik, dapat menimbulkan sengatan surya dan terjadi reaksi pembentukan melanin awal.

- c. Ultraviolet C (UV C) yaitu sinar dengan panjang gelombang di bawah 280 nm, dapat merusak jaringan kulit, tetapi sebagian besar telah tersaring oleh lapisan ozon dalam atmosfer⁽⁵⁾.

5. Tabir surya

Sediaan tabir surya adalah sediaan kosmetika yang digunakan untuk maksud membaurkan atau menyerap secara emisi gelombang ultraviolet dan inframerah, sehingga dapat mencegah terjadinya gangguan kulit karena cahaya mahatari⁽⁵⁾.

Pengukuran dan pengujian aktivitas senyawa-senyawa tabir surya dapat dilakukan dengan banyak cara yakni pengujian secara *in vitro* dan *in vivo*⁽¹²⁾. Perlu dilakukan pengkajian formulasi sediaan tabir surya terhadap efisiensi sebagai tabir surya. Pengujian daya absorpsi secara *in vitro* dilakukan menggunakan spektrofotometri. Pengujian dilakukan terhadap kadar, kepekatan larutan, dan panjang gelombang untuk mengetahui efektivitas bahan tabir surya⁽⁵⁾.

Untuk mengoptimalkan kemampuan dari tabir surya sering dilakukan kombinasi antar tabir surya fisik dan tabir surya kimia, bahkan ada yang menggunakan beberapa macam tabir surya dalam satu sediaan kosmetika⁽¹⁰⁾.

Kemampuan menahan sinar ultraviolet dari tabir surya dinilai dalam SPF yaitu perbandingan antara dosis minimal yang diperlukan untuk menimbulkan eritema pada kulit yang diolesi oleh tabir surya dengan yang tidak. Nilai SPF ini berkisar antara 0 sampai 100⁽¹⁰⁾.

Pathak dalam penelitiannya membagi tingkat kemampuan tabir surya sebagai berikut :

- a. Sedang, bila SPF antara 4-6, contoh sinamat, bensofenon.
- b. Ekstra, bila SPF antara 6-8, contoh derivat PABA.
- c. Maksimal, bila SPF antara 8-15, contoh PABA.
- d. Ultra, bila SPF lebih dari 15, contoh kombinasi PABA, non-PABA dan fisik⁽¹⁰⁾.

Menentukan nilai SPF dapat ditentukan secara *in vitro* dengan menggunakan spektrofotometer⁽¹²⁾. Metode SPF merupakan metode resmi

berasal dari Amerika Serikat. FDA (*Food Drug Administration*) yang mensyaratkan bahwa produk tabir surya harus mencantumkan nilai SPF-nya, yang berguna sebagai arahan bagi konsumen mengenai kekuatan relatif dari produk tersebut⁽¹³⁾. Apabila suatu *body lotion* mengandung SPF 25 berarti krim tersebut akan meneruskan sinar matahari seperdua puluh limanya saja. Krim dengan SPF 50 hanya mampu meneruskan seperlima puluh sinar matahari ke kulit. Oleh sebab itu, makin besar nilai SPF maka makin efektif fungsinya sebagai tabir surya. Krim tabir surya dapat dioleskan di seluruh bagian tubuh yang terbuka, terutama wajah, tetapi jangan sampai mengenai bagian mata.

SPF menunjukkan kelipatan peningkatan toleransi terhadap kontak dengan sinar matahari dengan penggunaan produk ini tanpa menimbulkan eritema. Dengan perkataan lain, SPF 8 akan mengizinkan orang yang biasa menderita eritema setelah berkontak 20 menit untuk bertahan 160 menit terhadap sinar matahari⁽¹³⁾.

Tabir surya dapat dibuat dalam berbagai bentuk sediaan, misalnya bentuk larutan air atau alkohol, emulsi, krim, dan semi padat yang merupakan sediaan lipid non-air, gel, dan aerosol⁽⁵⁾.

Syarat-syarat bagi preparat kosmetik tabir surya yaitu :

1. Enak dan mudah dipakai.
2. Jumlah yang menempel mencukupi kebutuhan.
3. Bahan aktif dan bahan dasar mudah bercampur.
4. Bahan dasar harus dapat mempertahankan kelembutan dan kelembabankulit.

Syarat-syarat bahan aktif untuk preparat tabir surya yaitu⁽¹⁴⁾ :

1. Efektif menyerap radiasi UV B tanpa perubahan kimiawi, karena jikadidak demikian akan mengurangi efesiensi, bahkan menjadi toksik atau menimbulkan iritasi.
2. Meneruskan UV A untuk mendapatkan *tanning*.
3. Stabil, yaitu tahan keringat dan tidak menguap.
4. Mempunyai daya larut yang cukup untuk mempermudah formulasinya.

5. Tidak berbau atau boleh berbau ringan.
6. Tidak toksik, tidak mengiritasi, dan tidak menyebabkan sensitisasi.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) persyaratan krim tabir surya yang baik dapat dilihat dari table I⁽¹¹⁾ :

Tabel I. *Persyaratan Krim Tabir Surya yang Baik Menurut SNI*

| No | Kriteria Uji | Satuan | Persyaratan |
|----|-------------------------------|--|--------------|
| 1 | Penampakan | - | Homogen |
| 2 | pH | - | 4,5 - 8,0 |
| 3. | Viskositas, 25 ⁰ C | Cps | 2000 – 50000 |
| 4. | Faktor Perlindungan Surya | - | Minimal 4 |
| 5. | Bahan Aktif | Sesuai Permenkes No 376/ Menkes/ Per/ VIII/ 90 | |

Untuk perhitungan Nilai SPF dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut ⁽¹⁵⁾:

$$SPF_{spectrophotometric} = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

Keterangan :
 EE : Efek spektrum eritemal
 I : Spektrum intensitas surya
 Abs : Absorbansi larutan sampel
 CF : Faktor koreksi (10)

Dimana, nilai EE x I dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel II. *Standar nilai EE x I⁽¹⁵⁾*

| Panjang Gelombang (λ nm) | EE x I |
|--------------------------|---------------|
| 290 | 0,0150 |
| 295 | 0,0817 |
| 300 | 0,2874 |
| 305 | 0,3278 |
| 310 | 0,1864 |
| 315 | 0,0839 |
| 320 | 0,0180 |
| Total | 1,0002 |

Keterangan: Nilai EE x I merupakan nilai konstan dalam persamaan rumus perhitungan nilai SPF.

6. Kromatografi Lapis Tipis

Kromatografi adalah suatu istilah umum yang digunakan untuk bermacam-macam teknik pemisahan berdasarkan partisi sampel diantara fase gerak yang berupa gas atau cair dan fase diam yang berupa cairan atau suatu padatan. Kromatografi adalah suatu bentuk metode analisis dimana aliran akan mempromosikan terjadinya pemisahan suatu substansi berdasarkan perbedaan migrasi pada fase diam^(9;16).

Kromatografi adalah teknik pemisahan fisiko-kimia dimana campuran cairan atau gas berada dalam satu lapisan destilasi, kristalisasi maupun ekstraksi-fraksinasi. Aplikasinya yang dapat memisahkan campuran heterogen ataupun bentuk padatan yang larut dalam pelarut yang sesuai⁽¹⁷⁾.

Parameter dasar yang digunakan untuk mendeskripsikan migrasi pada KLT, yaitu nilai R_f (*Retardation Factor*).

$$R_f = \frac{\text{jarak yang ditempuh analit}}{\text{jarak yang ditempuh fase gerak}}$$

a. Fase diam KLT

Fase diam adalah lapisan padat dengan atau tanpa penyerap. Fase diam yang digunakan dalam KLT merupakan penyerap berukuran kecil dengan diameter partikel antara 10-30 μm . Semakin kecil ukuran rata-rata partikel fase diam, maka semakin baik kinerja KLT dalam hal efisiensinya dan resolusinya⁽¹⁷⁾.

b. Fase gerak KLT

Fase gerak merupakan suatu cairan untuk pengembangan yang dikenal dengan pelarut pengembang. Sistem yang paling sederhana ialah campuran dua pelarut organik karena daya elusi campuran kedua pelarut dapat mudah diatur sedemikian rupa sehingga pemisahan dapat terjadi secara optimal. Berikut adalah beberapa petunjuk dalam memilih dan mengoptimasi fase gerak:

- 1) Fase gerak harus mempunyai kemurnian yang sangat tinggi karena KLT merupakan teknik yang sensitif.
- 2) Daya elusi fase gerak harus diatur sedemikian rupa sehingga nilai R_f terletak antara 0,2-0,8 untuk memaksimalkan pemisahan.

3) Untuk pemisahan dengan fase diam polar seperti silika gel, polaritas fase gerak akan menentukan kecepatan migrasi yang berarti juga menentukan nilai R_f . Penambahan pelarut yang bersifat sedikit polar seperti dietil eter ke dalam pelarut non polar seperti metil benzen akan meningkatkan harga R_f secara signifikan.^(17;18)

c. Aplikasi sampel

Pemisahan pada kromatografi lapis tipis yang optimal yang akan diperoleh hanya jika menotolkan sampel dengan ukuran bercak sekecil dan sesempit mungkin. Sebagaimana dalam prosedur kromatografi yang lain, jika sampel yang digunakan terlalu maka akan menurunkan resolusi. Penotolan sampel yang tidak tepat akan menyebabkan bercak yang menyebar dan puncak ganda.

Untuk memperoleh reproduibilitas, volume sampel yang ditotolkan paling sedikit 0,5 μ l. Jika volume sampel yang akan ditotolkan lebih besar dari 2-10 μ l maka penotolan harus dilakukan secara bertahap dengan dilakukan pengeringan antar totolan⁽¹⁸⁾.

d. Pengembangan

Bila sampel telah ditotolkan maka tahap selanjutnya adalah mengembangkan sampel tersebut dalam suatu bejana kromatografi yang sebelumnya telah dijenuhkan dengan uap fase gerak. Bagian lempeng tipis yang telah ditotoli sampel dicelupkan ke dalam fase gerak kurang lebih 0,5-1 cm. Tinggi fase gerak dalam bejana harus di bawah lempeng yang telah berisi totolan sampel⁽¹⁸⁾.

Bejana kromatografi harus tertutup rapat dan sedapat mungkin volume fase gerak sedikit mungkin. Untuk melakukan penjenuhan fase gerak, biasanya bejana dilapisi kertas saring, maka dapat dikatakan bahwa fase gerak telah jenuh. Selama proses elusi, bejana kromatografi harus ditutup rapat, misalkan dengan lembar aluminium⁽¹⁸⁾.

e. Deteksi bercak

Bercak pemisahan pada KLT umumnya merupakan bercak yang tidak berwarna. Untuk penentuannya dapat dilakukan secara kimia, fisika,

maupun biologi. Cara kimia yang biasa digunakan adalah mereaksikan bercak dengan suatu pereaksi melalui cara penyemprotan sehingga bercak menjadi jelas. Cara fisika yang dapat digunakan adalah pencacahan radioaktif dan fluoresensi sinar ultraviolet⁽¹⁸⁾.

7. Krim

a. Pengertian

Menurut Farmakope Indonesia III, Krim adalah sediaan setengah padat berupa emulsi mengandung air tidak kurang dari 60% dan dimaksudkan untuk pemakaian luar⁽¹⁹⁾. Jika menurut Farmakope Indonesia IV, Krim adalah bentuk sediaan setengah padat mengandung satu atau lebih bahan obat terlarut atau terdispersi dalam bahan dasar yang sesuai. Sedangkan menurut Formularium Nasional, Krim adalah sediaan setengah padat, berupa emulsi kental mengandung air tidak kurang dari 60 % dan dimaksudkan untuk pemakaian luar⁽²⁰⁾.

b. Penggolongan krim

Krim merupakan bentuk sediaan setengah padat mengandung satu atau lebih bahan obat terlarut atau terdispersi dalam bahan dasar yang sesuai⁽²¹⁾. Ada 2 tipe krim yaitu krim tipe minyak dalam air (m/a) dan krim tipe air dalam minyak (a/m):

(1) Krim M/A

Biasanya digunakan pada kulit, mudah dicuci, sebagai pembawa dipakai pengemulsi campuran surfaktan. Sistem surfaktan ini juga bisa mengatur konsistensi.

(2) Krim A/M

Konsistensi dapat bervariasi, sangat tergantung pada komposisi fasa minyak & fasa cair. Cream ini mengandung zat pengemulsi A/M yang spesifik, seperti : Ester asam lemak dengan sorbitol. Garam – garam dari asam lemak dengan logam bevalensi 2.

Kestabilan krim akan terganggu/rusak jika sistem campurannya terganggu, terutama disebabkan oleh perubahan suhu dan perubahan

komposisi yang disebabkan perubahan salah satu fase secara berlebihan atau zat pengemulsinya tidak tercampurkan satu sama lain. Pengenceran krim hanya dapat dilakukan jika diketahui pengencernya yang cocok dan dilakukan dengan teknik aseptik. Krim yang sudah diencerkan harus digunakan dalam jangka waktu 1 bulan. Sebagai pengawet pada krim umumnya digunakan metil paraben (nipagin) dengan kadar 0,12% hingga 0,18% atau propil paraben (nipasol) dengan kadar 0,02% hingga 0,05%⁽²²⁾.

c. Alasan pembuatan sediaan krim

Pembuatan sediaan ini untuk mendapatkan efek emolien, karena emulsi yang dipakai pada kulit sebagai krim dibuat sebagai emulsi m/a (minyak dalam air) atau emulsi a/m (air dalam minyak), tergantung pada berbagai faktor seperti sifat terapeutik yang akan dimasukkan ke dalam emulsi. Suatu emulsi air dalam minyak juga lebih lembut ke kulit, karena ia mencegah kulit menjadi kering dan tidak mudah hilang bila terkena air. Sebaliknya jika diinginkan preparat yang mudah dihilangkan dari kulit dengan air, harus dipilih suatu emulsi minyak dalam air⁽²²⁾.

Kelebihan krim yang lain adalah mudah menyebar rata, praktis, lebih mudah dibersihkan atau dicuci dengan air terutama tipe minyak dalam air, aman untuk dewasa dan anak-anak, dan memberikan rasa dingin di kulit terutama tipe air dalam minyak⁽²³⁾.

d. Formulasi krim

Bahan-bahan yang digunakan dalam formulasi penyusunan sediaan krim adalah sebagai berikut⁽²²⁾:

(1) Zat berkhasiat

Sifat fisika dan kimia dari bahan atau zat berkhasiat dapat menentukan cara pembuatan krim yang dapat dibuat, apakah krim tipe minyak dalam air atau air dalam minyak.

(2) Fase minyak

(3) Fase air

(4) Pengemulsi.

Untuk pembuatan krim digunakan suatu zat pengemulsi yang harus disesuaikan dengan jenis dan sifat yang dikehendaki. Sebagai zat pengemulsi dapat digunakan emulgid, lemak bulu domba, setaseum, stearil alkohol, trietanolaminil stearat dan golongan sorbiton, polisorbitat, polietilenglikol, sabun⁽²²⁾.

e. Metode pembuatan krim

1. Metode Pelelehan (*fusion*)

Zat khasiat maupun pembawa dilelehkan bersama-sama, setelah meleleh diaduk sampai dingin. Yang harus diperhatikan adalah kestabilan zat khasiat.

