

**UJI AKTIVITAS *IN VITRO* DAN STABILITAS FISIK FORMULA
KRIM TABIR SURYA RIMPANG KENCUR
(*Kaempferia galanga* L.)**

SKRIPSI



Diajukan oleh :

ELVIANA NOERDIANNINGSIH

07613060

**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
AGUSTUS 2011**

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, Agustus 2011

Penulis,

Elviana Noerdianningsih

HALAMAN PERSEMBAHAN

Special thanks to :

- **Mama, Mama, Mama, Dra. Hj. Dwi Widyaningsih**, motivator terbesar, penyemangat hidupku, alasan terbesar untuk menjadi orang yang lebih baik, semua yang kulakukan kupersembahkan untuk **Mama** tercinta. Lantunan doa mengalir untuk **Mama**, semoga Allah selalu memberikanku kesempatan untuk menjadi dan memberikan yang terbaik untuk **Mama**.
- **Papa, Kokong Noerdiansyah**, untuk semua doa, dukungan baik secara moril maupun materiil.
- My lovely nephew, **Arkhan Ataya Ramadhan**, my lil' cute man, my **Kakan**, I love you my **Kakan**, my favourite, kesayangan onty.
- Nechang **Githa Ayu Aditha, S.Si.**, and my brother **dr. Muhammad Ridhaniar Rahman** for the spirit and motivation.
- Big family, **Slamet Ryanto, S.A.**, miss you all, homesick.
- My girls, my vitamin, **Nikhen Prasasti Wulandari S.Farm., Octariana Sofyan, S.Farm., Dyah Ayu Widowati, S.Farm., Rizky Nur Asrothul Khasanah, S.Farm., Nurmulia, S.Farm.**, pharmacy become so colorful because of you girls ☺ ☺ ☺
- My bif, **Nihayatun Adawiyah Al-Hakim**, laughing all night bif ROFL ☺
- My mood booster, **Septian Fachrizal**, life become so meaningful cause of you, thanks for your presence, thanks for the joy that you bring in, love you love you love you ☺
- **Temperature '07**, The memorable pharmacist in the future. Almamater UII Yogyakarta untuk bantuan dan kerja samanya.
- Semua pihak yang sudah membantu dan memberi dukungan serta semangat yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Thanks all, I love you all ☺ ☺ ☺

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 **UJI AKTIVITAS *IN VITRO* DAN STABILITAS FISIK FORMULA KRIM TABIR SURYA RIMPANG KENCUR (*Kaempferia galanga L.*)**. Shalawat serta salam semoga selalu terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, ulama, dan para pengikutnya yang senantiasa istiqomah mengikuti risalahNya.

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. Yandi Syukri, M.Si., Apt., selaku Dekan FMIPA Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. T.N Syaifullah Sulaiman, M.Si., Apt., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, saran, dan koreksi hingga tersusunnya skripsi ini.
3. Oktavia Indrati, S. Farm., Apt., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan serta saran selama penyusunan skripsi ini.
4. M. Hatta Prabowo, M.Si., Apt selaku dosen penguji I yang telah memberikan pengarahan sehingga naskah skripsi menjadi lebih mudah dipahami semua pihak.
5. Dra. Mimiek Murrukmihadi, SU., 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, Agustus 2011

Elviana Noerdianningsih

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Perumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II. STUDI PUSTAKA	4
A. Tinjauan Pustaka	4
1. Tanaman Kencur	4
a. Sistematika	4
b. Morfologi	4
c. Kandungan Kimia	5
d. Kegunaan	5
2. Rimpang Kencur	6
a. Pemerian	6
b. Identifikasi	6
3. Ekstraksi	7
a. Cara Dingin	7
(1) Maserasi	7
(2) Perkolasi	8

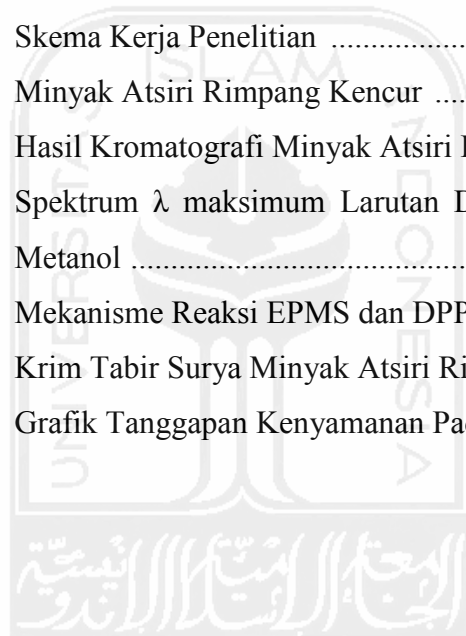
b. Cara Panas	8
(1) Refluks	8
(2) Digesti	8
(3) Sokletasi	8
(4) Infundasi	8
(5) Dekoktasi	9
(6) Destilasi	9
4. Karakteristik Fisika Minyak Atsiri	10
a. Bobot Jenis	10
b. Indeks Bias	11
c. Putaran Optik	11
d. Kelarutan dalam Alkohol	11
5. Krim Tabir Surya	11
6. Pemeriksaan Kualitas Krim	13
a. Uji Homogenitas	13
b. Uji Viskositas	13
c. Uji pH	13
d. Uji Daya Sebar	14
e. Uji Daya Lekat	14
7. Spektrofotometri UV-Visibel	14
8. Antioksidan	15
9. Penentuan Aktivitas Antioksidan	16
a. Pengukuran Absorbansi Peredaman Radikal Bebas DPPH	16
b. Nilai IC ₅₀	17
c. Penentuan Nilai SPF	17
B. Nilai Landasan Teori	18
C. Hipotesis	18
BAB III. METODE PENELITIAN	19
A. Bahan dan Alat	19

1. Bahan	19
2. Alat	19
B. Cara Penelitian	19
1. Skema Kerja Penelitian	19
2. Pengumpulan Bahan Baku	19
3. Determinasi	19
4. Sortasi	22
5. Cara Penyarian	22
6. Karakteristik Sifat Fisika-Kimia Minyak Atsiri Kencur	22
a. Karakteristik Sifat Fisika Minyak Atsiri Rimpang Kencur	22
(1) Organoleptik	22
(2) Bobot Jenis	22
(3) Indeks Bias	23
b. Karakteristik Sifat Kimia Minyak Atsiri Rimpang Kencur	23
7. Formula	23
a. Formula Standar Krim Tabir Surya Minyak Atsiri Rimpang Kencur	23
b. Formula Krim Tabir Surya dari Minyak Atsiri Rimpang Kencur	24
8. Pembuatan Sediaan Krim Tabir Surya	24
9. Evaluasi Sediaan Krim	24
a. Uji Homogenitas	24
b. Uji Viskositas	24
c. Uji pH	25
d. Uji Daya Sebar	25
e. Uji Daya Lekat	25
f. Uji Responden	25
10. Penentuan Aktivitas Antioksidan dan Nilai SPF	25
a. Penentuan λ Maksimal Larutan Stok DPPH 40 ppm	25

b. Pembuatan Larutan Stok Krim Tabir Surya	25
c. Perhitungan % Peredaman Radikal Bebas dan Nilai IC ₅₀	26
d. Perhitungan Nilai SPF	26
C. Analisis Hasil	27
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
A. Identifikasi Tanaman	28
B. Isolasi dan Perhitungan Rendemen Minyak Atsiri Rimpang Kencur	28
C. Identifikasi Minyak Atsiri Rimpang Kencur	29
1. Organoleptis	29
2. Bobot Jenis	30
3. Indeks Bias	30
D. Uji Kualitatis EPMS Minyak Atsiri Rimpang Kencur	31
E. Uji Aktivitas Antioksidan dan Nilai SPF	32
F. Uji Stabilitas Fisik Krim Tabir Surya	35
1. Uji Organoleptik	35
2. Uji Homogenitas	36
3. Uji pH	36
4. Uji Viskositas	37
5. Uji Daya Lekat	38
6. Uji Daya Sebar	39
7. Uji Responden	40
BAB V. PENUTUP	41
A. Kesimpulan	41
B. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	46

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1.	Tanaman Kencur (<i>Kaempferia galanga</i> L.)	5
GAMBAR 2.	Struktur EPMS (<i>Etil p-metoksisinamat</i>)	6
GAMBAR 3.	Antioksidan Bertindak Sebagai Prooksidan Pada Konsentrasi Tinggi	16
GAMBAR 4.	Struktur DPPH (<i>1,1-Diphenil-2-picrylhydrazyl</i>)	17
GAMBAR 5.	Skema Proses Ekstraksi	20
GAMBAR 6.	Skema Kerja Penelitian	21
GAMBAR 7.	Minyak Atsiri Rimpang Kencur	30
GAMBAR 8.	Hasil Kromatografi Minyak Atsiri Rimpang Kencur.....	31
GAMBAR 9.	Spektrum λ maksimum Larutan DPPH 40 ppm dalam Metanol	32
GAMBAR 10.	Mekanisme Reaksi EPMS dan DPPH	33
GAMBAR 11.	Krim Tabir Surya Minyak Atsiri Rimpang Kencur.....	35
GAMBAR 12.	Grafik Tanggapan Kenyamanan Pada Responden	40



DAFTAR TABEL

TABEL I	Formula Standar Krim Tabir Surya Minyak Atsiri Rimpang Kencur	23
TABEL II	Formula Modifikasi Krim Tabir Surya Minyak Atsiri Rimpang Kencur	24
TABEL III	Standar Nilai EE x I yang Digunakan Untuk Menghitung Nilai SPF	27
TABEL IV	Hasil Perhitungan % Peredaman Radikal Bebas, SPF, dan IC ₅₀	33
TABEL V	Hasil Perhitungan Nilai SPF	34
TABEL VI	Hasil Pengamatan Organoleptik Krim Tabir Surya Rimpang Kencur	35
TABEL VII	Viskositas Formula Krim Tabir Surya Selama 4 Minggu Penyimpanan	37
TABEL VIII	Daya Lekat Formula Krim Tabir Surya Selama 4 Minggu Penyimpanan	38
TABEL IX	Daya Lekat Formula Krim Tabir Surya Selama 4 Minggu Penyimpanan	39

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1.	Surat Keterangan	46
LAMPIRAN 2.	Foto Alat Ultrasonic Branson, UV Visible Spectrophotometer, Viskometer Brookfield, Alat Uji Homogenitas, Daya Sebar, dan Daya Pisah	47
LAMPIRAN 3.	Larutan DPPH dan Larutan DPPH yang sudah ditambah dengan Larutan Uji.....	49
LAMPIRAN 4.	Spektrum λ maksimum Larutan DPPH 40 ppm dalam Metanol.....	50
LAMPIRAN 5.	Absorbansi Larutan Sampel Krim Tabir Surya Rimpang Kencur Pada λ maksimum	51
LAMPIRAN 6.	Absorbansi Larutan Sampel Krim Tabir Surya Rimpang Kencur Pada λ UV-B	52
LAMPIRAN 7.	Tabel Rendemen, Bobot Jenis, dan Indeks Bias Rimpang Kencur	53
LAMPIRAN 8.	Evaluasi Fisik Sediaan Krim Tabir Surya Minyak Atsiri Rimpang Kencur	54
LAMPIRAN 9.	Pembuatan dan Penetapan λ maksimum Larutan Standar DPPH	56
LAMPIRAN 10.	Perhitungan % Peredaman Radikal Bebas, Perhitungan IC_{50}	57
LAMPIRAN 11.	Perhitungan Nilai SPF	58
LAMPIRAN 12.	Data Hasil Tanggapan Kenyamanan Krim Tabir Surya Terhadap Responden	60
LAMPIRAN 13.	Form Uji Krim Tabir Surya Pada Responden	61
LAMPIRAN 14.	Hasil SPSS	62

**UJI AKTIVITAS *IN VITRO* DAN STABILITAS FISIK
FORMULA KRIM TABIR SURYA RIMPANG KENCUR
(*Kaempferia galanga L.*)**

INTISARI

Kencur (*Kaempferia galanga L.*) memiliki banyak manfaat dalam bidang kesehatan, salah satunya sebagai anti ultraviolet B karena minyak atsiri rimpang kencur mengandung senyawa etil para metoksi sinamat (EPMS). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi minyak atsiri rimpang kencur terhadap aktivitas *in vitro*, stabilitas fisik, dan tanggapan responden krim tabir surya rimpang kencur. Minyak atsiri rimpang kencur diperoleh dengan metode destilasi uap air. Setelah itu krim tabir surya rimpang kencur diformulasikan dengan variasi jumlah minyak atsiri rimpang kencur yaitu F1 (3%), F2 (6%), dan F3 (9%). Uji aktivitas *in vitro* dilakukan menggunakan metode % peredaman radikal bebas dengan pereaksi DPPH, penentuan nilai SPF, dan perhitungan nilai IC₅₀, sedangkan stabilitas fisik meliputi uji pH, viskositas, homogenitas, daya lekat, dan daya sebar. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan *one way* ANOVA kemudian diteruskan uji Tukey dengan taraf kepercayaan 95%. Variasi minyak atsiri rimpang kencur dapat meningkatkan aktivitas *in vitro*, viskositas dan daya sebar, serta menurunkan daya lekat. Semua formula krim memiliki aktivitas *in vitro* dan sifat fisik yang baik dengan formula 3 yang paling tinggi aktivitas *in vitro* dan diterima responden.

Kata kunci : tabir surya, *Kaempferia galanga L.*, EPMS

***IN VITRO* AACTIVITY TEST AND PHYSICAL STABILITY
FORMULA SUNSCREEN CREAM RHIZOMES OF *KENCUR*
(*Kaempferia galanga* L.)**

ABSTRACT

Kencur (*Kaempferia galanga* L.) has some advantages in healthcare sector, one of them as anti-ultraviolet B because volatile oils from *kencur* contains ethyl para methoxy cinnamic compound. Experiment has been conducted in order to determine the effect of variety sunscreen cream to *in vitro* activity, physical stability and hedonic test. *Kencur* rhizome's volatile oils obtained by steam-water distillation method. In the further step, sunscreen cream formulated with a variety volatile oils of rhizome *kencur* namely F1 (3%), F2 (6%), and F3 (9%). *In vitro* activity test conducted by % free radical reduction method with DPPH reagent, SPF value determination, and calculation of IC₅₀ value, while physical stability consist of pH test, viscosity, homogeneity, adhesion, and the power spread. The data obtained were statistically analyzed by one way ANOVA and Tukey test passed with 95% confidence level. Variations of *kencur* rhizome volatile oil are able to enhance *in vitro* activity, viscosity and the power spread, and lower the adhesion. All-cream formula has *in vitro* activity and good physical properties with the formula 3 which has the highest *in vitro* activity and accepted by respondents.

Keywords : sunscreen, *Kaempferia galanga* L., EPMS

BAB I
PENDAHULUAN
A. Latar Belakang Masalah

Salah satu usaha untuk menjaga penampilan bagi sebagian besar wanita adalah melindungi tubuh dari efek sinar matahari. Meski sebenarnya tubuh telah dilengkapi dengan sistem pertahanan seperti lapisan tanduk, melanin, dan antioksidan, tapi pada tingkat radiasi tinggi, mekanisme proteksi ini dapat dilampaui, sehingga perlu ditambahkan pelindung dari luar. Selain pakaian, sistem pertahanan buatan dari luar yang paling efektif ialah tabir surya. Bahan tabir surya yang dipakai bisa dari bahan alam maupun sintetik, namun akhir-akhir ini banyak yang menggunakan bahan alam karena menguntungkan dari tingkat keamanan serta Indonesia yang kaya akan bahan alam. Salah satu tanaman yang mengandung tabir surya adalah tanaman kencur (*Kaempferia galanga* L.) yang mengandung zat aktif etil para metoksi sinamat (EPMS) yang dapat memblokir sinar ultraviolet B⁽¹⁾.

Dari penelitian sebelumnya telah dilakukan standarisasi terhadap rimpang kencur dengan parameter etil para metoksi sinamat dan asam para metoksi sinamat, hasil penelitian tersebut tanaman kencur memiliki kandungan kimia antara lain minyak atsiri 2,4% – 3,9%, yang terdiri atas etil para metoksi sinamat (30%), kamfer, borneol, sineol, dan pentadekan. Telah dilakukan studi tentang etil para metoksi sinamat dalam sediaan krim tabir surya menggunakan basis kombinasi tween dan span. Dari hasil penelitian tersebut didapat sediaan yang tidak stabil dimana mengalami penurunan kadar etil para metoksi sinamat ketika disimpan selama 70 hari⁽³⁾ yang diduga basis krim yang digunakan menjadi masalah dari ketidakstabilan krim tabir surya tersebut.

Jenis basis krim yang banyak digunakan adalah tipe O/W. Hal ini dikarenakan kemudahan dalam aplikasinya (lebih lembut), mudah dicuci dan dihilangkan dari permukaan kulit. Pada tipe O/W, fase minyak disebut fase internal dan fase air disebut fase eksternal⁽⁴⁾. Minyak atsiri rimpang kencur merupakan fase minyak yang

larut dalam minyak yang terdapat pada basis O/W. Basis O/W dipilih karena cenderung lebih nyaman digunakan pada seluruh tubuh, karena jika menggunakan basis W/O yang komposisi minyaknya lebih besar maka saat penggunaan akan terasa lengket dan tidak nyaman.

