



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PEMBUATAN DAN PENENTUAN NILAI SPF NANOEMULSI  
TABIR SURYA MEGGUNAKAN MINYAK KENCUR  
(*Kaempferia galanga* L.) SEBAGAI FASE MINYAK**

**SKRIPSI**

**CYNTHYA ESRA WIHELMINA  
0706264532**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI FARMASI  
DEPOK  
JULI 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PEMBUATAN DAN PENENTUAN NILAI SPF NANOEMULSI  
TABIR SURYA MEGGUNAKAN MINYAK KENCUR  
(*Kaempferia galanga* L.) SEBAGAI FASE MINYAK**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Farmasi**

**CYNTHYA ESRA WIHELMINA  
0706264532**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI FARMASI  
DEPOK  
JULI 2011**

ii

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Cynthia Esra Wihelmina

NPM : 0706264532

Tanda Tangan :  .....


Tanggal : 15 Juli 2011

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Cynthia Esra Wihelmina  
NPM : 0706264532  
Program Studi : Farmasi  
Judul Skripsi : Pembuatan dan Penentuan Nilai SPF Nanoemulsi  
Tabir Surya Menggunakan Minyak Kencur  
(*Kaempferia galanga* L.) sebagai Fase Minyak


Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi pada Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Iskandarsyah, MS., Apt. (.....)

Penguji I : Sutriyo, M.Si., Apt. (.....)

Penguji II : Drs. Umar Mansur, M.Sc., Apt. (.....)

Penguji III : Dr. Abdul Mun'im, M.Si., Apt. (.....)

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 15 Juli 2011

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Pengasih atas segala rahmat dan karunia-Nya, serta atas penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, mulai dari masa perkuliahan sampai pada penulisan skripsi ini, sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Iskandarsyah, MS., Apt. sebagai dosen Pembimbing yang dengan sabar memberikan bimbingan, pengarahan, saran, sumbangan ide, dan ilmu yang sangat bermanfaat selama masa penelitian hingga penulisan skripsi ini.
2. Prof. Dr. Yahdiana Harahap, MS. selaku Ketua Departemen Farmasi FMIPA UI yang telah memberi kesempatan dan fasilitas selama masa perkuliahan, penelitian, dan penulisan skripsi ini.
3. Pharm. Dr. Joshita Djajadisastra, MS., Ph.D. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasehat selama penulis menempuh pendidikan di Departemen Farmasi FMIPA UI.
4. Drs. J. A. Kawira dan Dr. Harmita, Apt. atas segala saran, bimbingan, dan ilmu yang bermanfaat yang diberikan kepada penulis selama masa penelitian hingga penulisan skripsi ini.
5. Prof. Dr. Atiek Soemiati, MS. selaku Koordinator Skripsi serta seluruh Bapak dan Ibu Dosen Farmasi UI yang telah banyak membantu dan membimbing penulis selama masa pendidikan hingga penelitian.
6. PT. Tritunggal Artha Makmur yang telah bersedia memberikan bantuan bahan yang digunakan pada penelitian ini.
7. Keluargaku, khususnya mama, papa, bang Steve, bang Dedy, atas segala dukungan, semangat, motivasi, bantuan, perhatian, kasih sayang, kesabaran,

doa, dan dana yang diberikan kepada penulis, serta yang telah menemani penulis saat mengalami masa yang sulit.

8. Mbak Devfa, Bapak Imih, Bapak Rustam, Mbak Yayuk, serta laboran dan staf karyawan lain atas segala bantuan dan kerja samanya selama masa perkuliahan hingga penulis menyelesaikan pendidikan di Departemen Farmasi FMIPA Universitas Indonesia.
9. Teman-temanku, Anne, Cecile, Icha, Debi, Onya, Nonoko, Yenyen, Ananast, Lithoo, Agatha, Yuli, dan Kak Mel atas saran, bantuan, semangat, dan dukungannya selama ini.
10. Teman-teman penelitian, khususnya KBI Farmasetika dan Teknologi Farmasi atas kerja sama, dukungan, dan bantuannya selama penelitian berlangsung.
11. Teman-teman farmasi 2007 atas dukungan dan kerja samanya selama masa perkuliahan dan penelitian.
12. Keluargaku di farmasi, Kak Gina, Kak Yos, Lidya, Yiska, Steven, dan Yenita atas dukungan, bantuan, dan sarannya selama ini.
13. Semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dan pengarahan kepada penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik untuk sempurnanya skripsi ini. Semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam dunia farmasi, dan masyarakat pada umumnya.

Penulis

2011

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Cynthya Esra Wihelmina  
NPM : 0706264532  
Program studi : Farmasi  
Departemen : Farmasi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pembuatan dan Penentuan Nilai SPF Nanoemulsi Tabir Surya Menggunakan  
Minyak Kencur (*Kaempferia galanga* L.) sebagai Fase Minyak

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian saya buat pernyataan ini dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : ..... 15 Juli ..... 2011

Yang menyatakan

  
(Cynthya Esra Wihelmina)

## ABSTRAK

Nama : Cynthia Esra Wihelmina  
Program studi : Farmasi  
Judul : Pembuatan dan Penentuan Nilai SPF Nanoemulsi Tabir Surya Menggunakan Minyak Kencur (*Kaempferia galanga* L.) sebagai Fase Minyak

Minyak kencur mengandung senyawa etil p-metoksisinamat yang memiliki kemiripan struktur dengan senyawa *UV filter* organik. Minyak kencur diformulasikan menjadi nanoemulsi dengan konsentrasi berbeda, yaitu 5%, 11,14%, 15,08%, 18,61%, dan dibuat juga nanoemulsi mengandung oktil metoksisinamat 7% sebagai pembanding. Penelitian ini bertujuan untuk membuat nanoemulsi yang jernih, menguji stabilitas fisiknya, dan menentukan nilai SPF dari nanoemulsi tersebut. Uji stabilitas fisik dilakukan dengan penyimpanan pada suhu kamar ( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), suhu tinggi ( $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), suhu rendah ( $5^{\circ}\text{C}$ ), uji *cycling test*, dan uji sentrifugasi. Parameter yang diamati adalah organoleptis, pH, viskositas, dan tegangan permukaan. Efektivitas nanoemulsi ditentukan melalui perhitungan nilai SPF (*Sun Protection Factor*) secara *in vitro* menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Dari hasil pembuatan diperoleh nanoemulsi mengandung minyak kencur yang jernih, tidak terjadi pemisahan fase, dan homogen secara fisik. Hasil uji stabilitas fisik menunjukkan kelima nanoemulsi stabil pada penyimpanan suhu kamar dan suhu rendah. Nilai SPF menunjukkan bahwa nanoemulsi minyak kencur memenuhi persyaratan sebagai tabir surya dengan memberikan nilai SPF sebesar 3-24.

Kata kunci : etil p-metoksisinamat, minyak kencur, nanoemulsi, oktil metoksisinamat, stabilitas fisik, *Sun Protection Factor*

xv + 97 hal.; 15 gambar; 9 tabel; 29 lampiran.

Daftar pustaka: 51 (1935 - 2011)



## ABSTRACT

Name : Cynthia Esra Wihelmina  
Program Study : Pharmacy  
Title : Preparation and SPF Value Determination of Sunscreen Nanoemulsions Using Volatile Oil of *Kaempferia galanga* L. as Oil Phase

The volatile oil of *Kaempferia galanga* L. contains ethyl p-methoxycinnamate which has structural similarity with organic UV filter compound. The volatile oil is formulated into nanoemulsions in various concentrations, which are 5%, 11.14%, 15.08%, 18.61%, and nanoemulsion which contains 7% of octyl methoxycinnamate was also made as comparison. This research was designed to create the clear nanoemulsions, examine their physical stability, and determine the SPF value from the nanoemulsions. Physical stability test was conducted by store at room temperature ( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), high temperature ( $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), low temperature ( $5^{\circ}\text{C}$ ), cycling test, and centrifugation test. Parameters that being observed are organoleptic, pH, viscosity, and surface tension. The effectiveness of nanoemulsions were determined through Sun Protection Factor (SPF) value which in vitro using UV-Vis spectrophotometer. From the manufacture result obtained the clear nanoemulsions which do not occur phase separation and physically homogeneous. Physical stability test results showed that nanoemulsions are stable at room temperature and low temperature storage. The SPF value showed that the nanoemulsions meet the terms as sunscreen by giving 3-24 as SPF value.

Keywords : ethyl p-methoxycinnamate, *Kaempferia galanga* L., nanoemulsions, octyl methoxycinnamate, physical stability, Sun Protection Factor, volatile oil

xv + 97 pages; 15 figures; 9 tables; 29 appendixes.

References : 51 (1935 - 2011)

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Kencur.....	4
2.2 Kulit.....	6
2.3 Nanoemulsi.....	11
2.4 Surfaktan.....	18
2.5 Kosurfaktan.....	20
2.6 Tabir Surya.....	20
2.7 Stabilitas Nanoemulsi.....	24
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>29</b>
3.1 Lokasi dan Waktu.....	29
3.2 Alat.....	29
3.3 Bahan.....	29
3.4 Cara Kerja.....	30
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
4.1. Karakterisasi Isopropil Miristat dan Minyak Kencur.....	39
4.2. Formulasi dan Pembuatan Nanoemulsi.....	39
4.3. Evaluasi Nanoemulsi.....	41
4.4. Uji Stabilitas Fisik Nanoemulsi.....	44
4.5. Pengukuran Distribusi Ukuran Partikel Nanoemulsi.....	51
4.6. Penentuan Nilai SPF.....	52

<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>56</b>
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	56
<b>DAFTAR ACUAN.....</b>	<b>58</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Struktur Kimia Etil p-Metoksisinamat.....	6
Gambar 2.2.	Struktur Kulit.....	7
Gambar 2.3.	Struktur Kimia Isopropil Miristat.....	13
Gambar 2.4.	Struktur Kimia Isopropil Alkohol.....	14
Gambar 2.5.	Struktur Kimia Propilen Glikol.....	15
Gambar 2.6.	Struktur Kimia Metil Paraben.....	16
Gambar 2.7.	Struktur Kimia Propil Paraben.....	17
Gambar 2.8.	Struktur Kimia Butil Hidroksitoluen.....	18
Gambar 4.1.	Hasil Pengukuran pH Kelima Nanoemulsi pada Penyimpanan Suhu Rendah, Suhu Kamar, dan Suhu Tinggi.....	47
Gambar 4.2.	Perubahan Viskositas Kelima Nanoemulsi pada Penyimpanan Suhu Kamar.....	48
Gambar 4.3.	Perubahan Tegangan Permukaan Kelima Nanoemulsi pada Penyimpanan Suhu Kamar.....	49
Gambar 4.4.	Grafik Rata-Rata Diameter Partikel Kelima Formula Nanoemulsi.....	51
Gambar 4.5.	Hasil Spektrum Serapan Larutan 125 mg/l.....	52
Gambar 4.6.	Hasil Spektrum Serapan Larutan 10 mg/l.....	53
Gambar 4.7.	Grafik Nilai SPF Minyak Kencur, Oktil Metoksisinamat, dan Keenam Formula Nanoemulsi.....	53

## DAFTAR TABEL

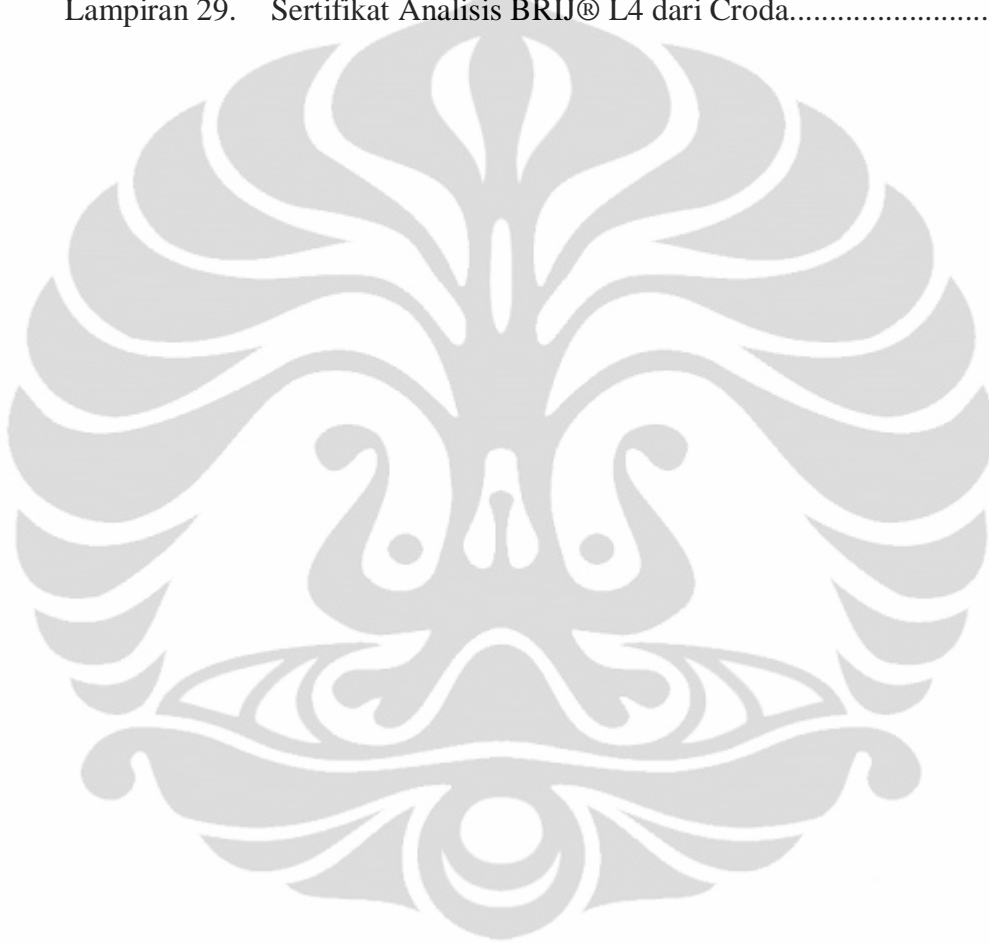
Tabel 2.1.	Karakteristik Tiga Varietas Unggul Kencur.....	5
Tabel 2.2.	Keefektifan Sediaan Tabir Surya Berdasarkan Nilai SPF.....	23
Tabel 3.1.	Persentase Komposisi Bahan dalam Nanoemulsi.....	32
Tabel 4.1.	Hasil Karakterisasi Isopropil Miristat dan Minyak Kencur...	39
Tabel 4.2.	Hasil Pengukuran pH Keenam Formula pada Minggu Ke-0.	42
Tabel 4.3.	Hasil Pengukuran Bobot Jenis.....	43
Tabel 4.4.	Hasil Pengamatan Keenam Formula Setelah Dilakukan Uji Mekanik (Uji Sentrifugasi).....	50
Tabel 4.5.	Rata-Rata Diameter Partikel Kelima Formula Nanoemulsi Setelah Penyimpanan 6 Minggu pada Suhu Kamar.....	51
Tabel 4.6.	Nilai SPF Minyak Kencur, Oktil Metoksisinamat, dan Keenam Formula Nanoemulsi.....	54