2. Metode Triturasi

Zat yang tidak larut dicampur dengan sedikit basis, sisa basis ditambahkan terakhir. Di sini dapat juga digunakan bantuan zat organik untuk melarutkan zat khasiatnya. Pada skala industri dibuat dalam skala batch yang cukup besar dan keberhasilan produksi sangat tergantung dari tahap-tahap pembuatan dan proses pemindahan dari satu tahap pembuatan ke tahap yang lain. Untuk menjaga stabilitas zat berkhasiat pada penyimpanan perlu diperhatikan, antara lain, kondisi temperatur/suhu, kontaminasi dengan kotoran dan kemungkinan hilangnya komponen yang mudah menguap⁽²³⁾.

3. Evaluasi sediaan akhir

Evaluasi sediaan krim dibagi menjadi tiga kelompok diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Evaluasi Fisik.

Homogenitas adalah meratanya fase terdispersi dalam bahan pendispersi, tidak adanya agregasi partikel sekunder, distribusi yang merata dan teratur dari fase terdispersi serta penghalusan partikel primer yang besar. Ukuran partikel atau ukuran butiran dapat menentukan tingkat homogenitas zat aktif serta tingkat kerja optimal dan bebas rangsangannya⁽²¹⁾. Pengujian bau dan warna untuk melihat terjadinya

perubahan fasa. Pengujian pH berhubungan dengan stabilitas zat aktif, efektifitas pengawet, keadaan kulit.

b. Evaluasi kimia

Evaluasi kimia terhadap sediaan krim meliputi evaluasi kadar, stabilitas zat aktif dan lain-lain.

c. Evaluasi biologi

Evaluasi biologi terhadap sediaan krim meliputi kontaminasi mikroba dan potensi zat aktif.

4. Stabilitas krim

Stabilitas obat merupakan faktor penting dalam formulasi sediaan farmasi. Mengingat suatu sediaan biasanya diproduksi dalam jumlah besar dan memerlukan waktu lama untuk sampai pada pasien maka stabilitas obat sangat penting. Obat yang disimpan dalam jangka waktu lama dapat mengalami penguraian dan mengakibatkan dosis yang diberikan oleh pasien berkurang. Kadang – kadang hasil uraiannya bersifat toxic, sehingga dapat membahayakan pasien⁽²⁴⁾.

Krim rusak jika terganggu sistem campurannya terutama disebabkan perubahan suhu dan perubahan komposisi disebabkan penambahan salah satu fase secara berlebihan atau pencampuran dua tipe cream jika zat pengemulsinya tidak tercampurkan satu sama lain. Pengenceran krim hanya dapat dilakukan jika diketahui pengenceran yang cocok yang harus dilakukan dengan teknik aseptik. Agar lebih stabil zat pengawet ditambahkan zat antioksidan. Krim yang sudah diencerkan harus digunakan dalam waktu satu bulan. Penyimpanan krim juga harus dilakukan dalam wadah tertutup baik atau tube, ditempat sejuk⁽¹⁷⁾.

B. Landasan Teori

Eugenol adalah komponen minyak cengkeh yang paling sering dimanfaatkan. Dilihat dari strukturnya, eugenol mengandung sebuah cincin aromatik dan gugus fungsional alil, hidroksi dan metoksi⁽¹⁾. Eugenol

adalah kandungan utama minyak atsiri yang terdapat dalam minyak cengkeh⁽⁷⁾. Eugenol yang terkandung dalam minyak cengkeh memiliki aktivitas tabir surya dan sangat efektif melindungi kulit dari sinar UV dengan bekerja pada konsentrasi yang relatif rendah. Analisis *in vitro* dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 290-320 nm (UV-B). Senyawa eugenol yang terkandung dalam minyak cengkeh memiliki aktivitas perlindungan terhadap daerah sinar UV-B sehingga dapat tergolong sebagai senyawa tabir surya UV-B⁽³⁾.

Untuk memudahkan dalam penggunaannya maka minyak cengkeh tersebut diformulasikan dalam bentuk sediaan krim jenis emulsi minyak dalam air. Semakin besar kandungan minyak cengkeh dalam krim tabir surya maka tingkat aktivitas SPF-nya semakin meningkat dan diharapkan stabilitas fisik ketiga krim juga baik.

C. Hipotesis

Krim tabir surya minyak cengkeh dengan variasi kadar minyak cengkeh dapat mempengaruhi aktivitas SPF dan stabilitas fisiknya. Semakin besar jumlah minyak cengkeh maka aktivitas SPF-nya dan stabilitas fisiknya semakin baik.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Alat

1. Bahan

- a. Bahan-bahan yang digunakan pada percobaan ini yaitu minyak cengkeh dari industri rumah tangga di daerah Tanjung, Purwokerto, Jawa Tengah.
- b. Bahan pembuatan krim adalah basis krim o/w (Brataco Chem, kualitas farmasetis) yang komposisinya terdiri dari asam stearat, setil alkohol, stearil alkohol, metil paraben, propil paraben, gliserin, NaOH, aquadest.
- c. Bahan untuk uji SPF adalah etanol absolut (kualitas farmasetis).

2. Alat

Alat yang digunakan adalah pipet tetes, piknometer, termometer, bejana, gelas ukur, aluminium foil, seperangkat alat uji daya sebar krim, seperangkat alat uji daya lekat krim, *mixer*, alat-alat porselen, neraca elektrik (*Mettler Toledo* type PL303), viskometer (Brookfield), pH universal (Merck), pengaduk, silika gel 60 F₂₅₄, chamber, penggaris, timbangan elektrik, cawan, *magnetic stirrer*, pipet ukur, labu ukur, *beaker glass*, Spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu-Uv 1800).

B. Cara Penelitian

1. Uji Fisik Minyak Cengkeh

a. Uji kualitatif

Pengujian kualitatif dengan menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT), dilakukan di LPPT Universitas Gajah Mada. Uji ini dilakukan dengan cara mengambil sampel minyak cengkeh menggunakan pipet tetes sebanyak 20 µl, diencerkan dengan etanol hingga 500 µl. Ditotolkan sampel sebanyak 5 µl pada fase diam plat silika gel 60 F₂₅₄ sebelah kiri

dan standar eugenol ditotolkan di sebelah kanan, lalu dimasukkan ke dalam chamber yang sudah jenuh dengan fase gerak menggunakan toluen-etil asetat (93:7)v/v. Pada proses penotolan diusahakan diameter totolan sekecil mungkin karena jika diameter totolan besar itu akan mengakibatkan terjadinya penyebaran noda-noda dan timbulnya *tailing*, deteksi noda dilakukan menggunakan lampu UV gelombang pendek (254 nm) dan UV gelombang panjang (356 nm) jika senyawa itu dapat dieksitasi ke fluoresensi radiasi UV gelombang panjang, lalu digunakan pereaksi semprot vanilin asam sulfat untuk melihat warna spot yang tampak, setelah itu dipanaskan pada suhu 110°C selama 2 menit kemudian hitung harga R_f (*Retardation factor*) dan hR_f .

b. Uji bobot jenis

Uji bobot jenis didefinisikan sebagai hasil bagi antara suatu zat dengan berat air pada volume dan suhu yang sama⁽²⁰⁾. Pengukuran bobot jenis menggunakan piknometer yang bersih, kering, dan telah dikalibrasi dengan menetapkan bobot piknometer pertama yang masih kosong dan bobot piknometer yang telah diisi air yang telah diatur pada suhu 25°C. Selanjutnya minyak cengkeh diatur suhunya hingga 25°C lalu dimasukkan pada piknometer kedua yang telah ditimbang bobotnya. Bobot piknometer yang telah diisi dikurangi dengan bobot piknometer kosong. Bobot jenis minyak atsiri adalah pembagian antara bobot minyak atsiri dengan bobot air dalam piknometer pada suhu 25°C⁽²⁵⁾.

c. Indeks Bias

Indeks bias adalah perbandingan antara kecepatan cahaya dalam udara dengan kecerahan cahaya dalam zat. Indeks bias berguna untuk mengidentifikasi zat dan mendeteksi kemurnian minyak⁽²²⁾. Pengukuran indeks bias dilakukan dengan menggunakan refraktometer tipe Abbe dengan kisaran 1,3-1,7 untuk analisis minyak atsiri. Sebelum menentukan indeks bias dari minyak cengkeh, refraktometer Abbe harus divalidasi terlebih dahulu dengan menetapkan skala indeks bias pada skala 1,5161.

Indeks bias ditetapkan pada suhu 28⁰C sebanyak 3 kali. Nilai indeks bias minyak cengkeh dapat dibaca langsung pada alat⁽²⁶⁾.

2. Desain Formula Krim Tabir Surya

Formula krim tabir surya dari bahan minyak cengkeh ini dibuat sebanyak 100 g dengan variasi konsentrasi minyak cengkeh yang tercantum pada tabel III sebagai berikut :

Tabel III. *Formula Sediaan Krim Tabir Surya Minyak Cengkeh*

| Bahan (%) | F.1 | F.2 | F.3 |
|-------------------------|----------|----------|----------|
| Minyak cengkeh | 5,0%b/b | 7,5%b/b | 10,0%b/b |
| Bahan O/W® Brataco Chem | 95,0%b/b | 92,5%b/b | 90,0%b/b |

3. Metode Formulasi Krim

a. Bahan-bahan pembuat basis krim:

1) *Acidum Stearicum* (Asam stearat)

Pemerian zat padat keras mengkilat, putih atau kuning pucat; mirip lemak lilin. Kelarutan praktis tidak larut dalam air; larut dalam 20 bagian etanol (95%) P, dalam 2 bagian kloroform P dan dalam 3 bagian eter P⁽¹⁹⁾.

Khasiat dan penggunaan sebagai emulgator dan sifatnya yang non polar dapat mengikat kandungan zat aktif eugenol.

2) Setil alkohol

Pemerian setil alkohol seperti lilin, putih serpih, butir, kubus, atau benda tuang. Ia memiliki karakteristik samar bau dan rasa hambar. Kelarutannya mudah larut dalam etanol (95%) dan eter, kelarutan meningkat dengan meningkatnya suhu; praktis tidak larut dalam air. Mampu dicampur ketika dilarutkan dengan lemak⁽²¹⁾.

Khasiat dan kegunaan sebagai emolien (mencegah hilangnya air) dan sifatnya yang non polar maka dapat mengikat kandungan zat aktif eugenol.

3) Stearil alkohol

Pemerian bahan ini adalah potongan/kepingan/granul seperti lilin, putih, keras, bau khas lemah, rasa tawar. Kelarutannya adalah larut dalam kloroform, etanol 95%, eter, heksana, propilen glikol, minyak sayur, praktis tidak larut dalam air⁽¹⁹⁾.

Stearil alkohol berfungsi sebagai zat pengemulsi pada basis krim dan sifatnya non polar maka dapat mengikat kandungan zat aktif eugenol.

4) Metil paraben (Nipagin M)

Pemerian serbuk hablur halus, putih, hampir tidak berbau, tidak mempunyai rasa, agak membakar diikuti rasa tebal. Kelarutan larut dalam 500 bagian air, dalam 20 bagian air mendidih, dalam 3,5 bagian etanol (95%) P dan dalam 3 bagian aseton, jika didinginkan larutan tetap jernih. Metil paraben ini mempunyai fungsi sebagai zat tambahan dan zat pengawet⁽¹⁹⁾.

5) Propil paraben (Nipasol)

Pemerian bahan ini adalah serbuk hablur putih; tidak berbau; tidak berasa. Kelarutan sangat sukar larut dalam air; larut dalam 3,5 bagian etanol (95%) P, dalam 3 bagian aseton P, dalam 140 bagian gliserol P dan dalam 40 bagian minyak lemak, mudah larut dalam alkali hidroksida. Propil paraben ini mempunyai fungsi sebagai zat tambahan dan zat pengawet⁽¹⁹⁾.

6) Gliserin

Gliserin adalah cairan seperti sirup; jernih, tidak berwarna; tidak berbau; manis diikuti rasa hangat. Kelarutan dapat campur dengan air, dan dengan etanol (95%) P; praktis tidak larut dalam kloroform P, dalam eter P dan dalam minyak lemak⁽¹⁹⁾.

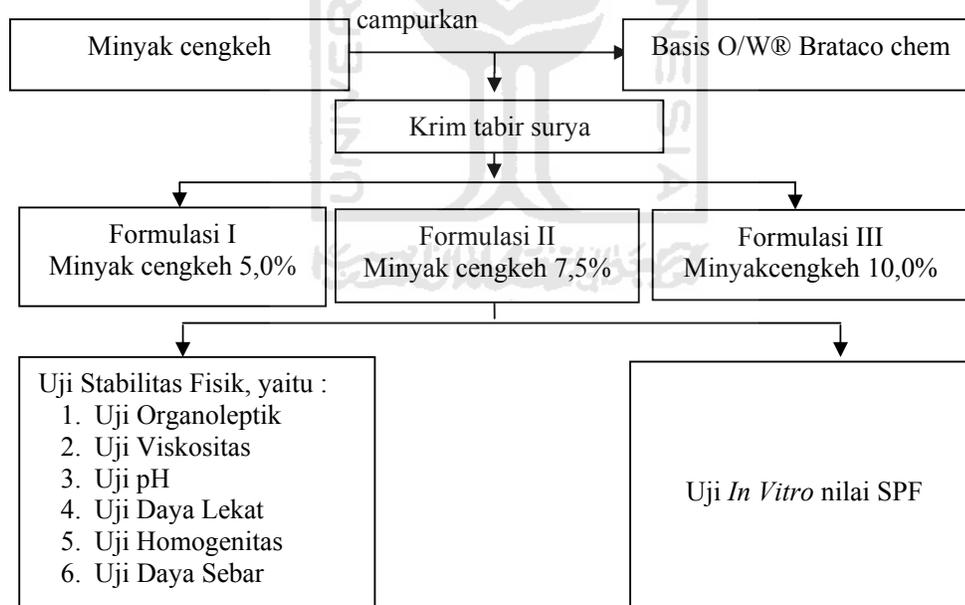
Gliserin berfungsi sebagai humektan (menjaga kadar kelembaban basis) dan sifatnya yang semi polar mampu mengikat kandungan zat aktif eugenol.

7) NaOH

Pemerian NaOH adalah butiran berbentuk batang, massa hablur atau keping, putih, sangat alkalis dan korosif. Kelarutannya sangat mudah larut dalam air dan etanol (95%)⁽¹⁹⁾.

Khasiat NaOH sebagai *buffer* untuk mengontrol kadar pH krim dan sifatnya yang semi polar mampu berikatan dengan kandungan zat aktif krim.

- b. Proses pembuatan krim tabir surya dilaksanakan setelah diperoleh minyak cengkeh. Basis krim yang digunakan adalah basis o/w yang diperoleh dari pencampuran bahan-bahan yang membentuk basis krim. Bahan-bahan dari masing-masing formula sediaan krim kemudian ditimbang secara seksama sesuai hasil yang diinginkan, setelah itu baru dilakukan proses sebagai berikut:



Gambar 4.Skema pembuatan krim tabir surya.