Pada penelitian ini akan dibuat sediaan krim dengan khasiat sebagai tabir surya menggunakan basis krim O/W. Zat aktif yang digunakan adalah minyak atsiri rimpang kencur yang mengandung etil para metoksi sinamat yang berfungsi sebagai anti ultraviolet B. Basis krim O/W yang digunakan dibuat oleh PT. Brataco Chemical yang lebih stabil formulasinya dibandingkan dengan basis krim O/W yang dibuat secara manual, sehingga tidak ada permasalahan dalam hal formulasinya dan perlu dilakukan uji aktivitas *in vitro*, stabilitas fisik, dan tanggapan responden terhadap krim tabir surya minyak atsiri rimpang kencur.

B. Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi jumlah minyak atsiri rimpang kencur terhadap aktivitas *in vitro* sediaan krim tabir surya rimpang kencur?
2. Bagaimana pengaruh variasi jumlah minyak atsiri rimpang kencur terhadap stabilitas fisik sediaan krim tabir surya rimpang kencur?
3. Bagaimana tanggapan responden terhadap sediaan krim tabir surya rimpang kencur?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah minyak atsiri rimpang kencur terhadap aktivitas *in vitro* sediaan krim tabir surya rimpang kencur.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah minyak atsiri rimpang kencur terhadap stabilitas fisik sediaan krim tabir surya rimpang kencur.
3. Untuk mengetahui tanggapan responden terhadap sediaan krim tabir surya rimpang kencur.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan beberapa manfaat dalam dunia penelitian maupun dalam masyarakat secara luas, diantaranya:

1. Menambah informasi dalam bidang farmasi khususnya pembuatan sediaan krim dari minyak atsiri rimpang kencur yang berkhasiat sebagai tabir surya dengan memberikan kenyamanan saat pemakaiannya dan dapat menunjang pengembangan formula sediaan krim tabir surya oleh industri farmasi maupun kosmetik.
2. Membantu masyarakat khususnya wanita dalam penyediaan sediaan tabir surya yang relatif aman.



BAB II
STUDI PUSTAKA
A. Tinjauan Pustaka

1. Tanaman Kencur

a. Sistematika

Setiap tanaman memiliki klasifikasi tersendiri untuk dapat membedakan tanaman yang satu dengan yang lain. Tanaman kencur pun memiliki klasifikasi untuk membedakan dengan tanaman sejenisnya. Berikut ini adalah klasifikasi dari tanaman kencur :

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Zingiberales
Famili	: Zingiberaceae
Subfamili	: Zingiberoidae
Genus	: Kaempferia
Spesies	: <i>Kaempferia galanga</i> L. ⁽⁵⁾

b. Morfologi

Terna yang hampir menutupi tanah, tidak berbatang, rimpang bercabang-cabang, berdesak-desakan, akar-akar berbentuk gelondong, kadang-kadang berumbi, panjang 1 cm sampai 1,5 cm. Setiap tanaman berdaun sebanyak 1 sampai 3 (umumnya 2) helai, lebar merata dan hampir menutupi tanah, daun berbentuk jorong lebar sampai hampir bundar, pangkal hampir berbentuk jantung, ujung mendadak lancip, bagian atas berambut, bagian bawah berambut halus, pinggir bergelombang, berwarna merah kecoklatan, bagian tengah berwarna hijau, panjang helai daun 7 cm sampai 15 cm, lebar 2 cm sampai 8 cm, tangkai pendek, berukuran 3 mm sampai 10 mm, pelepah terbenam dalam tanah, panjang 1,5 cm sampai 3,5 cm, bergerigi sampai 2 sampai 3 buah. Tajuk berwarna putih dengan tabung panjang 2,5 cm sampai 5 cm,

ujung berbelah-belah berbentuk pita, panjang 2,5 cm sampai 3 cm, lebar 1,5 mm sampai 3 mm⁽⁵⁾.



Gambar 1. Tanaman Kencur (*Kaempferia galanga* L.)

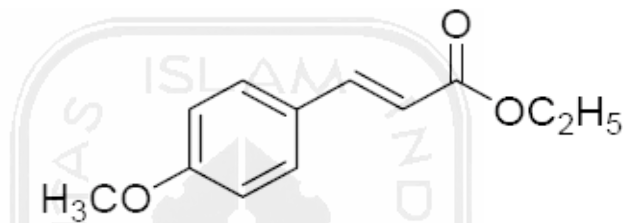
c. Kandungan Kimia

Rimpang mengandung minyak atsiri yang tersusun dari monoterpenoid, sesquiterpenoid (komponen utama adalah *ethylestercinnamic acid* dan *ethylester p-methoxycinnamic acid*), *borneol*, *camphene*, *p-methoxystirene*, λ - Δ^3 -*carene*, *n-pentadekane*, *p-methoxystyrene*. Disamping itu terdapat pula golongan senyawa flavonoid. *Camphene* (C₁₀H₁₆) juga menjadi bahan penyusun minyak atsiri jahe dan minyak sereh dan juga ditemui dalam familia *Lauraceae*⁽⁶⁾.

d. Kegunaan

Rimpang digunakan untuk bumbu masak, obat batuk dan nyeri dada. Minyak atsiri dipakai untuk *aromaticum corrigentis* ataupun sebagai *odoransia*.

Rimpangnya bersifat *analgeticum*, yakni bisa meredakan rasa sakit pada gigi, sakit kepala ataupun rematik, juga merangsang keluarnya angin perut (*carminativum*), penghangat badan serta stimulan. Rimpang yang dimaserasi dengan alkohol digunakan untuk mengurut kaki keseleo, otot kaki yang layu untuk mengencangkan urat-urat atau otot-otot. Selain itu, didalam rimpang kencur juga terkandung senyawa etil para metoksi sinamat yang merupakan senyawa turunan sinamat yang berfungsi sebagai anti ultraviolet B dan antioksidan⁽⁶⁾.



Gambar 2. Struktur EPMS (Etil *p*-metoksisinamat)

2. Rimpang Kencur (*Kaempferia galanga* L.)

a. Pemerian

Bau khas aromatik, rasa pedas, hangat, agak pahit, akhirnya menimbulkan rasa tebal⁽⁶⁾.

b. Identifikasi

Rimpang kencur memiliki kadar abu tidak lebih dari 8%. Kadar abu yang tidak larut dalam asam tidak lebih dari 2,2%. Kadar sari yang larut dalam air tidak kurang dari 14%. Kadar sari yang larut dalam etanol tidak kurang dalam 4%. Bahan organik asing tidak lebih dari 2%. Penyimpanan dalam wadah tertutup baik. Isi minyak atsiri 2,4% sampai 3,9%⁽⁶⁾.

Cara identifikasi rimpang kencur adalah sebagai berikut :

- 1) Pada 2 mg serbuk rimpang tambahkan 5 tetes asam sulfat P; terjadi warna coklat tua.

- 2) Pada 2 mg serbuk rimpang tambahkan 5 tetes asam sulfat encer P; terjadi warna coklat tua.
- 3) Pada 2 mg serbuk rimpang tambahkan 5 tetes larutan kalium hidroksida P 5% b/v; terjadi warna kuning coklat.
- 4) Pada 2 mg serbuk rimpang tambahkan 5 tetes larutan natrium hidroksida P 5% b/v; terjadi warna kuning jingga.
- 5) Mikrodestilasikan 20 mg serbuk rimpang pada suhu 240⁰C selama 90 detik menggunakan tanur TAS, tempatkan hasil mikrodestilasi pada titik pertama dari lempeng KLT silica gel GF₂₅₄ P. Timbang 300 mg serbuk rimpang, campur dengan 5 ml metanol P dan panaskan dalam penangas air selama 2 menit, dinginkan, saring, cuci endapan dengan metanol P secukupnya hingga diperoleh 5 ml filtrat. Pada titik kedua dari lempeng KLT, totolkan 20 µl zat warna I LP. Elusi dengan dikloroetana P dengan jarak rambat 15 cm, keringkan lempeng di udara selama 10 menit, elusi lagi dengan benzene P dengan arah elusi dan jarak rambat yang sama. Amati dengan sinar biasa dan dengan sinar ultraviolet 366 nm. Semprot lempeng dengan anisaldehida – asam sulfat LP, panaskan pada suhu 110⁰C selama 10 menit, amati dengan sinar biasa dan dengan sinar ultraviolet 366 nm.

3. Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan kandungan senyawa kimia dari jaringan tumbuhan maupun hewan. Sebelum ekstraksi dilakukan biasanya bahan-bahan dikeringkan terlebih dahulu kemudian dihaluskan pada derajat kehalusan tertentu⁽⁸⁾.

Beberapa metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut yaitu :

a. Cara Dingin

1) Maserasi

Maserasi adalah proses penyarian simplisia dengan cara perendaman menggunakan pelarut dengan sesekali pengadukan pada temperatur kamar.

Maserasi yang dilakukan pengadukan secara terus menerus disebut maserasi kinetik sedangkan yang dilakukan pengulangan penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan terhadap maserat pertama dan seterusnya disebut remaserasi.

2) Perkolasi

Perkolasi adalah proses penyarian simplisia dengan pelarut yang selalu baru sampai terjadi penyarian sempurna yang umumnya dilakukan pada temperatur kamar. Proses perkolasi terdiri dari tahap pelembaban bahan, tahap perendaman antara, tahap perkolasi sebenarnya (penetesan/penampungan ekstrak) terus menerus sampai diperoleh perkolat yang jumlahnya 1-5 kali bahan.

b. Cara Panas

1) Refluks

Refluks adalah proses penyarian simplisia dengan menggunakan alat pada temperatur titik didihnya, selama waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik.

2) Digesti

Digesti adalah proses penyarian dengan pengadukan berkesinambungan pada temperatur lebih tinggi dari temperatur ruangan, yaitu secara umum dilakukan pada temperatur $40 - 50^{\circ}\text{C}$.

3) Sokletasi

Sokletasi adalah proses penyarian dengan menggunakan pelarut yang selalu baru, dilakukan menggunakan alat soklet sehingga terjadi ekstraksi berkesinambungan dengan pelarut relatif konstan dengan adanya pendingin balik.

4) Infundasi

Infundasi adalah proses penyarian dengan menggunakan pelarut air pada temperatur 90°C selama 15 menit.

5) Dekoktasi

Dekoktasi adalah proses penyarian dengan menggunakan pelarut pada temperatur 90⁰C selama 30 menit⁽⁸⁾.

6) Destilasi (Penyulingan)

Jenis metode destilasi yang dapat digunakan antara lain :

(a) Penyulingan dengan air (*hydro distillation*)

Pada sistem penyulingan dengan air, bahan yang akan disuling langsung kontak dengan air mendidih. Digunakan pada bahan yang kering dan minyaknya tidak rusak oleh pendidihan. Keuntungan dari penggunaan sistem penyulingan ini adalah baik digunakan untuk menyuling bahan yang berbentuk tepung dan bunga-bunga yang mudah membentuk gumpalan jika terkena panas. Selain prosesnya sederhana, metode penyulingan air mempunyai segi kebaikan, yaitu dapat mengekstraksi minyak dari bahan yang berbentuk bubuk (akar, kulit, kayu)⁽⁸⁾.

Kelemahan cara penyulingan air adalah pengekstraksian minyak atsiri tidak dapat berlangsung secara sempurna, walaupun bahan dirajang. Selain itu beberapa jenis ester, misalnya linalin asetat akan terhidrolisa sebagian. Persenyawaan yang peka seperti aldehid, akan mengalami polimerasi karena pengaruh dari air mendidih. Penyulingan air memerlukan ketel suling yang lebih besar, ruangan yang lebih luas dan jumlah bahan bakar yang lebih banyak. Kelemahan lainnya adalah akibat komponen minyak atsiri yang bertitik didih tinggi dan bersifat larut dalam air tidak dapat menguap secara sempurna, sehingga komponen minyak atsiri yang dihasilkan tidak lengkap⁽⁸⁾.

(b) Penyulingan dengan uap (*steam distillation*)

Pada cara ini, air sebagai uap panas terdapat pada “*boiler*” yang terletak terpisah dari ketel penyuling. Uap yang dihasilkan mempunyai tekanan lebih tinggi dari tekanan udara luar. Sistem penyulingan ini baik digunakan untuk mengekstraksi minyak dari bahan-bahan yang segar pada biji-bijian, akar dan

kayu-kayuan yang umumnya mengandung komponen minyak yang bertitik didih tinggi⁽⁸⁾.

Sistem penyulingan ini tidak baik dilakukan terhadap bahan yang mengandung minyak atsiri yang mudah rusak oleh pemanasan dan air. Minyak yang dihasilkan dengan cara penyulingan, baunya akan sedikit berubah dari bau asli alamiah, minyak atsiri yang berasal dari bunga.

(c) Penyulingan dengan uap dan air (*water and steam distillation*)

Pada sistem penyulingan ini, bahan diletakkan di atas piring yang berupa seperti ayakan yang terletak beberapa sentimeter di atas permukaan air dalam ketel penyulingan, uap selalu dalam keadaan basah atau jenuh dan tidak terlalu panas. Keuntungan menggunakan sistem ini adalah karena uap berpenetrasi secara merata dalam jaringan bahan dan suhu dapat dipertahankan sampai 100⁰C. Bahan yang disuling berhubungan dengan uap, tidak dengan air mendidih sehingga bahan tidak menjadi gosong. Lama penyulingan relatif lebih singkat, rendemen minyak lebih besar dan mutunya lebih baik jika dibandingkan dengan minyak hasil penyulingan dengan air. Cara ini digunakan untuk tanaman yang komponen minyaknya rusak apabila dididihkan dalam air⁽⁸⁾.

(d) Ekstraksi Berkesinambungan

Proses ekstraksi yang dilakukan berulang kali dengan pelarut yang berbeda atau resirkulasi cairan pelarut dengan proses yang berurutan beberapa kali. Proses ini dilakukan untuk meningkatkan efisiensi pelarut dan dirancang oleh bahan dalam jumlah besar yang terbagi dalam beberapa bejana ekstraksi⁽⁸⁾.

4. Karakteristik Fisika Minyak Atsiri

a. Bobot Jenis

Bobot jenis suatu zat adalah hasil yang diperoleh dengan membagi bobot zat dengan bobot air dalam piknometer, kecuali dinyatakan lain dalam monografi⁽⁵⁾.

b. Indeks Bias

Indeks bias suatu zat (n) yaitu perbandingan kecepatan cahaya dalam udara dengan kecepatan cahaya dalam zat tersebut. Indeks bias berguna untuk identifikasi zat dan mendeteksi ketidakmurnian⁽⁵⁾.

c. Putaran Optik

Putaran optik adalah kemampuan suatu senyawa untuk memutar bidang polarisasi ke arah kanan (*dextrorotary*) atau ke kiri (*laevorotary*). Sifat optis aktif suatu minyak ditentukan dengan polarimeter, dan nilainya dinyatakan dengan derajat rotari⁽⁵⁾.

d. Kelarutan dalam Alkohol 90%

Kelarutan dalam alkohol 90% didefinisikan sebagai satu bagian volume larut dalam 10 bagian volume alkohol 90%⁽⁹⁾.

5. Krim Tabir Surya

Kulit sebagai lapisan pembungkus tubuh senantiasa mengalami pengaruh lingkungan luar, baik berupa sinar matahari, iklim maupun faktor-faktor kimiawi dan mekanisme kulit tidak saja harus menghilangkan pengaruh panas matahari, tetapi juga harus dapat mengatasi pengaruh bagian sinar matahari⁽¹⁰⁾. Krim tabir surya disebut pula preparat untuk proteksi sinar matahari atau kosmetik pelindung (*protecting*). Perlindungan terhadap sengatan surya juga disebabkan melanin yang terbentuk dalam sel basal kulit setelah penyinaran ultraviolet B akan berpindah ke stratum korneum di permukaan kulit, kemudian teroksidasi oleh sinar ultraviolet A. Jika kulit mengelupas, butir melanin akan lepas, sehingga kulit kehilangan pelindung terhadap sinar matahari. Kosmetika pelindung disini berfungsi melindungi kulit dari kerusakan akibat adanya komponen sinar ultraviolet dari sinar matahari yang mencapai bumi⁽¹¹⁾.

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⁽¹¹⁾. Bahan aktif tabir surya bekerja dengan dua mekanisme yaitu penghambatan fisik

(*physical bloker*), antara lain TiO₂, ZnO, kaolin, CaCO₃, MgO, dan penyerap kimia (*chemical absorber*) meliputi anti UV A misalnya turunan benzophenon antara lain oksibenson, dibenzoilmetan, serta anti UV B yaitu turunan salisilat, turunan *para amoni benzoic acid* (PABA) misalnya oktil dimetil PABA, turunan sinamat (sinoksat, etil heksil parametoksisinamat) dan lain-lain⁽¹²⁾.

Krim tabir surya merupakan kosmetika pelindung dari sinar ultraviolet yang dapat menyaring atau bahkan dapat menahan seluruh sinar matahari untuk mengurangi efek buruk dari sinar matahari. Ada 2 macam tabir surya :

a. Tabir surya kimia

Ciri senyawa tabir surya yang menyerap secara kimia adalah mempunyai inti benzena yang tersubstitusi pada posisi orto maupun para yang terkonjugasi dengan gugus karbonil. Senyawa-senyawa demikian diantaranya adalah turunan asam para amino benzoat (PABA), turunan salisilat, turunan antranilat, turunan benzofenon, turunan kamfer dan senyawa-senyawa turunan sinamat. Senyawa turunan sinamat yang telah digunakan sebagai tabir surya antara lain adalah oktil sinamat, etil4-isopropil sinamat, dietanolamin p-metoksisinamat, dan isoamil p-metoksisinamat⁽¹³⁾. Tabir surya kimia mengabsorpsi hampir 95% radiasi sinar UV-B yang dapat menyebabkan sunburn (eritema dan kerut)⁽¹¹⁾.

b. Tabir surya fisik

Misalnya titanium dioksida, Mg silikat, seng oksida, red petrolatum dan kaolin, yang dapat memantulkan sinar. Tabir surya fisik dapat menahan UV-A maupun UV-B⁽¹¹⁾.