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Foto Proses Titrasasi Surfaktan dan Kosurfaktan untuk Memperoleh Formula Nanoemulsi.....	62
Lampiran 2.	Foto Hasil Pengamatan Organoleptis Keenam Formula pada Minggu Ke-0.....	63
Lampiran 3.	Foto Hasil Pengamatan Tipe Nanoemulsi di Bawah Mikroskop Optik.....	63
Lampiran 4.	Foto Hasil Pengamatan Organoleptis Kelima Formula pada Penyimpanan Suhu Rendah (5°C) Selama 8 Minggu.	64
Lampiran 5.	Foto Hasil Pengamatan Organoleptis Kelima Formula pada Penyimpanan Suhu Kamar (28±2°C) Selama 8 Minggu.....	65
Lampiran 6.	Foto Hasil Pengamatan Organoleptis Kelima Formula pada Penyimpanan Suhu Tinggi (40±2°C) Selama 8 Minggu.....	66
Lampiran 7.	Foto Hasil Pengamatan Organoleptis Keenam Formula Uji Sentrifugasi.....	67
Lampiran 8.	Foto Hasil Pengamatan Organoleptis Keenam Formula Uji <i>Cycling Test</i> .....	68
Lampiran 9.	Grafik Hasil Pengukuran Distribusi Ukuran Partikel Menggunakan <i>Particle Size Analyzer</i> .....	69
Lampiran 10.	Hasil Pengamatan Organoleptis Kelima Formula pada Minggu Ke-0.....	74
Lampiran 11.	Hasil Pengukuran Tegangan Permukaan Kelima Formula pada Penyimpanan Suhu Kamar (28±2°C).....	74
Lampiran 12.	Hasil Pengamatan Organoleptis Kelima Formula pada Penyimpanan Suhu Rendah (5°C) Selama 8 Minggu.....	75
Lampiran 13.	Hasil Pengamatan Organoleptis Kelima Formula pada Penyimpanan Suhu Ruang (28±2°C) Selama 8 Minggu....	76
Lampiran 14.	Hasil Pengamatan Organoleptis Kelima Formula pada Penyimpanan Suhu Tinggi (40±2°C) Selama 8 Minggu....	77
Lampiran 15.	Hasil Pengukuran pH Kelima Formula pada Penyimpanan Suhu Rendah (5°C) Selama 8 Minggu.....	78
Lampiran 16.	Hasil Pengukuran pH Kelima Formula pada Penyimpanan Suhu Kamar (28±2°C) Selama 8 Minggu.....	78
Lampiran 17.	Hasil Pengukuran pH Kelima Formula pada Penyimpanan Suhu Tinggi (40±2°C) Selama 8 Minggu.....	78
Lampiran 18.	Hasil Pengukuran Viskositas Kelima Formula, Isopropil Miristat, dan Minyak Kencur pada Suhu Kamar (28 ±2°C) pada Minggu Ke-0.....	79
Lampiran 19.	Hasil Pengukuran Viskositas Kelima Formula Selama Penyimpanan Suhu Kamar (28±2°C) pada Minggu Ke-8...	80
Lampiran 20.	Hasil Pengamatan Kelima Formula Setelah Dilakukan <i>Cycling Test</i> .....	81
Lampiran 21.	Hasil Pengukuran Distribusi Ukuran Partikel Menggunakan <i>Particle Size Analyzer</i> .....	82

Lampiran 22.	Contoh Perhitungan Bobot Jenis.....	87
Lampiran 23.	Contoh Perhitungan Tegangan Permukaan.....	88
Lampiran 24.	Contoh Perhitungan Nilai SPF.....	90
Lampiran 25.	Hasil Identifikasi/Determinasi Kencur Galesia 2.....	92
Lampiran 26.	Hasil Analisis Perhitungan Kadar Etil-p-Metoksisinamat secara Kromatografi Gas.....	93
Lampiran 27.	Sertifikat Analisis Oktil Metoksisinamat dari PT. Ristra...	95
Lampiran 28.	Sertifikat Analisis Isopropil Miristat dari PT. Merck.....	96
Lampiran 29.	Sertifikat Analisis BRIJ® L4 dari Croda.....	97



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kulit merupakan organ yang menutupi permukaan tubuh dan membentuk perbatasan antara tubuh dengan lingkungan (Wilkinson & Moore, 1982; Rieger, 2000). Oleh karena kulit berada pada permukaan tubuh paling luar sehingga kulit merupakan bagian tubuh yang paling sering terpapar dengan berbagai macam agen, baik fisik maupun kimia, yang dapat menimbulkan kerusakan pada jaringan kulit. Sinar matahari merupakan salah satu agen fisik yang membahayakan kulit.

Paparan sinar matahari yang kuat dapat menyebabkan eritema dan *sunburn* (kulit terbakar), sedangkan paparan yang berlebihan dan berlangsung lama terhadap sinar matahari dapat menimbulkan perubahan degenerasi pada kulit (penuaan dini) dan beberapa kanker kulit. Efek-efek ini bergantung pada kekuatan intensitas matahari, frekuensi penyinaran, lamanya penyinaran, luas permukaan kulit yang terpapar sinar matahari, dan kepekaan masing-masing individu terhadap paparan sinar matahari (Hadinoto, Soeratri, & Meity, 2000; Oroh & Harun, 2001).

Sinar matahari yang membahayakan kulit adalah radiasi ultraviolet (UV) dimana sinar ini berdasarkan panjang gelombang dan efek fisiologik dibedakan menjadi tiga, yaitu (1) UVA (320-400 nm) yang memiliki efek penyinaran, menimbulkan pigmentasi sehingga menyebabkan kulit berwarna coklat kemerahan tanpa menimbulkan inflamasi sebelumnya; (2) UVB (290-320 nm) yang memiliki efek penyinaran, mengakibatkan *sunburn* maupun reaksi iritasi, serta kanker kulit apabila terlalu lama terpapar; dan (3) UVC (200–290 nm) yang tertahan pada lapisan atmosfer sehingga tidak dapat masuk ke bumi karena adanya lapisan ozon, efek penyinaran paling kuat karena memiliki energi radiasi paling tinggi di antara ketiganya, yaitu dapat menyebabkan kanker kulit dengan penyinaran yang tidak lama (Taufikkurohmah, 2005; Windono, Jany, & Soeratri, 1997).



Umumnya kulit memiliki mekanisme pertahanan terhadap efek toksik dari paparan sinar matahari, seperti pengeluaran keringat, pembentukan melanin, dan penebalan sel tanduk. Akan tetapi, pada penyinaran yang berlebihan sistem perlindungan tersebut tidak mencukupi lagi karena banyak pengaruh lingkungan yang secara cepat atau lambat dapat merusak jaringan kulit. Oleh karena itu, diperlukan perlindungan kulit tambahan dengan dibuat sediaan kosmetika pelindung kulit, yaitu *sunscreen* yang mengandung senyawa tabir surya yang bekerja melindungi kulit dari radiasi UV secara langsung (Wilkinson & Moore, 1982).

Bahan aktif yang umum digunakan sebagai tabir surya dibagi menjadi dua, yaitu tabir surya kimia dan tabir surya fisik. Tabir surya kimia bekerja dengan menyerap energi radiasi, sedangkan tabir surya fisik bekerja dengan memantulkan radiasi dan bersifat tidak tembus cahaya. Tabir surya kimia umumnya terdiri dari senyawa yang memiliki gugus aromatis terkonjugasi dengan gugus karbonil dan senyawa yang umum digunakan sebagai tabir surya kimia adalah senyawa turunan sinamat (Oroh & Harun, 2001).

Dari rimpang kencur telah dapat diisolasi senyawa etil p-metoksisinamat yang memiliki kemiripan struktur dengan senyawa turunan sinamat yang umum digunakan sebagai bahan tabir surya (Aminah, Tanjung, & Sumarsih, 1995; Windono, Jany, & Soeratri, 1997; Windono, Wulansari, & Avanti, 2000). Berdasarkan kemiripan struktur tersebut, maka pada penelitian ini minyak kencur hasil destilasi uap dari rimpang kencur digunakan sebagai bahan yang dapat meningkatkan perlindungan terhadap efek negatif radiasi sinar matahari pada kulit. Penelitian untuk menguji aktivitas etil p-metoksisinamat yang terkandung dalam rimpang kencur sebagai bahan untuk tabir surya sebelumnya telah dilakukan oleh Tri Windono, Jany, dan Widji Soeratri (1997).

Efektivitas sediaan *sunscreen* dinyatakan dengan nilai SPF (*Sun Protection Factor*). Evaluasi efektivitas sediaan *sunscreen* dapat dilakukan menggunakan dua metode, yaitu secara *in vivo* dan secara *in vitro*. Metode *in vivo* dilakukan menggunakan manusia sebagai *volunteer*. Metode ini dapat memberikan hasil yang sangat efektif dan tepat, namun membutuhkan waktu lebih

lama, lebih sulit dan kompleks, serta lebih mahal. Untuk itu, sekarang telah dikembangkan metode *in vitro* untuk menilai efektivitas suatu sediaan *sunscreen*. Metode *in vitro* didasarkan pada nilai absorpsi sediaan *sunscreen* yang ditetapkan secara analisis spektrofotometri. Selanjutnya, nilai absorpsi yang diperoleh dimasukkan ke dalam metode perhitungan yang dikembangkan oleh Anthony J. Petro (Soeratri, Hadinoto, & Anastasia) yang telah dimodifikasi (Kawira, 2005).

Dalam penelitian ini, minyak kencur diformulasikan dalam bentuk sediaan nanoemulsi. Dipilih sediaan dalam bentuk nanoemulsi karena diharapkan diperoleh sediaan yang lebih stabil karena dengan ukuran globul yang sangat kecil dapat mencegah terjadinya *creaming*, sedimentasi, dan koalesens; dan lebih menarik dalam hal penampilan fisik karena penampilannya yang jernih dan transparan tidak seperti emulsi biasa. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji kestabilan fisik nanoemulsi dan pengukuran efektivitas dari nanoemulsi secara *in vitro* dengan menghitung nilai SPF dari masing-masing formula nanoemulsi yang selanjutnya dibandingkan kemampuannya sebagai tabir surya dengan sediaan nanoemulsi yang mengandung oktil metoksisinamat.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan mengevaluasi stabilitas fisik nanoemulsi yang mengandung minyak kencur dalam berbagai konsentrasi, serta mengevaluasi efektivitas nanoemulsi yang mengandung minyak kencur melalui perhitungan nilai SPF secara *in vitro* menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kencur (*Kaempferia galanga* Linn.)

*Kaempferia galanga* Linn. termasuk dalam famili Zingiberaceae. Rimpang kencur merupakan umbi akar atau rhizoma dari tanaman kencur yang terletak di bawah batang dan terpendam dalam tanah. Rimpang kencur mempunyai ciri-ciri, yaitu pendek, tumpul, berbentuk jari, bersisik, tidak keras, banyak getah, mudah patah, dan berwarna putih (Sastroamidjojo, 1962).







#### 2.1.1. Morfologi

Kencur merupakan tanaman yang hampir menutupi tanah; rimpang bercabang dan berdesakan; akar berbentuk gelendong, kadang berumbi, panjang 1-1,5 cm. Jumlah daun 1-3 (umumnya 2 helai), lebar merata dan hampir menutupi tanah, daun berbentuk jorong lebar sampai bundar, pangkal hampir berbentuk jantung, ujung lancip, bagian atas tidak berbulu, bagian bawah berbulu halus, pinggir bergelombang berwarna merah kecoklatan, bagian tengah berwarna hijau, panjang helai daun 7-15 cm, lebar 2-8 cm; tangkai pendek, berukuran 3-10 mm; pelepah terbenam dalam tanah, panjang 1,5-3,5 cm, warna putih. Perbungaan, panjang 4 cm dan mengandung 4-12 bunga; kelopak berbentuk tabung, panjang lebih kurang 3 cm, bergerigi 2-3 buah; tajuk berwarna putih, dengan tabung panjang 2,5-5 cm, ujung berbelah berbentuk pita, panjang 2,5-3 cm, lebar 1,5-3 mm (Departemen Kesehatan RI, 1989).

#### 2.1.2. Varietas Unggul

Varietas unggul kencur yang sudah ada di pasaran, yaitu Galesia-1, Galesia-2, dan Galesia-3, dengan sifat dan keunggulan masing-masing varietas seperti tertera pada tabel berikut ini (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2007):

Tabel 2.1. Karakteristik tiga varietas unggul kencur

Karakteristik	Galesia-1	Galesia-2	Galesia-3
Bentuk rimpang			
Daun (ketiga varietas tergolong kencur berdaun lebar)			
Produksi (ton/ha)	7,1 - 14,7	7,5 - 15,1	4,7 - 16,2
Kadar sari larut air (%)	23,7 - 23,8	20,9 - 22,4	22,3 - 22,5
Kadar sari larut alkohol (%)	2,6 - 5,2	4,6 - 6,1	3,6 - 5,2
Kadar minyak atsiri (%)	2,1 - 3,9	2,1 - 6,6	2,4 - 5,6
Kadar pati (%)	47,0 - 63,4	45,0 - 66,4	45,2 - 54,3
Rekomendasi konsumsi utama	Industri minuman kesehatan	Konsumsi rumah tangga/bumbu, industri obat dan kosmetik	Konsumsi rumah tangga/bumbu, industri obat dan kosmetik

[Sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2007]

### 2.1.3. Minyak Kencur

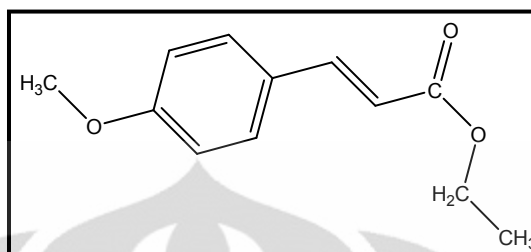
Minyak kencur merupakan cairan berwarna coklat tua; berbau khas aromatik; memiliki rasa pedas, hangat, dan di akhir menimbulkan rasa tebal (Departemen Kesehatan RI, 1977 & 2004; Attokaran, 2011).

### 2.1.4. Kandungan Kimia

Rimpang kencur memiliki aroma lembut dan rasa pedas yang khas. Aroma rimpang kencur disebabkan oleh komponen-komponen kimia yang terdapat dalam minyak atsiri. Komponen minyak atsiri yang paling berperan sebagai pembawa aroma adalah ester-ester dari asam sinamat, sedangkan rasa pedas disebabkan oleh komponen yang terdapat dalam oleoresinnya (Burkill, 1935).

Ekstrak *Kaempferia galanga* L. mengandung minyak atsiri tidak kurang dari 37,9% dan etil p-metoksisinamat tidak kurang dari 24,3% (Departemen Kesehatan RI, 2004). Dalam Vademekum Bahan Obat Alam (1989) lebih jauh menyatakan bahwa komponen minyak atsiri telah diperiksa oleh Romburg, Panicker, Rao, dan Simanses mengandung n-pentadekana, borneol, etil p-metoksisinamat, kampena, dan p-metoksistirena. Dari akarnya oleh P. M. Pillay

dan N. S. Wariyar (1963) dapat ditemukan p-metoksisinamat dalam bentuk bebas, sebagai ikatan metil dan etil ester dan juga sebagai ikatan garam kaliumnya.



[Sumber: Aminah, Tanjung, & Sumarsih, 1995]

Gambar 2.1. Struktur kimia etil p-metoksisinamat (telah diolah kembali)

#### 2.1.5. Kegunaan

Kencur (*Kaempferia galanga* L.) banyak digunakan sebagai bahan baku obat tradisional (jamu), fitofarmaka, industri kosmetik, penyedap makanan dan minuman, rempah, industri rokok kretek, dan dapat dimanfaatkan sebagai bioinsektisida (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2007). Contoh pemakaian kencur dalam obat-obat tradisional adalah untuk obat masuk angin, obat mulas, obat batuk, obat muntah-muntah, obat anak telinga meradang, obat sakit lambung (Ramli, 1984). Selain itu, kencur juga dapat digunakan untuk menghilangkan rasa nyeri (efek analgetik), antibakteri, dan antijamur (Astuti, Sundari, & Winarno, 1996). Penelitian lebih lanjut, kencur juga dapat digunakan untuk bahan tabir surya (Taufikkurohmah, 2005; Windono, Wulansari, & Avanti, 2000; Windono, Jany, & Soeratri, 1997).