4. Pemeriksaan Fisik Krim

- 1) Organoleptis, pengujian sifat fisik salep dilakukan dengan mengamati secara langsung terhadap warna, bau dan konsistensi krim⁽²⁷⁾.
- 2) Uji daya sebar salep, sebanyak 0,5 gram salep ditimbang dan diletakkan ditengah-tengah kaca bulat dengan diameter tertentu, kaca penutup ditimbang, kemudian letakkan diatas salep dan biarkan selama satu menit dan diukur diameter salep yang menyebar, diitambahkan beban seberat 50 gram diatas kaca penutup, dan dibiarkan selama satu menit, dicatat diameter salep yang menyebar. Percobaan dilanjutkan dengan beban seberat 100 dan 150 gram, pengulangan dilakukan sebanyak 5 kali untuk masing-masing formulasi⁽²⁷⁾.
- 3) Uji daya lekat salep, sejumlah salep ditimbang dan dioleskan pada obyek glass dengan luas tertentu. Obyek glass lain diletakkan diatasnya dengan ditekan menggunakan beban seberat 1 kg selama 5 menit, kemudian dipasangkan pada alat uji daya lekat yang dipasang beban seberat 80 gram, pada saat yang bersamaan dicatat waktu yang dibutuhkan oleh dua obyek glass tersebut untuk memisah. Percobaan ini dilakukan dengan pengulangan sebanyak 5 kali untuk masing-masing formulasi⁽²⁷⁾.
- 4) Uji homogenitas salep, sejumlah salep dioleskan pada sekeping kaca atau benda transparan lain yang cocok, kemudian amati apakah menunjukkan susunan yang homogen⁽²⁷⁾.
- 5) Uji viskositas, sejumlah salep dimasukkan dalam gelas beker dan dipasang pada viskometer *Brookfieldspindle* 63 dengan kecepatan 10 rpm. Uji viskositas ini dilakukan sebanyak lima kali replikasi⁽²⁷⁾.

5. Uji Nilai SPF

Krim minyak cengkeh dilarutkan dengan etanol konsentrasi 1000 ppm yaitu dengan menambahkan etanol absolut sampai volume 10 ml pada 10 mg krim dan kemudian diukur serapannya pada panjang gelombang 290-320 nm (UV-B) dengan interval 5 nm. Selanjutnya dihitung luas daerah dibawah

kurva (AUC) antara dua panjang gelombang yang berurutan menggunakan rumus perhitungan nilai SPF⁽¹⁵⁾:

$$SPF_{spectrophotometric} = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

Keterangan : EE : Efek spektrum eritemal

I : Spektrum intensitas surya

Abs : Absorbansi larutan sampel

CF : Faktor koreksi (10)

Dimana, nilai EE x I dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel IV. Standar nilai EE x I⁽¹⁵⁾

| Panjang Gelombang (λ nm) | EE x I |
|-----------------------------------|---------------|
| 290 | 0,0150 |
| 295 | 0,0817 |
| 300 | 0,2874 |
| 305 | 0,3278 |
| 310 | 0,1864 |
| 315 | 0,0839 |
| 320 | 0,0180 |
| Total | 1,0002 |

Keterangan: Nilai EE x I merupakan nilai konstan dalam persamaan rumus perhitungan nilai SPF.

C. Analisis Hasil

Data yang diperoleh dari uji sifat fisik krim yaitu uji daya sebar, uji daya lekat, dan uji viskositas, serta nilai SPF yang didapat dianalisis secara statistik menggunakan uji statistik *one way ANOVA* dan *post hoc Tukey* dengan taraf kepercayaan 95%. Semua data dikumpulkan secara sistematis dan disajikan secara informatif, *scientific* dan *responsible* untuk proses pengolahan data lebih lanjut.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Evaluasi Minyak Cengkeh

1. Uji Organoleptis

Pemeriksaan organoleptis dilakukan sebagai pengenalan awal yang sederhana terhadap ekstrak, untuk mendiskripsikan bentuk, warna, dan bau minyak cengkeh yang digunakan. Pemeriksaan ini merupakan langkah awal untuk mengetahui identitas minyak cengkeh.



Gambar 5. *Minyak Cengkeh*

Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa secara organoleptis minyak cengkeh memiliki ciri khas seperti di tabel.

Tabel V. *Hasil Pengamatan Organoleptik Minyak Cengkeh*

| No. | Jenis pemeriksaan | Hasil |
|-----|-------------------|-----------------------------|
| 1. | Bentuk | Cairan |
| 2. | Warna | Bening |
| 3. | Bau | Khas minyak cengkeh, tajam. |
| 4. | Rasa | Agak pahit |

2. Bobot Jenis

Penentuan bobot jenis minyak atsiri dilakukan dengan menggunakan piknometer 3 mL pada suhu 25⁰C. Bobot jenis minyak cengkeh pada suhu 25⁰C adalah 0,914 ± 0,004. Hasil penelitian ini sesuai dalam pustaka yang

menyatakan nilai berat jenis minyak atsiri berkisar antara 0,696 – 1,188 pada suhu 25⁰C dan pada umumnya nilai tersebut lebih kecil dari 1,000⁽²⁶⁾.

3. Indeks Bias

Penetapan indeks bias dilakukan untuk identifikasi, karakterisasi, dan pemeriksaan kemurnian cairan dan larutan secara fisika. Dari hasil pengukuran didapat indeks bias pada suhu 28⁰C adalah 1,52-1,54. Hasil penelitian ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa nilai indeks bias pada refraktori tipe Abbe' untuk minyak atsiri adalah 1,3-1,7 yang berarti minyak atsiri yang didapatkan murni⁽²⁶⁾.

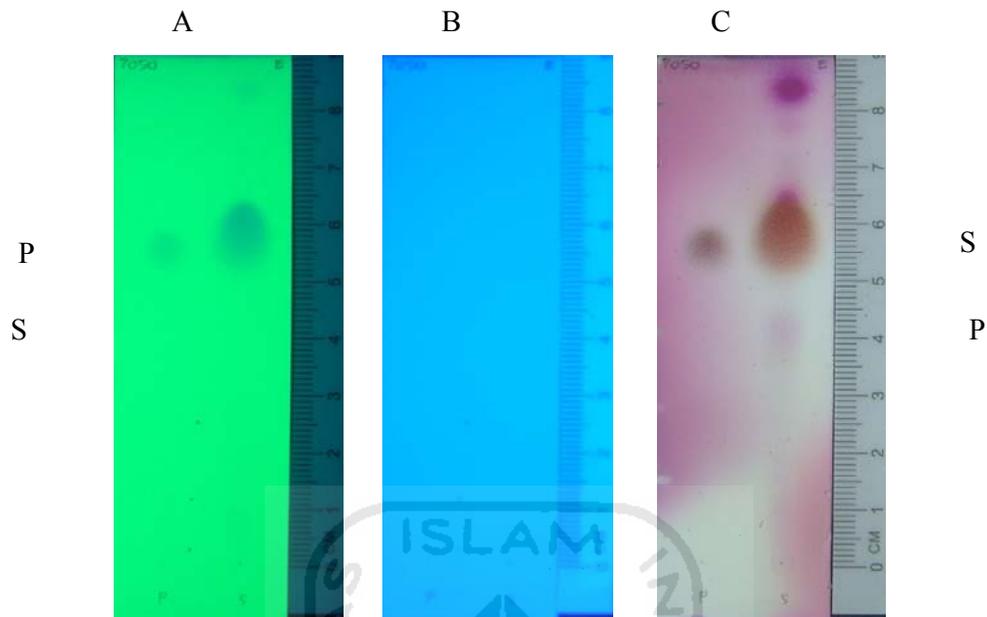
B. Uji Kualitatif Minyak Cengkeh

Uji ini dilakukan di LPPT UGM, untuk mendeteksi kandungan senyawa eugenol dalam minyak cengkeh, dilakukan dengan menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT). Pada uji ini digunakan standar eugenol sebagai pembanding.

Uji KLT ini menggunakan fase gerak toluen yang bersifat non polar dan etil asetat yang bersifat semi polar dengan perbandingan toluen : etil asetat (93:7)⁽²⁹⁾. Fase diam yang digunakan plat silika gel 60 F254 yang bersifat polar. Minyak cengkeh ini di uji pada panjang gelombang UV pendek (254nm), UV gelombang panjang (356 nm) dan visibel. Spot pada silika gel terlihat pada panjang gelombang 254nm dan visibel. Hal ini terjadi karena eugenol merupakan senyawa aromatik sehingga memiliki serapan yang cukup kuat pada daerah 230-300 nm⁽²⁹⁾. Digunakan pereaksi semprot vanilin asam sulfat untuk melihat warna spot yang tampak, setelah itu dipanaskan pada suhu 110⁰C selama 2 menit agar terbentuk warna yang optimum sehingga muncul spot berwarna coklat orange saat diamati di bawah UV visibel. Spot berwarna coklat orange pada visibel menunjukkan adanya kandungan eugenol. Kemudian dihitung nilai Rf spot yang diperoleh dengan harga Rf 0,64.

Perhitungan Rf dihitung menggunakan rumus:

$$Rf = \frac{\text{jarak yang ditempuh oleh spot dari titik awal}}{\text{jarak tempuh pelarut dari titik awal}} = \frac{5,7}{9} = 0,64$$



Gambar 6. Hasil Kromatografi Minyak Cengkeh

Keterangan :

P = Pembanding, Eugenol

S = Sampel, Minyak Cengkeh

Fase gerak = Toluena : Etil Asetat (93:7)

Fase diam = Silica gel 60 F₂₅₄

Deteksi: A : menggunakan UV 254 nm

B : menggunakan UV 356 nm

C : menggunakan UV visible

Warna spot eugenol di visible : coklat orange

R_f eugenol terdeteksi : 0,64.

C. Uji Stabilitas Fisik Krim Minyak Cengkeh

Uji stabilitas fisik dimaksudkan untuk mengetahui stabilitas dari sediaan krim yang telah dibuat selama satu bulan penyimpanan pada suhu kamar sehingga evaluasi dilakukan setiap minggu selama. Pada penelitian ini uji stabilitas fisik yang dilakukan meliputi uji organoleptik, uji homogenitas, uji viskositas, uji pH, uji daya sebar serta uji daya lekat. Adapun sediaan krim dengan variasi kadar minyak atsiri yang mengandung eugenol pada gambar 7 di bawah ini :



Gambar 7. Krim Tabir Surya Minyak Cengkeh

Keterangan : Formula 1 mengandung 5,0% minyak cengkeh
 Formula 2 mengandung 7,5% minyak cengkeh
 Formula 3 mengandung 10,0% minyak cengkeh

1. Uji Organoleptis

Pemeriksaan organoleptik dilakukan untuk mendeskripsikan warna dan bau dari sediaan. Sediaan yang dihasilkan sebaiknya memiliki warna yang menarik dan bau yang menyenangkan. Hasil pengamatan organoleptik terhadap tiga formula krim tabir surya dari minyak cengkeh pada minggu ke-0, 1, 2, 3, dan 4 setelah pembuatan dapat dilihat pada tabel V. Warna dan bau yang dihasilkan oleh ketiga formula tidak berbeda dan tidak berubah, bau khas cengkeh.

Tabel VI. Hasil Pengamatan Organoleptik Krim Tabir Surya Minyak Cengkeh

| Kontrol | Formula | Minggu | | | | |
|---------|---------|--------|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Warna | 1 | P | P | P | P | P |
| | 2 | P | P | P | P | P |
| | 3 | P | P | P | P | P |
| Bau | 1 | K | K | K | K | K |
| | 2 | K | K | K | K | K |
| | 3 | K | K | K | K | K |

Keterangan : P = Putih; K = Khas Cengkeh

Formula 1 mengandung 5,0% minyak cengkeh

Formula 2 mengandung 7,5% minyak cengkeh

Formula 3 mengandung 10,0% minyak cengkeh

2. Uji Homogenitas

Homogenitas adalah faktor yang penting dan merupakan salah satu ukuran dari kualitas sediaan krim. Minyak cengkeh sebagai zat aktifnya harus terdispersi dan tercampur secara homogen pada medium dispers (basis) agar dapat memberikan efeknya secara maksimal sebagai krim tabir surya.

Homogenitas mencerminkan tidak terbentuknya partikel-partikel yang memisah atau fase terdispersi terdistribusi merata pada fase pendispers. Dari hasil homogenitas, menunjukkan bahwa krim minyak cengkeh pada formula 1, 2 dan 3 selama satu bulan penyimpanan pada suhu kamar tidak mengalami perubahan fisik dalam hal homogenitasnya. Hal ini disebabkan pada proses pembuatan krim, semua bahan yang digunakan untuk pembuatan sediaan krim tabir surya minyak cengkeh ini tercampur dengan sempurna sehingga menghasilkan produk yang homogen. Hasil tertera pada tabel VII :

Tabel VII. Hasil Uji Homogenitas Krim Tabir Surya Selama Penyimpanan

| Kadar Minyak Cengkeh | Penyimpanan | | | | |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Minggu ke 0 | Minggu ke 1 | Minggu ke 2 | Minggu ke 3 | Minggu ke 4 |
| 5,0% | Homogen | Homogen | Homogen | Homogen | Homogen |
| 7,5% | Homogen | Homogen | Homogen | Homogen | Homogen |
| 10,0% | Homogen | Homogen | Homogen | Homogen | Homogen |

Keterangan : pengamatan dilakukan selama 4 minggu 3x replikasi tiap minggu

3. Uji pH

Hasil pengukuran pH pada sediaan krim tabir surya dari minyak cengkeh dapat dilihat pada tabel VIII sebagai berikut :

Tabel VIII. Hasil Uji pH

| Formula | Minggu ke- | | | | |
|---------|------------|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 2 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

Keterangan :

Formula 1 mengandung 5,0% minyak cengkeh

Formula 2 mengandung 7,5% minyak cengkeh

Formula 3 mengandung 10,0% minyak cengkeh

Dari tabel VIII terlihat hasil pengukuran pH krim tabir surya minyak cengkeh adalah 6, sesuai literatur yaitu pH krim yang dibuat harus dijaga agar tidak mengiritasi kulit yaitu sekitar 4,5-6,5⁽¹¹⁾. Jika terjadi perubahan pH selama masa penyimpanan maka mengindikasikan stabilitas pH krim kurang baik.

4. Uji Viskositas

Viskositas adalah suatu tahanan dari suatu cairan untuk mengalir, semakin tinggi viskositas maka akan semakin besar tahanan mengalirnya. Untuk menentukan viskositas krim dilakukan pengukuran menggunakan viskometer brookfield, karena viskometer brookfield sesuai untuk mengukur sifat alir dari suatu krim yang menunjukkan aliran *non Newton*⁽²⁸⁾. Viskositas krim yang terlalu encer menyebabkan waktu lekat dari basis menjadi singkat sehingga efektivitas penghantaran zat aktif menjadi rendah, sedangkan jika viskositas sediaan terlalu kental dapat memberikan rasa tidaknyamanan saat digunakan. Data hasil pengukuran viskositas krim tabir surya minyak cengkeh pada minggu ke-0, 1, 2, 3, dan 4 terlampir pada lampiran 1 dan nilai rata-rata pengukuran viskositas krim tabir surya dapat dilihat pada tabel IX sebagai berikut :

Tabel IX. Hasil Uji Viskositas

| Minggu ke | Viskositas | | |
|-----------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Formula 1 | Formula 2 | Formula 3 |
| 0 | 11589,4 cps \pm 3,8 | 11481,6 cps \pm 6,1 | 11384,0 cps \pm 3,1 |
| 1 | 11569,4 cps \pm 5,5 | 11465,8 cps \pm 4,6 | 11376,4 cps \pm 1,5 |
| 2 | 11554,0 cps \pm 10,5 | 11443,2 cps \pm 2,1 | 11365,4 cps \pm 2,9 |
| 3 | 11550,6 cps \pm 4,9 | 11437,4 cps \pm 1,8 | 11354,2 cps \pm 4,2 |
| 4 | 11532,8 cps \pm 5,2 | 11437,5 cps \pm 2,1 | 11340,8 cps \pm 4,9 |

Keterangan : Formula 1 mengandung 5,0% minyak cengkeh
 Formula 2 mengandung 7,5% minyak cengkeh
 Formula 3 mengandung 10,0% minyak cengkeh

Dari tabel IX dapat dilihat bahwa viskositas semakin menurun sebanding dengan kenaikan konsentrasi minyak cengkeh. Viskositas tertinggi adalah pada formula 1, dimana semakin lama penyimpanan menunjukkan penurunan viskositas. Hal ini dipengaruhi oleh temperatur lingkungan yang tidak stabil, ataupun penyerapan kelembaban udara sekitar selama waktu penyimpanan. Semakin lama penyimpanan maka ikatan antar partikel tidak begitu kuat, sehingga tahanan mengalirinya kecil dan menyebabkan viskositas menurun.