Kemampuan menahan sinar ultraviolet dari tabir surya dinilai dalam factor proteksi sinar (*sun protecting factor* / 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 dianggap baik berada di atas 15. Pathak membagi tingkat kemampuan tabir surya sebagai berikut :

- a. Minimal, bila SPF antara 2 – 4, contoh salisilat, antranilat.
- b. Sedang, bila SPF antara 4 – 6, contoh sinamat, benzofenon.
- c. Ekstra, bila SPF antara 6 – 8, contoh derivat PABA.
- d. Maksimal, bila SPF antara 8 – 15, contoh PABA.
- e. Ultra, bila SPF lebih dari 15, contoh kombinasi PABA, non-PABA, dan fisik⁽¹¹⁾.

6. Pemeriksaan Kualitas Krim

Krim dianggap rusak apabila terganggu sistem campurannya terutama disebabkan oleh perubahan suhu serta perubahan komposisi. Perubahan yang terjadi dikarenakan penambahan salah satu fase secara berlebihan atau pencampuran dua tipe krim jika zat pengemulsinya tidak tercampurkan satu sama lain⁽⁵⁾.

Pemeriksaan kualitas dari sediaan krim antara lain :

a. Homogenitas

Merupakan perataan 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 menentukan tingkat homogenitas zat aktif, tingkat kerja optimal dan bebas pengganggu⁽⁷⁾.

b. Viskositas

Diartikan sebagai koefisien gesekan aliran dalam (kekentalan) suatu larutan. Didapat dengan menggunakan alat yang disebut viskometer, yaitu viskometer Brookfield⁽⁷⁾.

c. pH

Digunakan untuk melihat kondisi krim agar tidak mengiritasi kulit yang mempunyai pH normal 4,5 – 6,5 maka sehingga harus dijaga rentang pH krim yang dibuat⁽¹¹⁾.

d. Daya Sebar

Merupakan kemampuan penyebaran krim pada kulit. Penentuannya dilakukan dengan extensometer. Sebuah sampel krim dengan volume tertentu diletakkan dipusat antara lempeng gelas, dimana lempeng sebelah atas dalam interval waktu tertentu dibebani anak timbangan di atasnya. Permukaan penyebaran yang dihasilkan dengan meningkatkan beban, merupakan karakteristik daya sebar. Daya sebar yang baik akan menjamin pelepasan bahan obat yang memuaskan⁽⁷⁾.

e. Daya Lekat

Daya lekat merupakan kemampuan krim untuk melapisi permukaan kulit secara kedap dan tidak menyumbat pori-pori serta tidak menyumbat fungsi fisiologis kulit⁽⁷⁾.

7. Spektrofotometri UV-Visibel

Ahli kimia telah lama menggunakan warna sebagai bantuan dalam mengenali zat-zat kimia. Spektrofotometri dapat dianggap sebagai perluasan suatu pemeriksaan visual, yaitu dengan menggunakan alat untuk mengukur absorpsi energi radiasi macam-macam zat kimia dan memungkinkan dilakukannya pengukuran kualitatif dan kuantitatif dari suatu zat dengan ketelitian yang lebih besar⁽¹⁴⁾.

Spektrofotometri serapan adalah pengukuran serapan radiasi elektromagnetik panjang gelombang tertentu yang sempit, mendekati monokromatik, yang diserap zat. Pengukuran serapan dapat dilakukan pada daerah ultraviolet (panjang gelombang 190-380 nm) atau pada daerah cahaya tampak (panjang gelombang 380-780). Spektrofotometer pada dasarnya terdiri atas sumber sinar monokromator tempat sel untuk zat yang diperiksa, detektor, penguat arus dan alat ukur atau pencatat⁽¹⁴⁾.

Spektrofotometri yang sering digunakan dalam dunia industri salah satu adalah spektrofotometri ultraviolet dan visible (cahaya tampak). Spektrum UV-Visibel mempunyai spektrum yang lebar dan hanya sedikit informasi tentang struktur

yang bisa didapatkan dari spektrum ini. Tetapi spektrum ini sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif⁽¹⁴⁾.

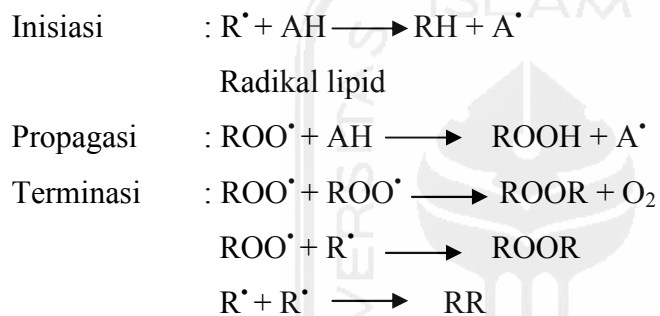
8. Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang mempunyai struktur molekul yang dapat memberikan elektron dengan cuma-cuma kepada molekul radikal bebas tanpa terganggu sama sekali dan dapat memutuskan reaksi berantai dari radikal bebas. Antioksidan yang ada di alam ini dibagi atas tiga macam yaitu : (1) Antioksidan yang dibuat oleh tubuh kita sendiri yang berupa enzim antara lain *superoksidadismutase*, *glutathioneperoxidase*, *peroxidase* dan *katalase*; (2) Antioksidan alami yang dapat diperoleh dari tanaman atau hewan, yaitu tokoferol, vitamin C, betakaroten, flavonoid, dan senyawa fenolik; (3) Antioksidan sintetik dibuat dari bahan-bahan kimia yaitu *Butylated hidroxy-anisole* (BHA), *Butylated Hydroxy-toluene* (BHT), *Propylgallate* (PG), yang ditambah dalam makanan untuk mencegah kerusakan lemak⁽¹⁵⁾.

Antioksidan di dalam tubuh dibedakan atas tiga kelompok, yaitu (1) Antioksidan primer yang bekerja dengan cara mencegah terbentuknya radikal bebas yang baru dan mengubah radikal bebas menjadi molekul yang merugikan, misalnya *glutathionperoksidase*; (2) Antioksidan sekunder yang berfungsi untuk menangkap radikal bebas dan menghalangi terjadinya reaksi berantai, misalnya vitamin C, vitamin E, dan β -karoten; dan (3) Antioksidan tersier yang bermanfaat untuk memperbaiki kerusakan biomolekular yang disebabkan oleh radikal bebas, misalnya *DNA repair enzyme*⁽¹⁶⁾.

Mekanisme kerja antioksidan memiliki dua fungsi. Fungsi pertama merupakan fungsi utama dari antioksidan yaitu sebagai pemberi atom hidrogen. Antioksidan (AH) yang mempunyai fungsi utama tersebut sering disebut sebagai antioksidan primer. Senyawa ini dapat memberikan atom hidrogen secara cepat ke bentuk radikal lipida (R^{\bullet} , ROO^{\bullet}) atau mengubahnya ke bentuk lebih stabil, sementara turunan radikal antioksidan (A^{\bullet}) tersebut memiliki keadaan lebih stabil dibanding radikal lipida.

Fungsi kedua merupakan fungsi sekunder antioksidan, yaitu memperlambat laju autooksidasi dengan berbagai mekanisme diluar mekanisme pemutusan rantai autooksidasi dengan perubahan radikal lipida ke bentuk lebih stabil. Penambahan antioksidan (AH) primer dengan konsentrasi rendah pada lipida dapat mengambat atau mencegah reaksi autooksidasi lemak dan minyak. Penambahan tersebut dapat menghalangi reaksi oksidasi pada tahap inisiasi maupun propagasi (Gambar 2). Radikal-radikal antioksidan (A^{\cdot}) yang terbentuk pada reaksi tersebut relatif stabil dan tidak mempunyai cukup energi untuk dapat bereaksi dengan molekul lipida lain yang membentuk radikal lipida baru⁽¹⁷⁾.



Gambar 3. *Antioksidan Bertindak Sebagai Prooksidan Pada Konsentrasi Tinggi*

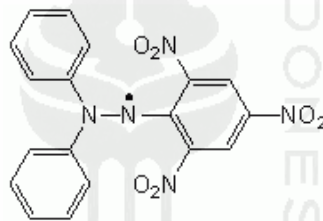
9. Penentuan Aktivitas Antioksidan

Berbagai macam metode pengukuran aktivitas antioksidan telah digunakan untuk memantau dan membandingkan aktivitas antioksidan pada makanan memberikan hasil yang beragam tergantung pada spesifitas dari radikal bebas yang digunakan sebagai reaktan.

a. Pengukuran Absorbansi Peredaman Radikal Bebas DPPH

Sebuah metode yang cepat, sederhana dan murah untuk mengukur aktivitas antioksidan dari makanan yaitu dengan melibatkan penggunaan radikal bebas *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl* (DPPH). DPPH digunakan luas untuk menguji kemampuan dari suatu senyawa atau komponen untuk bereaksi sebagai penangkap radikal bebas atau donor hidrogen dan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan dari makanan. DPPH juga digunakan untuk menentukan antioksidan

dalam kompleks biologi dalam beberapa tahun terakhir. Metode DPPH dapat digunakan untuk sampel padat ataupun cair dan telah digunakan untuk mengukur kadar antioksidan pada sampel⁽¹⁸⁾. Larutan uji dengan berbagai konsentrasi (10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 80 ppm, 160 ppm) sebanyak 4 ml ditambahkan 1 ml larutan pereaksi DPPH dimasukkan dalam vial dikocok. Didiamkan pada suhu kamar selama 30 menit, kemudian dibaca serapan aktivitasnya pada panjang gelombang maksimum. Blangko yang digunakan metanol sebagai kontrol positif⁽¹⁹⁾. Setelah bereaksi dengan antioksidan warna larutan akan berkurang dan berubah menjadi kuning. Perubahan warna ini dapat diukur secara spektrofotometri kemudian dihitung nilai % peredaman radikal bebasnya dengan rumus⁽²⁰⁾. Struktur dari DPPH dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 4. Struktur DPPH (*1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl*)

b. Nilai IC_{50} (*50% inhibitory concentration*)

Nilai IC_{50} diperoleh dari persamaan regresi linier $Y = bx + a$, dimana $Y = \%$ penangkap radikal dan $x =$ seri konsentrasi, dimana $Y = 0,5$ ⁽²³⁾. Konsentrasi yang memberikan nilai IC_{50} yakni konsentrasi ekstrak/fraksi yang memberikan persen aktivitas antioksidan senilai 50% dibanding kontrol melalui suatu persamaan garis regresi linier.

c. Penentuan Nilai SPF

Penentuan efektivitas sediaan tabir surya dilakukan dengan menentukan nilai SPF secara *in vitro* dengan metode spektrofotometri. Para ahli kulit menyarankan agar tabir surya dipilih minimal SPF 15 namun untuk yang beraktivitas di luar ruangan sebaiknya menggunakan minimal SPF 30⁽⁹⁾.

B. Landasan Teori

Kencur (*Kaempferia galanga* L.) mempunyai kandungan kimia antara lain minyak atsiri 2,4 – 3,9% yang terdiri atas etil para metoksi sinamat (30%), kamfer, borneol, sineol, dan pentadekan. Adanya kandungan etil para metoksi sinamat dalam kencur yang merupakan senyawa turunan sinamat berfungsi sebagai pengeblok kimia antiultraviolet B yang berguna sebagai tabir surya^(1,2).

Minyak atsiri dalam rimpang kencur mengandung kurang lebih 23 macam senyawa, diantaranya mengandung senyawa aromatik, monoterpene, dan seskuiterpen yang mempunyai efek mengurangi dan menghilangkan rasa nyeri (*analgesic*). Kencur juga bersifat stimulan, sehingga dapat digunakan sebagai penambah tenaga. Selain itu juga bersifat karminatif atau meluruhkan angina.

Jenis basis krim yang banyak digunakan adalah tipe O/W. Hal ini dikarenakan kemudahan dalam aplikasinya (lebih lembut), mudah dicuci dan dihilangkan dari permukaan kulit. Pada tipe O/W, fase minyak disebut fase internal dan fase air disebut fase eksternal⁽⁴⁾. Minyak atsiri rimpang kencur merupakan fase minyak sehingga jenis basis krim O/W cocok digunakan untuk senyawa ini.

Krim tabir surya rimpang kencur yang menggunakan basis O/W kombinasi tween – span mengalami penurunan kadar etil para metoksi sinamat ketika disimpan selama 70 hari⁽³⁾. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai aktivitas tabir surya *in vitro* dan stabilitas fisik krim minyak atsiri rimpang kencur menggunakan basis O/W yang diharapkan sudah tidak ada masalah dalam hal kestabilan formula krim.

C. Hipotesis

Krim tabir surya rimpang kencur dengan variasi jumlah minyak atsiri rimpang kencur diduga dapat mempengaruhi aktivitas *in vitro* dan stabilitas fisiknya. Semakin besar jumlah minyak atsiri rimpang kencur yang ditambahkan maka aktivitas *in vitro* dan stabilitas fisiknya semakin baik yaitu pada F3 yang mengandung minyak atsiri rimpang kencur sebanyak 9% dari bobot total.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Rimpang kencur (*Kaempferia galanga* L.) (diperoleh dari kecamatan Pituruh, Kabupaten Purworejo), kristal etil para metoksi sinamat (kualitas farmasi), basis O/W (kualitas farmasi), aquadest (kualitas farmasi), hexane (kualitas farmasi), etil asetat (kualitas farmasi), anisaldehyd H₂SO₄ (kualitas farmasi), etanol 95% (kualitas farmasi), DPPH (kualitas farmasi).

2. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

Seperangkat alat destilasi uap-air, alat uji daya lekat, alat uji daya sebar, neraca elektrik (Mettler), alat-alat gelas (Pyrex), *object glass*, Viskometer (Brookfield), *Ultrasonic* (Branson 550), pH universal (Merck), *mixer* (Cosmos), *homogenizer* (Ultra Ik), silica gel 60 F₂₅₄, Refraktometer (Abbe), Piknometer (Pyrex), Spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu-Uv 1800).

B. Cara Penelitian

1. Skema Kerja Penelitian

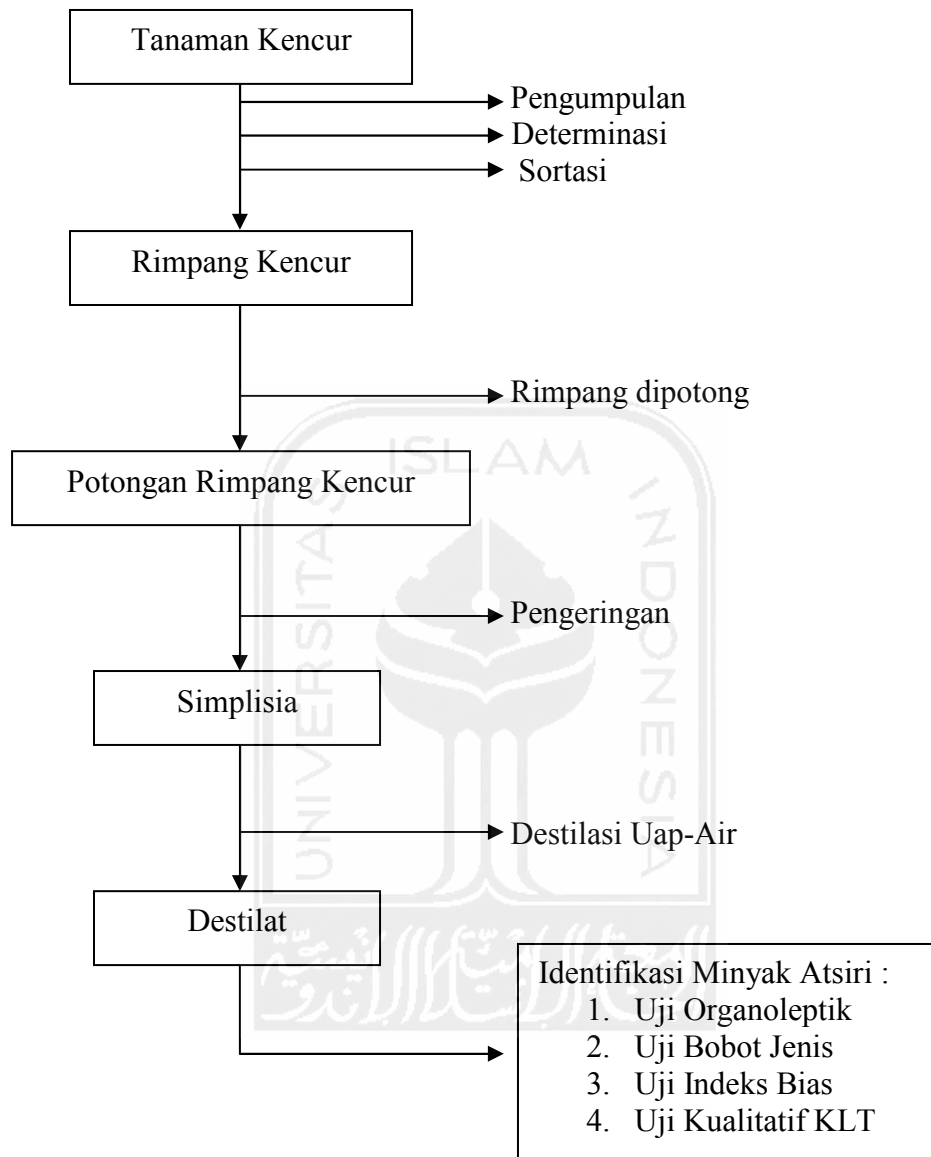
Skema kerja penelitian krim tabir surya dari minyak atsiri rimpang kencur dapat dilihat pada gambar 5 dan 6.