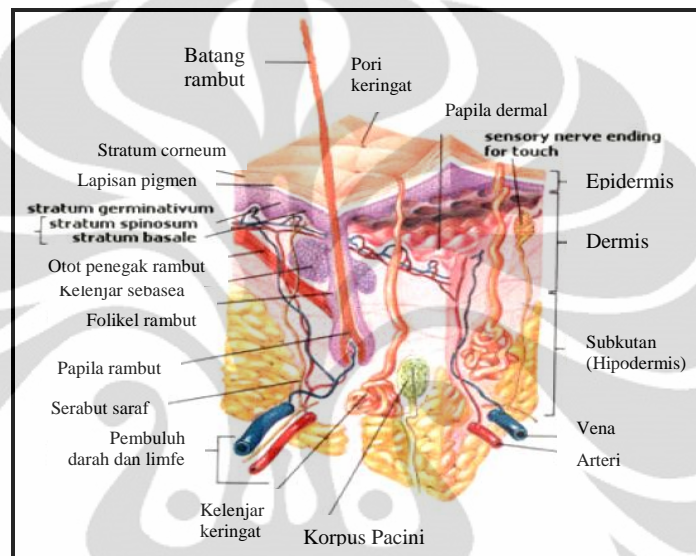
## 2.2. Kulit

Kulit merupakan suatu lapisan yang menutupi permukaan tubuh dan memiliki fungsi utama sebagai pelindung dari berbagai gangguan dan rangsangan luar. Fungsi perlindungan tersebut melalui pembentukan lapisan tanduk secara terus-menerus (keratinisasi dan pelepasan sel-sel yang mati), respirasi dan pengaturan suhu tubuh, produksi sebum dan keringat, dan pembentukan melanin untuk melindungi kulit dari bahaya sinar UV matahari, sebagai perasa dan peraba, serta pertahanan terhadap tekanan dan infeksi dari luar (Tranggono, 2007). Luas

kulit orang dewasa sekitar 1,5 m<sup>2</sup> dengan berat kira-kira 15% berat badan (Wasitaatmadja, 1997).

### 2.2.1. Anatomi Kulit

Kulit terbagi atas dua lapisan utama, yaitu epidermis (kulit ari) sebagai lapisan paling luar dan dermis (korium, kutis, kulit jangat). Di bawah dermis terdapat subkutan atau jaringan lemak bawah kulit (Tranggono, 2007).



[Sumber: Singh, Garg(a), Garg(b), Gangwar, Sharma, 2010]

Gambar 2.2. Struktur kulit (telah diolah kembali)

#### 2.2.1.1. Epidermis

Epidermis merupakan lapisan kulit paling luar. Epidermis memiliki ketebalan berbeda pada berbagai bagian tubuh, yang paling tebal berukuran 1 mm, misalnya pada telapak kaki dan telapak tangan, dan paling tipis berukuran 0,1 mm terdapat pada kelopak mata, pipi, dahi, dan perut. Sel epidermis ini disebut keratinosit (Tranggono, 2007). Epidermis terbagi menjadi lima lapisan, yaitu:

##### 1. *Stratum corneum* (lapisan tanduk)

Lapisan ini merupakan lapisan paling atas dan terdiri dari beberapa lapis sel pipih, mati, tidak memiliki inti, tidak mengalami metabolisme, tidak berwarna, dan sedikit mengandung air. Lapisan ini sebagian besar terdiri atas keratin (protein yang tidak larut dalam air) dan sangat resisten terhadap bahan kimia. Secara alami, sel-sel yang mati di permukaan kulit akan melepaskan diri untuk

beregenerasi. Permukaan lapisan ini dilapisi oleh lapisan pelindung yang lembab, tipis, dan bersifat asam disebut mantel asam kulit (Tranggono, 2007).

Umumnya, pH fisiologis mantel asam kulit berkisar antara 4,5-6,5. Mantel asam kulit memiliki fungsi yang cukup penting bagi perlindungan kulit sehingga disebut “*the first line barrier of the skin*” (perlindungan kulit yang pertama). Mantel asam kulit memiliki tiga fungsi pokok, yaitu:

- 1) Sebagai penyangga (*buffer*) untuk menetralkan bahan kimia yang terlalu asam atau terlalu alkalis yang masuk ke kulit.
- 2) Dengan sifat asamnya, dapat membunuh atau menekan pertumbuhan mikroorganisme yang berbahaya bagi kulit.
- 3) Dengan sifat lembabnya, dapat mencegah kekeringan kulit (Tranggono, 2007).

#### 2. *Stratum lucidum* (lapisan jermih)

Lapisan ini disebut juga lapisan *barrier* dan terletak tepat di bawah *stratum corneum*. Lapisan ini merupakan lapisan tipis, jernih, mengandung eleidin, dan tampak jelas pada telapak tangan dan telapak kaki (Tranggono, 2007).

#### 3. *Stratum granulosum* (lapisan berbutir-butir)

Lapisan ini merupakan 2 atau 3 lapis sel gepeng tersusun atas sel-sel keratinosit berbentuk poligonal, berbutir kasar, dan berinti mengerut. Butir-butir kasar ini terdiri atas keratohialin. Mukosa biasanya tidak memiliki lapisan ini. Lapisan ini juga tampak jelas pada telapak tangan dan kaki (Tranggono, 2007; Wasitaatmadja, 1997).

#### 4. *Stratum spinosum* (lapisan malphigi)

Lapisan ini memiliki sel berbentuk kubus dan seperti berduri, berinti besar dan berbentuk oval. Sel-sel ini makin dekat ke permukaan kulit semakin berbentuk gepeng. Setiap sel berisi filamen kecil yang terdiri atas serabut protein. Di antara sel-sel *stratum spinosum* terdapat sel *Langerhans* yang mempunyai peran penting dalam sistem imun tubuh (Tranggono, 2007; Wasitaatmadja, 1997).

#### 5. *Stratum germinativum* (lapisan basal atau membran basalis)

Lapisan ini merupakan lapisan terbawah epidermis. Di dalamnya terdapat sel-sel melanosit, yaitu sel yang tidak mengalami keratinisasi dan fungsinya hanya membentuk pigmen melanin dan melalui dendrit diberikan kepada sel-sel

keratinosit. Satu sel melanin untuk sekitar 36 sel keratinosit disebut unit melanin epidermal (Tranggono, 2007).

#### 2.2.1.2. Dermis

Lapisan ini lebih tebal daripada epidermis, terdiri dari serabut kolagen dan elastin, berada dalam substansi dasar yang bersifat koloid dan terbuat dari gelatin mukopolisakarida. Di dalam dermis terdapat adneksa kulit, seperti folikel rambut, papila rambut, kelenjar keringat, saluran keringat, kelenjar sebacea, otot penegang rambut, ujung pembuluh darah dan ujung saraf, juga sebagian serabut lemak yang terdapat pada lapisan lemak bawah kulit.

Dermis tersusun atas dua lapisan, yaitu lapisan papilari dan lapisan retikular. Lapisan yang dekat dengan epidermis adalah lapisan papilari yang terdiri atas jaringan kolagen, serat elastin, dan fibroblas. Lapisan dalam adalah lapisan retikular, mempunyai lebih sedikit jaringan fibroblas dan lebih banyak kolagen (Tranggono, 2007; Wasitaatmadja, 1997).

#### 2.2.1.3. Hipodermis

Lapisan ini terdiri atas jaringan ikat longgar berisi sel-sel lemak. Sel lemak merupakan sel bulat, besar, dengan inti terdesak ke pinggir karena sitoplasma lemak yang bertambah. Lapisan sel lemak disebut panikulus adiposus berfungsi sebagai cadangan makanan. Pada lapisan ini terdapat ujung-ujung saraf tepi, pembuluh darah, dan saluran getah bening. Tebal jaringan lemak tidak sama bergantung pada lokasi (Wasitaatmadja, 1997).

### 2.2.2. Fungsi Kulit

Kulit memiliki fungsi penting bagi tubuh. Fungsi tersebut antara lain (Mitsui, 1997):

#### a. Fungsi perlindungan

Kulit melindungi tubuh dari berbagai gangguan eksternal, baik fisik, kimiawi, maupun biologis. Serabut elastis pada dermis dan jaringan lemak subkutan berfungsi mencegah trauma mekanik langsung terhadap tubuh bagian dalam. Lapisan tanduk dan mantel lemak kulit menjaga kadar air dengan



mencegah masuknya air dari luar tubuh dan mencegah penguapan air, serta sebagai *barrier* terhadap racun dari luar. Mantel asam kulit dapat mencegah pertumbuhan bakteri di kulit.

b. Fungsi pengaturan panas

Pengaturan suhu tubuh diatur dengan mekanisme pengeluaran keringat dan dilatasi atau konstriksi pembuluh darah kapiler kulit. Ketika suhu tubuh menurun terjadi vasokonstriksi untuk mencegah pelepasan panas berlebih, sedangkan ketika suhu tubuh meningkat keringat akan dikeluarkan dan terjadi vasodilatasi untuk meningkatkan pembuangan panas.

c. Fungsi sensoris

Kulit bertanggung jawab sebagai indera terhadap adanya rangsangan luar. Rangsangan tersebut kemudian diterima oleh reseptor dan diteruskan ke sistem saraf pusat yang selanjutnya diinterpretasi oleh korteks serebri. Reseptor-reseptor yang bertanggung jawab terhadap adanya rangsangan tersebut, antara lain Meissner sebagai reseptor raba, Pacini sebagai reseptor tekanan, Ruffini dan Krauss sebagai reseptor suhu, dan *Nervus End Plate* sebagai reseptor nyeri.

d. Fungsi absorpsi

Absorpsi melalui kulit terdiri dari dua jalur, yaitu melalui epidermis dan melalui kelenjar sebacea. Bahan-bahan yang mudah larut dalam lemak akan lebih mudah diabsorpsi dibandingkan dengan air ataupun bahan yang dapat larut dalam air.

e. Fungsi lain

Kulit dapat menggambarkan status emosional seseorang dengan memerah, memucat, maupun kontraksi otot penegak rambut.

### 2.2.3. Warna Kulit

Warna kulit ditentukan oleh oksihemoglobin berwarna merah, hemoglobin tereduksi berwarna merah kebiruan, melanin berwarna coklat, keratohialin berwarna putih kekuningan atau keabu-abuan pada lapisan *stratum corneum*, karoten yang merupakan pigmen warna kuning dengan jumlah dan efek yang sedikit, serta eleidin pada *stratum lucidum* yang hanya terlihat pada kulit yang menebal pada telapak kaki bagian tumit. Dari semua pigmen tersebut, yang paling

menentukan adalah pigmen melanin, dimana jumlah, tipe, ukuran, dan distribusinya akan menentukan variasi warna kulit dari berbagai golongan ras atau bangsa (Tranggono, 2007).

#### 2.2.3.1. Intensitas warna kulit

Intensitas warna kulit ditentukan oleh jumlah melanosom dalam keratinosit dan melanosit, kecepatan melanogenesis dalam melanosit, dan kecepatan transfer dalam keratinosit. Oleh karena itu, dikenal dua macam warna kulit, yaitu:

- 1) Warna konstitutif, yaitu warna yang secara genetik diturunkan tanpa dipengaruhi oleh hormon dan sinar ultraviolet
- 2) Warna fakultatif, yaitu warna yang diakibatkan pengaruh sinar matahari dan hormon (Tranggono, 2007).

#### 2.2.3.2. Sinar matahari dan melanogenesis

Kulit yang terpapar sinar matahari selama 6-20 jam akan menghasilkan eritema yang cepat atau lambat menimbulkan pencoklatan kulit (*tanning*). *Tanning* yang cepat terlihat 1 jam setelah kulit terpapar dan kemudian hilang dalam waktu 4 jam, serta tidak tampak adanya pembentukan melanosom baru. *Tanning* yang lambat disebabkan karena pembentukan melanosom baru secara perlahan dan baru terlihat dalam 72 jam pada paparan dengan panjang gelombang 320-500 nm. Reaksi serupa terjadi juga pada *sunburn* (290 – 320 nm) (Tranggono, 2007).

### 2.3. Nanoemulsi

Nanoemulsi terdiri atas globul-globul berukuran nano dari cairan yang terdispersi dalam cairan lainnya. Nanoemulsi merupakan sistem metastabil dimana strukturnya bergantung dari proses pembuatannya, yaitu emulsifikasi spontan atau menggunakan alat dengan kecepatan tinggi. Nanoemulsi terbentuk sebagai cairan seperti air, losion, atau gel (Korting(a) & Korting(b), 2010).

Nanoemulsi adalah sistem emulsi transparan atau bening dengan ukuran globul seragam dan sangat kecil (biasanya dalam kisaran 2-500 nm). Nanoemulsi stabil secara kinetik. Namun, karena memiliki stabilitas dalam jangka panjang

(tanpa flokulasi atau koalesens), membuat nanoemulsi menjadi unik dan terkadang disebut "mendekati stabilitas termodinamik" (Tadros, 2005; Solans, 2003; Fast & Mecozzi, 2009).

Nanoemulsi memiliki keuntungan sebagai berikut (Tadros, 2005):

- 1) Ukuran tetesan sangat kecil menyebabkan penurunan pada gaya gravitasi dan gerak Brown yang mungkin cukup untuk mengatasi gravitasi. Hal ini berarti tidak terjadi *creaming* atau sedimentasi selama penyimpanan.
- 2) Ukuran tetesan yang kecil mencegah terjadinya flokulasi dan memungkinkan sistem untuk tetap tersebar tanpa adanya pemisahan, serta dapat mencegah koalesens.
- 3) Nanoemulsi cocok untuk penghantaran bahan aktif melewati kulit. Luas permukaan yang besar dari sistem emulsi memungkinkan penetrasi yang cepat dari bahan aktif.
- 4) Karena ukuran yang kecil, nanoemulsi dapat melewati permukaan kulit yang kasar dan dapat meningkatkan penetrasi obat.
- 5) Karena sifatnya yang transparan dan fluiditasnya (pada konsentrasi minyak yang sesuai) dapat memberikan estetika yang menarik dan menyenangkan saat digunakan.
- 6) Ukuran tetesan yang kecil memudahkan penyebarannya dan penetrasi mungkin dapat ditingkatkan karena tegangan permukaan dan tegangan antarmuka yang rendah.

Sama seperti mikroemulsi, tipe nanoemulsi dibagi menjadi minyak dalam air (m/a), air dalam minyak (a/m), dan *bicontinuous* yang merupakan bentuk transisi dari tipe m/a dan a/m dengan mengubah volume minyak dan air, dimana ketiga tipe tersebut bergantung pada konsentrasi dan sifat kimia surfaktan, minyak, dan bahan yang terlarut di dalamnya. Transisi antara berbagai tipe tersebut dapat terjadi dan disebabkan oleh perubahan suhu (surfaktan non ionik) atau modifikasi perbandingan surfaktan dan kosurfaktan (Swarbrick, 2007).

Sebagian besar formula meliputi empat komponen, yaitu minyak, air, surfaktan, dan kosurfaktan. *Diagram Pseudoternary* merupakan diagram yang terdiri dari minyak, air, campuran surfaktan dan kosurfaktan yang digunakan

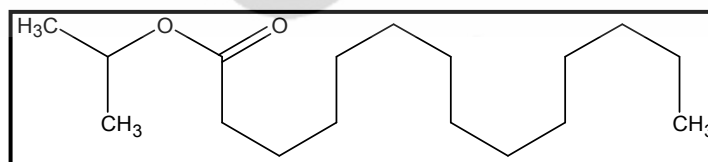
untuk memfasilitasi formulasi. Sistem yang paling efektif adalah dimana terbentuknya fase surfaktan. Fase surfaktan dapat mensolubilisasi sejumlah besar minyak dan air berada dalam kesetimbangan dan menunjukkan tegangan antarmuka yang rendah antara dua fase (Ansel, Allen, & Propovich, 1999).