Data hasil uji statistik terlampir pada lampiran 6, dimana uji statistik diawali dengan uji pendahuluan menggunakan *One-Sample Kolmogorov - Smirnov Test*, dari uji ini diketahui bahwa data yang didapatkan sudah terdistribusi normal, oleh karena itu dapat dilanjutkan dengan menggunakan uji *Oneway Anova*. Uji *one way ANOVA* dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi minyak cengkeh terhadap viskositas krim dan diperoleh nilai signifikansi 0,000 ($<0,05$) menunjukkan bahwa H_0 ditolak (kedua rata-rata populasi tidak identik) artinya ada perbedaan viskositas yang signifikan antara masing-masing formulakrim karena adanya pengaruh variasi konsentrasi minyak cengkeh. Setelah itu, dilanjutkan dengan uji *Pos Hoc Test – Multiple Comparisons* yang hasilnya dapat dilihat pada tabel X sebagai berikut:

Tabel X.Perbandingan Viskositas Krim Pada Tiap Formula Krim

| Perbandingan viskositas antar formula | | Mean difference | Signifikansi |
|---------------------------------------|------------------------|-----------------------|--|
| Formula 1 | Formula 2 Formula 3 | 102.480* 195.080* | Berbeda signifikan Berbeda signifikan |
| Formula 2 | Formula 1 Formula 3 | -102.480* 92.600* | Berbeda signifikan Berbeda signifikan |
| Formula 3 | Formula 1 Formula 2 | -195.080* -92.600* | Berbeda signifikan Berbeda signifikan |

Pada tabel X terlihat perbedaan viskositas masing-masing formula adalah berbeda signifikan. Formula 1 memiliki nilai viskositas lebih besar daripada formula 2 dan 3 sedangkan formula 2 lebih besar daripada formula 3. Sedangkan pengaruh lama penyimpanan terhadap viskositas krim diuji menggunakan *one way ANNOVA* menunjukkan nilai signifikansi 0,556 ($>0,05$), menunjukkan bahwa H_0 diterima (kedua rata-rata populasi identik) artinya tidak ada perbedaan viskositas yang signifikan selama 4 minggu, dimana dari uji *Post Hoc* dapat diketahui pada tabel XI berikut:

Tabel XI.Perbandingan Viskositas Krim Selama 4 Minggu

| Perbandingan viskositas antar minggu | | Mean difference | Signifikansi |
|--------------------------------------|-------------|-----------------|------------------|
| Minggu ke0 | Minggu ke 1 | 14.467 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 2 | 26.600 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 3 | 35.667 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 4 | 48.000 | Tidak signifikan |
| Minggu ke 1 | Minggu ke 0 | -14.467 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 2 | 12.133 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 3 | 21.200 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 4 | 33.533 | Tidak signifikan |
| Minggu ke 2 | Mingguke 0 | -26.600 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 1 | -12.133 | Tidak signifikan |
| | Mingguke 3 | 9.067 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 4 | 21.400 | Tidak signifikan |
| Minggu ke 3 | Minggu ke 0 | -35.667 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 1 | -21.200 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 2 | -9.067 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 4 | 12.333 | Tidak signifikan |
| Minggu ke 4 | Minggu ke 0 | -48.000 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 1 | -33.533 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 2 | -21.400 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 3 | -12.333 | Tidak signifikan |

Dari tabel XI terlihat bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari nilai viskositas tiap minggunya selama empat minggu. Nilai viskositas terbesar didapatkan pada minggu ke-0 dan viskositas terkecil didapatkan pada minggu ke-4 tetapi perbedaannya tidak signifikan, tidak berbeda secara statistika, dapat disimpulkan viskositas krim stabil selama penyimpanan..

5. Uji Daya Lekat

Daya lekat krim merupakan kemampuan krim untuk melekat dan melapisi permukaan kulit sewaktu digunakan agar dapat berfungsi maksimal, sehingga dengan pengukuran daya lekat krim secara berkala dapat dilihat stabilitas fisiknya. Daya lekat ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan melekat krim pada daerah pemakaiannya. Data hasil uji daya lekat krim terlampir pada

lampiran 2 dan nilai rata-rata hasil uji daya lekat krim tabir surya dapat dilihat pada tabel XII berikut:

Tabel XII. Hasil uji daya lekat krim tabir surya

| Minggu ke- | Daya lekat | | |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | F I | F II | F III |
| 0 | 1,37 detik \pm 0,01 | 1,00detik \pm 0,07 | 0,82detik \pm 0,01 |
| 1 | 1,34 detik \pm 0,01 | 1,04 detik \pm 0,07 | 0,80detik \pm 0,02 |
| 2 | 1,29detik \pm 0,01 | 0,88 detik \pm 0,02 | 0,74detik \pm 0,02 |
| 3 | 1,23detik \pm 0,02 | 0,86detik \pm 0,03 | 0,72 detik \pm 0,02 |
| 4 | 1,12detik \pm 0,02 | 0,85detik \pm 0,03 | 0,69detik \pm 0,01 |

Keterangan :

Formula I mengandung 5% minyak cengkeh

Formula II mengandung 7,5% minyak cengkeh

Formula III mengandung 10% minyak cengkeh

Variasi kadar minyak cengkeh dari ketiga formula akan menyebabkan variasi nilai daya lekat krim yang dibuat. Ketiga formula krim tabir surya minyak cengkeh setelah diuji daya lekatnya menunjukkan hasil formula I memiliki nilai daya lekat paling tinggi dibandingkan dengan formula lain, artinya formula I dapat melekat atau melapisi kulit paling lama. Hasil ini dikarenakan konsentrasi minyak cengkeh pada formula I lebih rendah dibandingkan formula II dan III terkait dengan sifat fisik minyak yang licin. Tetapi dari tabel dapat diamati bahwa semakin lama penyimpanan, maka daya lekat semakin menurun. Hal ini terkait dengan semakin lama penyimpanan menyebabkan semakin menurunnya viskositas krim, dengan berkurangnya kekentalan krim maka akan meningkatkan daya sebar krim dan menurunkan kemampuan daya lekat krim karena krim menjadi lebih encer.

Uji statistik dilakukan untuk mengetahui perbedaan daya lekat antar formula krim dan mengetahui perbedaan daya lekat tiap minggunya. Data hasil statistik terlampir pada lampiran 6, pertama yang dilakukan adalah uji pendahuluan berupa *NPar Test One-Sample Kolmogorov-Sminov Test* untuk membuktikan bahwa data yang didapatkan terdistribusi normal, sehingga dapat di

analisis menggunakan *Oneway Anova* untuk mengetahui pengaruh konsentrasi minyak cengkeh terhadap daya lekat krim dan diperoleh nilai signifikansi 0,000 ($<0,05$) bahwa H_0 ditolak artinya variasi konsentrasi minyak mempengaruhi daya lekat krim dan berbeda secara signifikan. Pada uji *Post Hoc* terlihat pada tabel XIII berikut:

Tabel XIII. *Perbandingan Daya Lekat Krim Pada Tiap Formula Krim*

| Perbandingan daya lekat antar formula | | Mean difference | Signifikansi |
|---------------------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| Formula 1 | Formula 2 | 0.35480* | Berbeda signifikan |
| | Formula 3 | 0.51640* | Berbeda signifikan |
| Formula 2 | Formula 1 | -0.35480* | Berbeda signifikan |
| | Formula 3 | 0.16160* | Berbeda signifikan |
| Formula 3 | Formula 1 | -0.51640* | Berbeda signifikan |
| | Formula 2 | -0.16160* | Berbeda signifikan |

Dari tabel terlihat bahwa nilai daya lekat berbeda signifikan pada tiap formula krim tabir surya, dimana formula I memiliki nilai daya lekat lebih besar daripada formula 2 dan 3, sedangkan formula 2 lebih besar nilainya daripada formula 3, maka formula 3 memiliki nilai daya lekat terendah. Pengaruh lama penyimpanan terhadap daya lekat krim juga diuji menggunakan *one way ANOVA* menunjukkan hasil signifikansi 0,223 ($>0,05$) yang berarti bahwa H_0 diterima maka, pengaruh lama penyimpanan terhadap perbedaan daya lekat tidak signifikan, dilanjutkan dengan uji *Post Hoc* yang terlihat dari tabel XIV berikut:

Tabel XIV.Perbandingan Daya Lekat Krim Selama 4 Minggu

| Perbandingan daya lekatantar minggu | | Mean difference | Signifikansi |
|-------------------------------------|-------------|-----------------|------------------|
| Minggu ke0 | Minggu ke 1 | 0.02467 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 2 | 0.09000 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 3 | 0.12267 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 4 | 0.17333* | Signifikan |
| Minggu ke 1 | Minggu ke 0 | -0.02467 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 2 | 0.06533 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 3 | 0.09800 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 4 | 0.14867 | Tidak signifikan |
| Minggu ke 2 | Minggu ke 0 | -0.09000 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 1 | -0.06533 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 3 | 0.03267 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 4 | 0.08333 | Tidak signifikan |
| Minggu ke 3 | Minggu ke 0 | -0.12267 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 1 | -0.09800 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 2 | -0.03267 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 4 | 0.05067 | Tidak signifikan |
| Minggu ke 4 | Minggu ke 0 | -0.17333* | Signifikan |
| | Minggu ke 1 | -0.14867 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 2 | -0.08333 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 3 | -0.05067 | Tidak signifikan |

Dari tabel terlihat tidak ada perbedaan yang signifikan dari nilai daya lekat krim tiap minggunya selama empat minggu waktu penyimpanan, kecuali pada minggu ke-0 dengan minggu ke-4. Hal ini disebabkan karena jarak antara minggu ke-0 dan minggu ke-4 yang terlalu lamamaka krim menjadi lebih encer sehingga menurunkan daya lekatnya. Hal ini menunjukkan daya lekat krim yang kurang stabil selama masa penyimpanan.

6. Uji Daya sebar

Daya sebar krim menunjukkan kemampuan krim untuk menyebar pada lokasi pemakaian dan lunaknya krim apabila dioleskan pada kulit sehingga memberikan kenyamanan pada saat pemakaian. Semakin besar nilai diameter daya sebar menggambarkan bahwa massa krim lunak sehingga akan menyebar

dengan cepat hanya dengan sedikit pengolesan. Krim yang baik adalah krim yang memiliki daya sebar paling luas sehingga mudah untuk dioleskan dan kontak antara zat aktif dengan sel penyerap kulit semakin bagus. Data hasil uji daya sebar krim terlampir pada lampiran 3 dan rata-rata nilai uji daya sebar krim minyak cengkeh tertera pada tabel XV :

Tabel XV. Hasil uji daya sebar krim tabir surya pada berat beban 1000 g

| Minggu ke- | Daya sebar | | |
|------------|----------------|----------------|----------------|
| | F I | F II | F III |
| 0 | 5,95 cm ± 0,01 | 5,99 cm ± 0,18 | 6,83 cm ± 0,27 |
| 1 | 5,93 cm ± 0,01 | 6,47 cm ± 0,14 | 6,71 cm ± 0,09 |
| 2 | 6,00 cm ± 0,15 | 6,60 cm ± 0,15 | 8,33 cm ± 0,17 |
| 3 | 6,05 cm ± 0,25 | 8,25 cm ± 0,2 | 8,30 cm ± 0,17 |
| 4 | 6,12 cm ± 0,30 | 7,05 cm ± 0,09 | 9,00 cm ± 0,15 |

Keterangan :

Formula I mengandung 5,0% minyak cengkeh

Formula II mengandung 7,5% minyak cengkeh

Formula III mengandung 10,0% minyak cengkeh

Dari tabel XV terlihat bahwa semakin banyak minyak yang terkandung dalam formula krim maka daya sebar semakin besar. Perbedaan luas daya sebar ini dikarenakan jumlah minyak cengkeh yang ditambahkan berbeda, pada F3 jumlah minyak cengkeh yang ditambahkan paling banyak, sehingga daya sebar juga semakin besar karena minyak cengkeh dalam bentuk cairan akan memperluas daya sebar. Daya sebar formula III (10,0%) lebih besar daripada formula I (5,0%) dan II (7,5%). Hal ini disebabkan dengan bertambahnya kadar minyak dalam sediaan krim mengakibatkan berkurangnya kandungan basis yang ditambahkan ke dalam sediaan krim sehingga konsistensi dan kekentalan krim semakin encer. Selain itu dapat disebabkan karena semakin tinggi kadar minyak dalam sediaan krim maka luas distribusi ukuran partikel semakin meningkat, viskositasnya semakin rendah sehingga daya sebar semakin meningkat.

Pada tabel XV terlihat pengaruh lama penyimpanan selama satu bulan terhadap daya sebar krim yaitu semakin lama waktu penyimpanan maka daya sebar krim pada masing-masing formula yaitu formula I, II, dan III akan semakin bertambah pada setiap minggunya. Hal ini dapat disebabkan karena adanya faktor-

faktor seperti kenaikan temperatur, kelembapan dan cahaya. Semakin tinggi temperatur maka dapat menyebabkan ikatan molekul–molekul menjadi merenggang sehingga viskositas krim menurun dan menyebabkan daya sebar krim pada tiap formula akan semakin meningkat.