2. Pengumpulan Bahan Baku

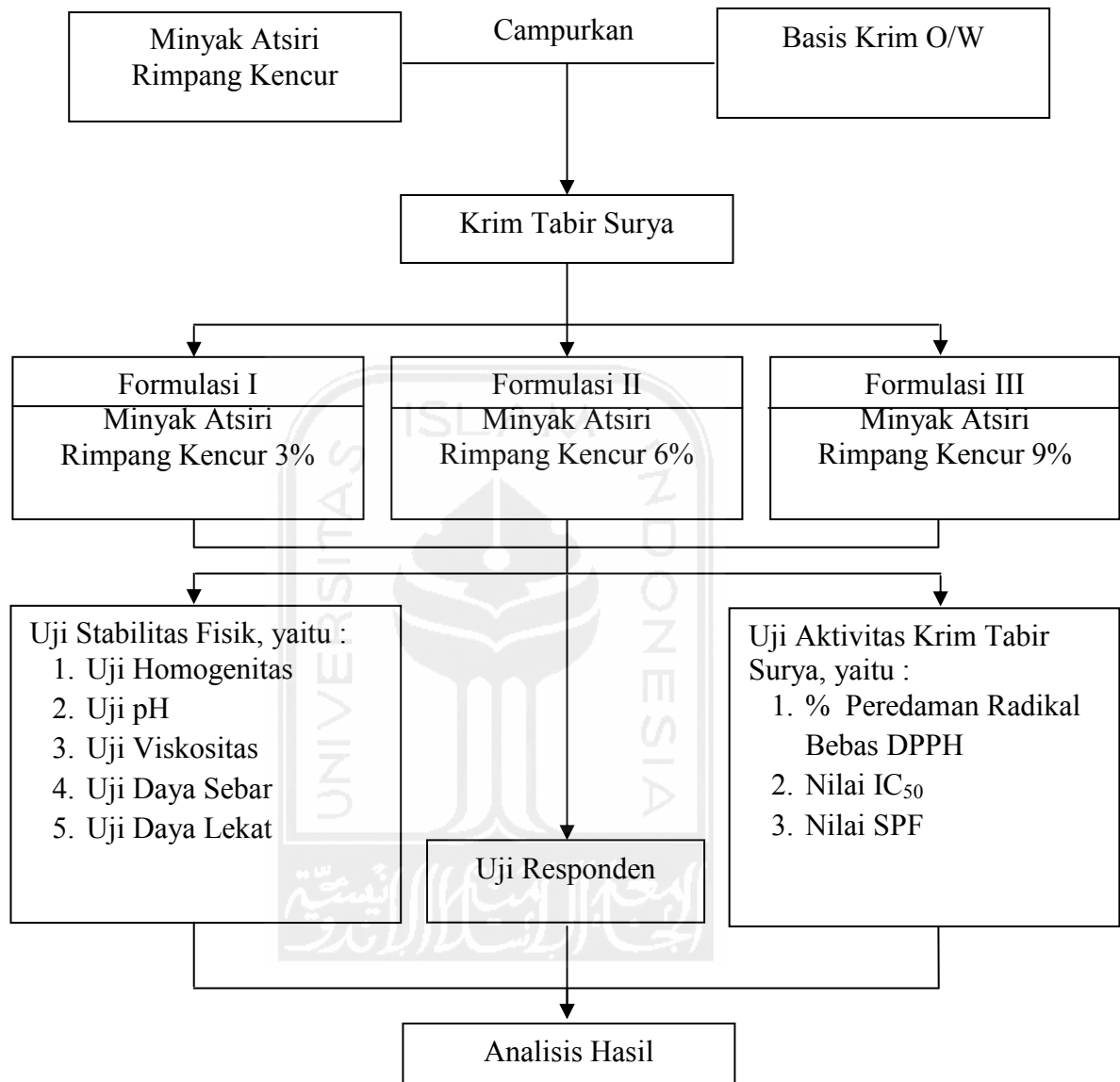
Rimpang kencur yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kecamatan Pituruh, Kabupaten Purworejo.

3. Determinasi

Determinasi dilakukan di laboratorium Biologi Farmasi Universitas Islam Indonesia dengan menggunakan buku Flora of Java (*Spermatophytes only*).



Gambar 5. Skema Proses Ekstraksi ⁽⁵⁾



Gambar 6. Skema Kerja Penelitian ⁽⁵⁾

4. Sortasi

Rimpang yang sudah diperoleh disortasi terlebih dahulu dengan tujuan untuk memisahkan bagian tanaman yang akan digunakan dari bagian tanaman lain yang tidak diinginkan lalu segera dicuci bersih. Pencucian dilakukan pada air yang mengalir untuk menghilangkan kotoran yang masih melekat seperti tanah dan peptisida.

5. Cara Penyarian

Kencur sebanyak 10 kg dipotong kecil-kecil (ukuran ± 3 mm) agar proses ekstraksi dapat maksimal. Kemudian dilakukan ekstraksi menggunakan destilasi uap-air dimana air terletak dibagian bawah, sedangkan kencur dibagian atas. Setelah itu dipanaskan sampai minyak atsiri menetes ke dalam labu ukur.

6. Karakteristik Sifat Fisika-Kimia Minyak Atsiri Kencur

a. Karakteristik Sifat Fisika Minyak Atsiri Rimpang Kencur

1) Organoleptik

Pemeriksaan organoleptis meliputi: bentuk, warna, rasa, dan bau.

2) Bobot Jenis

Pengukuran bobot jenis menggunakan piknometer yang bersih, kering, dan telah dikalibrasi dengan menetapkan bobot piknometer dan bobot air yang telah dididihkan pada suhu 25°C , suhu minyak atsiri diatur $\pm 20^{\circ}\text{C}$, masukkan dalam piknometer. Suhu piknometer yang telah diisi diatur hingga suhu 25°C , kelebihan minyak atsiri dibuang dan 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 .

3) Indeks Bias

Pengukuran indeks bias dilakukan dengan menggunakan refraktometer tipe Abbe` dengan kisaran 1,3-1,7 untuk analisis minyak atsiri. Nilai indeks bias dari bahan dapat dibaca langsung⁽²⁴⁾.

b. Karakteristik Sifat Kimia Minyak Atsiri Rimpang Kencur

Deteksi senyawa menggunakan *Thin Layer Chromatography* (TLC) digunakan untuk melihat kandungan senyawa dalam minyak atsiri kencur, terutama senyawa etil para metoksi sinamat yang dilakukan di LPPT UGM. Digunakan fase diam silica gel 60 F₂₅₄ dan fase gerak hexane : etil asetat (40:10) karena mampu mengelusi larutan uji dan pembanding dengan baik. Pereaksi semprot anisaldehyd H₂SO₄ digunakan sebagai pendeteksi. Pereaksi semprot ini dipilih karena tujuan dari KLT adalah untuk mengidentifikasi ada tidaknya etil para metoksi sinamat dalam sampel. Uji Kualitatif EPMS dilakukan dengan mengambil sebanyak 50 µL sampel minyak, kemudian diencerkan dengan etanol 20 kali. Spotting sampel sebanyak 2 µL pada *plate* silica gel F₂₅₄ dan masukkan *plate* ke dalam chamber jenuh fase gerak hexane : etil asetat (40:10). Elusikan hingga batas, lalu keringkan *plate*, amati dibawah sinar UV, semprot dengan pereaksi anisaldehyd H₂SO₄ dan panaskan pada suhu 110⁰C selama 2 menit⁽²⁵⁾.

7. Formula

a. Formula Standar Krim Tabir Surya Minyak Atsiri Rimpang Kencur

Formulasi standar krim tabir surya dapat dilihat pada tabel dibawah ini⁽⁵⁾.

Tabel I. *Formula Standar Krim Tabir Surya Minyak Atsiri Rimpang Kencur*

Bahan	Jumlah	Bahan	Jumlah
Minyak Atsiri Rimpang Kencur	3,00 %	Sorbitan Monostearat	2,00 %
Asam Stearat	14,00 %	Polisorbat 60 %	3,50 %
Setil Alkohol	1,00 %	Sorbitol 70 %	3,00 %
Isoprophyl Palmitat	1,00 %	Propilen Glikol	1,50 %
Nipagin	0,05 %	Aquadest ad	100,00 %
Nipasol	0,10 %	Bobot Total	150,00 gram

b. Formula Modifikasi Krim Tabir Surya Minyak Atsiri Rimpang Kencur

Formula modifikasi krim tabir surya minyak atsiri rimpang kencur dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel II. *Formula Modifikasi Krim Tabir Surya Minyak Atsiri Rimpang Kencur*

Bahan	F I	F II	F III
Minyak Atsiri Rimpang Kencur	3,00 %	6,00 %	9,00 %
Basis Krim O/W ad	100,00 %	100,00 %	100,00 %
Bobot Total	150 gram		

Basis O/W yang digunakan mengandung asam stearat, stearil alkohol, setil alkohol, gliserin, metilparaben, propilparaben, natrium hidroksida, dan aquadest.

8. Pembuatan Sediaan Krim Tabir Surya

Semua bahan yang dibutuhkan ditimbang, yaitu fase air (basis O/W) dan fase minyak (minyak atsiri rimpang kencur), kemudian dicampurkan fase minyak ke bagian fase air sedikit demi sedikit sampai terbentuk krim. Setelah terbentuk massa krim, dilakukan uji aktivitas tabir surya *in vitro*, stabilitas fisik, dan tanggapan responden.

9. Evaluasi Sediaan Krim

a. Uji Homogenitas

Sampel dioleskan pada lempeng kaca secara merata kemudian diamati secara visual homogenitas dari krim tabir surya dari minyak atsiri rimpang kencur.

b. Uji Viskositas

Krim dimasukkan ke dalam gelas beaker, kemudian diuji viskositasnya menggunakan viscometer Brookfield *spindle* S64 dengan kecepatan 100 rpm.

c. Uji pH

Krim dioleskan pada kertas pH universal, kemudian cocokkan warna yang terbentuk dengan warna standar.

d. Uji Daya Sebar

Krim dengan berat 0,50 gram diletakkan ditengah-tengah kaca, ditutup dengan kaca lain yang telah ditimbang dan dibiarkan selama 1 menit kemudian diukur diameter sebar krim. Setelah itu diberi penambahan beban tiap 1 menit sebesar 50 gram sampai 2000 gram lalu diukur diameter sebar untuk melihat pengaruh beban terhadap perubahan diameter sebar krim (diperoleh diameter sebar yang konstan).

e. Uji Daya Lekat

Krim dengan berat 0,25 gram diletakkan di antara dua objek yang telah ditentukan luasnya kemudian ditambahkan beban 1 kg selama 5 menit diatasnya. Setelah itu gelas objek dipasang pada alat tes, kemudian dicatat waktu krim sampai terlepas dari gelas objek⁽²⁶⁾.

f. Uji Responden

Uji dilakukan terhadap sejumlah responden. Responden dalam penelitian ini berjumlah 20 orang. Uji ini perlu dilakukan dengan tujuan penerimaan responden terhadap krim tabir surya rimpang kencur.

10. Penentuan Aktivitas Antioksidan dan Nilai SPF

a. Penentuan λ Maksimal Larutan Stok DPPH 40 ppm

Sebanyak 4 mg DPPH (1,1-*diphenyl-2-picrylhydrazil*) dilarutkan ke dalam 100 mL metanol, kemudian baca absorbansinya.

b. Pembuatan Larutan Stok Krim Tabir Surya

Krim tabir surya rimpang kencur sebanyak 1 gram dilarutkan dengan metanol hingga 100 mL, kemudian dihomogenkan dengan menggunakan alat Ultrasonic selama 5 menit. Baca absorbansinya pada λ maksimal larutan stok DPPH.

c. Perhitungan % Peredaman Radikal Bebas dan Nilai IC_{50}

Larutan stok krim tabir surya dipipet sebanyak 5 mL, kemudian ditambahkan dengan 1 mL larutan stok DPPH. Tambahkan dengan metanol hingga volumenya mencapai 25 mL, kemudian diamkan di tempat gelap selama 30 menit. Baca absorbansinya pada λ maksimal larutan stok DPPH. Lakukan perhitungan % peredaman radikal bebas dengan rumus :

$$\% \text{ Peredaman Radikal Bebas} = 1 - \frac{\text{absorbansi uji}}{\text{absorbansi kontrol}} \times 100\%$$

Setelah didapat nilai % peredaman, dilakukan perhitungan nilai IC_{50} , dengan menggunakan regresi linier dari absorbansi pada λ gelombang maksimum dan nilai % peredaman radikal bebas.

d. Perhitungan Nilai SPF

Uji SPF dilakukan dengan melarutkan 1 gram dari setiap formula dilarutkan dengan metanol pa. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV pada panjang gelombang UV-B yaitu 290-320 nm dan dilakukan replikasi sebanyak tiga kali. Nilai SPF (*Sun Protecting Factor*) dengan menggunakan rumus dibawah ini ⁽²²⁾.

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

Keterangan : EE : Efek spektrum eritemal

I : Spektrum intensitas surya

Abs : Absorbansi larutan sampel

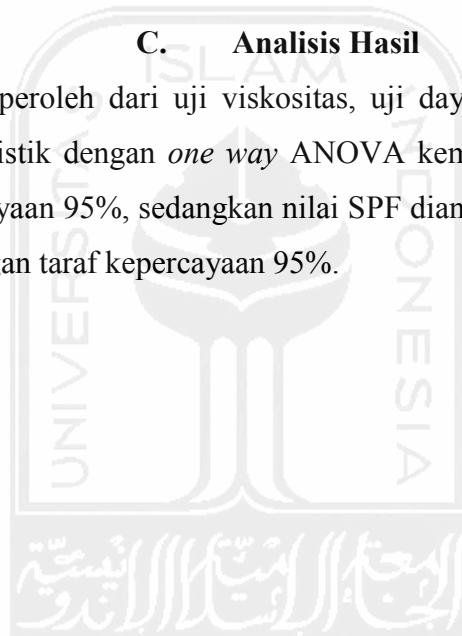
CF : Faktor koreksi (10)

Tabel III. Standar nilai $EE \times I$ yang digunakan untuk menghitung nilai SPF

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

C. Analisis Hasil

Data yang diperoleh dari uji viskositas, uji daya sebar, dan uji daya lekat dianalisis secara statistik dengan *one way* ANOVA kemudian diteruskan uji Tukey dengan taraf kepercayaan 95%, sedangkan nilai SPF dianalisis secara statistik dengan Kruskal-Wallis dengan taraf kepercayaan 95%.



BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Tanaman

Identifikasi tanaman merupakan suatu cara yang dilakukan untuk mengetahui kebenaran identitas suatu bagian tanaman. Identitas rimpang kencur dilakukan di Laboratorium Biologi Farmasi Jurusan Farmasi Universitas Islam Indonesia dengan berpedoman buku Flora Of Java didapatkan rumus sebagai berikut :

1b-2b-3b-4b-6b-7b-9b-10b-11a Golongan 5. Teristimewa Monocotyledoneae
67b-69b-70b-71a 32. Zingiberaceae
1a-2b-6b-7b-8b-10a 10. Kaempferia
1a-2a *Kaempferia galanga* Linn⁽²⁷⁾.

Berdasarkan hasil determinasi tanaman tersebut, terbukti bahwa tanaman yang akan digunakan dalam penelitian adalah benar-benar tanaman *Kaempferia galanga* L. (Lampiran 1).

B. Isolasi dan Perhitungan Rendemen Minyak Atsiri Rimpang Kencur

Untuk membuat minyak atsiri rimpang kencur, kencur disortasi dan dibersihkan kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan selama 24 jam. Pengerangan dilakukan untuk mengurangi kadar air, menghentikan reaksi enzimatik, dan mencegah tumbuhnya jamur sehingga didapatkan simplisia yang tidak mudah rusak dan bahan kering yang diperoleh dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama agar komposisi kimianya tidak mengalami perubahan. Setelah kering dilakukan ekstraksi dengan metode destilasi uap-air. Minyak atsiri yang didapat adalah 50 mL setiap 1,5 kg rimpang kencur yang telah dikeringkan.

Minyak atsiri rimpang kencur diisolasi dengan metode destilasi air-uap. Metode ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan destilasi air yaitu dapat digunakan untuk bahan basah/segar, bahan tidak gosong karena pemanasannya dengan uap jenuh dan basah serta bertekanan rendah, dan kemungkinan terjadinya

kerusakan minyak atsiri lebih kecil karena bahan tidak berhubungan langsung dengan air panas dan juga karena suhu pemanasan tidak akan melebihi suhu uap jenuh pada tekanan 1 atmosfer (pada tekanan 1 atmosfer suhu uap tidak pernah lebih dari 100°C). Bila dibandingkan dengan destilasi uap, keuntungan metode ini adalah kecepatan penguapan yang lebih cepat dengan adanya air. Walaupun suhu tinggi lebih mudah dicapai dengan destilasi uap, tetapi suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan bau kurang enak dari minyak atsiri yang dihasilkan karena komponen minyak atsiri dengan berat molekul tinggi lebih cepat terdestilir.