Solans *et al* (2003) mengatakan bahwa dalam pembentukan nanoemulsi memerlukan pemasukkan energi. Energi tersebut diperoleh dari peralatan mekanik ataupun potensi kimiawi yang terdapat dalam komponen. Meskipun demikian, jumlah energi yang diperlukan bervariasi. Menurut Gupta dan Canon (2000), emulsi akan terbentuk secara spontan pada penambahan minyak dan surfaktan ke dalam air karena tegangan antarmuka yang rendah akibat jumlah surfaktan yang besar. Sistem yang terbentuk secara spontan merupakan sistem yang stabil secara termodinamika (Fast & Mecozzi, 2009).

Pembentukan secara alami bergantung pada penambahan alkohol rantai sedang sebagai kosurfaktan. Karena alkohol rantai ini cenderung untuk mengiritasi maka penggunaannya dalam formulasi topikal terbatas (Osborne & Amann, 1990). Toksisitas dapat dikurangi menggunakan surfaktan alami atau surfaktan nonionik. Surfaktan nonionik lebih sensitif terhadap suhu yang menyebabkan hidrolisis bagian non polar surfaktan menghasilkan asam lemak yang akan menjadi bagian fase minyak sehingga mengubah karakteristik sistem emulsi (Carstensen, 1990).

Berikut ini adalah bahan-bahan yang digunakan dalam formula nanoemulsi:

1. Isopropil miristat (Rowe, Sheskey, & Owen, 2006)



[Sumber: Rowe, Sheskey, & Owen, 2006]

Gambar 2.3. Struktur kimia isopropil miristat (telah diolah kembali)

Nama kimia	: 1-Metiletil tetradekanoat
Fungsi	: emolien, bahan membantu penetrasi pada kulit, pelarut
Organoleptis	: cairan dengan viskositas rendah, tidak berwarna, tidak berasa, dan praktis tidak berbau

**Universitas Indonesia**

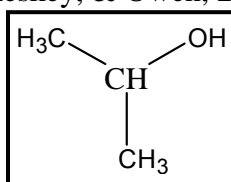
Isopropil miristat merupakan ester propan-2-ol dengan asam lemak jenuh berbobot molekul tinggi. Isopropil miristat adalah emolien yang tidak berminyak, digunakan sebagai komponen pada basis sediaan semisolid dan sebagai pelarut untuk banyak senyawa yang diaplikasikan secara topikal. Isopropil miristat secara luas digunakan dalam formulasi kosmetik dan topikal, merupakan bahan yang tidak toksik dan tidak mengiritasi, dan tahan terhadap proses oksidasi dan hidrolisis. Pada formulasi krim atau losion, isopropil miristat biasa digunakan sebagai emolien pada konsentrasi 1-10%.

## 2. Brij® L4 (Rowe, Sheskey & Owen, 2006)

Sinonim	: Brij® 30, polioksil 4 lauril eter, laureth-4
Fungsi	: bahan pengemulsi, bahan pengsolubilisasi, bahan pembasah, peningkat penetrasi
Organoleptis	: cairan tidak berwarna, berwarna putih, krem, atau kuning pucat, dan sedikit berbau
Nilai HLB	: 9,7
Inkompatibilitas	: efektivitas antimikroba beberapa pengawet fenolat, seperti paraben, berkurang karena terjadi ikatan hidrogen

Brij® L4 merupakan surfaktan nonionik dari kelompok polioksietilen alkil eter (polioksil 4 lauril eter) yang dihasilkan dari polietoksilasi alkohol lemak linear. Brij® L4 digunakan secara luas pada formulasi farmasetika topikal dan kosmetik, umumnya sebagai bahan pengemulsi untuk emulsi minyak dalam air (m/a) dan air dalam minyak (a/m), sebagai bahan penstabil untuk mikroemulsi dan multiemulsi.

## 3. Isopropil alkohol (Rowe, Sheskey, & Owen, 2006)



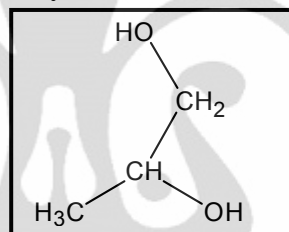
[Sumber: Rowe, Sheskey, & Owen, 2006]

Gambar 2.4. Struktur kimia isopropil alkohol (telah diolah kembali)

Nama kimia	: Propan-2-ol
Sinonim	: isopropanol, 2-propanol, IPA, dimetil karbinol
Fungsi	: desinfektan, pelarut
Organoleptis	: cairan jernih, tidak berwarna, mudah menguap dan terbakar, berbau seperti alkohol, dan sedikit berasa pahit
Inkompatibilitas	: senyawa pengoksidasi

Isopropil alkohol digunakan dalam formulasi kosmetik dan farmasetika sebagai pelarut dalam formulasi topikal dan tidak dianjurkan untuk penggunaan oral karena toksisitasnya. Dalam penelitian ini, isopropil alkohol digunakan sebagai kosurfaktan dalam pembentukan nanoemulsi untuk tujuan topikal.

#### 4. Propilen glikol (Rowe, Sheskey, & Owen, 2006)



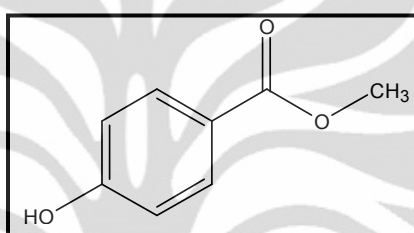
[Sumber: Rowe, Sheskey, & Owen, 2006]

Gambar 2.5. Struktur kimia propilen glikol (telah diolah kembali)

Nama kimia	: 1,2-Propandiol
Sinonim	: 1,2-Dihidroksipropan; 2-hidroksipropanol; metil etilen glikol; metil glikol; propan-1,2-diol
Fungsi	: pengawet antimikroba, desinfektan, humektan, <i>plasticizer</i> , pelarut, penstabil vitamin, kosolven
Kelarutan	: dapat bercampur dengan aseton, kloroform, etanol 95 %, gliserin, dan air
Organoleptis	: cairan jernih, tidak berwarna, kental, praktis tidak berbau, rasa agak manis, higroskopis
Inkompatibilitas	: senyawa pengoksidasi

Propilen glikol relatif tidak toksik, secara luas digunakan sebagai humektan untuk menjaga agar sediaan tidak kehilangan kandungan airnya secara drastis, pelarut, dan pengawet dalam berbagai formulasi parenteral dan non parenteral, pelarut yang lebih baik dibandingkan dengan gliserin, aktivitas antiseptiknya setara dengan etanol dan dapat menghambat pertumbuhan jamur. Propilen glikol juga digunakan pada industri kosmetik sebagai pembawa untuk emulgator dan pada industri makanan.

#### 5. Metil paraben (Rowe, Sheskey, & Owen, 2006)



[Sumber: Rowe, Sheskey, & Owen, 2006]

Gambar 2.6. Struktur kimia metil paraben (telah diolah kembali)

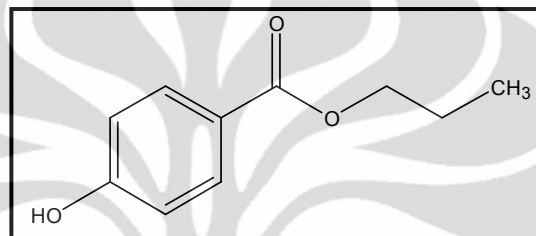
Nama kimia	: Metil-4-hidroksibenzoat
Sinonim	: nipagin
Fungsi	: pengawet
Kelarutan	: 1:400 dalam air, 1:2 dalam etanol, 1:5 dalam propilen glikol
Organoleptis	: kristal tidak berwarna atau serbuk kristalin berwarna putih, hampir tidak berbau
Inkompatibilitas	: aktivitas berkurang dengan adanya surfaktan nonionik, seperti Tween 80, karena terjadi miselisasi

Metil paraben digunakan secara luas sebagai pengawet pada kosmetik, produk makanan, dan formulasi farmasetik. Dapat digunakan secara tunggal atau kombinasi dengan paraben lain atau antimikroba lain. Pada kosmetik, metil paraben merupakan pilihan utama sebagai pengawet antimikroba.

Paraben (hidroksibenzoat) efektif pada rentang pH yang luas (4-8) dan mempunyai spektrum antimikroba yang luas. Campuran paraben digunakan untuk

mendapatkan pengawet yang efektif. Kekuatan pengawet meningkat dengan penambahan 2-5% propilen glikol, atau digunakan sebagai kombinasi antimikroba lain seperti imidurea. Penggunaan topikal metil paraben berkisar antara 0,02-0,3%. Sediaan dengan metil paraben pada pH 3-6 stabil selama 4 tahun pada suhu ruangan, sedangkan pada pH di bawah 3 ataupun di atas 8 kestabilannya menurun menjadi 60 hari penyimpanan pada suhu ruangan.

6. Propil paraben (Rowe, Sheskey, & Owen, 2006)



[Sumber: Rowe, Sheskey, & Owen, 2006]

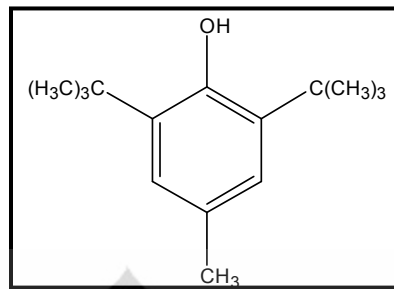
Gambar 2.7. Struktur kimia propil paraben (telah diolah kembali)

Nama kimia	: Propil-4-hidroksibenzoat
Sinonim	: nipasol
Fungsi	: pengawet
Kelarutan	: 1:2500 dalam air, 1:5,6 dalam etanol, 1:3,9 dalam propilen glikol
Organoleptis	: serbuk putih, tidak berbau, dan tidak berasa
Inkompatibilitas	: aktivitas berkurang dengan adanya surfaktan nonionik karena terjadi miselisasi

Propil paraben digunakan secara luas sebagai pengawet antimikroba pada kosmetik, produk makanan, dan formulasi farmasetika. Dapat digunakan tunggal, kombinasi dengan ester paraben lain umumnya metil paraben, atau antimikroba lain. Pada kosmetik merupakan pilihan kedua yang sering digunakan sebagai pengawet. Penggunaan topikal propil paraben berkisar antara 0,01-0,6%.



## 7. Butil hidroksitoluen (Rowe, Sheskey, & Owen, 2006)



[Sumber: Rowe, Sheskey, & Owen, 2006]

Gambar 2.8. Struktur kimia butil hidroksitoluen (telah diolah kembali)

Nama kimia	: 2,6-Di-tert-butil-4-metilfenol
Sinonim	: ionol, BHT
Fungsi	: antioksidan
Kelarutan	: praktis tidak larut dalam air, gliserin, propilen glikol. Mudah larut dalam aseton, benzene, etanol 95 %, eter, metanol, dan toluen
Organoleptis	: padatan kristalin atau serbuk, berwarna putih atau kuning pucat
Inkompatibilitas	: senyawa pengoksidasi kuat, garam besi menyebabkan perubahan warna dan pengurangan aktivitas

BHT banyak digunakan sebagai antioksidan untuk memperlambat atau mencegah oksidasi dari fase lemak dan minyak. Pada sediaan topikal biasa digunakan sebesar 0,0075-0,1%. Walaupun telah dilaporkan adanya beberapa reaksi efek samping pada kulit, BHT tetap dinyatakan sebagai zat yang tidak mengiritasi dan tidak mensensitasi jika digunakan dengan konsentrasi yang biasa digunakan sebagai antioksidan.

### 2.4. Surfaktan

Molekul dan ion yang diadsorpsi pada antarmuka disebut zat aktif permukaan atau surfaktan. Secara kimia, molekul surfaktan terdiri atas gugus polar dan non polar. Apabila surfaktan dimasukkan dalam sistem yang terdiri dari air dan minyak, maka gugus polar akan mengarah ke fase air sedangkan gugus

non polar akan mengarah ke fase minyak. Surfaktan yang memiliki gugus polar lebih kuat cenderung membentuk tipe minyak dalam air (m/a), sedangkan apabila gugus non polar yang lebih kuat cenderung membentuk tipe air dalam minyak (a/m) (Martin, Swarbrick, & Cammarata, 1993).

Surfaktan yang dipilih harus:

- a. Dapat menurunkan tegangan antarmuka untuk membantu proses penyebaran selama proses pembentukan sistem
- b. Menghasilkan film yang fleksibel yang dapat merusak bentuk tetesan pada kedua fase sehingga dapat bercampur
- c. Memiliki sifat hidrofil-lipofil untuk memberikan lengkungan yang tepat pada daerah antarmuka agar dapat terlihat tipe sistem yang diinginkan, m/a, a/m, atau *bicontinuous* (Swarbrick, 2007).

Metode yang dapat digunakan untuk menilai efisiensi surfaktan adalah metode HLB (*Hydrophilic-Lypophilic Balance*). Griffin telah mengemukakan skala ukuran HLB surfaktan. Dari skala tersebut dapat disusun daerah efisiensi HLB optimum untuk masing-masing golongan surfaktan. Makin tinggi harga HLB suatu surfaktan maka akan bersifat polar (Martin, Swarbrick, & Cammarata, 1993).

Adsorpsi molekul surfaktan di permukaan cairan akan menurunkan tegangan permukaan dan apabila adsorpsi terjadi di antara cairan maka akan menurunkan tegangan antarmuka. Tegangan permukaan adalah gaya per satuan panjang yang harus diberikan sejajar pada permukaan untuk mengimbangi tarikan ke dalam. Tegangan antarmuka adalah gaya per satuan panjang yang terdapat pada antarmuka dua fase cair yang tidak bercampur. Tegangan antarmuka selalu lebih kecil daripada tegangan permukaan karena gaya adhesif antara dua fase cair yang membentuk suatu antarmuka lebih besar daripada bila suatu fase cair dan fase gas berada bersama-sama. Jadi, apabila dua cairan bercampur sempurna, maka tidak ada tegangan antarmuka yang terjadi. Apabila surfaktan dengan konsentrasi rendah didispersikan dalam air, surfaktan akan berkumpul pada permukaan dimana bagian polar akan mengarah ke air dan bagian non polar akan mengarah ke udara membentuk suatu lapisan monomolekular. Apabila permukaan

cairan telah jenuh dengan molekul surfaktan, maka molekul yang berada dalam cairan akan membentuk agregat yang disebut dengan misel. Konsentrasi saat misel mulai terbentuk disebut Konsentrasi Misel Kritis (Martin, Swarbrick, & Cammarata, 1993).

## 2.5. Kosurfaktan

Sebagian besar surfaktan tidak cukup untuk menurunkan tegangan antarmuka antara minyak dengan air. Fungsi kosurfaktan adalah untuk membantu menurunkan tegangan antarmuka antara fase air dan fase minyak. Penambahan kosurfaktan berperan dalam meningkatkan solubilisasi gugus non polar dan meningkatkan mobilitas ekor hidrokarbon sehingga penetrasi minyak pada bagian ekor menjadi lebih besar (Swarbrick, 2007).

Kosurfaktan umumnya molekul kecil, khususnya alkohol rantai pendek hingga sedang ( $C_3 - C_8$ ) yang dapat berdifusi cepat diantara fase minyak dan air. Alkohol rantai sedang, seperti pentanol dan heksanol, adalah kosurfaktan yang efektif, tetapi sangat berpotensi menimbulkan iritasi. Beberapa peneliti telah meneliti kemungkinan penggunaan surfaktan nonionik sebagai kosurfaktan karena iritasinya yang rendah (Swarbrick, 2007).

## 2.6. Tabir Surya

Menurut Tian (1994) dan Soeratri (1993), tabir surya didefinisikan sebagai senyawa yang secara fisik atau kimia dapat digunakan untuk menyerap sinar matahari secara efektif terutama daerah emisi gelombang UV sehingga dapat mencegah gangguan pada kulit akibat pancaran langsung sinar UV. Besarnya radiasi yang mengenai kulit bergantung pada jarak antara suatu tempat dengan khatulistiwa, kelembaban udara, musim, ketinggian tempat, dan jam waktu setempat (Oroh & Harun, 2001; Taufikkurohmah, 2005).