Data hasil statistik terlampir pada lampiran 6, langkah pertama adalah melakukan uji pendahuluan berupa *NPar Test One-Sample Kolmogorov-Sminov Test* untuk membuktikan bahwa data yang didapatkan terdistribusi normal, sehingga dapat di analisis menggunakan *Oneway Anova* untuk mengetahui pengaruh konsentrasi minyak cengkeh terhadap daya sebar krim yang ditunjukkan dengan nilai signifikansi 0,000 ($<0,05$) dan pengaruh lama penyimpanan terhadap daya sebar juga ditunjukkan dengan nilai signifikansi 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak karena signifikansinya lebih kecil dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi minyak cengkeh dapat mempengaruhi daya sebar krim, setelah itu dilanjutkan dengan uji *Post Hoc* yang dapat diamati dari tabel XVI sebagai berikut:

Tabel XVI. Perbandingan Daya Sebar Krim Pada Tiap Formula Krim

| Perbandingan daya sebar antar formula | | Mean difference | Signifikansi |
|---------------------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| Formula 1 | Formula 2 | -0.85600* | Berbeda signifikan |
| | Formula 3 | -1.81708* | Berbeda signifikan |
| Formula 2 | Formula 1 | 0.85600* | Berbeda signifikan |
| | Formula 3 | -0.96108* | Berbeda signifikan |
| Formula 3 | Formula 1 | 1.81708* | Berbeda signifikan |
| | Formula 2 | 0.96108* | Berbeda signifikan |

Pada tabel XVI terlihat bahwa masing-masing formula memiliki nilai daya sebar yang berbeda signifikan, dimana nilai daya sebar formula 1 lebih kecil daripada formula 2 dan formula 3, formula 2 lebih besar daripada formula 1 dan lebih kecil daripada formula 3, formula 3 memiliki nilai daya sebar lebih besar dibandingkan formula 1 dan 2. Dapat disimpulkan bahwa formula 3 memiliki nilai daya sebar terbesar dan formula 1 memiliki nilai daya sebar terendah. Sedangkan lama penyimpanan juga diuji menggunakan *one way ANNOVA* sehingga dapat diketahui pengaruh lama penyimpanan terhadap daya sebar krim tabir surya

ditunjukkan dengan hasil signifikansi 0,000 ($<0,05$) yang berarti bahwa lama penyimpanan mempengaruhi daya sebar krim secara signifikan. Setelah itu dilakukan uji *Post Hoc* yang dapat diamati pada tabel XVII berikut:

Tabel XVII. Perbandingan Daya Sebar Krim Selama 4 Minggu

| Perbandingan daya sebar antar minggu | | Mean difference | Signifikansi |
|--------------------------------------|-------------|-----------------|------------------|
| Minggu ke0 | Minggu ke 1 | -0.11333 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 2 | -0.72180* | Signifikan |
| | Minggu ke 3 | -1.27833* | Signifikan |
| | Minggu ke 4 | -1.14667* | Signifikan |
| Minggu ke 1 | Minggu ke 0 | 0.11333 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 2 | -0.60847 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 3 | -1.16500* | Signifikan |
| | Minggu ke 4 | -1.03333* | Signifikan |
| Minggu ke 2 | Minggu ke 0 | 0.72180* | Signifikan |
| | Minggu ke 1 | 0.60847 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 3 | -0.55653 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 4 | -0.42487 | Tidak signifikan |
| Minggu ke 3 | Minggu ke 0 | 1.2783* | Signifikan |
| | Minggu ke 1 | 1.16500* | Signifikan |
| | Minggu ke 2 | 0.55653 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 4 | 0.13167 | Tidak signifikan |
| Minggu ke 4 | Minggu ke 0 | 1.14667* | Signifikan |
| | Minggu ke 1 | 1.03333* | Signifikan |
| | Minggu ke 2 | 0.42487 | Tidak signifikan |
| | Minggu ke 3 | -0.13167 | Tidak signifikan |

Dari tabel XVII terlihat bahwa ada pengaruh lama penyimpanan terhadap daya sebar masing-masing formula. Minggu ke-3 memiliki nilai daya sebar lebih besar daripada minggu ke-0, 1, 2 dan 4, sedangkan minggu ke-0 memiliki nilai daya sebar lebih kecil daripada minggu ke-0, 1, 2, dan 4, maka dapat disimpulkan minggu ke-0 memiliki nilai daya sebar paling kecil dan minggu ke-3 memiliki nilai daya sebar paling rendah. Pada tabel XIV terlihat bahwa pengaruh formula terhadap nilai daya sebar ada yang berbeda signifikan dan tidak signifikan, dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa selama penyimpanan, daya sebar krim mengalami perubahan atau tidak stabil.

D. Uji Sun Protecting Factor (SPF)

Uji ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan menahan sinar ultraviolet dan tabir surya dari krim tabir surya minyak cengkeh dengan melihat nilai SPF dengan menggunakan metode *in vitro*. Hasil nilai SPF uji *in vitro* adalah sebagai berikut :

Tabel XVIII.Nilai SPF uji *in vitro*

| Formula | Replikasi | Nilai SPF | X ± SD |
|---------|-----------|-----------|-------------|
| I | 1 | 5,90 | 5,91 ± 0,01 |
| | 2 | 5,91 | |
| | 3 | 5,92 | |
| II | 1 | 6,45 | 6,46 ± 0,01 |
| | 2 | 6,46 | |
| | 3 | 6,47 | |
| III | 1 | 6,68 | 6,68 ± 0,01 |
| | 2 | 6,68 | |
| | 3 | 6,69 | |

Dari tabel XVIII terlihat rata-rata nilai SPF F I = 5,91, F II = 6,46, dan F III = 6,68. Hal ini menunjukkan semakin besar konsentrasi minyak cengkeh dalam krim akan meningkatkan nilai SPF krim tabir surya, terlihat dari nilai SPF ketiga formula tersebut, pada F II dan F III menunjukkan bahwa selisih nilai rata-rata SPF pada kedua formula tersebut sangatlah kecil. Hal ini kemungkinan disebabkan karena sifat dari minyak atsiri dalam minyak cengkeh yang memiliki sifat mudah menguap dan adanya perbedaan variasi konsentrasi pada ketiga formula yang tidak terpaut jauh.

Nilai SPF ketiga formula termasuk dalam tingkat kemampuan minimal-sedang sesuai dengan literatur⁽²⁸⁾. Hasil pengukuran aktivitas tabir surya dari basis ditunjukkan dengan hasil nilai SPF-nya yaitu 0,53, maknanya basis mempunyai aktivitas sebagai tabir surya namun kemampuannya sangat kecil sehingga tidak berpengaruh terhadap kemampuan krim tabir surya yang dibuat. Nilai kandungan SPF minyak cengkeh juga dihitung untuk mengetahui

aktivitasnya sebagai tabir surya adalah 14,68. Hal ini menunjukkan bahwa minyak cengkeh memiliki aktivitas sebagai tabir surya dimana nilai SPF-nya memenuhi nilai SNI yang ditunjukkan pada tabel I.

Uji statistik dengan *one way* ANOVA dengan taraf kepercayaan 95% dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh antara variasi konsentrasi minyak cengkeh dengan nilai SPF yang dihasilkan. Data hasil statistik terlampir pada lampiran 6. Langkah pertamadilakukan uji pendahuluan menggunakan *Npar Test One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test* untuk mengetahui bahwa data terdistribusi normal, oleh karena itu data dapat di analisis menggunakan *Oneway Anova* didapatkan nilai yang menunjukkan signifikansi 0,000 ($< 0,05$) artinya, pengukuran masing-masing nilai SPF yang dihasilkan berbeda secara signifikan. Lalu dilanjutkan dengan uji *Post Hoc* yang dapat diamati dari tabel XIX sebagai berikut:

Tabel XIX.Perbandingan Nilai SPFPada Tiap Formula Krim

| Perbandingan nilai SPF antar formula | | Mean difference | Signifikansi |
|--------------------------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| Formula 1 | Formula 2 | -0.548133* | Berbeda signifikan |
| | Formula 3 | -0.769467* | Berbeda signifikan |
| Formula 2 | Formula 1 | 0.548133* | Berbeda signifikan |
| | Formula 3 | -0.221333* | Berbeda signifikan |
| Formula 3 | Formula 1 | 0.769467* | Berbeda signifikan |
| | Formula 2 | 0.221333* | Berbeda signifikan |

Dari tabel XIX menunjukkan bahwa variasi konsentrasi minyak cengkeh mempengaruhi nilai SPF masing-masing krim tabir surya secara signifikan. Formula 1 memiliki nilai SPF lebih kecil daripada formula 2 dan 3, formula 2 memiliki nilai lebih besar daripada formula 2 dan lebih kecil daripada formula 3, sedangkan formula 3 lebih besar nilainya daripada formula 1 dan 2, sehingga dapat disimpulkan formula 3 memiliki nilai SPF terbesar dan formula 1 memiliki nilai SPF terkecil.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Minyak cengkeh pada ketiga formulasi yaitu F I(5,0%), F II(7,5%) dan F III (10,0%) dapat diformulasi menjadi sediaan krim tabir surya dengan stabilitas fisik yang baik, dimana nilai pH, homogenitas, dan organoleptis stabil selama masa penyimpanan, kecuali daya sebar dan daya lekat krim yang kurang stabil. Dimana pada F I(5,0%) yang memiliki daya lekat paling lama dan F III(10%) yang memiliki daya sebar paling besar.
2. Variasi konsentrasi minyak cengkeh dapat mempengaruhi nilai SPF krim tabir surya secara signifikan. Hasil ini terlihat pada uji statistik yang memperlihatkan bahwa F III(10,0%) menunjukkan nilai SPF yang paling besar dan F I(5,0%) memiliki nilai SPF yang paling rendah.
3. Semua formulasi memenuhi persyaratan krim tabir surya menurut SNI dimana disebutkan bahwa syarat mutu sediaan krim tabir surya harus memiliki nilai SPF minimal 4. Nilai SPF tertinggi krim tabir surya terdapat pada formula III dengan konsentrasi minyak cengkeh 10,0% yaitu 6,68.

B. Saran

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai evaluasi stabilitas minyak cengkeh yang meliputi penetapan sifat fisika, sifat kimia dan uji mikrobiologi.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai formulasi krim tabir surya dengan variasi minyak cengkeh yang mempunyai daya sebar yang lebih baik sehingga krim tabir surya minyak cengkeh lebih stabil dalam penyimpanan.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai formulasi krim tabir surya terkait kandungan minyak atsiri dalam minyak cengkeh supaya menghasilkan nilai SPF yang memenuhi persyaratan.

DAFTAR PUSTAKA

- (1) Nurhasanah, S., Mardawati, E., Herudiyanto, M., 2009, Pemisahan Eugenol dari Minyak Cengkeh Dengan Cara Distilasi Fraksinasi, *Pustaka Unpad*, i-Minyak-Cengkeh (diakses 14 Februari 2010).
- (2) Anonim, 2010, *Usaha Minyak Daun Cengkeh*, [http://www.scribd.com/doc/45194433/ Usaha-Minyak- Daun-Cengkeh](http://www.scribd.com/doc/45194433/Usaha-Minyak-Daun-Cengkeh) (diakses 16 Februari 2010).
- (3) Dwiono, A., Subarni, T., Yuliasuti, I., Susanti D., Pembuatan Senyawa Berkhasiat Tabir Surya 3,4-Dimetoksi Heksi Sinamat dan Bahan Dasar Minyak Cengkeh, *Buletin Penalaran Mahasiswa UGM*, vol 10 no 10 : 3.
- (4) Anonim, 2010, *Dirjen BPOM*, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/24079/5/Chapter%20I.pdf> (diakses tanggal 4 Februari 2011).
- (5) Anonim, 2010, *Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No. HK.00.05.4.1745*, DEPKES RI, Jakarta.
- (6) Anonim, 2007, *Cengkih*, <http://id.wikipedia.org/wiki/Cengkih> (diakses tanggal 10 Oktober 2010).
- (7) Ketaren, 1986, *Pemanfaatan Eugenol Untuk Mencegah Ranciditas Minyak Kelapa*, Undip Press, Semarang.
- (8) Anonim, 2008, *Eugenol*, www.chemNet.com/dict/dict--97-53-0--id.html (diakses tanggal 19 Februari).
- (9) Carter, 1997, *Depending for Pharmaceutical Student 12th Edition*, Pitman Medical Publishing co.Ltd, London, 10, 100, 101-103.
- (10) Wasitaatmadja, S.M., 1997, *Penuntun Ilmu Kosmetik Medik*, Universitas Indonesia Press, Jakarta, 3-9. 111-113.
- (11) Anonim, 2011, SNI 16-4399-1996, <http://pustan.bpkimi.kemenprin.go.id> (diakses pada Februari 2011).
- (12) Petro, A. J., 1981, Correlation of Spectrophotometric Data with Sunscreen P.F, *International Journal Cosmetic Science*, 3, 185-196.

- (13) Sofia, D., 2011, *Antioksidan dan Radikal Bebas*, <http://www.chemistry/?sect=artikel&ext=81> (diakses 3 Februari 2011).
- (14) Indarti, S., 2002, Analisis Faktor- Faktor Yang Dipertimbangkan Konsumen Dalam Keputusan Pembelian Produk Kosmetik Pemutih Wajah, *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Malang.
- (15) Dutra, A.A, 2004, Determination of Sun Protecting Factor (SPF) of Sunscreen by Ultraviolet Spectrophotometry, *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol.40, number 3, 381-382.
- (16) Fried, B., And Sherma, J., 2003, *Handbook Of Thin Layer Chromatography, Third Edition*, Revised And Expanded, Maercel Dekker, Inc., Lafayette College, Easton, Pennsylvania, USA, 23-62.
- (17) Rouessac,F.,Rouessac,A.,And Steve, B., 2007 ,*Chemical Analysis, Modern Instrumentation Methods And Techniques*, Second Edition, John Wiley & Sons, Ltd., University Of Le Mans, France, 119-126.
- (18) Kealey, D., And Haines, P,J., Instant Notes: *Analytical Chemistry*, Bios Scientific Publisher Limited, New York, 132-133.
- (19) Anonim, 1979, *Farmakope Indonesia*, Edisi III, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, 8-9,57-58,96.
- (20) Anonim, 1979, *Formularium Nasional*, departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, 13-14.
- (21) Anonim, 1995, *Farmakope Indonesia*, Edisi Keempat, Departemen Kesuhatan Republik Indonesia, Jakarta.
- (22) Martin, A., Swarbick, J., Cammarata, A.,1993, *Farmasi Fisik*, Jilid I, Yoshita (penerjemah). UI Press, Jakarta.
- (23) Anonim, 2010, *Cermin Dunia Kedokteran*, No 130, 28.
- (24) Sudjadi, M.S., 2007, *Kimia Farmasi Analisis*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- (25) Depkes RI, 2000, *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*, Departemen Kesehatan RI, Jakarta, 1-38.
- (26) Guenther, E., 2003, *Minyak Atsiri*, Jilid IVB. Ketaren (penerjemah). UI Press, Jakarta.

- (27) Voigt, R., 1984, *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi*, diterjemahkan Soendani Noerono Soewandhi, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 94-96, 380-384,438, 434.
- (28) Harborne, J.B., 1987, *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Terbitan kedua, Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro, Penerbit ITB, Bandung, 155.
- (29) Stahl, E., 1985, *Analisis Obat Secara Kromatografi dan Mikroskopi*, Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro, Penerbit ITB, Bandung, 13-14.