Minyak atsiri yang diperoleh disimpan dalam wadah gelap yang tertutup rapat untuk menghindari oksidasi dan disimpan ditempat kering⁽⁹⁾. Rendemen didapat dengan membandingkan destilat yang diperoleh dengan simplisia awal.

$$\begin{aligned} \% \text{ Rendemen} &= \frac{\text{Bobot minyak atsiri}}{\text{Bobot awal simplisia}} \times 100\% \\ \% \text{ Rendemen} &= \frac{32,4 \text{ gram}}{1158 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 0,0279 \times 100\% \\ &= 2,79 \% \sim 2,8 \% \end{aligned}$$

Rendemen yang diperoleh sebesar 2,8% v/b. Rendemen ini sesuai dari hasil penelitian Inayatullah yang menyatakan tanaman kencur memiliki kandungan kimia antara lain minyak atsiri 2,4% - 3,9 %⁽²⁾ dan SNI yang menyatakan kadar minyak atsiri minimal 2%⁽²⁹⁾.

C. Identifikasi Minyak Atsiri Rimpang Kencur

2. Organoleptis

Pemeriksaan organoleptis yang dilakukan pada penelitian ini meliputi warna, bau, dan rasa. Sifat-sifat tersebut merupakan karakteristik yang penting sebagai langkah awal untuk mengetahui identitas minyak atsiri rimpang kencur. Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa secara organoleptis minyak atsiri rimpang kencur memiliki warna kuning, jernih (Gambar 7), bau tajam, khas kencur, dan rasa pedas.



Gambar 7. *Minyak Atsiri Rimpang Kencur*

3. Bobot Jenis

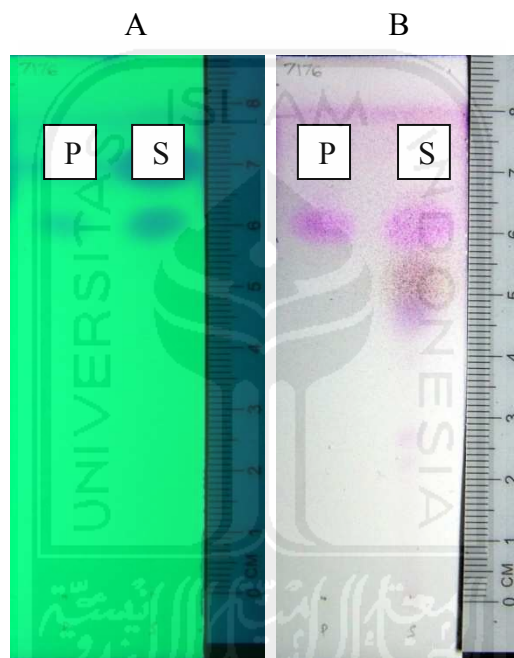
Penentuan bobot jenis minyak atsiri dilakukan dengan menggunakan piknometer 3 mL pada suhu kamar yaitu 27⁰C. Bobot jenis minyak atsiri rimpang kencur pada suhu 27⁰C adalah $0,865 \pm 0,004$. Hasil penelitian ini sesuai dalam pustaka yang menyatakan nilai berat jenis minyak atsiri berkisar antara 0,696 – 1,188 pada suhu 15⁰C dan pada umumnya nilai tersebut lebih kecil dari 1,000⁽⁷⁾.

4. Indeks Bias

Penetapan indeks bias dilakukan untuk identifikasi, karakterisasi, dan pemeriksaan kemurnian cairan dan larutan secara fisika. Penetapan indeks bias dilakukan dengan alat refraktometer Abbe. Sebelum menentukan indeks bias dari minyak atsiri rimpang kencur, refraktometer Abbe harus divalidasi terlebih dahulu dengan menetapkan skala indeks bias pada skala 1,5161. Indeks bias ditetapkan pada suhu 27⁰C sebanyak 3 kali. Dari hasil pengukuran didapat indeks bias pada suhu 27⁰C adalah $1,511 \pm 0,0017$. 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⁽⁷⁾.

D. Uji Kualitatif EPMS Minyak Atsiri Rimpang Kencur

Uji kualitatif dengan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dilakukan untuk melihat apakah benar didalam minyak atsiri rimpang kencur tersebut terdapat senyawa aktif etil para metoksi sinamat yang berfungsi sebagai anti ultraviolet B. Fase diam yang digunakan adalah Silica Gel 60 F₂₅₄ yaitu lempeng silica yang memakai pengikat gypsum dan berfluorosensi jika dilihat dibawah sinar UV 254 nm, sedangkan fase gerak yang digunakan adalah hexane : etil Asetat (40:10).



Gambar 8. Hasil kromatografi minyak atsiri rimpang kencur

Keterangan : A = λ 254 nm; B = Visible

P = Pembanding, Etil Para Metoksi Sinamat

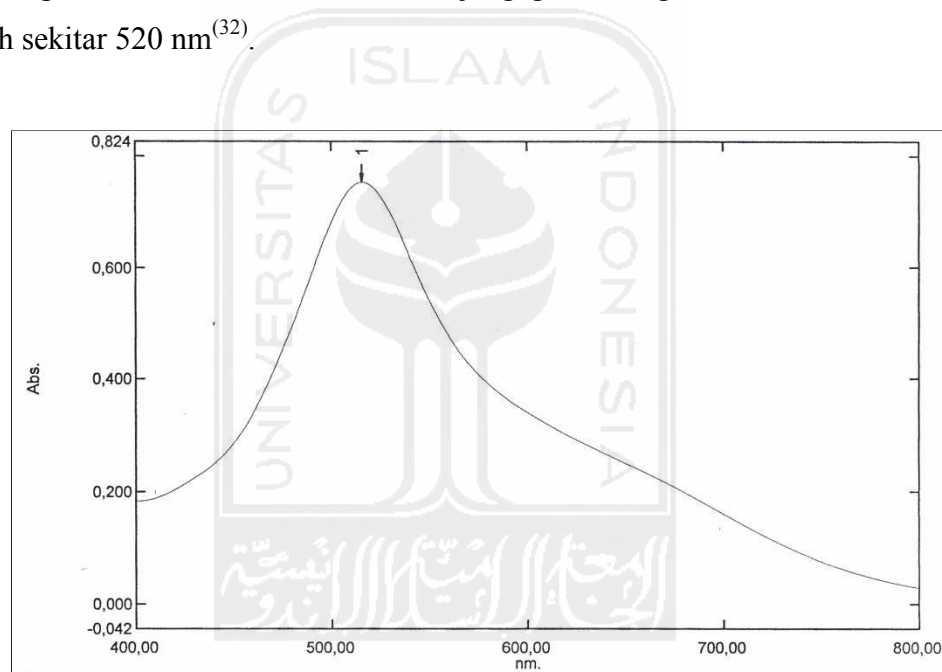
S = Sampel, Minyak Atsiri Rimpang Kencur

Warna spot etil para metoksi sinamat yang terlihat pada sinar tampak (*visible*) adalah merah muda dengan nilai Rf etil para metoksi sinamat yang terdeteksi adalah 0,73.

E. Uji Aktivitas Antioksidan dan Nilai SPF

Uji aktivitas antioksidan minyak atsiri rimpang kencur yang mengandung senyawa etil para metoksi sinamat menggunakan metode DPPH, % peredaman radikal bebas, dan nilai IC_{50} serta dilakukan perhitungan nilai SPF. Metode DPPH dipilih karena sederhana, mudah, cepat, dan peka, serta hanya membutuhkan sedikit sampel⁽³¹⁾.

Panjang gelombang maksimum dari DPPH pada penelitian ini adalah 515,5 nm, dengan nilai absorbansi 0,752. Panjang gelombang DPPH menurut Molyneux adalah sekitar 520 nm⁽³²⁾.



Gambar 9. Spektrum λ maksimum Larutan DPPH 40 ppm dalam Metanol

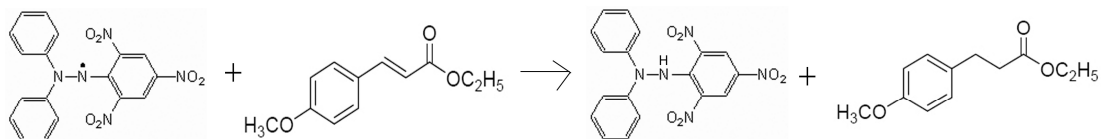
DPPH disimpan pada tempat gelap terlindung dari cahaya agar tidak terjadi peristiwa oksidasi molekul karena adanya cahaya. Larutan uji dibaca absorbansinya pada panjang gelombang maksimum dari DPPH yaitu 515,5 nm. Peredaman radikal bebas ditandai dengan menurunnya absorbansi DPPH serta berkurangnya intensitas warna ungu dari larutan kontrol DPPH setelah larutan minyak atsiri rimpang kencur dicampurkan dalam tabung reaksi. Setelah didapat absorbansi dari larutan uji masing-

masing formula dihitung nilai % peredaman radikal bebas dan nilai IC_{50} yang dapat dilihat pada tabel IV.

Tabel IV. Hasil Perhitungan % Peredaman Radikal Bebas dan IC_{50}

Formula	Replikasi	Absorbansi λ 515,5 nm	% Peredaman Radikal Bebas	IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	$X \pm SD$
Formula I	1	0,675	10,24 %	0,38	16,53 % \pm 5,46
	2	0,606	19,41 %		
	3	0,602	19,95 %		
Formula II	1	0,653	13,16 %	0,376	17,69 % \pm 3,92
	2	0,602	19,95 %		
	3	0,602	19,95 %		
Formula III	1	0,646	14,10 %	0,375	18,04 % \pm 3,42
	2	0,603	19,81 %		
	3	0,600	20,21 %		

Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH menunjukkan nilai % Peredaman Radikal Bebas untuk formula I, II, dan III secara berturut-turut adalah 16,53 %, 17,69 %, dan 18,04 %, sedangkan untuk nilai IC_{50} untuk formula 1, 2, dan 3 secara berturut-turut adalah 0,380 $\mu\text{g/mL}$, 0,376 $\mu\text{g/mL}$, dan 0,375 $\mu\text{g/mL}$. Hal ini menunjukkan bahwa krim tabir surya minyak atsiri rimpang kencur dapat meredam radikal bebas, dimana formula III memiliki aktivitas meredam radikal bebas yang paling tinggi dan mempunyai aktivitas antioksidan yang kuat karena mempunyai nilai IC_{50} kurang dari 200 $\mu\text{g/mL}$ ⁽³²⁾. Semakin kecil nilai IC_{50} maka senyawa tersebut semakin aktif sebagai antiradikal. Jika dibandingkan dengan vitamin E dan vitamin C yang mempunyai nilai IC_{50} sebesar 3,412 $\mu\text{g/mL}$ dan 12,20 $\mu\text{g/mL}$ maka minyak atsiri yang mengandung etil para metoksi sinamat mempunyai aktivitas yang lebih baik karena adanya senyawa terpenoid didalamnya yang memiliki aktivitas antiradikal.



Gambar 10. Mekanisme Reaksi EPMS dan DPPH

Nilai % peredaman radikal bebas dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA diperoleh nilai signifikansi 0,001 maka nilai signifikansi ini lebih kecil dari 0,05 berarti H_0 ditolak, rata-rata % peredaman radikal bebas ketiga formula berbeda secara signifikan.

Uji SPF (*Sun Protecting Factor*) menggunakan metode spektrofotometer *in vitro* dilakukan dengan pembacaan absorbansi pada λ UV B (290-320 nm) dengan interval 5 nm yang menunjukkan nilai SPF untuk formula 1, 2, dan 3 secara berturut-turut adalah 2,55, 4,12, dan 4,95. Hal ini sesuai dengan literatur yaitu nilai SPF untuk golongan sinamat adalah 4-6 kecuali formula 1 yang kemungkinan dikarenakan kadar minyak atsiri yang mengandung etil para metoksi sinamat terlalu kecil⁽¹¹⁾.

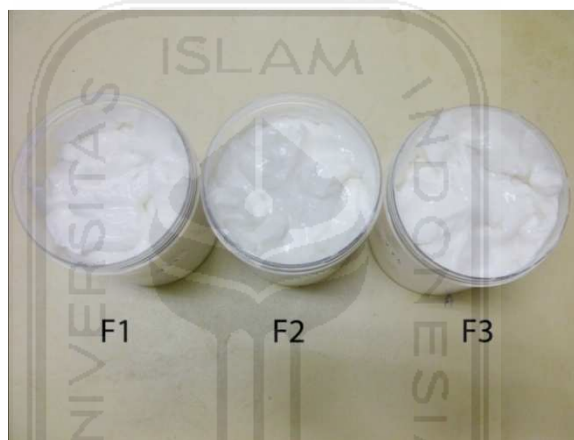
Tabel V. Hasil Perhitungan Nilai SPF

Formula	Replikasi	SPF	X \pm SD
Formula I	1	2,51	2,55 \pm 0,06
	2	2,52	
	3	2,62	
Formula II	1	4,04	4,12 \pm 0,13
	2	4,27	
	3	4,05	
Formula III	1	4,92	4,95 \pm 0,03
	2	4,94	
	3	4,98	

Uji Kruskal-Wallis dilakukan ketika asumsi ANOVA tidak terpenuhi, dimana pada ANOVA diasumsikan bahwa distribusi dari masing-masing kelompok harus terdistribusi secara normal, namun setelah dilakukan uji homogenitas menunjukkan data tidak terdistribusi secara normal, sehingga uji SPF dianalisis menggunakan Kruskal-Wallis. Hasil uji Kruskal-Wallis diperoleh nilai signifikansi 0,027 maka signifikansi ini lebih kecil dari 0,05 yang berarti H_0 ditolak, rata-rata SPF untuk ketiga formula berbeda secara signifikan.

F. Uji Stabilitas Fisik Krim Tabir Surya

Evaluasi stabilitas fisik krim tabir surya minyak atsiri rimpang kencur dimaksudkan untuk mengetahui stabilitas dari sediaan krim yang telah dibuat selama empat minggu penyimpanan pada suhu kamar sehingga evaluasi dilakukan setiap minggu selama satu bulan penyimpanan. 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 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 11. *Krim Tabir Surya Minyak Atsiri Rimpang Kencur*

Keterangan : — Formula 1 mengandung 3% minyak atsiri kencur
 — Formula 2 mengandung 6% minyak atsiri kencur
 — Formula 3 mengandung 9% minyak atsiri kencur

1. Uji Organoleptik

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 atsiri rimpang kencur pada minggu ke-0, 1, 2, 3, dan 4 setelah pembuatan dapat dilihat pada tabel VI. Warna dan bau yang dihasilkan oleh ketiga formula tidak berbeda dan tidak berubah, bau khas kencur.

Tabel VI. Hasil Pengamatan Organoleptik Krim Tabir Surya Rimpang Kencur

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 Kencur
 Formula 1 mengandung 3% minyak atsiri rimpang kencur
 Formula 2 mengandung 6% minyak atsiri rimpang kencur
 Formula 3 mengandung 9% minyak atsiri rimpang kencur

2. Uji Homogenitas

Homogenitas merupakan salah satu ukuran dari kualitas sediaan krim karena zat aktif yang digunakan berupa cairan yang harus terdistribusi merata dalam sediaan krim. Minyak atsiri rimpang kencur sebagai zat aktifnya harus terdispersi dan tercampur secara homogen pada medium dispersi (basis) agar dapat memberikan efek 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 atsiri rimpang kencur 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 atsiri kencur ini tercampur dengan sempurna sehingga menghasilkan produk yang homogen.

3. Uji pH

Hasil pengukuran pH krim tabir surya dari minyak atsiri rimpang kencur pada semua formula selama 4 minggu dimulai dari minggu ke-0 sampai minggu ke-4 tidak memiliki perubahan pada nilai pH-nya yaitu 6. Hal ini sesuai dengan literatur yaitu pH krim yang dibuat harus dijaga agar tidak mengiritasi kulit yaitu sekitar 4,5-6,5.

4. Uji Viskositas

Viskositas adalah suatu pernyataan tahanan dari suatu cairan untuk mengalir, makin tinggi viskositas akan makin besar tahanannya⁽³³⁾. Viskositas akan sangat berpengaruh terhadap efektivitas terapi yang diinginkan serta kenyamanan penggunaan sehingga tidak boleh terlalu keras dan terlalu encer. 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 ketidaknyamanan saat digunakan.

Hasil pengamatan terhadap viskositas krim menunjukkan viskositas ketiga formula menurun. Penurunan viskositas tersebut dapat disebabkan oleh menurunnya stabilitas krim dari waktu ke waktu dikarenakan suhu yang tidak stabil pada ruangan penyimpanan krim.