Secara alami, kulit berusaha melindungi dirinya beserta organ di bawahnya dari bahaya sinar UV, yaitu dengan membentuk butir-butir pigmen (melanin) yang akan memantulkan kembali sinar matahari. Jika kulit terpapar sinar matahari, maka akan timbul dua tipe reaksi melanin, seperti penambahan melanin secara cepat ke permukaan kulit dan pembentukan tambahan melanin

baru. Namun, apabila terjadi pembentukan tambahan melanin secara berlebihan dan terus-menerus, maka akan terbentuk noda hitam pada kulit (Tranggono, 2007).

#### 2.6.1. Syarat tabir surya

Menurut Wilkinson dan Moore (1982), hal-hal yang diperlukan dalam tabir surya adalah:

- 1) Efektif dalam menyerap sinar eritmogenik pada rentang panjang gelombang 290-320 nm tanpa menimbulkan gangguan yang akan mengurangi efisiensinya atau yang akan menimbulkan toksik atau iritasi
- 2) Memberikan transmisi penuh pada rentang panjang gelombang 300-400 nm untuk memberikan efek terhadap *tanning* maksimum
- 3) Tidak mudah menguap dan resisten terhadap air dan keringat
- 4) Memiliki sifat-sifat mudah larut yang sesuai untuk memberikan formulasi kosmetik yang sesuai
- 5) Tidak berbau dan memiliki sifat-sifat fisik yang memuaskan, misalnya daya lengketnya, dan lain-lain
- 6) Tidak menyebabkan toksik, tidak iritan, dan tidak menimbulkan sensitisasi
- 7) Dapat mempertahankan daya proteksinya selama beberapa jam
- 8) Stabil dalam penggunaan
- 9) Tidak memberikan noda pada pakaian

Tidak toksik dan dapat diterima secara dermatologis merupakan hal yang penting. Sebagai kosmetik, tabir surya sering digunakan dalam penggunaan harian pada daerah permukaan tubuh yang luas. Selain itu, tabir surya juga dapat digunakan pada bagian kulit yang telah rusak karena matahari. Tabir surya mungkin juga digunakan pada semua kelompok umur dan kondisi kesehatan yang bervariasi (Wilkinson & Moore, 1982).

#### 2.6.2. Preparasi tabir surya (Wilkinson & Moore, 1982)

Tujuan preparasi tabir surya adalah untuk mencegah atau meminimalkan efek berbahaya dari radiasi matahari. Berdasarkan penggunaannya, tabir surya dapat diklasifikasikan menjadi:

- 1) *Sunburn preventive agents*, yaitu tabir surya yang mengabsorpsi 95% atau lebih radiasi UV dengan panjang gelombang 290-320 nm.
- 2) *Suntanning agents*, yaitu tabir surya yang mengabsorpsi sedikitnya 85% dari radiasi UV dengan rentang panjang gelombang dari 290-320 nm tetapi meneruskan sinar UV pada panjang gelombang yang lebih besar dari 320 nm dan menghasilkan *tan* ringan yang bersifat sementara. Bahan-bahan ini akan menghasilkan eritema tanpa adanya rasa sakit.

Tabir surya pada kedua kategori tersebut merupakan tabir surya kimia yang mengabsorpsi rentang tertentu dari radiasi UV.

- 3) *Opaque sunblock agents* bertujuan untuk memberikan perlindungan maksimum dalam bentuk penghalang secara fisik. Titanium dioksida dan zink oksida merupakan senyawa yang paling sering digunakan dalam kelompok ini. Titanium dioksida memantulkan dan memencarkan semua radiasi pada rentang UV-Vis (290-777 nm), sehingga dapat mencegah atau meminimalkan kulit terbakar (*sunburn*) dan pencoklatan kulit (*suntan*).

### 2.6.3. SPF (*Sun Protection Factor*)

Efikasi tabir surya biasanya dinyatakan oleh nilai *sun protection factor* (SPF). Definisi resmi nilai SPF adalah:

$$\text{Nilai SPF} = \frac{\text{MED (PS)}}{\text{MED (US)}} \quad (2.1)$$

dimana MED (PS) adalah dosis eritema minimum untuk kulit yang terlindungi setelah penggunaan 2 mg cm<sup>-2</sup> atau 2 µl cm<sup>-2</sup> dari produk tabir surya, dan MED (US) adalah dosis eritema minimum untuk kulit yang tidak terlindungi oleh penggunaan produk tabir surya. Semakin besar nilai SPF, maka semakin besar perlindungan yang diberikan oleh produk tabir surya tersebut (Wilkinson & Moore, 1982).

### 2.6.3.1. Pengukuran nilai SPF

Pengukuran nilai SPF suatu sediaan tabir surya dapat dilakukan secara *in vitro*. Metode pengukuran nilai SPF secara *in vitro* secara umum terbagi dalam dua tipe. Tipe pertama adalah dengan mengukur serapan atau transmisi radiasi UV melalui lapisan produk tabir surya pada plat kuarsa atau biomembran. Tipe yang kedua adalah dengan menentukan karakteristik serapan tabir surya menggunakan analisis spektrofotometri larutan hasil pengenceran tabir surya yang diuji (Kaur & Saraf, 2010; Bendova *et al*, 2007; Pissavini *et al*, 2003; Ming(a), Cheng, Ming(b), Chao, & Hsiu, 2003; Dutra, 2004).

Penilaian SPF mengacu pada ketentuan FDA yang mengelompokkan keefektifan sediaan tabir surya berdasarkan SPF (Wilkinson & Moore, 1982):

Tabel 2.2. Keefektifan Sediaan Tabir Surya Berdasarkan Nilai SPF

SPF	Kategori Proteksi Tabir Surya
2-4	Proteksi minimal
4-6	Proteksi sedang
6-8	Proteksi ekstra
8-15	Proteksi maksimal
≥15	Proteksi ultra

[Sumber: Wilkinson & Moore, 1982]

### 2.6.3.2. Penentuan nilai SPF dengan metode perhitungan A. J. Petro (Soeratri, Hadinoto, & Anastasia) yang telah dimodifikasi (Kawira, 2005)

Pengukuran dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 290-360 nm menggunakan kuvet dengan tebal 1 cm dan etanol 90% sebagai pelarut dan sebagai blanko. Data serapan dibaca pada rentang panjang gelombang 290-360 nm dengan interval 2,5 nm. Dengan menggunakan metode perhitungan A. J. Petro yang telah dimodifikasi, dihitung serapan rata-rata larutan uji dengan kadar baku 125 mg/l (As) dengan rumus:

$$A_s = \frac{125}{m} \times A_r \quad (2.2)$$

m adalah bobot dalam mg bahan uji yang ditimbang

Nilai SPF dihitung dengan rumus:

$$\text{Nilai SPF} = \text{antilog} (2 \times A_s) \quad (2.3)$$

Penetapan serapan rata-rata ( $A_r$ ) dilakukan secara manual sebagai berikut: diukur serapan larutan uji antara panjang gelombang 290-360 nm dengan interval 2,5 nm.

$A_r$  dihitung dengan rumus:

$$A_r = \frac{[1,25 (A_{290} + A_{360}) + 2,5 (A_{292,5} + A_{295} + \dots + A_{357,5})]}{70} \quad (2.4)$$

## 2.7. Stabilitas Nanoemulsi

Stabilitas merupakan kemampuan suatu produk obat atau kosmetik untuk bertahan dalam batas spesifikasi yang ditetapkan sepanjang periode penyimpanan dan penggunaan untuk menjamin identitas, kekuatan, kualitas, dan kemurnian produk. Sediaan yang stabil adalah suatu sediaan yang masih berada dalam batas yang dapat diterima selama periode waktu penyimpanan dan penggunaan, dimana memiliki sifat dan karakteristik yang sama dengan yang dimiliki ketika dibuat (Asean Guideline on Stability Study of Drug Products, 2005).

Ketidakstabilan fisik sediaan ditandai dengan adanya pemucatan warna atau munculnya warna, timbul bau, perubahan atau pemisahan fase, pecahnya emulsi, pengendapan suspensi atau *caking*, perubahan konsistensi, pertumbuhan kristal, terbentuknya gas, dan perubahan fisik lainnya. Kestabilan suatu emulsi ditandai dengan tidak adanya *creaming* dan memberikan penampilan, bau, warna, dan sifat-sifat fisik lainnya yang baik (Martin, Swarbrick, & Cammarata, 1993).

Seperti pada emulsi, nanoemulsi yang stabil ditandai dengan dispersi globul yang seragam dari fase kontinu, namun dapat terjadi penyimpangan pada

kondisi tersebut. Di samping itu, kestabilan nanoemulsi dipengaruhi oleh perubahan fisika dan kimia dalam sistem. Gejala-gejala yang menjadi indikator terjadinya ketidakstabilan nanoemulsi antara lain:

### 1. *Creaming*

*Creaming* adalah pemisahan fase emulsi yang didasarkan atas perbedaan densitas antara fase terdispersi dan medium pendispersi. *Creaming* merupakan proses yang tidak diinginkan, namun keadaan seperti ini dapat didispersi kembali dengan pengocokan. Untuk mencegah *creaming*, densitas fase terdispersi dan medium pendispersi harus hampir sama. Kecepatan *creaming* dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu berdasarkan teori kecepatan pengendapan yang dinyatakan oleh Hukum Stokes (Abdulkarim *et al*, 2010; Martin, Swarbrick, & Cammarata, 1993):

$$v = \frac{d^2 \times (\rho_s - \rho_o) g}{18 \times \eta_o} \quad (2.5)$$

Keterangan:  $v$  : kecepatan sedimentasi (cm/detik)  
 $d$  : diameter partikel (cm)  
 $\rho_s$  : kerapatan fase terdispersi  
 $\rho_o$  : kerapatan medium pendispersi  
 $g$  : percepatan gravitasi  
 $\eta_o$  : viskositas medium pendispersi (poise)

Untuk mengurangi laju *creaming* dapat dilakukan dengan (berdasarkan persamaan Stokes):

- a. Memproduksi emulsi dalam ukuran droplet yang lebih kecil
- b. Meningkatkan viskositas medium pendispersi
- c. Mereduksi perbedaan densitas antara dua fase

### 2. Flokulasi

Flokulasi adalah penggabungan globul-globul bergantung pada gaya tolak-menolak elektrostatis (zeta potensial). Ketidakstabilan ini masih dapat diperbaiki dengan pengocokan karena film antar permukaan masih ada (Martin, Swarbrick, & Cammarata, 1993).



### 3. Koalesens dan *Ostwald Ripening*

Koalesens adalah proses dimana tetesan fase dalam mendekat dan berkombinasi membentuk partikel lebih besar dan menjadi suatu lapisan. Hal ini terjadi bukan hanya karena energi bebas permukaan tetapi juga karena tidak semua globul terlapisi oleh film antarmuka (Martin, Swarbick & Cammarata, 1993). Ketidakstabilan ini merupakan kerusakan yang lebih besar daripada *creaming*. Usaha untuk menstabilkan kembali ketidakstabilan ini tidak dapat dilakukan dengan pengocokan, biasanya diperlukan pengemulsi tambahan dan pemrosesan kembali (Ansel, 1989).

*Ostwald ripening* adalah proses dimana tetesan yang kecil berubah menjadi besar dan membentuk tetesan yang baru. Fenomena ini berhubungan dengan sistem yang memiliki ukuran tetesan yang bervariasi. Fenomena koalesens dan *Ostwald ripening* menyebabkan pemisahan sistem menjadi tiga fase, yaitu fase internal, eksternal, dan emulgator (Abdulkarim *et al*, 2010).

### 4. Inversi

Inversi adalah peristiwa dimana fase eksternal menjadi fase internal, dan sebaliknya (Abdulkarim *et al*, 2010).

Dengan melakukan uji stabilitas dipercepat, kondisi kestabilan sediaan farmasetika atau kosmetik dapat diperoleh dalam waktu singkat. Pengujian ini untuk mendapatkan informasi yang diinginkan dalam waktu singkat dengan menyimpan sediaan pada kondisi yang dirancang untuk mempercepat terjadinya perubahan. Jika hasil pengujian pada uji dipercepat selama tiga bulan diperoleh hasil yang stabil, maka sediaan yang dibuat stabil pada penyimpanan suhu kamar selama setahun.

Pengujian yang dilakukan pada uji dipercepat antara lain (Lieberman, Rieger, & Banker, 1988; Guideline on Stability Testing of Cosmetic Products, 2004; Anvisa, 2005):

#### a. Suhu yang dinaikkan

Setiap kenaikan suhu 10°C akan mempercepat reaksi dua sampai tiga kalinya. Namun cara ini terbatas karena kenyataannya suhu yang jauh di atas normal menyebabkan perubahan yang tidak pernah terjadi pada suhu normal.

b. Kelembaban yang dinaikkan

Umumnya dilakukan untuk menguji kemasan produk. Jika terjadi perubahan pada produk dalam kemasan karena pengaruh kelembaban, hal ini menandakan bahwa kemasannya tidak memberikan perlindungan yang cukup terhadap atmosfer.

c. *Cycling test*

Uji ini sebagai simulasi adanya perubahan suhu setiap tahun bahkan setiap harinya. Oleh karena itu, pada uji ini dilakukan pada suhu atau kelembaban pada interval waktu tertentu sehingga sediaan dalam wadah akan mengalami stres bervariasi. Misalnya dengan menyimpan sediaan pada suhu 4°C selama 24 jam lalu menyimpannya pada suhu 40°C selama 24 jam, waktu penyimpanan pada dua suhu yang berbeda tersebut dianggap sebagai satu siklus dan dilakukan sebanyak 6 siklus (selama 12 hari). Perlakuan selama 12 hari tersebut akan menghasilkan stres lebih tinggi daripada menyimpan pada suhu 4°C atau 40°C saja.

d. Uji mekanik (*Centrifugal test*)

Uji ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya pemisahan fase. Sediaan disentrifugasi pada kecepatan 3750 rpm selama 5 jam atau 5000-10000 rpm selama 30 menit. Hal ini dilakukan karena perlakuan tersebut sama besarnya dengan pengaruh gaya gravitasi terhadap penyimpanan selama setahun.

Parameter-parameter yang digunakan dalam uji kestabilan fisik adalah:

a. Organoleptis atau penampilan fisik

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengamati adanya perubahan atau pemisahan fase, timbulnya bau, dan perubahan warna.

b. Viskositas

Viskositas dipengaruhi zat pengental, surfaktan, jumlah fase terdispersi, dan ukuran partikel. Secara umum kenaikan viskositas dapat meningkatkan kestabilan (berdasarkan Hukum Stokes).

c. Ukuran partikel

Perubahan ukuran partikel rata-rata atau distribusi ukuran globul merupakan hal yang penting, dimana pada nanoemulsi diameter globul berkisar antara 2–500 nm (atau dibawah 100 nm). Ukuran partikel merupakan indikator

utama kecenderungan terjadinya *creaming* atau *breaking*. Terdapat hubungan antara ukuran partikel dengan viskositas dimana kenaikan viskositas akan meningkatkan stabilitas (berdasarkan hukum Stokes). Semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar viskositasnya, dan viskositas yang tinggi akan meningkatkan kestabilan sediaan.

d. Pemeriksaan pH

Sediaan farmasetik untuk tujuan penggunaan topikal sebaiknya memiliki pH yang sesuai dengan pH kulit, yaitu 4,5-6,5. Karena jika memiliki pH yang terlalu basa akan menyebabkan kulit menjadi bersisik, sedangkan jika pH terlalu asam maka akan menimbulkan iritasi kulit.

e. Pemeriksaan tipe nanoemulsi

Uji ini dilakukan untuk mengetahui tipe nanoemulsi yang terbentuk. Tipe nanoemulsi dapat berupa tipe minyak dalam air (m/a), air dalam minyak (a/m), dan *bicontinuous*.

f. Pemeriksaan bobot jenis

Uji ini dilakukan untuk memeriksa bobot jenis dari nanoemulsi yang terbentuk.

g. Pemeriksaan tegangan permukaan

Uji ini dilakukan untuk memeriksa tegangan permukaan dari nanoemulsi yang terbentuk.

h. Uji mekanik (uji sentrifugasi)

Uji mekanik ini menunjukkan *shelf life* sediaan selama 1 tahun. Sediaan disentrifugasi dengan kecepatan 3750 rpm selama 5 jam dan hasilnya ekuivalen dengan efek gravitasi selama 1 tahun.

i. *Cycling test*

Uji ini dilakukan untuk menguji nanoemulsi terhadap kemungkinan mengalami kristalisasi atau berawan dan untuk menguji kestabilan nanoemulsi.