LAMPIRAN



Lampiran 1. Hasil Uji Viskositas Krim Tabir Surya

| minggu ke- | Replikasi | Viskositas (cps) | | |
|------------|-----------|------------------|------------|-------------|
| | | formula I | formula II | formula III |
| 0 | 1 | 11595 | 11487 | 11388 |
| | 2 | 11590 | 11485 | 11385 |
| | 3 | 11587 | 11479 | 11382 |
| | 4 | 11590 | 11485 | 11385 |
| | 5 | 11585 | 11472 | 11380 |
| 1 | 1 | 11576 | 11473 | 11376 |
| | 2 | 11574 | 11465 | 11378 |
| | 3 | 11569 | 11463 | 11374 |
| | 4 | 11564 | 11467 | 11377 |
| | 5 | 11564 | 11461 | 11377 |
| 2 | 1 | 11562 | 11457 | 11370 |
| | 2 | 11557 | 11459 | 11365 |
| | 3 | 11545 | 11461 | 11366 |
| | 4 | 11541 | 11448 | 11364 |
| | 5 | 11565 | 11454 | 11362 |
| 3 | 1 | 11553 | 11444 | 11360 |
| | 2 | 11548 | 11446 | 11357 |
| | 3 | 11557 | 11441 | 11353 |
| | 4 | 11544 | 11444 | 11351 |
| | 5 | 11551 | 11441 | 11350 |
| 4 | 1 | 11538 | 11440 | 11347 |
| | 2 | 11534 | 11438 | 11344 |
| | 3 | 11537 | 11435 | 11341 |
| | 4 | 11529 | 11437 | 11337 |
| | 5 | 11526 | 11437 | 11335 |

Lampiran 2. Hasil Uji DayaLekat Krim Tabir Surya

| minggu ke- | Replikasi | Daya lekat (detik) | | |
|------------|-----------|--------------------|------------|-------------|
| | | formula I | formula II | formula III |
| 0 | 1 | 1,39 | 1,00 | 0,82 |
| | 2 | 1,35 | 0,88 | 0,79 |
| | 3 | 1,38 | 1,05 | 0,81 |
| | 4 | 1,35 | 1,08 | 0,83 |
| | 5 | 1,38 | 1,01 | 0,83 |
| 1 | 1 | 1,33 | 1,02 | 0,79 |
| | 2 | 1,34 | 0,90 | 0,81 |
| | 3 | 1,36 | 0,88 | 0,78 |
| | 4 | 1,33 | 1,01 | 0,79 |
| | 5 | 1,34 | 1,07 | 0,83 |
| 2 | 1 | 1,30 | 0,85 | 0,76 |
| | 2 | 1,31 | 0,88 | 0,74 |
| | 3 | 1,28 | 0,90 | 0,72 |
| | 4 | 1,29 | 0,87 | 0,78 |
| | 5 | 1,28 | 0,92 | 0,72 |
| 3 | 1 | 1,24 | 0,87 | 0,73 |
| | 2 | 1,22 | 0,88 | 0,74 |
| | 3 | 1,22 | 0,80 | 0,70 |
| | 4 | 1,25 | 0,89 | 0,75 |
| | 5 | 1,20 | 0,88 | 0,71 |
| 4 | 1 | 1,15 | 0,87 | 0,69 |
| | 2 | 1,13 | 0,85 | 0,67 |
| | 3 | 1,11 | 0,86 | 0,70 |
| | 4 | 1,13 | 0,84 | 0,68 |
| | 5 | 1,10 | 0,86 | 0,71 |

Lampiran 3. Hasil Uji Daya Sebar Krim Tabir Surya

1. Formula 1

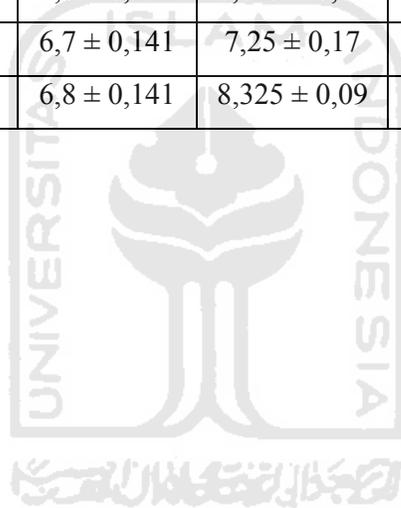
| Beban (gram) | Daya Sebar (cm) | | | | |
|-------------------------|------------------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| | Minggu 0 | Minggu I | Minggu II | Minggu III | Minggu IV |
| - | 5,225 ± 0,206 | 5,2 ± 0,17 | 5,275 ± 0,68 | 5,35 ± 0,19 | 5,45 ± 0,19 |
| 50 | 5,35 ± 0,19 | 5,3 ± 0,11 | 5,375 ± 0,15 | 5,45 ± 0,91 | 5,55 ± 0,19 |
| 100 | 5,45 ± 0,19 | 5,425 ± 0,09 | 5,475 ± 0,15 | 5,55 ± 0,19 | 5,65 ± 0,19 |
| 200 | 5,55 ± 0,19 | 5,525 ± 0,09 | 5,575 ± 0,15 | 5,65 ± 0,19 | 5,7 ± 0,14 |
| 300 | 5,65 ± 0,19 | 5,625 ± 0,09 | 5,675 ± 0,15 | 5,75 ± 0,19 | 5,825 ± 0,15 |
| 400 | 5,75 ± 0,19 | 5,725 ± 0,09 | 5,775 ± 0,15 | 5,85 ± 0,19 | 5,95 ± 0,15 |
| 500 | 5,85 ± 0,19 | 5,825 ± 0,09 | 5,875 ± 0,15 | 5,95 ± 0,19 | 6,075 ± 0,29 |
| 1000 | 5,95 ± 0,19 | 5,925 ± 0,09 | 6 ± 0,18 | 6,05 ± 0,19 | 6,175 ± 0,20 |

2. Formula 2

| Beban (gram) | Daya Sebar (cm) | | | | |
|-------------------------|------------------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| | Minggu 0 | Minggu I | Minggu II | Minggu III | Minggu IV |
| - | 5,175 ± 0,09 | 5,575 ± 0,15 | 5,775 ± 0,12 | 5,92 ± 0,29 | 6,22 ± 0,05 |
| 50 | 5,275 ± 0,09 | 5,675 ± 0,15 | 5,9 ± 0,08 | 6,72 ± 0,17 | 6,35 ± 0,05 |
| 100 | 5,375 ± 0,09 | 5,775 ± 0,15 | 6 ± 0,08 | 7,22 ± 0,22 | 6,475 ± 0,09 |
| 200 | 5,475 ± 0,09 | 5,875 ± 0,15 | 6,2 ± 0,08 | 7,45 ± 0,13 | 6,575 ± 0,09 |
| 300 | 5,575 ± 0,09 | 5,975 ± 0,15 | 6,3 ± 0,08 | 7,6 ± 0,08 | 6,675 ± 0,09 |
| 400 | 5,675 ± 0,09 | 6,075 ± 0,15 | 6,4 ± 0,08 | 7,75 ± 0,05 | 6,825 ± 0,05 |
| 500 | 5,825 ± 0,05 | 6,2 ± 0,115 | 6,5 ± 0,08 | 8 ± 0,08 | 6,925 ± 0,05 |
| 1000 | 6 ± 0,08 | 6,475 ± 0,15 | 6,6 ± 0,08 | 8,25 ± 0,13 | 7,05 ± 0,05 |

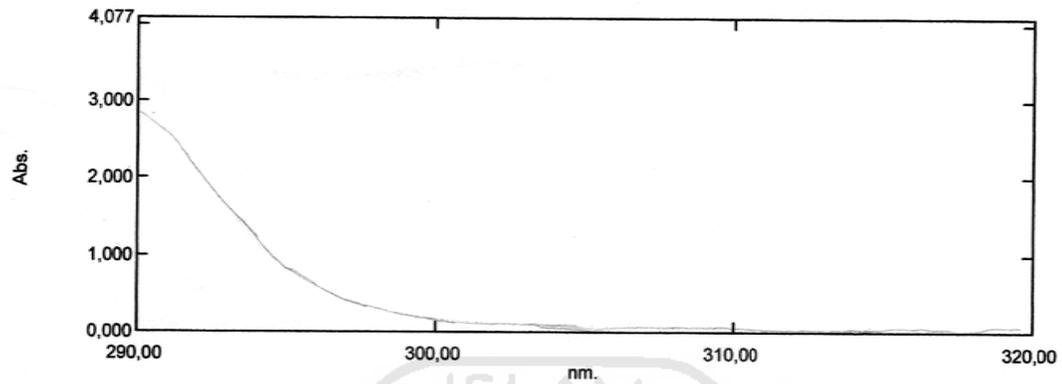
3. Formula 3

| Beban (gram) | Daya Sebar (cm) | | | | |
|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Minggu 0 | Minggu I | Minggu II | Minggu III | Minggu IV |
| - | 5,875 ± 0,15 | 6,05 ± 0,191 | 6,225 ± 0,09 | 6,275 ± 0,20 | 6,65 ± 0,19 |
| 50 | 5,975 ± 0,15 | 6,175 ± 0,18 | 6,325 ± 0,09 | 7,2 ± 0,14 | 6,92 ± 0,05 |
| 100 | 6,1 ± 0,182 | 6,3 ± 0,141 | 6,425 ± 0,09 | 7,425 ± 0,95 | 7,3 ± 0,141 |
| 200 | 6,2 ± 0,182 | 6,4 ± 0,141 | 6,525 ± 0,09 | 7,5 ± 0,08 | 7,675 ± 0,20 |
| 300 | 6,275 ± 0,15 | 6,5 ± 0,141 | 6,625 ± 0,09 | 7,625 ± 0,09 | 8,1 ± 0,115 |
| 400 | 6,45 ± 0,238 | 6,6 ± 0,141 | 6,725 ± 0,09 | 7,725 ± 0,09 | 8,35 ± 0,173 |
| 500 | 6,6 ± 0,294 | 6,7 ± 0,141 | 7,25 ± 0,17 | 8,025 ± 0,09 | 8,6 ± 0,244 |
| 1000 | 6,825 ± 0,33 | 6,8 ± 0,141 | 8,325 ± 0,09 | 8,3 ± 0,014 | 9 ± 0,141 |



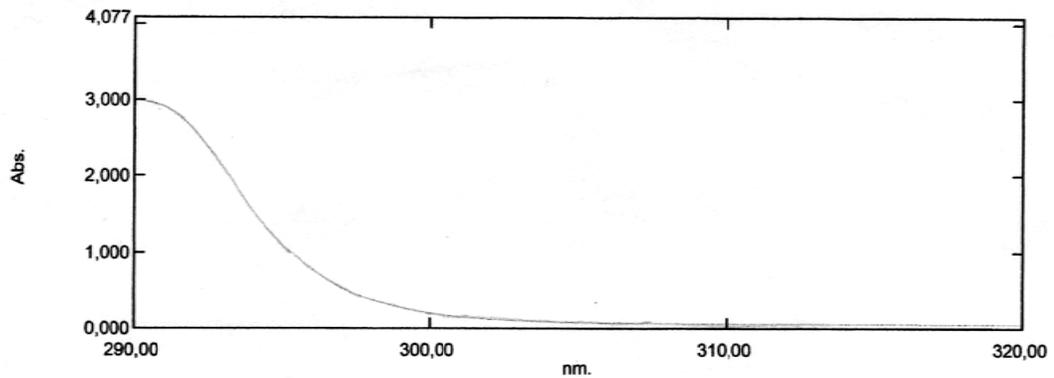
Lampiran 4. Hasil Absorbansi dan Kurva Serapan Krim

Cream Cengkeh 5% - RawData



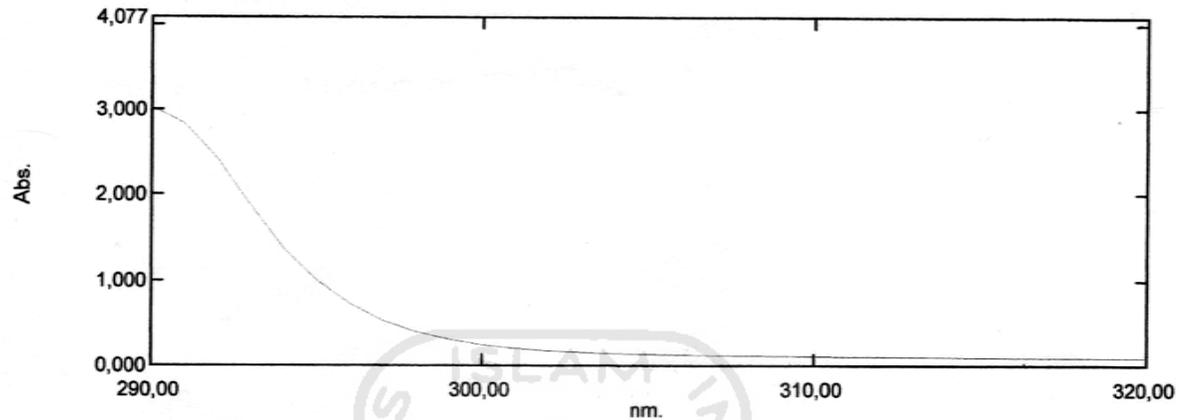
| Wavelength nm. | RawData ... | RawData ... | RawData ... |
|----------------|-------------|-------------|-------------|
| 290,00 | 2,868 | 2,869 | 2,869 |
| 291,00 | 2,596 | 2,597 | 2,598 |
| 292,00 | 2,118 | 2,119 | 2,119 |
| 293,00 | 1,613 | 1,614 | 1,615 |
| 294,00 | 1,159 | 1,159 | 1,159 |
| 295,00 | 0,824 | 0,825 | 0,826 |
| 296,00 | 0,590 | 0,590 | 0,590 |
| 297,00 | 0,414 | 0,415 | 0,415 |
| 298,00 | 0,301 | 0,302 | 0,302 |
| 299,00 | 0,223 | 0,224 | 0,225 |
| 300,00 | 0,171 | 0,172 | 0,173 |
| 301,00 | 0,135 | 0,135 | 0,135 |
| 302,00 | 0,113 | 0,114 | 0,114 |
| 303,00 | 0,098 | 0,099 | 0,099 |
| 304,00 | 0,088 | 0,089 | 0,089 |
| 305,00 | 0,082 | 0,083 | 0,083 |
| 306,00 | 0,077 | 0,078 | 0,079 |
| 307,00 | 0,074 | 0,075 | 0,076 |
| 308,00 | 0,071 | 0,072 | 0,073 |
| 309,00 | 0,069 | 0,069 | 0,069 |
| 310,00 | 0,068 | 0,069 | 0,069 |
| 311,00 | 0,067 | 0,068 | 0,069 |
| 312,00 | 0,066 | 0,067 | 0,067 |
| 313,00 | 0,065 | 0,066 | 0,067 |
| 314,00 | 0,064 | 0,064 | 0,064 |
| 315,00 | 0,064 | 0,065 | 0,066 |
| 316,00 | 0,063 | 0,064 | 0,065 |
| 317,00 | 0,062 | 0,063 | 0,064 |
| 318,00 | 0,061 | 0,062 | 0,063 |
| 319,00 | 0,060 | 0,061 | 0,062 |
| 320,00 | 0,059 | 0,059 | 0,059 |