Tabel VII. *Viskositas Formula Krim Tabir Surya Selama 4 Minggu Penyimpanan*

Minggu ke	Viskositas		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
0	4229 cps ± 123,08	4733 cps ± 14,10	5555 cps ± 55,68
1	4213 cps ± 19,28	4691 cps ± 28,69	5429 cps ± 54,62
2	4163 cps ± 64,28	4613 cps ± 20,42	5345 cps ± 96,56
3	3852 cps ± 140,52	4511 cps ± 11,53	4961 cps ± 77,09
4	3816 cps ± 30,79	4481 cps ± 35,68	4901 cps ± 16,82

Pada hasil uji statistik dengan metode *one-way* ANOVA viskositas terhadap formula menunjukkan nilai signifikansi $<0,05$ yaitu 0,000, berarti viskositas ketiga formula berbeda secara signifikan, sedangkan viskositas terhadap empat minggu penyimpanan menunjukkan nilai signifikansi $>0,05$ yaitu 0,752, menunjukkan bahwa viskositas selama empat minggu penyimpanan tidak berbeda secara signifikan atau stabil.

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.

Variasi kadar minyak atsiri kencur dari ketiga formula akan menyebabkan variasi nilai daya lekat salep yang dibuat. Urutan nilai daya lekat dari yang terendah hingga tertinggi yaitu formula III (1 detik), formula II (1,1 detik) dan formula I (1,3 detik) sehingga dapat disimpulkan bahwa formula I memiliki nilai daya lekat paling tinggi yaitu 1,32 detik dibandingkan dengan formula yang lain. Hal ini dikarenakan formula I memiliki kandungan minyak atsiri yang lebih kecil daripada formula II dan formula III.

Tabel VIII. *Daya Lekat Formula Krim Tabir Surya Selama 4 Minggu Penyimpanan*

Minggu ke	Daya Lekat (detik)		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
0	1,40' ± 0,10	1,20' ± 0,10	1,10' ± 0,10
1	1,30' ± 0,10	1,00' ± 0,10	0,90' ± 0,20
2	1,30' ± 0,10	1,00' ± 0,10	1,00' ± 0,10
3	1,30' ± 0,10	1,10' ± 0,10	1,00' ± 0,10
4	1,30' ± 0,10	1,10' ± 0,10	1,00' ± 0,10

Pada hasil uji statistik dengan metode *one-way* ANOVA daya lekat terhadap formula menunjukkan nilai signifikansi <0,05 yaitu 0,002, berarti daya lekat ketiga formula berbeda secara signifikan, sedangkan daya lekat terhadap empat minggu penyimpanan menunjukkan nilai signifikansi >0,05 yaitu 0,218, menunjukkan bahwa daya lekat selama empat minggu penyimpanan tidak berbeda secara signifikan atau stabil.

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. Hasil uji daya sebar yang telah dilakukan untuk formula I, II, dan III berturut-turut adalah 8,64 cm, 9,08 cm, dan 10,24 cm. Perbedaan luas daya sebar ini dikarenakan jumlah minyak atsiri yang ditambahkan berbeda, pada F3 jumlah minyak atsiri yang ditambahkan paling banyak, sehingga daya sebar nya juga semakin luas karena minyak atsiri dalam bentuk cairan akan memperluas daya sebar nya.

Tabel IX. *Daya Sebar Formula Krim Tabir Surya Selama 4 Minggu Penyimpanan*

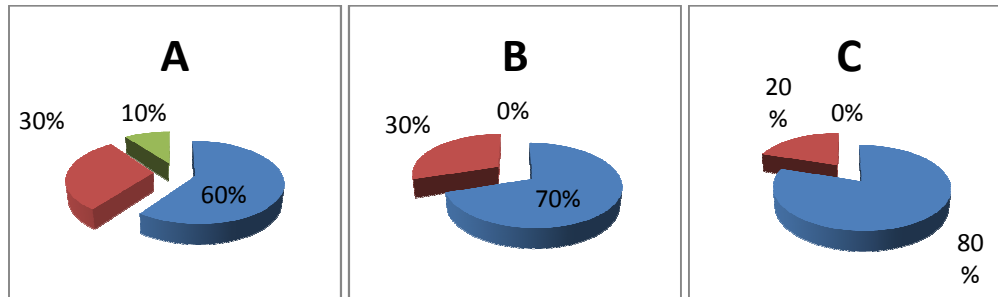
Formula	Minggu ke-0	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4
I	8,22 ± 0,13	8,38 ± 0,24	8,48 ± 0,24	8,48 ± 0,47	8,64 ± 0,24
II	9,06 ± 0,38	9,18 ± 0,50	9,02 ± 0,36	9,04 ± 0,18	9,08 ± 0,36
III	10,18 ± 0,08	10,24 ± 0,15	10,12 ± 0,08	10,02 ± 0,13	10,24 ± 0,15

Pada hasil uji statistik dengan metode *one-way* ANOVA daya sebar terhadap formula menunjukkan nilai signifikansi <0,05 yaitu 0,000, berarti daya sebar ketiga formula berbeda secara signifikan, sedangkan daya sebar terhadap empat minggu penyimpanan menunjukkan nilai signifikansi >0,05 yaitu 0,525, menunjukkan bahwa daya sebar selama empat minggu penyimpanan tidak berbeda secara signifikan atau stabil.

7. Uji Responden

Uji responden perlu dilakukan karena dengan adanya uji ini dapat sejauh mana penerimaan responden terhadap krim tabir surya rimpang kencur yang telah dibuat, apakah minat dan kepuasan terhadap krim tabir surya rimpang kencur ini bagus atau kurang disukai dan juga bertujuan untuk membandingkan krim pada formula mana yang paling besar penerimaannya. Dengan menggunakan responden maka nantinya akan diketahui krim tabir surya mana yang paling disukai responden.

Dalam penelitian ini menggunakan sampel konsumen sebanyak 20 responden yang sehat, dewasa (umur 18 – 65 tahun). Adapun hasil uji tanggapan kenyamanan tabir surya rimpang kencur disajikan berikut ini :



Gambar 12. Grafik Tanggapan Kenyamanan Pada Responden.

Keterangan :
■ Sangat nyaman A : Formula I
■ Nyaman B : Formula II
■ Tidak nyaman C : Formula III

Penggunaan variasi minyak atsiri yang mengandung etil para etil metoksi sinamat mempengaruhi terhadap uji kenyamanan yaitu semakin banyak jumlah minyak atsiri yang mengandung etil para metoksi sinamat, maka krim tabir surya rimpang kencur dapat diterima baik oleh responden yaitu pada F3 karena konsistensi dari krim yang lebih lunak dan nyaman dari F1 dan F2.

Setelah seluruh uji dilakukan, didapatkan hasil penelitian yaitu F3 merupakan formula yang paling baik dimana aktivitas *in vitro* dan stabilitas fisik yang paling baik, serta nilai SPF dan penerimaan responden yang paling tinggi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Variasi minyak atsiri rimpang kencur mempengaruhi aktivitas tabir surya *in vitro* yaitu semakin besar jumlah minyak atsiri rimpang kencur yang ditambahkan, maka aktivitas *in vitro* tabir surya dan nilai SPFnya semakin tinggi yaitu pada formula 3.
2. Variasi minyak atsiri rimpang kencur mempengaruhi stabilitas fisik krim tabir surya rimpang kencur yaitu semakin besar jumlah minyak atsiri rimpang kencur yang ditambahkan, maka stabilitas fisiknya semakin baik yaitu pada formula 3.
3. Uji tanggapan kenyamanan oleh responden menunjukkan bahwa krim tabir surya rimpang kencur dengan jumlah minyak atsiri rimpang kencur yang besar ternyata lebih disukai yaitu pada formula 3.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai formulasi krim tabir surya dengan variasi minyak atsiri rimpang kencur yang mempunyai daya lekat yang lebih baik sehingga krim tabir surya rimpang kencur lebih disukai dan dalam penyimpanan krim tabir surya rimpang kencur harus lebih diperhatikan.

DAFTAR PUSTAKA

- (1) Jani, 1993, Uji Aktivitas Tabir Matahari Senyawa Etil Para Metoksi Transsinamat dari Rimpang Kencur (*Kaempferia galanga L.*), *Skripsi*, Fakultas Farmasi Universitas Farmasi Airlangga, Surabaya.
- (2) Inayatullah, MS, 1997, Standarisasi Rimpang Kencur dengan Parameter Etil Para Metoksi Sinamat dan Asam Para Metoksi Sinamat, *Skripsi*, Fakultas Farmasi Universitas Airlangga, Surabaya.
- (3) Soeratri, W., Ifansyah, N., 2005, Penentuan Stabilitas Sediaan Krim Tabir Surya Dari Bahan Ekstrak Rimpang Kencur, *Berk. Penel. Hayati*: 103 – 105.
- (4) Saifullah, T.N., Kuswayuning, R. S., 2008, Teknologi & Formulasi Sediaan Semipadat, *pustaka Laboratorium Teknologi Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada*, Yogyakarta, 75 – 76.
- (5) Dwipayani, 2009, Optimasi Formula Sediaan Krim Tabir Surya Dari Minyak Atsiri Rimpang Kencur (*Kaempferia galanga L.*) Menggunakan Metode *Simplex Lattice Design*, *Skripsi*, Fakultas Farmasi Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- (6) Sudarsono, Pudjoarianto, A., Gunawan, D., Wahyano, S., Argo Donatus, I., Dradjad, M., Wibowo, S., dan Ngatidjan, 1996, *Tumbuhan Obat*, Pusat Penelitian Obat Tradisional Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 84. 86.
- (7) Budiman, A., 2009, Pengaruh Variasi Basis Salep Minyak Lengkuas (*Alpinia galanga L. Swartz.*) Terhadap Sifat Fisik Salep dan Aktivitas Anti Jamur, *Skripsi*, Fakultas Farmasi Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- (8) Anonim, 2000, *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*, Jakarta, Departemen Kesehatan RI, Jakarta, 9 – 12.
- (9) Anonim, 1995, *Farmakope Indonesia*, Edisi IV, Departemen Kesehatan RI, Jakarta, 687.
- (10) Rostamailis, 2005, *Penggunaan Kosmetik, Dasar Kecantikan & Berbusana yang Serasi*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta, 43 – 45.
- (11) Wasitaatmadja, S.M., 1997, *Penuntun Ilmu Kosmetik Medik*, Universitas Indonesia Press, Jakarta, 17. 26 – 30. 117 – 120.

- (12) Purwanti dkk, 2005, Penentuan Komposisi Optimal Bahan Tabir Surya Kombinasi Oksibenson – Oktildimetil PABA dalam Formula Vanishing Cream, *Majalah Farmasi Airlangga*, Vol. 5 No. 2.
- (13) Shaath, 1990, *Sunscreens, Development, Evaluation, and Regulatory Aspects*, Marcel Dekker, INC, New York.
- (14) Dachriyanus, 2004, *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*, Andalas University Press, Padang, 1 – 7.
- (15) Silalahi, J., 2006, *Makanan Fungsional*, Kanisius, Yogyakarta, 41 – 49. 54 – 55.
- (16) Kumalaningsih, 2006, *Antioksidan Alami*, Trubus Agrisarana, Surabaya, 16.
- (17) Utami, W., Da'I, M., dan Sofiana, Y. R., 2005, Aktivitas Penangkap Radikal Bebas Dengan Metode DPPH Serta Penetapan Kandungan Fenol dan Flavonoid dalam Ekstrak Kloroform, Ekstrak Etil Asetat, Ekstrak Kloroform Daun Dewandaru, *Pharmacon*, 6 (1), 5– 9.
- (18) Wang, S., Chang, H., Lin, K., Lo, C., Yang, N., Shyur, L., 2003, Antioxidant Properties and Phytochemicals Characteristics of Extracts From *Lactuca Indica*, *J. Agric. Food Chem.*, 51, 1506 – 1512.
- (19) Anonim, 2005, Triethanolamine (TEA), <http://www.chem-group.com/services/tea.tpl> (diakses 12 Februari 2011).
- (20) Reynertson, K.A., 2007, *Phytochemical Analysis of Bioactive Constituents From Edible Myrtaceae Fruits, Dissertation*, The City University of New York, New York, 70 – 74.
- (21) Ionita, P., 2005, Is DPPH Stable Free Radical a Good Scavener for Oxygen Active Species, *Chem. Pap.* 59 (1), 11 – 16.
- (22) Dutra, Abreu, E., 2004, Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry, *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, Vol.40, n.3, jul./set., 382.
- (23) Ionita, P., 2005, Is DPPH Stable Free Radical a Good Scavener for Oxygen Active Species, *Chem. Pap.* 59 (1), 11 – 16.

- (24) Triayu, S., 2009, Formulasi Krim Obat Jerawat Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*, Swingle) dan Uji Daya Antibakteri secara In Vitro, *Skripsi*, Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- (25) Ilyas, A., 2002, *Penggunaan Etil p-Metoksisinamat dari Rimpang Kencur (Kaempferia galanga L.) sebagai Anti Ketombe dalam Sampo Krim Cair*, ISSN: 56 – 62.
- (26) Pujimulyani, D., Wazyka, A., 2009, Sifat Antioksidasi, Sifat Kimia dan Sifat Fisik Manisan Basah dari Kunir Putih (*Curcuma mangga* Val.), *Agritech*: 167 – 173.
- (27) Barus, R., 2009, Amidasi Etil P-Metoksisinamat yang Diisolasi Dari Kencur (*Kaempferia Galanga*, Linn), *Skripsi*, Jurusan Ilmu Kimia Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, Medan.
- (28) Tewtrakul, S., Yuenyongsawad, S., Atsawajaruwan, L., 2005, Chemical Component and Biological Activities of Volatile Oil of *Kaempferia galanga* Linn., *Songklanakarinn J. Sci. Technol.*, 27 (Suppl.2), 503 – 507.
- (29) Anonim, 2005, *Standar Nasional Indonesia “Simplisia Kencur”*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- (30) Miranti, L., 2009, Pengaruh Konsentrasi Minyak Atsiri Kencur (*Kaempferia galanga* L.) dengan Basis Salep Larut Air Terhadap Sifat Fisik Salep dan Daya Hambat Bakteri *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro, *Skripsi*, Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- (31) Hanani, E., Mu'nim, A., dan Sekarini, R., 2005, Identifikasi Senyawa Antioksidan Dalam Spons *Callyspongia* Sp. Dari Kepulauan Seribu, *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 2 (3), 127 – 133.
- (32) Molyneux, P., 2004, The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity, *Songklanakarinn, J. Sci. Technol.*, 26 (2), 211 – 219.
- (33) Martin, A., Swarbick, J., and Cammarata, A., 1993, *Farmasi Fisik 2, Dasar – Dasar Kimia Fisik dalam Ilmu Farmasetik*, diterjemahkan oleh Yoshita, Edisi III, Universitas Indonesia Press, Jakarta, 1143, 1151, 1157, 1162.

Lampiran 1. Surat Keterangan

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JURUSAN FARMASI FMIPA UII
BAGIAN BIOLOGI FARMASI

SURAT KETERANGAN

Nomor:36/UII/Jur Far/det/III/2011

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Laboratorium Biologi Farmasi
Jurusan Farmasi FMIPA UII menerangkan bahwa:

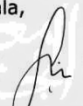
Nama : Elviana Noerdianingsih
NIM : 07613060
Pada tanggal : 24 Maret 2011

Telah mendeterminasi 1 (satu) species tanaman dengan bimbingan
Dra.Iyok Budiarti, di Laboratorium Biologi Farmasi FMIPA UII.

Tanaman tersebut: *Kaempferia galanga*, Linn (kencur)

Demikian surat keterangan ini di buat untuk dipergunakan semestinya.

Yogyakarta, 31 Maret 2011
Bagian Biologi Farmasi
Kepala,



Hady Anshory T.S.Si., Apt.
NIP.056130703

Lampiran 2. Alat ultrasonic Branson (i); UV Visible Spectrophotometer (ii); viskometer Brookfield (iii); alat uji homogenitas (iv); alat uji daya sebar (v); dan alat uji daya pisah (vi).