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Lokasi dan Waktu**

Penelitian dilaksanakan selama bulan Maret 2011 hingga Mei 2011 di Laboratorium Farmasetika, Laboratorium Farmasi Fisika, Laboratorium Teknologi Sediaan Solid, Laboratorium Farmakognosi, dan Laboratorium Kimia Farmasi Analisis Kuantitatif Departemen Farmasi FMIPA UI.

#### **3.2. Alat**

Spektrofotometer UV-Vis (Jasco V-1800, Jepang), pH-meter tipe 510 (Eutech Instrument, Singapura), viskometer Hoopler (Haake PRUFSCHEIN, Jerman), sentrifugator (Kubota 5100, Jepang), oven (Mettler, Jerman), timbangan analitik tipe 210-LC (ADAM, Amerika Serikat), pengaduk magnetik (IKA, Jerman), lemari pendingin (LG, Korea), *particle size analyzer* LS 100Q (Beckman Coulter, Jerman), homogenizer (Multimix CKL, Amerika Serikat), ultrasonik (Branson, Amerika Serikat), mikroskop optik (Nikon model Eclipse E 200, Jepang), tensiometer Du Nuoy (Cole Parmer Surface Tensiometer 21, Amerika Serikat), dan alat-alat gelas.

#### **3.3. Bahan**

Minyak kencur dari penyulingan rimpang kencur (Balitro, Indonesia), oktil metoksisinamat (diperoleh dari PT. Ristra Indolab, Indonesia), isopropil miristat (Merck, Jerman), Brij® L4 (Croda, Singapura), isopropil alkohol (Merck, Jerman), propilen glikol (diperoleh dari PT. Brataco, Indonesia), metil paraben (diperoleh dari PT. Brataco, Indonesia), propil paraben (diperoleh dari PT. Brataco, Indonesia), butil hidroksitoluen (diperoleh dari PT. Brataco, Indonesia), aquabidestilata (Otsuka, Jepang), dan Etanol 90% (Merck, Jerman).

### 3.4. Cara Kerja

#### 3.4.1. Karakterisasi isopropil miristat dan minyak kencur

##### 3.4.1.1. Organoleptis isopropil miristat dan minyak kencur

Pemeriksaan organoleptis isopropil miristat dan minyak kencur dilakukan terhadap warna dan bau.

##### 3.4.1.2. Pengukuran bobot jenis isopropil miristat dan minyak kencur

(Departemen Kesehatan RI, 1995)

Bobot jenis diukur menggunakan piknometer. Pada suhu ruang, piknometer bersih dan kering ditimbang ( $A$  g). Selanjutnya, piknometer diisi dengan air dan ditimbang ( $A_1$  g). Air dikeluarkan dari piknometer dan piknometer dibersihkan. Fase minyak diisikan ke dalam piknometer dan ditimbang ( $A_2$  g). Bobot jenis fase minyak diukur dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Bobot jenis} = \left[ \frac{A_2 - A}{A_1 - A} \right] \times 1 \text{ g/ml} \quad (3.1)$$

##### 3.4.1.3. Pengukuran viskositas isopropil miristat dan minyak kencur (Martin, Swarbrick, & Cammarata, 1993)

Pengukuran viskositas dilakukan menggunakan viskometer Hoopler (viskometer bola jatuh) di mana jenis bola yang digunakan adalah gelas boron silika. Fase minyak dimasukkan ke dalam suatu tabung gelas yang hampir vertikal dengan volume tertentu. Bola yang digunakan dimasukkan ke dalam tabung dan salah satu sisi tabung ditutup agar fase minyak tidak keluar dan tabung tidak bocor, sedangkan sisi yang lainnya ditutup sebelum fase minyak dimasukkan ke dalam tabung gelas. Selanjutnya, tabung gelas diputar dan bola akan mulai bergerak ke bawah. Waktu yang diperlukan bola untuk jatuh dihitung antara garis putih awal dan garis putih akhir yang ada pada tabung gelas. Percobaan ini dilakukan sebanyak tiga kali dan dihitung rata-ratanya. Kemudian, viskositas fase minyak diukur dengan membandingkannya dengan air berdasarkan perhitungan sebagai berikut:

$$\eta = t (S_b - S_f) \times B \quad (3.2)$$

#### 3.4.1.4. Pengukuran tegangan permukaan isopropil miristat dan minyak kencur (Instruction Manual Part # 105654 Surface Tensiomat Model 21, 2000)

Pengukuran tegangan permukaan dilakukan menggunakan tensiometer Du Nuoy. Pertama, fase minyak dimasukkan ke dalam wadah gelas hingga mencapai ketinggian 0,5 cm dari batas atas gelas. Wadah gelas diletakkan di atas meja sampel. Meja sampel digerakkan ke atas hingga cincin platinum iridium berada pada kedalaman 0,5 cm dari permukaan fase minyak. *Knob torsion* pada sisi kanan alat diputar hingga angka nol pada *knob torsion* sejajar dengan angka nol pada *knob zero* yang terdapat di depan *knob torsion*. Motor pada posisi *Neutral* diubah ke posisi *Up*. Cincin akan bergerak ke atas dan *knob zero* mulai berputar. *Knob zero* akan berhenti pada suatu angka yang akan menunjukkan tegangan permukaan fase minyak. Percobaan ini dilakukan sebanyak tiga kali dan dihitung rata-ratanya. Angka yang dihasilkan (P) dikalikan dengan faktor koreksi (F) untuk menghasilkan tegangan permukaan yang absolut (S).

$$S = P \times F \quad (3.3)$$

#### 3.4.2. Formula nanoemulsi

Formula nanoemulsi pada penelitian ini terdiri dari nanoemulsi yang mengandung minyak kencur dalam berbagai konsentrasi, nanoemulsi yang mengandung oktil metoksisinamat sebagai blanko positif, dan nanoemulsi yang tidak mengandung minyak kencur maupun oktil metoksisinamat sebagai blanko negatif. Perhitungan persentase komposisi bahan masing-masing nanoemulsi dapat dilihat seperti pada tabel berikut :

Tabel 3.1. Persentase komposisi bahan dalam nanoemulsi

Bahan	Konsentrasi (% b/v)					
	Blanko negatif	Blanko positif	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
Isopropil miristat	20	20	15	11,20	5,05	-
Oktil metoksisinamat	-	7	-	-	-	-
Minyak kencur	-	-	5	11,14	15,08	18,61
Brij® L4	30	30	30	36,79	40,21	39,60
Isopropil alkohol	14	14	14	19,65	24,56	25,59
Propilen glikol	5	5	5	5	5	5
Metil paraben	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Propil paraben	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Butilhidroksitoluen	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Aquabidestilata	ad 100	ad 100	ad 100	ad 100	ad 100	ad 100

### 3.4.3. Pembuatan nanoemulsi

#### 3.4.3.1. Pembuatan nanoemulsi yang tidak mengandung minyak kencur maupun oktil metoksisinamat

Bahan-bahan yang merupakan fase minyak, yaitu isopropil miristat, propil paraben, dan BHT diaduk dengan pengaduk magnetik hingga homogen. Sementara itu, fase air yang meliputi propilen glikol, metil paraben, dan aquabidestilata dicampurkan dan diaduk dengan pengaduk magnetik hingga homogen. Dan pada wadah yang terpisah, emulgator yang terdiri dari Brij® L4 dan isopropil alkohol dicampurkan dan diaduk menggunakan pengaduk magnetik hingga homogen. Selanjutnya, fase minyak ditambahkan ke dalam fase air sambil dilakukan penambahan campuran emulgator sedikit demi sedikit dan diaduk menggunakan pengaduk magnetik. Setelah keseluruhan bahan tercampur, kemudian campuran bahan dihomogenkan menggunakan *homogenizer* yang diatur kecepatannya pada 500 rpm selama 15 menit hingga terbentuk nanoemulsi yang jernih.

#### 3.4.3.2. Pembuatan nanoemulsi yang mengandung minyak kencur

Bahan-bahan yang merupakan fase minyak, yaitu isopropil miristat, minyak kencur, propil paraben, dan BHT diaduk dengan pengaduk magnetik hingga homogen. Sementara itu, fase air yang meliputi propilen glikol, metil paraben, dan aquabidestilata dicampurkan dan diaduk dengan pengaduk magnetik hingga homogen. Dan pada wadah yang terpisah, emulgator yang terdiri dari Brij® L4 dan isopropil alkohol dicampurkan dan diaduk menggunakan pengaduk magnetik hingga homogen. Selanjutnya, fase minyak ditambahkan ke dalam fase air sambil dilakukan penambahan campuran emulgator sedikit demi sedikit dan diaduk menggunakan pengaduk magnetik. Setelah keseluruhan bahan tercampur, kemudian campuran bahan dihomogenkan menggunakan *homogenizer* yang diatur kecepataannya pada 500 rpm selama 15 menit hingga terbentuk nanoemulsi yang jernih.

#### 3.4.3.3. Pembuatan nanoemulsi yang mengandung oktil metoksisinamat

Bahan-bahan yang merupakan fase minyak, yaitu isopropil miristat, oktil metoksisinamat, propil paraben, dan BHT kemudian diaduk dengan pengaduk magnetik hingga homogen. Sementara itu, fase air yang meliputi propilen glikol, metil paraben, dan aquabidestilata dicampurkan dan diaduk dengan pengaduk magnetik hingga homogen. Dan pada wadah yang terpisah, emulgator yang terdiri dari Brij® L4 dan isopropil alkohol dicampurkan dan diaduk menggunakan pengaduk magnetik hingga homogen. Selanjutnya, fase minyak ditambahkan ke dalam fase air sambil dilakukan penambahan campuran emulgator sedikit demi sedikit dan diaduk menggunakan pengaduk magnetik. Setelah keseluruhan bahan tercampur, kemudian campuran bahan dihomogenkan menggunakan *homogenizer* yang diatur kecepataannya pada 500 rpm selama 15 menit hingga terbentuk nanoemulsi yang jernih.

#### 3.4.4. Evaluasi fisik nanoemulsi

##### 3.4.4.1. Organoleptis

Sediaan nanoemulsi diamati terjadinya perubahan warna, perubahan bau,



pemisahan fase atau pecahnya nanoemulsi, dan kejernihan.

#### 3.4.4.2. Pengukuran pH

Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter. Mula-mula elektroda dikalibrasi dengan dapar standar pH 4 dan pH 7. Kemudian elektroda dicelupkan ke dalam sediaan. Nilai pH yang muncul di layar dicatat. Pengukuran dilakukan pada suhu ruang.

#### 3.4.4.3. Pengukuran bobot jenis (Departemen Kesehatan RI, 1995)

Bobot jenis diukur menggunakan piknometer. Pada suhu ruang, piknometer bersih dan kering ditimbang (A g). Selanjutnya, piknometer diisi dengan air dan ditimbang (A1 g). Air dikeluarkan dari piknometer dan piknometer dibersihkan. Nanoemulsi diisikan ke dalam piknometer dan ditimbang (A2 g). Bobot jenis nanoemulsi diukur dengan perhitungan seperti pada Persamaan 3.1.

#### 3.4.4.4. Pengukuran viskositas (Martin, Swarbrick, & Cammarata, 1993)

Pengukuran viskositas dilakukan menggunakan viskometer bola jatuh dimana jenis bola yang digunakan adalah gelas boron silika. Nanoemulsi dimasukkan ke dalam suatu tabung gelas yang hampir vertikal dengan volume tertentu. Bola yang digunakan dimasukkan ke dalam tabung dan salah satu sisi tabung ditutup agar nanoemulsi tidak keluar dan tabung tidak bocor, sedangkan sisi yang lainnya ditutup sebelum nanoemulsi dimasukkan ke dalam tabung gelas. Selanjutnya, tabung gelas diputar dan bola akan mulai bergerak ke bawah. Waktu yang diperlukan bola untuk jatuh dihitung antara garis putih awal dan garis putih akhir yang ada pada tabung gelas. Percobaan ini dilakukan sebanyak tiga kali dan dihitung rata-ratanya. Kemudian, viskositas dari nanoemulsi diukur dengan membandingkannya dengan air berdasarkan perhitungan seperti Persamaan 3.2.

#### 3.4.4.5. Pengukuran tegangan permukaan (Instruction Manual Part # 105654 Surface Tensiomat Model 21, 2000)

Nanoemulsi dimasukkan ke dalam wadah gelas hingga mencapai batas

ketinggian gelas yang telah ditetapkan. Wadah gelas diletakkan di atas meja sampel. Meja sampel digerakkan ke atas hingga cincin platinum iridium berada pada kedalaman 0,5 cm dari permukaan nanoemulsi. *Knob torsion* pada sisi kanan alat diputar hingga angka nol pada *knob torsion* sejajar dengan angka nol pada *knob zero* yang terdapat di depan *knob torsion*. Motor pada posisi *Neutral* diubah ke posisi *Up*. Cincin akan bergerak ke atas dan *knob zero* mulai berputar. *Knob zero* akan berhenti pada suatu angka yang akan menunjukkan tegangan permukaan nanoemulsi. Percobaan ini dilakukan sebanyak tiga kali dan dihitung rata-ratanya. Angka yang dihasilkan (P) dikalikan dengan faktor koreksi (F) untuk menghasilkan tegangan permukaan yang absolut (S). Tegangan permukaan dari nanoemulsi dihitung berdasarkan perhitungan seperti Persamaan 3.3.

#### 3.4.4.6. Pemeriksaan tipe nanoemulsi (Martin, Swarbrick, & Cammarata, 1993)

Pemeriksaan tipe nanoemulsi dilakukan dengan menaburkan zat warna larut air, yaitu biru metilen, pada permukaan nanoemulsi di atas kaca objek dan diamati di bawah mikroskop optik. Jika nanoemulsi merupakan tipe minyak dalam air maka zat warna biru metilen akan melarut di dalamnya dan berdifusi merata ke seluruh bagian dari air. Jika nanoemulsi merupakan tipe air dalam minyak maka partikel-partikel zat warna biru metilen akan bergerombol pada permukaannya.

#### 3.4.4.7. Pengukuran distribusi ukuran partikel nanoemulsi

Ukuran partikel diukur menggunakan alat *particle size analyzer* LS 100Q (Beckman Coulter). Pengukuran distribusi ukuran partikel nanoemulsi diawali dengan mengklik pilihan *alignment* (untuk mengatur sinar laser agar dalam posisi lurus), *measuring offsets* (untuk menyiapkan dan mengatur detektor), *measuring background* (untuk menyiapkan dan mengatur *background*), *measuring loading* (untuk pengukuran sampel). Setelah alat siap digunakan, sampel nanoemulsi dimasukkan pada wadah yang telah diisi aquabidestilata sambil diaduk dengan pengaduk magnetik. Sampel dimasukkan hingga pada layar monitor menunjukkan keterangan *OK* ataupun *High* yang menunjukkan bahwa sampel siap untuk diukur.

Pengukuran berlangsung hingga pada layar monitor memperlihatkan grafik hubungan antara diameter partikel ( $\mu\text{m}$ ) dengan volume (%).

#### 3.4.5. Uji stabilitas fisik nanoemulsi

##### 3.4.5.1. Penyimpanan pada suhu rendah

Sampel nanoemulsi disimpan pada suhu rendah ( $4\pm 2^\circ\text{C}$ ) selama 8 minggu, kemudian dilakukan pengamatan organoleptis (perubahan warna, bau, pemisahan fase, kejernihan) dan pengukuran pH, dengan pengamatan setiap 2 minggu sekali.