Cream Cengkeh 7,5% - RawData



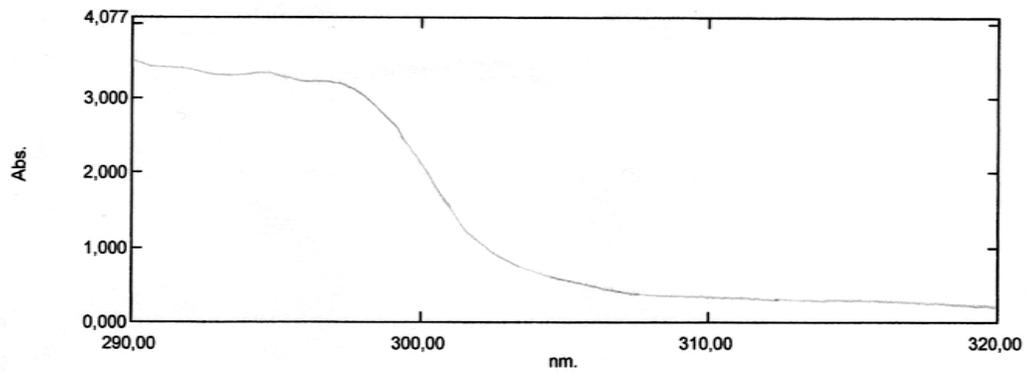
| Wavelength nm. | RawData ... | RawData ... | RawData ... |
|----------------|-------------|-------------|-------------|
| 290,00 | 2,999 | 2,999 | 2,999 |
| 291,00 | 2,932 | 2,933 | 2,934 |
| 292,00 | 2,633 | 2,634 | 2,635 |
| 293,00 | 2,098 | 2,099 | 2,099 |
| 294,00 | 1,524 | 1,525 | 1,525 |
| 295,00 | 1,080 | 1,081 | 1,082 |
| 296,00 | 0,765 | 0,766 | 0,767 |
| 297,00 | 0,527 | 0,528 | 0,529 |
| 298,00 | 0,374 | 0,375 | 0,376 |
| 299,00 | 0,268 | 0,269 | 0,269 |
| 300,00 | 0,198 | 0,198 | 0,199 |
| 301,00 | 0,061 | 0,062 | 0,063 |
| 302,00 | 0,119 | 0,119 | 0,119 |
| 303,00 | 0,099 | 0,099 | 0,099 |
| 304,00 | 0,086 | 0,087 | 0,088 |
| 305,00 | 0,077 | 0,078 | 0,079 |
| 306,00 | 0,071 | 0,072 | 0,073 |
| 307,00 | 0,067 | 0,068 | 0,069 |
| 308,00 | 0,064 | 0,065 | 0,066 |
| 309,00 | 0,062 | 0,063 | 0,064 |
| 310,00 | 0,061 | 0,062 | 0,063 |
| 311,00 | 0,059 | 0,059 | 0,059 |
| 312,00 | 0,058 | 0,059 | 0,060 |
| 313,00 | 0,057 | 0,057 | 0,057 |
| 314,00 | 0,056 | 0,057 | 0,058 |
| 315,00 | 0,055 | 0,056 | 0,057 |
| 316,00 | 0,054 | 0,055 | 0,056 |
| 317,00 | 0,053 | 0,054 | 0,055 |
| 318,00 | 0,052 | 0,053 | 0,054 |
| 319,00 | 0,052 | 0,053 | 0,054 |
| 320,00 | 0,050 | 0,051 | 0,052 |

Cream Cengkeh 10% - RawData



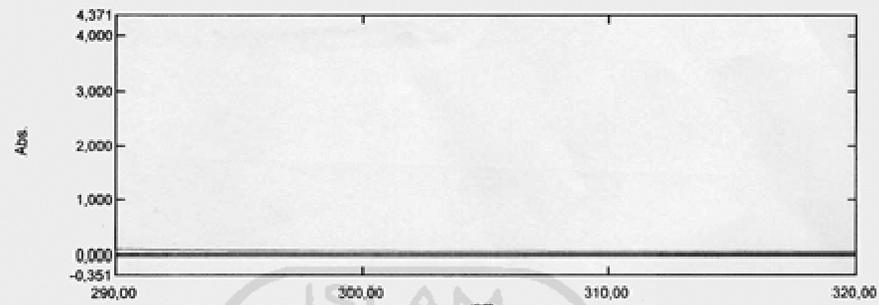
| Wavelength nm. | RawData .. | RawData .. | RawData .. |
|----------------|------------|------------|------------|
| 290,00 | 3,022 | 3,023 | 3,023 |
| 291,00 | 2,832 | 2,833 | 2,834 |
| 292,00 | 2,406 | 2,407 | 2,408 |
| 293,00 | 1,870 | 1,872 | 1,873 |
| 294,00 | 1,368 | 1,369 | 1,369 |
| 295,00 | 0,990 | 0,990 | 0,990 |
| 296,00 | 0,772 | 0,773 | 0,774 |
| 297,00 | 0,520 | 0,521 | 0,521 |
| 298,00 | 0,390 | 0,391 | 0,391 |
| 299,00 | 0,300 | 0,301 | 0,302 |
| 300,00 | 0,240 | 0,241 | 0,241 |
| 301,00 | 0,197 | 0,198 | 0,199 |
| 302,00 | 0,170 | 0,172 | 0,172 |
| 303,00 | 0,152 | 0,153 | 0,153 |
| 304,00 | 0,139 | 0,140 | 0,141 |
| 305,00 | 0,130 | 0,131 | 0,131 |
| 306,00 | 0,123 | 0,123 | 0,123 |
| 307,00 | 0,118 | 0,119 | 0,119 |
| 308,00 | 0,113 | 0,114 | 0,115 |
| 309,00 | 0,110 | 0,111 | 0,112 |
| 310,00 | 0,107 | 0,108 | 0,108 |
| 311,00 | 0,105 | 0,105 | 0,106 |
| 312,00 | 0,102 | 0,103 | 0,103 |
| 313,00 | 0,100 | 0,101 | 0,101 |
| 314,00 | 0,098 | 0,099 | 0,099 |
| 315,00 | 0,097 | 0,98 | 0,098 |
| 316,00 | 0,095 | 0,096 | 0,097 |
| 317,00 | 0,093 | 0,094 | 0,095 |
| 318,00 | 0,092 | 0,093 | 0,094 |
| 319,00 | 0,091 | 0,092 | 0,092 |
| 320,00 | 0,090 | 0,090 | 0,091 |

Minyak Cengkeh Farah - RawData



| Wavelength nm. | RawData ... | RawData ... | RawData ... |
|----------------|-------------|-------------|-------------|
| 290,00 | 3,411 | 3,412 | 3,413 |
| 291,00 | 3,399 | 3,399 | 3,400 |
| 292,00 | 3,386 | 3,387 | 3,388 |
| 293,00 | 3,306 | 3,307 | 3,308 |
| 294,00 | 3,322 | 3,323 | 3,324 |
| 295,00 | 3,337 | 3,338 | 3,339 |
| 296,00 | 3,228 | 3,229 | 3,330 |
| 297,00 | 3,254 | 3,255 | 3,256 |
| 298,00 | 3,098 | 3,099 | 3,101 |
| 299,00 | 2,693 | 2,694 | 2,695 |
| 300,00 | 2,067 | 2,068 | 2,069 |
| 301,00 | 1,500 | 1,501 | 1,502 |
| 302,00 | 1,116 | 1,117 | 1,118 |
| 303,00 | 0,857 | 0,858 | 0,859 |
| 304,00 | 0,682 | 0,683 | 0,684 |
| 305,00 | 0,566 | 0,567 | 0,568 |
| 306,00 | 0,492 | 0,493 | 0,494 |
| 307,00 | 0,439 | 0,440 | 0,441 |
| 308,00 | 0,402 | 0,403 | 0,404 |
| 309,00 | 0,375 | 0,376 | 0,377 |
| 310,00 | 0,356 | 0,357 | 0,358 |
| 311,00 | 0,340 | 0,341 | 0,342 |
| 312,00 | 0,328 | 0,329 | 0,330 |
| 313,00 | 0,317 | 0,318 | 0,319 |
| 314,00 | 0,306 | 0,306 | 0,307 |
| 315,00 | 0,295 | 0,296 | 0,297 |
| 316,00 | 0,283 | 0,284 | 0,285 |
| 317,00 | 0,270 | 0,271 | 0,272 |
| 318,00 | 0,258 | 0,259 | 0,259 |
| 319,00 | 0,245 | 0,246 | 0,247 |
| 320,00 | 0,235 | 0,236 | 0,237 |

Spektrum Basis Cream CMF - RawData



| Wavelength nm. | RawData... | RawData... | RawData... |
|----------------|------------|------------|------------|
| 290,00 | 0,079 | 0,082 | 0,090 |
| 291,00 | 0,074 | 0,078 | 0,082 |
| 292,00 | 0,068 | 0,066 | 0,074 |
| 293,00 | 0,064 | 0,060 | 0,069 |
| 294,00 | 0,059 | 0,057 | 0,061 |
| 295,00 | 0,056 | 0,055 | 0,059 |
| 296,00 | 0,054 | 0,054 | 0,056 |
| 297,00 | 0,052 | 0,053 | 0,054 |
| 298,00 | 0,050 | 0,051 | 0,053 |
| 299,00 | 0,049 | 0,051 | 0,052 |
| 300,00 | 0,048 | 0,049 | 0,051 |
| 301,00 | 0,047 | 0,049 | 0,050 |
| 302,00 | 0,047 | 0,048 | 0,049 |
| 303,00 | 0,046 | 0,048 | 0,049 |
| 304,00 | 0,046 | 0,047 | 0,048 |
| 305,00 | 0,045 | 0,047 | 0,047 |
| 306,00 | 0,045 | 0,046 | 0,047 |
| 307,00 | 0,044 | 0,046 | 0,046 |
| 308,00 | 0,044 | 0,045 | 0,046 |
| 309,00 | 0,044 | 0,045 | 0,046 |
| 310,00 | 0,044 | 0,045 | 0,045 |
| 311,00 | 0,043 | 0,044 | 0,045 |
| 312,00 | 0,043 | 0,044 | 0,044 |
| 313,00 | 0,043 | 0,044 | 0,044 |
| 314,00 | 0,043 | 0,043 | 0,044 |
| 315,00 | 0,042 | 0,043 | 0,044 |
| 316,00 | 0,042 | 0,042 | 0,043 |
| 317,00 | 0,042 | 0,042 | 0,043 |
| 318,00 | 0,041 | 0,042 | 0,042 |
| 319,00 | 0,410 | 0,041 | 0,042 |
| 320,00 | 0,041 | 0,041 | 0,042 |

Lampiran 5. Perhitungan Nilai SPF

$$SPF_{\text{spectrophotometric}} = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

Keterangan :
 EE : Efek spektrum eritemal
 I : Spektrum intensitas surya
 Abs : Absorbansi larutan sampel
 CF : Faktor koreksi (10)
 Dimana, nilai EE x I:

| Panjang Gelombang (λ nm) | EE x I |
|-----------------------------------|---------------|
| 290 | 0,0150 |
| 295 | 0,0817 |
| 300 | 0,2874 |
| 305 | 0,3278 |
| 310 | 0,1864 |
| 315 | 0,0839 |
| 320 | 0,0180 |
| Total | 1,0002 |

Keterangan: Nilai EE x I merupakan nilai konstan dalam persamaan rumus perhitungan nilai SPF

1. Formula 1

- **Replikasi 1**

$$SPF = 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{(2,868 + 0,824 + 0,171 + 0,082 + 0,068 + 0,064 + 0,059)}{7} \right)$$

$$= 5,909$$

- **Replikasi 2**

$$SPF = 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{(2,869 + 0,825 + 0,172 + 0,083 + 0,069 + 0,065 + 0,059)}{7} \right)$$

$$= 5,918$$

- **Replikasi 3**

$$SPF = 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{(2,869 + 0,826 + 0,173 + 0,083 + 0,069 + 0,066 + 0,059)}{7} \right)$$

$$= 5,9226$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{5,909 + 5,918 + 5,9226}{3} = 5,916$$

2. Formula 2

- **Replikasi 1**

$$\begin{aligned} SPF &= 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{(2,999+1,080+0,198+0,077+0,061+0,055+0,050)}{7} \right) \\ &= 6,458 \end{aligned}$$

- **Replikasi 2**

$$\begin{aligned} SPF &= 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{(2,999+1,081+0,198+0,078+0,061+0,056+0,051)}{7} \right) \\ &= 6,464 \end{aligned}$$

- **Replikasi 3**

$$\begin{aligned} SPF &= 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{(2,999+1,082+0,199+0,079+0,062+0,057+0,052)}{7} \right) \\ &= 6,472 \end{aligned}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{6,458 + 6,464 + 6,472}{3} = 6,464$$

3. Formula 3

- **Replikasi 1**

$$\begin{aligned} SPF &= 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{(3,022+0,990+0,240+0,130+0,107+0,097+0,090)}{7} \right) \\ &= 6,681 \end{aligned}$$

- **Replikasi 2**

$$\begin{aligned} SPF &= 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{(3,023+0,990+0,241+0,131+0,108+0,098+0,090)}{7} \right) \\ &= 6,688 \end{aligned}$$

- **Replikasi 3**

$$\begin{aligned} SPF &= 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{(3,023+0,990+0,241+0,131+0,108+0,098+0,091)}{7} \right) \\ &= 6,689 \end{aligned}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{6,681 + 6,688 + 6,689}{3} = 6,686$$

4. Minyak Cengkeh

- **Replikasi 1**

$$\begin{aligned} SPF &= 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{3,411+3,337+2,067+0,566+0,356+0,295+0,235}{7} \right) \\ &= 14,67 \end{aligned}$$

- **Replikasi 2**

$$\begin{aligned} SPF &= 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{3,412+3,338+2,068+0,567+0,357+0,296+0,236}{7} \right) \\ &= 14,68 \end{aligned}$$

- **Replikasi 3**

$$\begin{aligned} SPF &= 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{3,413+3,339+2,069+0,568+0,358+0,297+0,237}{7} \right) \\ &= 14,69 \end{aligned}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{14,67 + 14,68 + 14,69}{3} = 14,68$$

5. Basis

- **Replikasi 1**

$$\begin{aligned} SPF &= 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{0,079+0,056+0,048+0,045+0,044+0,042+0,041}{7} \right) \\ &= 0,51 \end{aligned}$$

- **Replikasi 2**

$$\begin{aligned} SPF &= 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{0,082+0,055+0,049+0,047+0,045+0,043+0,041}{7} \right) \\ &= 0,52 \end{aligned}$$

- **Replikasi 3**

$$\begin{aligned} SPF &= 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{0,090+0,061+0,052+0,048+0,045+0,044+0,042}{7} \right) \\ &= 0,55 \end{aligned}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{0,51 + 0,52 + 0,55}{3} = 0,53$$

Lampiran 6. Hasil Analisis Statistik

A. Nilai SPF

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | nilai SPF |
|----------------------------------|----------------|-----------|
| N | | 9 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | 6.35573 |
| | Std. Deviation | .343102 |
| Most Extreme Differences | Absolute | .284 |
| | Positive | .230 |
| | Negative | -.284 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | .852 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | .463 |

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Oneway

Descriptives

nilai SPF

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-----------|---|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| formula 1 | 3 | 5.91653 | .006918 | .003994 | 5.89935 | 5.93372 | 5.909 | 5.923 |
| formula 2 | 3 | 6.46467 | .007024 | .004055 | 6.44722 | 6.48211 | 6.458 | 6.472 |
| formula 3 | 3 | 6.68600 | .004359 | .002517 | 6.67517 | 6.69683 | 6.681 | 6.689 |
| Total | 9 | 6.35573 | .343102 | .114367 | 6.09200 | 6.61946 | 5.909 | 6.689 |

Test of Homogeneity of Variances

nilai SPF

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .307 | 2 | 6 | .746 |

ANOVA

nilai SPF

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-----------|------|
| Between Groups | .942 | 2 | .471 | 12155.236 | .000 |
| Within Groups | .000 | 6 | .000 | | |
| Total | .942 | 8 | | | |

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

nilai SPF

Tukey HSD

| (I) formula | (J) formula | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-------------|-------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| formula 1 | formula 2 | -.548133* | .005081 | .000 | -.56372 | -.53254 |
| | formula 3 | -.769467* | .005081 | .000 | -.78506 | -.75388 |
| formula 2 | formula 1 | .548133* | .005081 | .000 | .53254 | .56372 |
| | formula 3 | -.221333* | .005081 | .000 | -.23692 | -.20574 |
| formula 3 | formula 1 | .769467* | .005081 | .000 | .75388 | .78506 |
| | formula 2 | .221333* | .005081 | .000 | .20574 | .23692 |