(i)



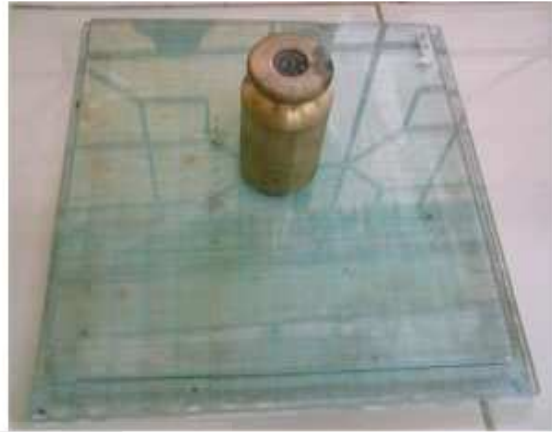
(ii)



(iii)



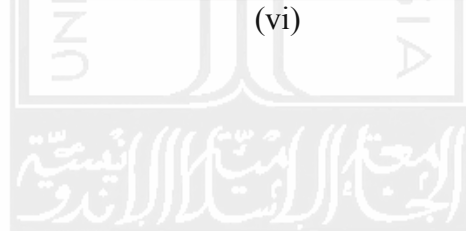
(iv)



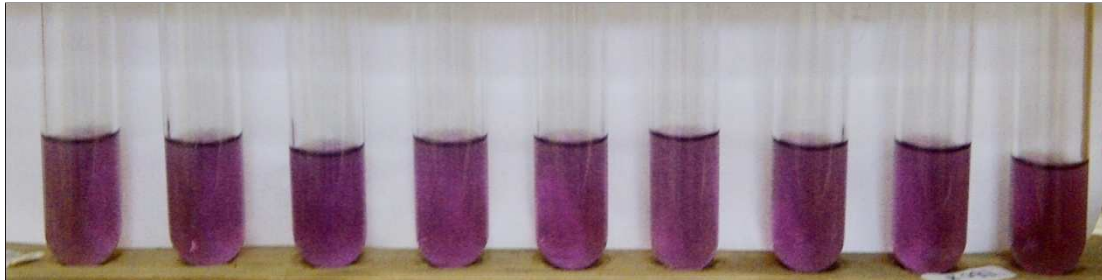
(v)



(vi)



Lampiran 3. Larutan DPPH (i), dan larutan DPPH yang sudah ditambah dengan larutan uji (ii)



(i)



(ii)

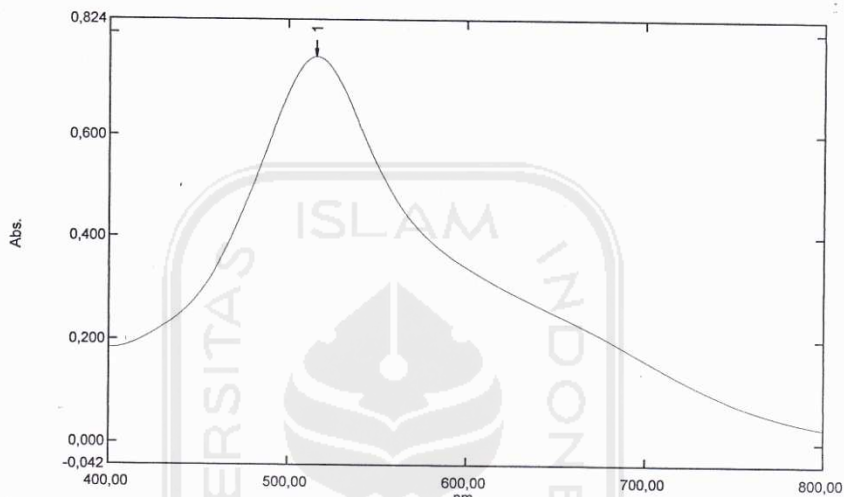


Lampiran 4. Spektrum λ maksimum larutan DPPH 40 ppm dalam metanol

Spectrum Peak Pick Report

14/03/2008 22:21:14

Data Set: Spektrum DPPH 40 ppm - RawData



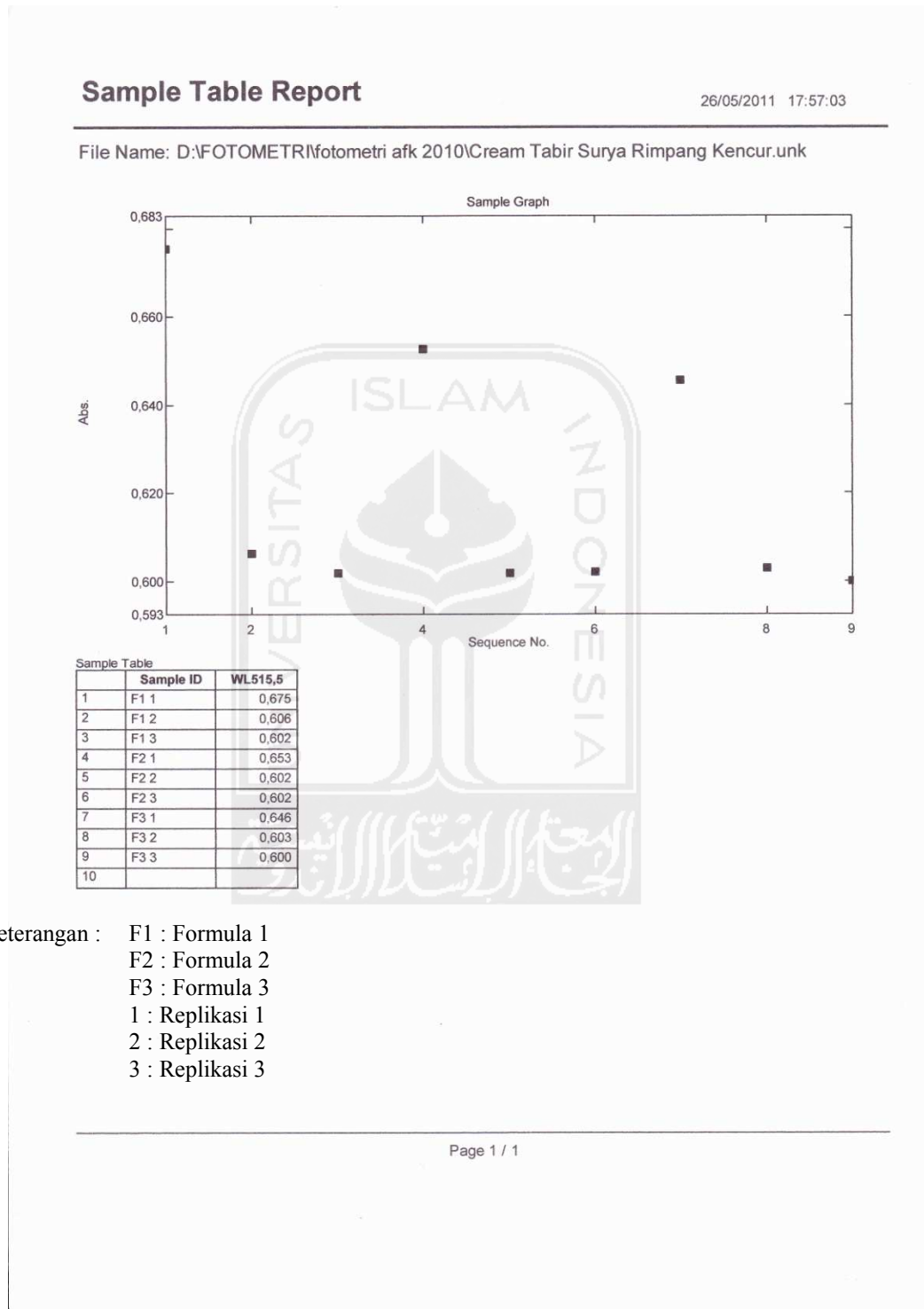
Measurement Properties
 Wavelength Range (nm.): 400,00 to 800,00
 Scan Speed: Medium
 Sampling Interval: 0,5
 Auto Sampling Interval: Enabled
 Scan Mode: Single

Instrument Properties
 Instrument Type: UV-1800 Series
 Measuring Mode: Absorbance
 Slit Width: 1,0 nm
 Light Source Change Wavelength: 340,8 nm
 S/R Exchange: Normal

Attachment Properties
 Attachment: None

Sample Preparation Properties
 Weight:
 Volume:
 Dilution:
 Path Length:
 Additional Information:

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	●	515,50	0,752	

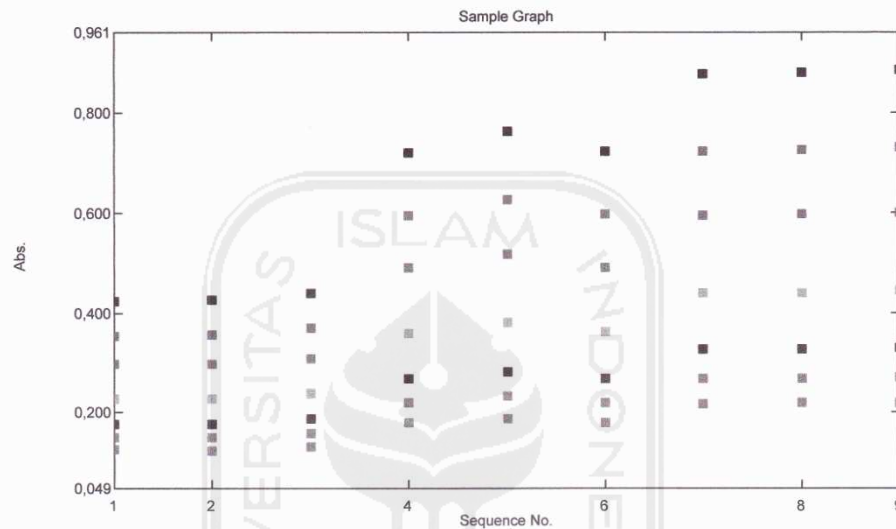
Lampiran 5. Absorbansi larutan sampel krim tabir surya rimpang kencur pada λ maks

Lampiran 6. Absorbansi larutan sampel krim tabir surya rimpang kencur pada λ UV

Sample Table Report

26/05/2011 17:56:14

File Name: D:\FOTOMETRI\ fotometri afk 2010\SPF Cream Tabir Surya Rimpang Kencur.unk



Sample Table

	Sample ID	WL290,0	WL295,0	WL300,0	WL305,0	WL310,0	WL315,0	WL320,0
1	F1 1	0,423	0,354	0,297	0,228	0,177	0,151	0,126
2	F1 2	0,426	0,357	0,298	0,228	0,177	0,150	0,125
3	F1 3	0,440	0,368	0,309	0,237	0,186	0,159	0,132
4	F2 1	0,721	0,594	0,489	0,360	0,267	0,220	0,179
5	F2 2	0,761	0,628	0,516	0,380	0,282	0,232	0,189
6	F2 3	0,723	0,596	0,490	0,361	0,267	0,220	0,179
7	F3 1	0,878	0,723	0,595	0,439	0,326	0,268	0,218
8	F3 2	0,881	0,726	0,597	0,440	0,327	0,269	0,219
9	F3 3	0,885	0,729	0,601	0,443	0,329	0,271	0,221
10								

Keterangan : F1 : Formula 1
 F2 : Formula 2
 F3 : Formula 3
 1 : Replikasi 1
 2 : Replikasi 2
 3 : Replikasi 3

Lampiran 7. Tabel Rendemen, Bobot Jenis, dan Indeks Bias Rimpang Kencur

A. Hasil Ekstraksi Rimpang Kencur

No	Berat kencur basah (gram)	Berat simplisia kencur (gram)	Volume minyak atsiri (mL)	Berat minyak atsiri (gram)	Rendemen	
					(% b/b)	(%v/b)
1	3.000	386	12,50	10,80	1,08	2,80%
2	3.000	386	12,50	10,80	1,08	2,80%
3	3.000	386	12,50	10,80	1,08	2,80%
X ± SD					1,08 ± 0,12	2,80 ± 0,29

B. Bobot Jenis dan Indeks Bias Minyak Atsiri Rimpang Kencur

No	Bobot Jenis				Indeks Bias
	Berat piknometer kosong (gram)	Berat piknometer kosong + isi (gram)	Selisih (gram)	Berat Jenis (gram/mL)	
1	7,62	10,20	2,58	0,860	1,5109
2	7,60	10,20	2,60	0,867	1,5109
3	7,60	10,20	2,60	0,867	1,5112
X ± SD				0,865 ± 0,004	1,5110 ± 0,0017

Lampiran 8. Evaluasi Fisik Sediaan Krim Tabir Surya Minyak Atsiri Rimpang Kencur
A. Uji Daya Sebar

1. Formula 1

Beban (gram)	Daya Sebar (cm)				
	Minggu 0	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV
-	6,08 ± 0,16	6,10 ± 0,1	6,08 ± 0,08	6,16 ± 0,21	6,10 ± 0,10
50	6,36 ± 0,11	6,40 ± 0,14	6,42 ± 0,08	6,44 ± 0,28	6,38 ± 0,15
100	6,66 ± 0,11	6,70 ± 0,17	6,70 ± 0,10	6,76 ± 0,39	6,72 ± 0,11
200	6,88 ± 0,08	6,94 ± 0,22	6,96 ± 0,11	7,08 ± 0,41	7,14 ± 0,13
300	7,12 ± 0,13	7,26 ± 0,26	7,30 ± 0,19	7,38 ± 0,41	7,46 ± 0,15
400	7,38 ± 0,16	7,54 ± 0,28	7,58 ± 0,26	7,66 ± 0,48	7,74 ± 0,15
500	7,64 ± 0,11	7,86 ± 0,24	7,92 ± 0,28	7,96 ± 0,48	8,10 ± 0,14
1000	7,94 ± 0,05	8,14 ± 0,23	8,20 ± 0,29	8,20 ± 0,52	8,40 ± 0,20
2000	8,22 ± 0,13	8,38 ± 0,24	8,48 ± 0,24	8,48 ± 0,47	8,64 ± 0,24

2. Formula 2

Beban (gram)	Daya Sebar (cm)				
	Minggu 0	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV
-	6,10 ± 0,20	6,14 ± 0,17	6,14 ± 0,11	6,16 ± 0,15	6,14 ± 0,11
50	6,42 ± 0,11	6,50 ± 0,23	6,46 ± 0,17	6,48 ± 0,22	6,46 ± 0,15
100	6,78 ± 0,08	6,90 ± 0,23	6,80 ± 0,16	6,84 ± 0,18	6,86 ± 0,21
200	7,08 ± 0,08	7,20 ± 0,28	7,08 ± 0,18	7,14 ± 0,22	7,20 ± 0,16
300	7,44 ± 0,15	7,52 ± 0,23	7,40 ± 0,19	7,46 ± 0,23	7,56 ± 0,15
400	7,88 ± 0,29	7,96 ± 0,27	7,80 ± 0,14	7,74 ± 0,17	7,84 ± 0,17
500	8,24 ± 0,36	8,44 ± 0,38	8,20 ± 0,12	8,20 ± 0,07	8,20 ± 0,16
1000	8,66 ± 0,33	8,86 ± 0,47	8,58 ± 0,23	8,56 ± 0,11	8,60 ± 0,07
2000	9,06 ± 0,38	9,18 ± 0,50	9,02 ± 0,36	9,04 ± 0,18	9,08 ± 0,36

3. Formula 3

Beban (gram)	Daya Sebar (cm)				
	Minggu 0	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV
-	6,46 ± 0,18	6,48 ± 0,15	6,48 ± 0,08	6,40 ± 0,10	6,42 ± 0,13
50	6,82 ± 0,16	6,90 ± 0,19	6,80 ± 0,10	6,78 ± 0,08	6,84 ± 0,09
100	7,12 ± 0,19	7,28 ± 0,23	7,20 ± 0,07	7,14 ± 0,05	7,28 ± 0,08
200	7,68 ± 0,18	7,68 ± 0,23	7,62 ± 0,13	7,56 ± 0,11	7,72 ± 0,15
300	8,24 ± 0,18	8,26 ± 0,21	8,12 ± 0,11	8,10 ± 0,16	8,18 ± 0,19
400	8,72 ± 0,16	8,74 ± 0,26	8,56 ± 0,15	8,46 ± 0,18	8,68 ± 0,19
500	9,06 ± 0,11	9,18 ± 0,23	9,00 ± 0,20	8,88 ± 0,25	9,04 ± 0,22
1000	9,66 ± 0,11	9,64 ± 0,27	9,46 ± 0,15	9,36 ± 0,13	9,62 ± 0,15
2000	10,18 ± 0,08	10,24 ± 0,15	10,12 ± 0,08	10,02 ± 0,13	10,24 ± 0,15

B. Viskositas

Minggu ke	Viskositas		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
0	4229 cps; 70,20 %	4733 cps; 78,20 %	5555 cps; 90,20 %
1	4213 cps; 69,80 %	4691 cps; 77,10 %	5429 cps; 89,20 %
2	4163 cps; 67,20 %	4613 cps; 76,40 %	5345 cps; 88,90 %
3	3852 cps; 62,80 %	4511 cps; 75,20 %	4961 cps; 81,30 %
4	3816 cps; 61,20 %	4481 cps; 73,20 %	4901 cps; 80,10 %

C. Daya Lekat

Minggu ke	Daya Lekat (detik)		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
0	1,40'	1,20'	1,10'
1	1,30'	1,00'	0,90'
2	1,30'	1,00'	1,00'
3	1,30'	1,10'	1,00'
4	1,30'	1,10'	1,00'

Lampiran 9. Pembuatan dan penetapan λ maksimum larutan standar DPPH

Pembuatan larutan standar DPPH 0,5 mM

- Dibuat DPPH dengan konsentrasi 2 mM

BM DPPH = 394,3

$$\begin{aligned} 2 \times 10^{-3} M &= \frac{m}{BM} \times \frac{1}{V} \\ &= \frac{m}{394,3} \times \frac{100}{1000} mL \\ &= 788,6 \text{ mg}/1000 \text{ mL} \\ &= 79 \text{ mg}/100 \text{ mL} \end{aligned}$$

Ditimbang DPPH 79 mg dilarutkan dengan 100 mL methanol *pro analysis* (pa).

- Ambil 12,5 mL larutan DPPH 2 mM dan encerkan dalam labu takar 50 mL dengan metanol pa, sehingga diperoleh kadar 0,5 mM.

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$x \text{ mL} \times 2 \text{ mM} = 50 \text{ mL} \times 0,5 \text{ mM}$$

$$V_1 = 12,5 \text{ mL}$$

Lampiran 10. Perhitungan % peredaman radikal bebas dan nilai IC₅₀

- **Perhitungan % peredaman radikal bebas**

Formula	Replikasi	Absorbansi λ 515,5 nm	% Peredaman Radikal Bebas	IC ₅₀ (μg/mL)	X ± SD
Formula I	1	0,675	10,24 %	0,38	16,53 % ± 5,46
	2	0,606	19,41 %		
	3	0,602	19,95 %		
Formula II	1	0,653	13,16 %	0,376	17,69 % ± 3,92
	2	0,602	19,95 %		
	3	0,602	19,95 %		
Formula III	1	0,646	14,10 %	0,375	18,04 % ± 3,42
	2	0,603	19,81 %		
	3	0,600	20,21 %		

Kontrol : 0,752

Keterangan : Konsentrasi DPPH control adalah sebesar 0,5 mM.