##### 3.4.5.2. Penyimpanan pada suhu kamar

Sampel nanoemulsi disimpan pada suhu kamar ( $28\pm 2^\circ\text{C}$ ) selama 8 minggu, kemudian dilakukan pengamatan organoleptis (perubahan warna, bau, pemisahan fase, kejernihan) dan pengukuran pH dengan pengamatan setiap 2 minggu sekali. Pengukuran viskositas dan tegangan permukaan dilakukan pada minggu ke-0 dan ke-8.

##### 3.4.5.3. Penyimpanan pada suhu tinggi

Sampel nanoemulsi disimpan pada suhu tinggi ( $40\pm 2^\circ\text{C}$ ) selama 8 minggu, kemudian dilakukan pengamatan organoleptis (perubahan warna, bau, pemisahan fase, kejernihan) dan pengukuran pH, dengan pengamatan setiap 2 minggu sekali.

##### 3.4.5.4. *Cycling test*

Sampel nanoemulsi disimpan pada suhu  $4\pm 2^\circ\text{C}$  selama 24 jam, lalu dipindahkan ke dalam oven yang bersuhu  $40\pm 2^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Perlakuan ini adalah satu siklus. Percobaan diulang sebanyak 6 siklus dan diamati adanya pemisahan fase. Kondisi fisik nanoemulsi dibandingkan setelah percobaan dengan kondisi fisik nanoemulsi sebelumnya.

##### 3.4.5.5. Uji sentrifugasi (Uji mekanik)

Sampel nanoemulsi dimasukkan ke dalam tabung sentrifugasi kemudian dimasukkan ke dalam sentrifugator dengan kecepatan putaran 3750 rpm selama 5

jam. Hasil perlakuan tersebut ekuivalen dengan efek gravitasi selama satu tahun. Kondisi fisik nanoemulsi dibandingkan setelah percobaan dengan kondisi fisik nanoemulsi sebelumnya.

#### 3.4.6. Penentuan nilai SPF

Penentuan efektivitas sediaan tabir surya dilakukan dengan menentukan nilai SPF secara *in vitro* dengan metode spektrofotometri. Prosedur dilakukan terhadap:

- a. Minyak kencur (dibuat hingga kadar dalam kuvet 10 mg/l)
- b. Oktil metoksisinamat (dibuat hingga kadar dalam kuvet 10 mg/l)
- c. Sediaan nanoemulsi tanpa mengandung minyak kencur maupun oktil metoksisinamat (blanko negatif)
- d. Sediaan nanoemulsi mengandung minyak kencur (formula 1, 2, 3, dan 4)
- e. Sediaan nanoemulsi mengandung oktil metoksisinamat (blanko positif)

##### 3.4.6.1. Penyiapan sampel

Sebanyak  $\pm 125$  mg sampel ditimbang seksama dan ditambahkan dengan etanol 90% hingga 100,0 ml lalu diultrasonikasi selama 15 menit. Selanjutnya, larutan diencerkan hingga konsentrasi akhir sediaan  $\pm 125$   $\mu\text{g/ml}$ .

##### 3.4.6.2. Perhitungan nilai SPF

Spektrum serapan larutan uji dalam kuvet 1-cm diperoleh menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 290-360 nm dengan menggunakan etanol 90% sebagai blanko. Ditetapkan serapan rata-rata ( $A_r$ ) secara manual sebagai berikut:

Serapan larutan uji diukur antara 290-360 nm dengan interval 2,5 nm.  $A_r$  dihitung dengan rumus:

$$A_r = \frac{[1,25 (A_{290} + A_{360}) + 2,5 (A_{292,5} + A_{295} + \dots + A_{357,5})]}{70} \quad (3.4)$$

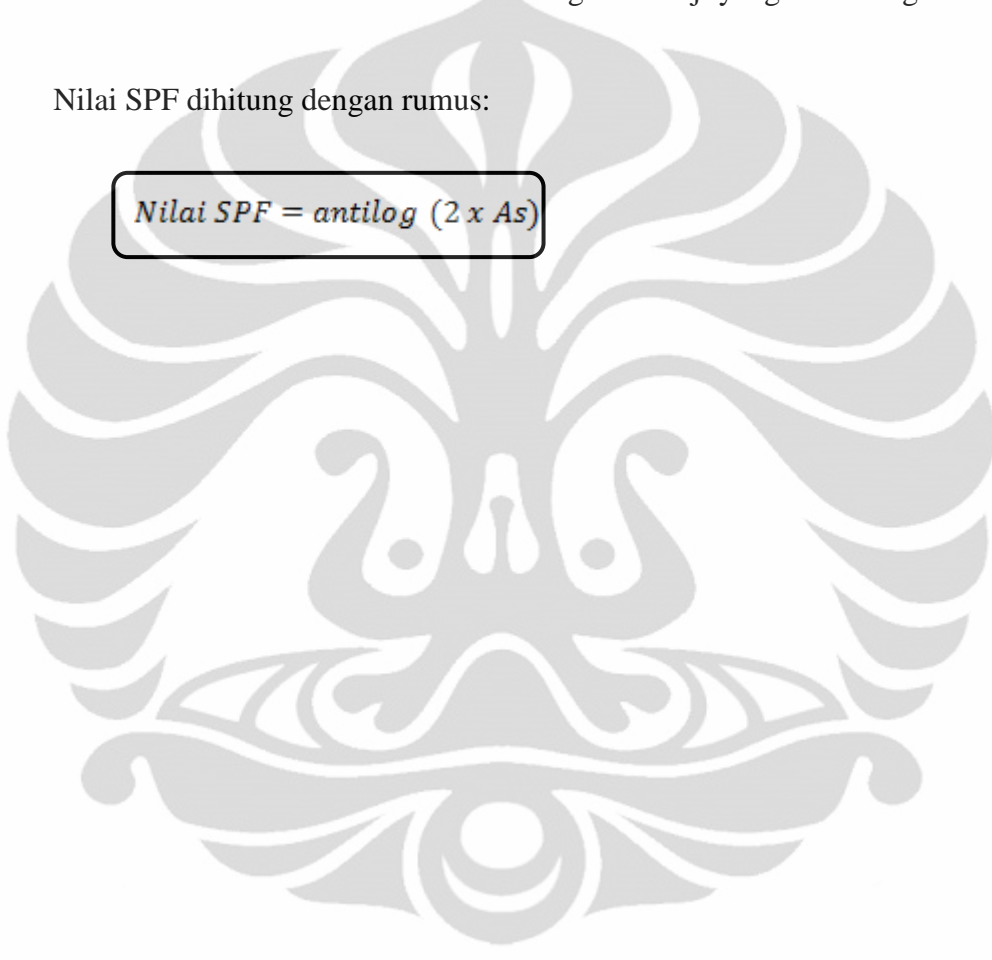
Selanjutnya, dihitung serapan rata-rata larutan uji dengan kadar baku 125 mg/l ( $A_s$ ) dengan rumus:

$$A_s = \frac{125}{m} A_r \quad (3.5)$$

dimana  $m$  adalah bobot dalam mg bahan uji yang ditimbang.

Nilai SPF dihitung dengan rumus:

$$\text{Nilai SPF} = \text{antilog} (2 \times A_s) \quad (3.6)$$



## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Karakterisasi Isopropil Miristat dan Minyak Kencur

Karakterisasi isopropil miristat dan minyak kencur dilakukan melalui pemeriksaan terhadap organoleptis meliputi pemeriksaan warna dan bau, pengukuran bobot jenis menggunakan piknometer, pengukuran tegangan permukaan menggunakan tensiometer Du Nuoy, dan pengukuran viskositas menggunakan viskometer bola jatuh. Hasil karakterisasi terhadap isopropil miristat dan minyak kencur dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.1. Hasil karakterisasi isopropil miristat dan minyak kencur

	Organoleptis		Bobot jenis (g/ml)	Tegangan permukaan (dyne/cm)	Viskositas (cps)
	Warna	Bau			
Isopropil miristat	Tidak berwarna	Tidak berbau	0,8515	31,4685	2,5412
Minyak kencur	Kuning hingga coklat	Kencur	1,0270	37,5217	5,0234

### 4.2. Formulasi dan Pembuatan Nanoemulsi

Pada penelitian ini untuk memperoleh formula nanoemulsi yang mengandung minyak kencur dilakukan titrasi surfaktan dan kosurfaktan terhadap campuran fase minyak dan fase air dengan bantuan pengaduk magnetik. Titrasi surfaktan dan kosurfaktan dilakukan hingga diperoleh nanoemulsi yang jernih dimana kejernihan tersebut menunjukkan titik akhir proses titrasi.

Pada formula blanko negatif diperoleh dari hasil perhitungan pada *Diagram Pseudoternary* yang dilakukan oleh Acharya, Sanyal, & Moulik (2001). Selanjutnya, dari formula blanko negatif yang mengandung isopropil miristat 20% dan tidak mengandung minyak kencur pada fase minyak digunakan untuk membuat nanoemulsi formula 1 dengan mengubah konsentrasi isopropil miristat

menjadi 15% dan minyak kencur menjadi 5% dan diperoleh nanoemulsi yang jernih. Kemudian, masih dengan formula yang sama dengan blanko negatif dibuat nanoemulsi formula 2 yang mengandung isopropil miristat 10% dan minyak kencur 10%. Namun, hasil yang diperoleh adalah emulsi biasa yang keruh dan terjadi pemisahan setelah didiamkan. Hal tersebut dikarenakan konsentrasi surfaktan dan kosurfaktan yang ada tidak cukup untuk menurunkan tegangan antarmuka antara fase minyak dan fase air saat pembentukan nanoemulsi sehingga fase minyak tidak dapat terdispersi dalam fase air (Lachman, Lieberman, & Kanig, 1994; Martin, Swarbrick, & Cammarata, 1993). Oleh karena itu, selanjutnya dilakukan titrasi surfaktan dan kosurfaktan untuk memperoleh formula nanoemulsi.

Titrasi dilakukan untuk memperoleh nanoemulsi formula 2, formula 3, dan formula 4. Dari hasil tersebut terlihat bahwa dengan meningkatnya konsentrasi minyak kencur dalam formula maka perbandingan jumlah konsentrasi surfaktan dan kosurfaktan yang dibutuhkan juga akan semakin meningkat. Setelah didapatkan formula yang menghasilkan nanoemulsi yang jernih, selanjutnya dibuat nanoemulsi pada skala lebih besar. Pada prosesnya, pengadukan dilakukan pada kecepatan rendah, yaitu 500 rpm, untuk meminimalkan terbentuknya gelembung udara.

Pada pembuatan nanoemulsi digunakan kosurfaktan dengan tujuan untuk meningkatkan solubilisasi gugus non polar dan membantu surfaktan dalam menurunkan tegangan antarmuka antara fase air dan fase minyak. Surfaktan yang digunakan adalah Brij® L4. Surfaktan ini termasuk surfaktan non ionik yang kompatibel dengan surfaktan lainnya. Sebagai kosurfaktan digunakan isopropil alkohol karena kosurfaktan yang digunakan umumnya molekul kecil sehingga dapat berdifusi cepat diantara fase minyak dan air.

Penggunaan propilen glikol dalam formula sudah tepat karena metil paraben dan propil paraben yang digunakan sebagai pengawet mudah larut dalam propilen glikol dan kekuatan pengawet akan meningkat dengan adanya propilen glikol konsentrasi 2-5%. Penggunaan metil paraben dan propil paraben sebagai pengawet sudah tepat. Akan tetapi, dengan adanya surfaktan nonionik golongan polioksietilen alkil eter dapat menyebabkan efektivitasnya berkurang (Rowe,

Sheskey, & Owen, 2006). Oleh karena itu, pada formula digunakan pengawet dengan konsentrasi lebih besar dari yang umumnya digunakan. Besarnya konsentrasi pengawet tidak menjadi masalah karena pengawet golongan paraben relatif tidak toksik.

Pada formula, antioksidan yang digunakan adalah BHT. Antioksidan yang larut dalam fase minyak ini dapat bekerja dengan cukup baik sehingga dapat mencegah oksidasi dari minyak yang digunakan dalam formula.

Pada pembuatan nanoemulsi blanko positif digunakan komposisi yang sama dengan blanko negatif, namun dengan penambahan oktil metoksisinamat 7%. Konsentrasi oktil metoksisinamat yang umum digunakan sebesar 2-10%. Konsentrasi oktil metoksisinamat dipilih berdasarkan konsentrasi yang umum digunakan di Amerika Serikat, yaitu hingga 7,5%. Dipilih konsentrasi 7% karena mempertimbangkan efek sampingnya, seperti iritasi, bengkak atau ruam, dan dapat mempengaruhi aktivitas hormonal (Moore, 2011). Pada proses pembuatan, oktil metoksisinamat dimasukkan ke dalam fase minyak. Hal ini kurang tepat karena seharusnya oktil metoksisinamat dicampurkan ke dalam fase air yang mengandung propilen glikol karena oktil metoksisinamat larut dalam etanol, propilen glikol, dan isopropanol.

#### **4.3. Evaluasi Nanoemulsi**

Kelima formula, termasuk juga blanko positif, dievaluasi segera setelah selesai dibuat. Evaluasi nanoemulsi pada minggu ke-0 dilakukan untuk membandingkan keadaan nanoemulsi sebelum dan setelah dilakukan uji kestabilan menggunakan parameter-parameter fisik sehingga dapat diketahui kestabilan fisik nanoemulsi dengan variasi perbandingan konsentrasi minyak kencur dengan isopropil miristat dan perbandingan konsentrasi Brij® L4 dengan isopropil alkohol.

Hasil evaluasi nanoemulsi pada minggu ke-0, meliputi:

##### **4.3.1. Pengamatan organoleptis**

Formula blanko negatif dan blanko positif menghasilkan nanoemulsi yang tidak berwarna dan tidak berbau. Sedangkan pada formula 1, formula 2, formula 3, dan formula 4 menghasilkan nanoemulsi berwarna kuning dan berbau kencur.



Keempat nanoemulsi ini menghasilkan perbedaan warna dengan intensitas warna kuning yang semakin tua. Semakin besar konsentrasi minyak kencer yang digunakan, maka akan terbentuk nanoemulsi dengan warna kuning yang semakin intensif, yaitu formula 1 menghasilkan warna kuning (Pantone 601 c), formula 2 warna kuning (Pantone 602 c), formula 3 warna kuning (Pantone 603 c), dan formula 4 warna kuning (Pantone 604 c).

Pada pemeriksaan kejernihan dan pemisahan fase, keenam nanoemulsi terlihat jernih, tidak terjadi pemisahan fase, dan homogen secara fisik. Hal tersebut menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi Brij® L4 dan isopropil alkohol dalam nanoemulsi tersebut sudah cukup untuk membuat nanoemulsi yang jernih, homogen, dan tanpa adanya pemisahan fase.

#### 4.3.2. Pengukuran pH

Hasil pengukuran pH terhadap formula nanoemulsi dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.2. Hasil pengukuran pH keenam formula pada minggu ke-0

Sediaan	pH
Blanko negatif	5,25
Blanko positif	5,47
Formula 1	5,28
Formula 2	5,77
Formula 3	6,12
Formula 4	6,08

Keenam formula nanoemulsi tersebut menghasilkan pH dalam rentang pH kulit, yaitu antara 4,5-6,5. Namun, perbedaan konsentrasi minyak kencer dan konsentrasi Brij® L4 mempengaruhi pH nanoemulsi yang dihasilkan. Dari hasil pengukuran pH terlihat bahwa dengan semakin meningkatnya konsentrasi minyak kencer maka pH nanoemulsi akan meningkat dan dengan semakin meningkatnya konsentrasi Brij® L4 maka pH nanoemulsi akan meningkat pula.