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

B. Stabilitas Fisik Krim

1. Viskositas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | Viskositas Krim |
|----------------------------------|----------------|-----------------|
| N | | 75 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | 11460.05 |
| | Std. Deviation | 82.107 |
| Most Extreme Differences | Absolute | .143 |
| | Positive | .143 |
| | Negative | -.123 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 1.241 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | .092 |

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

a. Viskositas-formula

Oneway

Descriptives

Viskositas Krim

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-----------|----|----------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| formula 1 | 25 | 11559.24 | 20.309 | 4.062 | 11550.86 | 11567.62 | 11526 | 11595 |
| formula 2 | 25 | 11456.76 | 16.662 | 3.332 | 11449.88 | 11463.64 | 11435 | 11487 |
| formula 3 | 25 | 11364.16 | 16.072 | 3.214 | 11357.53 | 11370.79 | 11335 | 11388 |
| Total | 75 | 11460.05 | 82.107 | 9.481 | 11441.16 | 11478.94 | 11335 | 11595 |

Test of Homogeneity of Variances

Viskositas Krim

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| | | | |

Test of Homogeneity of Variances

Viskositas Krim

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .904 | 2 | 72 | .409 |

ANOVA

Viskositas Krim

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 476109.307 | 2 | 238054.653 | 753.057 | .000 |
| Within Groups | 22760.480 | 72 | 316.118 | | |
| Total | 498869.787 | 74 | | | |

Multiple Comparisons

Viskositas Krim

LSD

| (I) Formula | (J) Formula | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-------------|-------------|--------------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| formula 1 | formula 2 | 102.480* | 5.029 | .000 | 92.46 | 112.50 |
| | formula 3 | 195.080* | 5.029 | .000 | 185.06 | 205.10 |
| formula 2 | formula 1 | -102.480* | 5.029 | .000 | -112.50 | -92.46 |
| | formula 3 | 92.600* | 5.029 | .000 | 82.58 | 102.62 |
| formula 3 | formula 1 | -195.080* | 5.029 | .000 | -205.10 | -185.06 |
| | formula 2 | -92.600* | 5.029 | .000 | -102.62 | -82.58 |

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

b. Viskositas-minggu

Descriptives

Viskositas Krim

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------------|----|----------|-------------------|------------|-------------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| | | | | | minggu ke 0 | 15 | | |
| minggu ke 1 | 15 | 11470.53 | 81.726 | 21.102 | 11425.28 | 11515.79 | 11374 | 11576 |
| minggu ke 2 | 15 | 11458.40 | 79.981 | 20.651 | 11414.11 | 11502.69 | 11362 | 11565 |
| minggu ke 3 | 15 | 11449.33 | 83.196 | 21.481 | 11403.26 | 11495.41 | 11350 | 11557 |
| minggu ke 4 | 15 | 11437.00 | 81.231 | 20.974 | 11392.02 | 11481.98 | 11335 | 11538 |
| Total | 75 | 11460.05 | 82.107 | 9.481 | 11441.16 | 11478.94 | 11335 | 11595 |

Test of Homogeneity of Variances

Viskositas Krim

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .040 | 4 | 70 | .997 |

Oneway**ANOVA**

Viskositas Krim

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|------|------|
| Between Groups | 20719.120 | 4 | 5179.780 | .758 | .556 |
| Within Groups | 478150.667 | 70 | 6830.724 | | |
| Total | 498869.787 | 74 | | | |

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Viskositas Krim

LSD

| (I) Minggu | (J) Minggu | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-------------|-------------|--------------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| minggu ke 0 | minggu ke 1 | 14.467 | 30.179 | .633 | -45.72 | 74.66 |
| | minggu ke 2 | 26.600 | 30.179 | .381 | -33.59 | 86.79 |
| | minggu ke 3 | 35.667 | 30.179 | .241 | -24.52 | 95.86 |
| | minggu ke 4 | 48.000 | 30.179 | .116 | -12.19 | 108.19 |
| minggu ke 1 | minggu ke 0 | -14.467 | 30.179 | .633 | -74.66 | 45.72 |
| | minggu ke 2 | 12.133 | 30.179 | .689 | -48.06 | 72.32 |
| | minggu ke 3 | 21.200 | 30.179 | .485 | -38.99 | 81.39 |
| | minggu ke 4 | 33.533 | 30.179 | .270 | -26.66 | 93.72 |
| minggu ke 2 | minggu ke 0 | -26.600 | 30.179 | .381 | -86.79 | 33.59 |
| | minggu ke 1 | -12.133 | 30.179 | .689 | -72.32 | 48.06 |
| | minggu ke 3 | 9.067 | 30.179 | .765 | -51.12 | 69.26 |
| | minggu ke 4 | 21.400 | 30.179 | .481 | -38.79 | 81.59 |
| minggu ke 3 | minggu ke 0 | -35.667 | 30.179 | .241 | -95.86 | 24.52 |
| | minggu ke 1 | -21.200 | 30.179 | .485 | -81.39 | 38.99 |
| | minggu ke 2 | -9.067 | 30.179 | .765 | -69.26 | 51.12 |
| | minggu ke 4 | 12.333 | 30.179 | .684 | -47.86 | 72.52 |
| minggu ke 4 | minggu ke 0 | -48.000 | 30.179 | .116 | -108.19 | 12.19 |
| | minggu ke 1 | -33.533 | 30.179 | .270 | -93.72 | 26.66 |
| | minggu ke 2 | -21.400 | 30.179 | .481 | -81.59 | 38.79 |
| | minggu ke 3 | -12.333 | 30.179 | .684 | -72.52 | 47.86 |

2. Daya lekat

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | Daya Lekat |
|----------------------------------|----------------|------------|
| N | | 75 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | .9812 |
| | Std. Deviation | .22959 |
| Most Extreme Differences | Absolute | .198 |
| | Positive | .198 |
| | Negative | -.110 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 1.717 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | .006 |

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

a. Daya lekat-formula

Descriptives

Daya Lekat

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-----------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| formula 1 | 25 | 1.2716 | .09054 | .01811 | 1.2342 | 1.3090 | 1.10 | 1.39 |
| formula 2 | 25 | .9168 | .07967 | .01593 | .8839 | .9497 | .80 | 1.08 |
| formula 3 | 25 | .7552 | .05116 | .01023 | .7341 | .7763 | .67 | .83 |
| Total | 75 | .9812 | .22959 | .02651 | .9284 | 1.0340 | .67 | 1.39 |

Test of Homogeneity of Variances

Daya Lekat

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 3.863 | 2 | 72 | .025 |

Oneway

ANOVA

Daya Lekat

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 3.489 | 2 | 1.744 | 304.925 | .000 |
| Within Groups | .412 | 72 | .006 | | |
| Total | 3.901 | 74 | | | |

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Daya Lekat

LSD

| (I) Formula | (J) Formula | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-------------|-------------|--------------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| formula 1 | formula 2 | .35480* | .02139 | .000 | .3122 | .3974 |
| | formula 3 | .51640* | .02139 | .000 | .4738 | .5590 |
| formula 2 | formula 1 | -.35480* | .02139 | .000 | -.3974 | -.3122 |
| | formula 3 | .16160* | .02139 | .000 | .1190 | .2042 |
| formula 3 | formula 1 | -.51640* | .02139 | .000 | -.5590 | -.4738 |
| | formula 2 | -.16160* | .02139 | .000 | -.2042 | -.1190 |

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

b. Daya lekat-minggu

Descriptives

Daya Lekat

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| | | | | | minggu ke 0 | 15 | | |
| minggu ke 1 | 15 | 1.0387 | .23718 | .06124 | .9073 | 1.1700 | .78 | 1.36 |
| minggu ke 2 | 15 | .9733 | .24156 | .06237 | .8396 | 1.1071 | .72 | 1.31 |
| minggu ke 3 | 15 | .9407 | .22250 | .05745 | .8174 | 1.0639 | .70 | 1.25 |
| minggu ke 4 | 15 | .8900 | .18566 | .04794 | .7872 | .9928 | .67 | 1.15 |
| Total | 75 | .9812 | .22959 | .02651 | .9284 | 1.0340 | .67 | 1.39 |

Test of Homogeneity of Variances

Daya Lekat

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .752 | 4 | 70 | .560 |

ANOVA

Daya Lekat

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | .301 | 4 | .075 | 1.464 | .223 |
| Within Groups | 3.600 | 70 | .051 | | |
| Total | 3.901 | 74 | | | |

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Daya Lekat

LSD

| (I) Minggu | (J) Minggu | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-------------|-------------|--------------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| minggu ke 0 | minggu ke 1 | .02467 | .08280 | .767 | -.1405 | .1898 |
| | minggu ke 2 | .09000 | .08280 | .281 | -.0751 | .2551 |
| | minggu ke 3 | .12267 | .08280 | .143 | -.0425 | .2878 |
| | minggu ke 4 | .17333* | .08280 | .040 | .0082 | .3385 |
| minggu ke 1 | minggu ke 0 | -.02467 | .08280 | .767 | -.1898 | .1405 |
| | minggu ke 2 | -.06533 | .08280 | .433 | -.0998 | .2305 |
| | minggu ke 3 | -.09800 | .08280 | .241 | -.0671 | .2631 |
| | minggu ke 4 | -.14867 | .08280 | .077 | -.0165 | .3138 |
| minggu ke 2 | minggu ke 0 | -.09000 | .08280 | .281 | -.2551 | .0751 |
| | minggu ke 1 | -.06533 | .08280 | .433 | -.2305 | .0998 |
| | minggu ke 3 | .03267 | .08280 | .694 | -.1325 | .1978 |
| | minggu ke 4 | .08333 | .08280 | .318 | -.0818 | .2485 |
| minggu ke 3 | minggu ke 0 | -.12267 | .08280 | .143 | -.2878 | .0425 |
| | minggu ke 1 | -.09800 | .08280 | .241 | -.2631 | .0671 |
| | minggu ke 2 | -.03267 | .08280 | .694 | -.1978 | .1325 |
| | minggu ke 4 | .05067 | .08280 | .543 | -.1145 | .2158 |
| minggu ke 4 | minggu ke 0 | -.17333* | .08280 | .040 | -.3385 | -.0082 |
| | minggu ke 1 | -.14867 | .08280 | .077 | -.3138 | .0165 |
| | minggu ke 2 | -.08333 | .08280 | .318 | -.2485 | .0818 |
| | minggu ke 3 | -.05067 | .08280 | .543 | -.2158 | .1145 |

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

3. Daya Sebar

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | Daya Sebar |
|----------------------------------|----------------|------------|
| N | | 75 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | 6.9070 |
| | Std. Deviation | 1.03145 |
| Most Extreme Differences | Absolute | .169 |
| | Positive | .169 |
| | Negative | -.131 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 1.467 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | .027 |

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

a. Daya sebar-formula

Descriptives

Daya Sebar

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-----------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| | | | | | formula 1 | 25 | | |
| formula 2 | 25 | 6.8720 | .79703 | .15941 | 6.5430 | 7.2010 | 5.80 | 8.50 |
| formula 3 | 25 | 7.8331 | .93975 | .18795 | 7.4452 | 8.2210 | 6.48 | 9.20 |
| Total | 75 | 6.9070 | 1.03145 | .11910 | 6.6697 | 7.1443 | 5.75 | 9.20 |

Test of Homogeneity of Variances

Daya Sebar

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 25.116 | 2 | 72 | .000 |

ANOVA

Daya Sebar

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 41.318 | 2 | 20.659 | 39.761 | .000 |
| Within Groups | 37.410 | 72 | .520 | | |
| Total | 78.729 | 74 | | | |

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Daya Sebar

LSD

| (I) Formula | (J) Formula | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-------------|-------------|--------------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| formula 1 | formula 2 | -.85600* | .20388 | .000 | -1.2624 | -.4496 |
| | formula 3 | -1.81708* | .20388 | .000 | -2.2235 | -1.4107 |
| formula 2 | formula 1 | .85600* | .20388 | .000 | .4496 | 1.2624 |
| | formula 3 | -.96108* | .20388 | .000 | -1.3675 | -.5547 |
| formula 3 | formula 1 | 1.81708* | .20388 | .000 | 1.4107 | 2.2235 |
| | formula 2 | .96108* | .20388 | .000 | .5547 | 1.3675 |

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

b. Daya sebar-minggu

Descriptives

Daya Sebar

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| | | | | | minggu ke 0 | 15 | | |
| minggu ke 1 | 15 | 6.3683 | .35278 | .09109 | 6.1730 | 6.5637 | 5.91 | 6.85 |
| minggu ke 2 | 15 | 6.9768 | 1.03357 | .26687 | 6.4044 | 7.5492 | 5.80 | 8.55 |
| minggu ke 3 | 15 | 7.5333 | 1.10384 | .28501 | 6.9220 | 8.1446 | 5.75 | 8.55 |
| minggu ke 4 | 15 | 7.4017 | 1.24600 | .32172 | 6.7117 | 8.0917 | 5.80 | 9.20 |
| Total | 75 | 6.9070 | 1.03145 | .11910 | 6.6697 | 7.1443 | 5.75 | 9.20 |

Test of Homogeneity of Variances

Daya Sebar

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 12.327 | 4 | 70 | .000 |

ANOVA

Daya Sebar

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 20.357 | 4 | 5.089 | 6.103 | .000 |
| Within Groups | 58.372 | 70 | .834 | | |
| Total | 78.729 | 74 | | | |

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Daya Sebar

LSD

| (I) Minggu | (J) Minggu | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-------------|-------------|--------------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| minggu ke 0 | minggu ke 1 | -.11333 | .33344 | .735 | -.7784 | .5517 |
| | minggu ke 2 | -.72180* | .33344 | .034 | -1.3868 | -.0568 |
| | minggu ke 3 | -1.27833* | .33344 | .000 | -1.9434 | -.6133 |
| | minggu ke 4 | -1.14667* | .33344 | .001 | -1.8117 | -.4816 |
| minggu ke 1 | minggu ke 0 | .11333 | .33344 | .735 | -.5517 | .7784 |
| | minggu ke 2 | -.60847 | .33344 | .072 | -1.2735 | .0566 |
| | minggu ke 3 | -1.16500* | .33344 | .001 | -1.8300 | -.5000 |
| | minggu ke 4 | -1.03333* | .33344 | .003 | -1.6984 | -.3683 |
| minggu ke 2 | minggu ke 0 | .72180* | .33344 | .034 | .0568 | 1.3868 |
| | minggu ke 1 | .60847 | .33344 | .072 | -.0566 | 1.2735 |
| | minggu ke 3 | -.55653 | .33344 | .100 | -1.2216 | .1085 |
| | minggu ke 4 | -.42487 | .33344 | .207 | -1.0899 | .2402 |
| minggu ke 3 | minggu ke 0 | 1.27833* | .33344 | .000 | .6133 | 1.9434 |
| | minggu ke 1 | 1.16500* | .33344 | .001 | .5000 | 1.8300 |
| | minggu ke 2 | .55653 | .33344 | .100 | -.1085 | 1.2216 |
| | minggu ke 4 | .13167 | .33344 | .694 | -.5334 | .7967 |
| minggu ke 4 | minggu ke 0 | 1.14667* | .33344 | .001 | .4816 | 1.8117 |
| | minggu ke 1 | 1.03333* | .33344 | .003 | .3683 | 1.6984 |
| | minggu ke 2 | .42487 | .33344 | .207 | -.2402 | 1.0899 |
| | minggu ke 3 | -.13167 | .33344 | .694 | -.7967 | .5334 |

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