- **Perhitungan nilai IC₅₀**

Formula I

$$y = bx + a ; r = 0,999$$

$$y = -132,96x + 99,99$$

$$IC_{50} = 0,38 \mu\text{g/mL}$$

Formula II

$$y = bx + a ; r = 0,999$$

$$y = -133,14x + 100,10$$

$$IC_{50} = 0,376 \mu\text{g/mL}$$

Formula III

$$y = bx + a ; r = 0,999$$

$$y = -132,81x + 99,89$$

$$IC_{50} = 0,375 \mu\text{g/mL}$$

Lampiran 11. Perhitungan nilai SPF

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

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

dimana, nilai EE x I.

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

1. Formula 1

- Replikasi 1

$$SPF = 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{0,423 + 0,354 + 0,297 + 0,228 + 0,177 + 0,151 + 0,126}{7} \right)$$

$$= 2,51$$

- Replikasi 2

$$SPF = 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{0,426 + 0,357 + 0,298 + 0,228 + 0,177 + 0,150 + 0,125}{7} \right)$$

$$= 2,52$$

- Replikasi 3

$$SPF = 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{0,440 + 0,368 + 0,309 + 0,237 + 0,186 + 0,159 + 0,132}{7} \right)$$

$$= 2,62$$

$$Rata - rata = \frac{2,51 + 2,52 + 2,62}{3} = 2,55$$

2. Formula 2

- Replikasi 1

$$SPF = 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{0,721 + 0,594 + 0,489 + 0,360 + 0,267 + 0,220 + 0,179}{7} \right)$$

$$= 4,04$$

- Replikasi 2

$$SPF = 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{0,761 + 0,628 + 0,516 + 0,380 + 0,282 + 0,232 + 0,189}{7} \right)$$

$$= 4,27$$

- Replikasi 3

$$SPF = 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{0,723 + 0,596 + 0,490 + 0,361 + 0,267 + 0,220 + 0,179}{7} \right)$$

$$= 4,05$$

$$Rata - rata = \frac{4,04 + 4,27 + 4,05}{3} = 4,12$$

3. Formula 3

- Replikasi 1

$$SPF = 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{0,878 + 0,723 + 0,595 + 0,439 + 0,326 + 0,268 + 0,218}{7} \right)$$

$$= 4,92$$

- Replikasi 2

$$SPF = 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{0,881 + 0,726 + 0,597 + 0,440 + 0,327 + 0,269 + 0,219}{7} \right)$$

$$= 4,94$$

- Replikasi 3

$$SPF = 10 \times 1,0002 \times \left(\frac{0,885 + 0,729 + 0,601 + 0,443 + 0,329 + 0,271 + 0,221}{7} \right)$$

$$= 4,98$$

$$Rata - rata = \frac{4,92 + 4,94 + 4,98}{3} = 4,95$$

Lampiran 12. Data hasil tanggapan kenyamanan krim tabir surya terhadap responden

Responden	F I			F II			F III		
	SN	N	TN	SN	N	TN	SN	N	TN
Octa	√			√			√		
Ririz	√			√				√	
Yaya		√			√		√		
Ayu	√			√			√		
Rara	√				√		√		
Thya	√			√			√		
Nourma			√	√			√		
Krisna	√				√			√	
Dian		√		√				√	
Desy		√			√		√		
Arum	√			√			√		
Indy			√	√			√		
Indah	√			√				√	
Trisna	√			√			√		
Nadhifa		√		√			√		
Arien	√				√			√	
Tika		√		√			√		
Lina	√				√		√		
Icha		√		√			√		
Bio	√			√				√	

Keterangan : SN : Sangat Nyaman; N : Nyaman, dan TN : Tidak Nyaman
 Formula 1 mengandung 3% minyak atsiri rimpang kencur
 Formula 2 mengandung 6% minyak atsiri rimpang kencur
 Formula 3 mengandung 9% minyak atsiri rimpang kencur

Lampiran 13. Form uji krim tabir surya rimpang kencur pada responden

**UJI AKTIVITAS TABIR SURYA *IN VITRO* DAN STABILITAS FISIK
FORMULA KRIM TABIR SURYA RIMPANG KENCUR
(*Kaempferia galanga* L.)**

SKRIPSI MAHASISWA FARMASI

Pelaksana : Elviana Noerdianningsih

UJI TANGGAPAN KENYAMANAN

Petunjuk pengisian

1. Isilah hasil analisis anda pada kolom yang telah disediakan.
2. Isilah data anda pada tempat yang telah disediakan dengan lengkap.

A. Pertanyaan

1. Apa kesimpulan Anda mengenai masing-masing formula krim tabir surya ini, apakah dapat diterima atau tidak. Beri tanda (√) pada kolom.

Formula	Sangat Nyaman	Nyaman	Tidak Nyaman
1			
2			
3			

2. Adakah saran anda untuk perbaikan formula masing-masing krim tabir surya yang anda pakai ini?

.....
.....

B. Identitas Responden

Nama :
Umur :
Pekerjaan :
Alamat :
No. Telp/HP :

Lampiran 14. Hasil SPSS

A. % Peredaman Radikal Bebas

Oneway**Descriptives**

Peredaman

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Formula I	3	16.5333	5.45687	3.15053	2.9777	30.0890	10.24	19.95
Formula II	3	17.6867	3.92021	2.26333	7.9483	27.4250	13.16	19.95
Formula III	3	18.0400	3.41800	1.97338	9.5492	26.5308	14.10	20.21
Total	9	17.4200	3.83049	1.27683	14.4756	20.3644	10.24	20.21

Test of Homogeneity of Variances

Peredaman

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.936	1	4	.160

ANOVA

Peredaman

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.725	2	1.863	88.379	.001
Within Groups	113.656	6	18.943		
Total	117.381	8			

Post Hoc Tests**Multiple Comparisons**

% Peredaman Radikal Bebas

Tukey HSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Formula I	Formula II	-1.15333*	3.55366	.944	-12.0569	9.7503
	Formula III	-1.50667*	3.55366	.907	-12.4103	9.3969
Formula II	Formula I	1.15333*	3.55366	.944	-9.7503	12.0569
	Formula III	-.35333*	3.55366	.995	-11.2569	10.5503
Formula III	Formula I	1.50667*	3.55366	.907	-9.3969	12.4103
	Formula II	.35333*	3.55366	.995	-10.5503	11.2569

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

Homogeneous Subsets

% Peredaman Radikal Bebas
Tukey HSD^a

Formula	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Formula I	3	16.5333
Formula II	3	17.6867
Formula III	3	18.0400
Sig.		.007

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

B. SPF

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
SPF	9	3.8722	1.05684	2.51	4.98
Formula	9	2.0000	.86603	1.00	3.00

Ranks

	Formula	N	Mean Rank
SPF	Formula I	3	2.00
	Formula II	3	5.00
	Formula III	3	8.00
	Total	9	

Kruskal-Wallis Test

Test Statistics^{a,b}

	SPF
Chi-Square	7.200
Df	2
Asymp. Sig.	.027

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
Formula

C. Stabilitas Fisik

a. Viskositas terhadap Formula

Oneway**Descriptives**

Viskositas Krim

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
formula 1	15	4054.60	202.906	52.390	3942.23	4166.97	3691	4305
formula 2	15	4605.80	103.458	26.713	4548.51	4663.09	4450	4748
formula 3	15	5238.20	275.087	71.027	5085.86	5390.54	4888	5605
Total	45	4632.87	528.913	78.846	4473.96	4791.77	3691	5605

Test of Homogeneity of Variances

Viskositas Krim

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
13.187	2	42	.625

ANOVA

Viskositas Krim

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10523300.800	2	5261650.400	123.758	.000
Within Groups	1785660.400	42	42515.724		
Total	12308961.200	44			

Post Hoc Tests**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	-551.200*	75.291	.000	-703.14	-399.26
	formula 3	-1183.600*	75.291	.000	-1335.54	-1031.66
formula 2	formula 1	551.200*	75.291	.000	399.26	703.14
	formula 3	-632.400*	75.291	.000	-784.34	-480.46
formula 3	formula 1	1183.600*	75.291	.000	1031.66	1335.54
	formula 2	632.400*	75.291	.000	480.46	784.34

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

b. Viskositas terhadap Minggu

Oneway**Descriptives**

Viskositas Krim

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
minggu ke 0	9	4839.00	583.617	194.539	4390.39	5287.61	4087	5605
minggu ke 1	9	4777.67	531.524	177.175	4369.10	5186.23	4199	5492
minggu ke 2	9	4707.00	520.000	173.333	4307.29	5106.71	4089	5450
minggu ke 3	9	4441.33	489.682	163.227	4064.93	4817.74	3691	5043
minggu ke 4	9	4399.33	474.455	158.152	4034.64	4764.03	3790	4920
Total	45	4632.87	528.913	78.846	4473.96	4791.77	3691	5605

Test of Homogeneity of Variances

Viskositas Krim

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.169	4	40	.812

ANOVA

Viskositas Krim

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1441589.200	4	360397.300	1.327	.752
Within Groups	10867372.000	40	271684.300		
Total	12308961.200	44			

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	61.333	245.712	.804	-435.27	557.94
	minggu ke 2	132.000	245.712	.594	-364.60	628.60
	minggu ke 3	397.667	245.712	.113	-98.94	894.27
	minggu ke 4	439.667	245.712	.081	-56.94	936.27
minggu ke 1	minggu ke 0	-61.333	245.712	.804	-557.94	435.27
	minggu ke 2	70.667	245.712	.775	-425.94	567.27
	minggu ke 3	336.333	245.712	.179	-160.27	832.94
	minggu ke 4	378.333	245.712	.131	-118.27	874.94
minggu ke 2	minggu ke 0	-132.000	245.712	.594	-628.60	364.60
	minggu ke 1	-70.667	245.712	.775	-567.27	425.94
	minggu ke 3	265.667	245.712	.286	-230.94	762.27
	minggu ke 4	307.667	245.712	.218	-188.94	804.27
minggu ke 3	minggu ke 0	-397.667	245.712	.113	-894.27	98.94
	minggu ke 1	-336.333	245.712	.179	-832.94	160.27
	minggu ke 2	-265.667	245.712	.286	-762.27	230.94
	minggu ke 4	42.000	245.712	.865	-454.60	538.60
minggu ke 4	minggu ke 0	-439.667	245.712	.081	-936.27	56.94
	minggu ke 1	-378.333	245.712	.131	-874.94	118.27
	minggu ke 2	-307.667	245.712	.218	-804.27	188.94
	minggu ke 3	-42.000	245.712	.865	-538.60	454.60

c. Daya Lekat terhadap Formula

Oneway

Descriptives

Daya Lekat

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
formula 1	15	1.0400	.54353	.14034	.7390	1.3410	.00	1.40
formula 2	15	1.0800	.11464	.02960	1.0165	1.1435	.90	1.30
formula 3	15	1.0000	.12536	.03237	.9306	1.0694	.70	1.20
Total	45	1.0400	.32291	.04814	.9430	1.1370	.00	1.40

Test of Homogeneity of Variances

Daya Lekat

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
13.044	2	42	.230

ANOVA

Daya Lekat

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.048	2	.024	.222	.002
Within Groups	4.540	42	.108		
Total	4.588	44			

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	-.04000*	.12005	.741	-.2823	.2023
	formula 3	.04000	.12005	.741	-.2023	.2823
formula 2	formula 1	.04000	.12005	.741	-.2023	.2823
	formula 3	-.08000	.12005	.509	-.1623	.3223
formula 3	formula 1	-.04000*	.12005	.741	-.2823	.2023
	formula 2	-.08000	.12005	.509	-.3223	.1623

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

d. Daya lekat terhadap Minggu

Oneway

Descriptives

Daya Lekat

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
minggu ke 0	9	.7667	.58095	.19365	.3201	1.2132	.00	1.30
minggu ke 1	9	1.0667	.21794	.07265	.8991	1.2342	.70	1.40
minggu ke 2	9	1.1000	.17321	.05774	.9669	1.2331	.90	1.40
minggu ke 3	9	1.1333	.15811	.05270	1.0118	1.2549	.90	1.40
minggu ke 4	9	1.1333	.15811	.05270	1.0118	1.2549	.90	1.40
Total	45	1.0400	.32291	.04814	.9430	1.1370	.00	1.40

Test of Homogeneity of Variances

Daya Lekat

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
15.248	4	40	.165

ANOVA

Daya Lekat

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.868	4	.217	2.333	.218
Within Groups	3.720	40	.093		
Total	4.588	44			

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	-.30000	.14376	.043	-.5905	-.0095
	minggu ke 2	-.33333	.14376	.026	-.6239	-.0428
	minggu ke 3	-.36667	.14376	.015	-.6572	-.0761
	minggu ke 4	-.36667	.14376	.015	-.6572	-.0761
minggu ke 1	minggu ke 0	.30000	.14376	.043	.0095	.5905
	minggu ke 2	-.03333	.14376	.818	-.3239	.2572
	minggu ke 3	-.06667	.14376	.645	-.3572	.2239
	minggu ke 4	-.06667	.14376	.645	-.3572	.2239
minggu ke 2	minggu ke 0	.33333	.14376	.026	.0428	.6239
	minggu ke 1	.03333	.14376	.818	-.2572	.3239
	minggu ke 3	-.03333	.14376	.818	-.3239	.2572
	minggu ke 4	-.03333	.14376	.818	-.3239	.2572
minggu ke 3	minggu ke 0	.36667	.14376	.015	.0761	.6572
	minggu ke 1	.06667	.14376	.645	-.2239	.3572
	minggu ke 2	.03333	.14376	.818	-.2572	.3239
	minggu ke 4	.00000	.14376	1.000	-.2905	.2905
minggu ke 4	minggu ke 0	.36667	.14376	.015	.0761	.6572
	minggu ke 1	.06667	.14376	.645	-.2239	.3572
	minggu ke 2	.03333	.14376	.818	-.2572	.3239
	minggu ke 3	.00000	.14376	1.000	-.2905	.2905

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

e. Daya Sebar terhadap Formula

Oneway

Descriptives

Daya Sebar

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
formula 1	25	8.4080	.27976	.05595	8.2925	8.5235	8.10	9.30
formula 2	25	9.0520	.31639	.06328	8.9214	9.1826	8.40	9.80
formula 3	25	10.1600	.14142	.02828	10.1016	10.2184	9.90	10.40
Total	75	9.2067	.77133	.08907	9.0292	9.3841	8.10	10.40

Test of Homogeneity of Variances

Daya Sebar

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.073	2	72	.425

ANOVA

Daya Sebar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	39.266	2	19.633	296.919	.000
Within Groups	4.761	72	.066		
Total	44.027	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	-.64400 [*]	.07273	.000	-.7890	-.4990
	formula 3	-1.75200 [*]	.07273	.000	-1.8970	-1.6070
formula 2	formula 1	.64400 [*]	.07273	.000	.4990	.7890
	formula 3	-1.10800 [*]	.07273	.000	-1.2530	-.9630
formula 3	formula 1	1.75200 [*]	.07273	.000	1.6070	1.8970
	formula 2	1.10800 [*]	.07273	.000	.9630	1.2530

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

f. Daya Sebar terhadap Minggu

Oneway

Descriptives

Daya Sebar

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
minggu ke 0	15	9.1533	.86012	.22208	8.6770	9.6297	8.10	10.30
minggu ke 1	15	9.3000	.83666	.21602	8.8367	9.7633	8.20	10.40
minggu ke 2	15	9.1733	.77962	.20130	8.7416	9.6051	8.10	10.20
minggu ke 3	15	9.1800	.68159	.17599	8.8025	9.5575	8.20	10.20
minggu ke 4	15	9.2267	.78601	.20295	8.7914	9.6619	8.20	10.40
Total	75	9.2067	.77133	.08907	9.0292	9.3841	8.10	10.40

Test of Homogeneity of Variances

Daya Sebar

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.595	4	70	.250

ANOVA

Daya Sebar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.207	4	.052	.083	.525
Within Groups	43.820	70	.626		
Total	44.027	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	-.14667	.28891	.613	-.7229	.4295
	minggu ke 2	-.02000	.28891	.945	-.5962	.5562
	minggu ke 3	-.02667	.28891	.927	-.6029	.5495
	minggu ke 4	-.07333	.28891	.800	-.6495	.5029
minggu ke 1	minggu ke 0	.14667	.28891	.613	-.4295	.7229
	minggu ke 2	.12667	.28891	.662	-.4495	.7029
	minggu ke 3	.12000	.28891	.679	-.4562	.6962
	minggu ke 4	.07333	.28891	.800	-.5029	.6495
minggu ke 2	minggu ke 0	.02000	.28891	.945	-.5562	.5962
	minggu ke 1	-.12667	.28891	.662	-.7029	.4495
	minggu ke 3	-.00667	.28891	.982	-.5829	.5695
	minggu ke 4	-.05333	.28891	.854	-.6295	.5229
minggu ke 3	minggu ke 0	.02667	.28891	.927	-.5495	.6029
	minggu ke 1	-.12000	.28891	.679	-.6962	.4562
	minggu ke 2	.00667	.28891	.982	-.5695	.5829
	minggu ke 4	-.04667	.28891	.872	-.6229	.5295
minggu ke 4	minggu ke 0	.07333	.28891	.800	-.5029	.6495
	minggu ke 1	-.07333	.28891	.800	-.6495	.5029
	minggu ke 2	.05333	.28891	.854	-.5229	.6295
	minggu ke 3	.04667	.28891	.872	-.5295	.6229