#### 4.3.3. Pengukuran bobot jenis

Pada hasil pengukuran bobot jenis menggunakan piknometer terhadap kelima formula menunjukkan hasil yang bervariasi, namun perbedaan tersebut tidak terlalu jauh. Hasil pengukuran bobot jenis terhadap formula nanoemulsi dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.3. Hasil pengukuran bobot jenis

Sediaan	Bobot jenis (g/ml)
Blanko negatif	0,9324
Formula 1	0,9416
Formula 2	0,9299
Formula 3	0,9260
Formula 4	0,9374

#### 4.3.4. Pemeriksaan tipe nanoemulsi

Pada pemeriksaan tipe nanoemulsi dengan menaburkan serbuk biru metilen pada permukaan nanoemulsi yang kemudian dilihat di bawah mikroskop optik menunjukkan bahwa blanko negatif, blanko positif, formula 1, formula 2, formula 3, dan formula 4 memiliki tipe minyak dalam air (m/a). Hal tersebut dikarenakan serbuk biru metilen yang ditaburkan pada permukaan nanoemulsi terdispersi merata di seluruh permukaan nanoemulsi.

Tipe nanoemulsi bergantung pada konsentrasi dan sifat kimia surfaktan, minyak, dan bahan yang terlarut di dalamnya (Swarbrick, 2007) dan surfaktan yang memiliki gugus polar lebih kuat cenderung untuk membentuk tipe minyak dalam air (m/a) (Martin, Swarbrick, & Cammarata, 1993). Pada formula digunakan surfaktan, yaitu Brij® L4, yang bersifat hidrofil dan kosurfaktan, yaitu isopropil alkohol, yang bersifat polar dan perbandingan konsentrasi surfaktan dan kosurfaktan dalam formula juga cukup besar. Oleh karena itu, sebagian besar komponen yang terkandung dalam formula bersifat polar sehingga walaupun terdapat nanoemulsi yang memiliki konsentrasi minyak lebih besar dibandingkan air tipe nanoemulsi yang dihasilkan tetap bersifat minyak dalam air (m/a).

#### 4.3.5. Pengukuran viskositas

Nanoemulsi pada masing-masing formula yang dihasilkan memiliki tipe aliran Newton. Hal tersebut terlihat dari bentuknya yang cair. Oleh karena itu, nilai viskositas dari masing-masing formula diperoleh menggunakan viskometer yang biasa digunakan untuk mengukur viskositas untuk tipe aliran sistem Newton. Pada penelitian ini, viskometer yang digunakan adalah viskometer bola jatuh dengan jenis bola yang digunakan adalah tipe gelas boron silika. Pada viskometer bola jatuh, jenis bola yang dipilih adalah bola yang dapat menghasilkan lamanya bola jatuh antara kedua garis tidak kurang dari 30 detik (Martin, Swarbrick, & Cammarata, 1993).

Hasil viskositas blanko negatif, formula 1, formula 2, formula 3, dan formula 4 secara berturut-turut adalah 2,9381; 2,3065; 2,1222; 1,3733; dan 1,7696 centipoise (cps). Dari hasil pengukuran viskositas terlihat bahwa dengan semakin meningkatnya konsentrasi Brij® L4 maka viskositas nanoemulsi akan semakin menurun.

#### 4.3.6. Pengukuran tegangan permukaan

Pada hasil pengukuran tegangan permukaan menggunakan tensiometer Du Nuoy terhadap kelima formula terlihat bahwa masing-masing formula nanoemulsi memiliki tegangan permukaan yang bervariasi. Namun, perbedaan tegangan permukaan antara kelima formula nanoemulsi tidak terlalu jauh. Hasil pengukuran tegangan permukaan blanko negatif, formula 1, formula 2, formula 3, dan formula 4 secara berturut-turut adalah 31,5479; 33,1125; 32,3496; 31,9172; dan 32,3761 dyne/cm.

### 4.4. Uji Stabilitas Fisik Nanoemulsi

Pengujian stabilitas fisik dilakukan dengan menyimpan sampel formula blanko negatif, formula 1, formula 2, formula 3, dan formula 4 pada tiga suhu yang berbeda, yaitu suhu rendah ( $5^{\circ}\text{C}$ ), suhu kamar ( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), dan suhu tinggi ( $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) selama 8 minggu. Selama periode waktu penyimpanan tersebut dilakukan pengamatan organoleptis dan pemeriksaan pH setiap 2 minggu. Pengujian ini bertujuan untuk melihat stabilitas fisik kelima formula nanoemulsi

pada kondisi suhu yang berbeda. Pengukuran viskositas dan tegangan permukaan nanoemulsi dilakukan pada minggu awal (minggu ke-0) dan minggu terakhir (minggu ke-8) menggunakan nanoemulsi yang disimpan pada suhu kamar.

Selain penyimpanan pada tiga kondisi suhu yang berbeda, sampel nanoemulsi juga dilakukan uji sentrifugasi dan *cycling test*. Pada uji sentrifugasi dilakukan menggunakan sentrifugator pada kecepatan 3800 rpm selama 5 jam. Sedangkan pada *cycling test* sampel disimpan pada dua kondisi suhu yang berbeda, yaitu suhu rendah ( $5^{\circ}\text{C}$ ) dan suhu tinggi ( $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) selama 6 siklus. Pengamatan uji sentrifugasi dan *cycling test* dilakukan dengan membandingkan nanoemulsi sebelum dan sesudah dilakukan pengujian.

#### 4.4.1. Penyimpanan pada suhu rendah, suhu kamar, dan suhu tinggi

##### 4.4.1.1. Pengamatan organoleptis

Dari hasil pengamatan fisik pada kelima formula terlihat bahwa kelima nanoemulsi stabil secara fisik pada penyimpanan suhu kamar dan suhu rendah. Penampilan fisik kelima formula pada penyimpanan suhu kamar dan suhu rendah tidak menunjukkan perubahan dan tidak terjadi pemisahan fase maupun perubahan kejernihan menjadi keruh. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa kelima formula nanoemulsi stabil secara fisik pada penyimpanan suhu kamar dan suhu rendah. Hal ini memperlihatkan bahwa konsentrasi surfaktan dan kosurfaktan yang digunakan cukup untuk membuat nanoemulsi yang stabil.

Pada penyimpanan suhu tinggi terlihat bahwa salah satu formula, yaitu formula 1, mengalami ketidakstabilan karena terjadi pemisahan fase dan perubahan kejernihan menjadi keruh setelah dilakukan pengocokkan. Namun, pada keempat formula nanoemulsi lainnya, yaitu formula blanko negatif, formula 2, formula 3, dan formula 4 menunjukkan hasil yang stabil secara fisik pada penyimpanan suhu tinggi karena tidak terlihat adanya pemisahan fase dan perubahan kejernihan menjadi keruh. Pada formula 1 memperlihatkan bahwa konsentrasi surfaktan dan kosurfaktan yang digunakan tidak cukup untuk membuat nanoemulsi yang stabil secara fisik, sedangkan pada formula blanko negatif, formula 2, formula 3, dan formula 4 memperlihatkan bahwa konsentrasi surfaktan dan kosurfaktan yang digunakan cukup untuk membuat nanoemulsi yang stabil secara fisik.

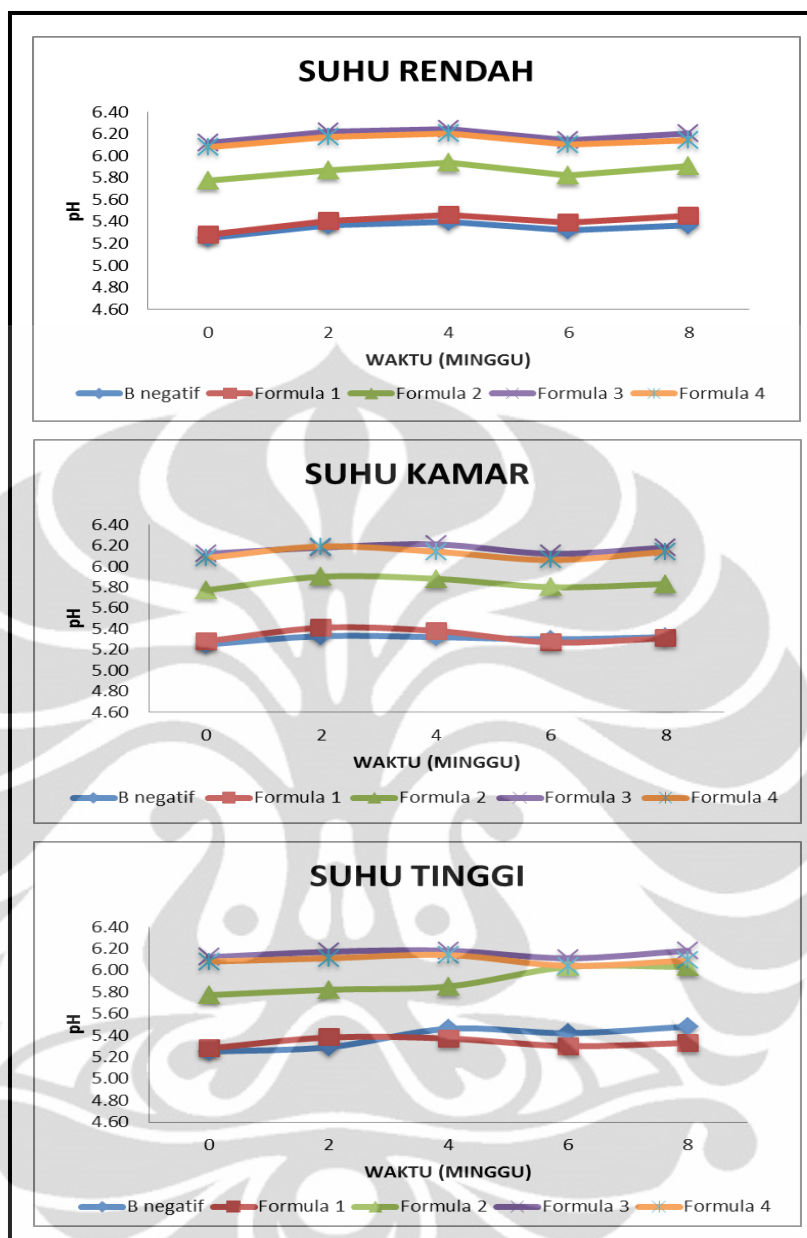
Perubahan bau atau ketengikan dapat ditimbulkan oleh oksidasi lemak karena oksigen dari udara. Selain itu, cahaya juga dapat menjadi katalisator timbulnya ketengikan, sehingga adanya kedua faktor tersebut dapat menyebabkan terjadinya oksidasi lemak. Untuk mencegah terjadinya oksidasi lemak, maka dalam formula nanoemulsi ditambahkan antioksidan, yaitu BHT. Pada kelima formula nanoemulsi yang disimpan pada suhu rendah, suhu kamar, maupun suhu tinggi selama 8 minggu tidak menunjukkan timbulnya perubahan bau sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi BHT yang digunakan dalam formula cukup untuk mencegah oksidasi fase minyak pada nanoemulsi.

Perubahan warna terjadi pada penyimpanan nanoemulsi formula 1, formula 2, formula 3, dan formula 4 pada suhu tinggi. Perubahan warna yang sebelumnya berkisar antara Pantone 601 c hingga Pantone 604 c berubah warna menjadi lebih gelap, yaitu, Pantone 602 c hingga Pantone 605 c. Peningkatan warna menjadi lebih gelap mungkin dikarenakan suhu panas menyebabkan jarak antara globul dalam nanoemulsi berkurang sehingga warna fase minyak menjadi lebih tampak.

#### 4.4.1.2. Pengukuran pH

pH suatu sediaan topikal harus berada dalam kisaran pH yang sesuai dengan pH kulit, yaitu 4,5-6,5. pH tidak boleh terlalu asam karena dapat menyebabkan iritasi kulit dan juga tidak boleh terlalu basa karena dapat menyebabkan kulit bersisik.

Perubahan pH kelima formula berdasarkan hasil pengukuran pH selama 8 minggu pada tiga suhu yang berbeda secara umum mengalami perubahan. Namun, perubahan pH yang terjadi tidak berubah secara signifikan dan masih dalam rentang pH kulit. Hal ini menunjukkan bahwa kelima formula memiliki pH yang relatif stabil. Hasil pengukuran pH selama penyimpanan 8 minggu dapat dilihat pada Gambar 4.1.

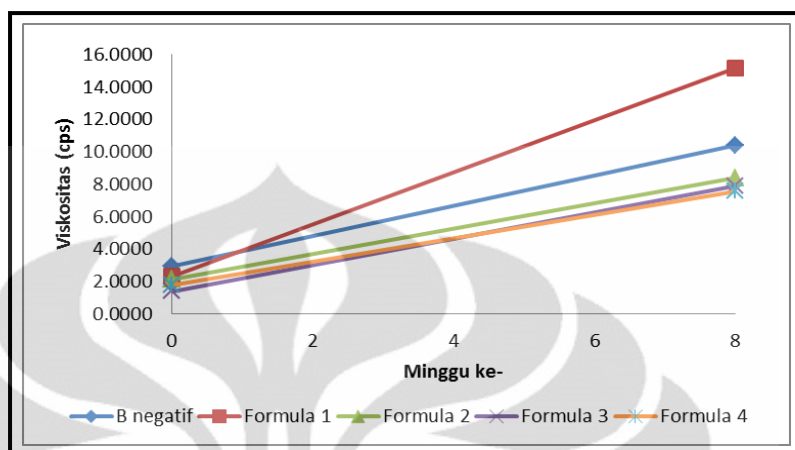


Gambar 4.1. Hasil pengukuran pH kelima nanoemulsi pada penyimpanan suhu rendah, suhu kamar, dan suhu tinggi

#### 4.4.1.3. Pengukuran viskositas

Viskositas suatu sediaan dipengaruhi beberapa faktor diantaranya, yaitu faktor pencampuran atau pengadukan saat proses pembuatan sediaan, pemilihan zat pengental dan surfaktan, proporsi fase terdispersi, dan ukuran partikel (Ansel, 1989). Setelah penyimpanan selama 8 minggu pada kondisi penyimpanan suhu kamar terlihat bahwa viskositas kelima formula nanoemulsi mengalami

peningkatan. Hasil perubahan viskositas kelima nanoemulsi dapat dilihat pada Gambar 4.2.



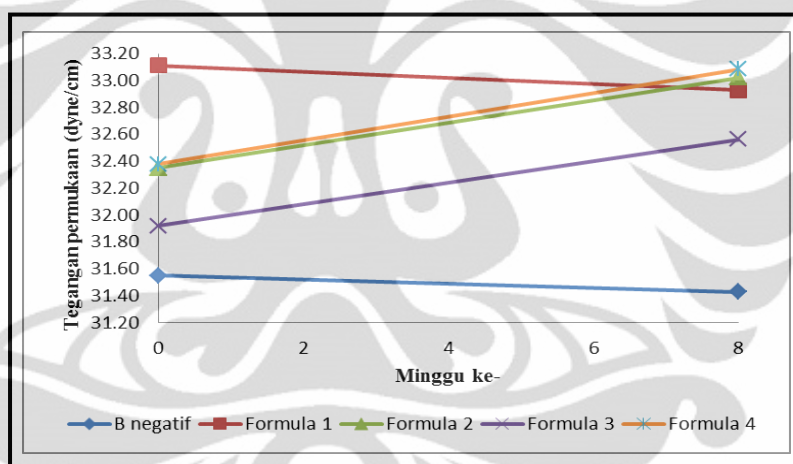
Gambar 4.2. Perubahan viskositas kelima nanoemulsi pada penyimpanan suhu kamar

Hasil evaluasi viskositas kelima formula pada penyimpanan suhu kamar menunjukkan nilai yang meningkat pada minggu ke-8 yang menunjukkan bahwa kelima formula tersebut semakin menjadi kental seiring dengan waktu penyimpanan yang lama. Peningkatan viskositas kelima formula nanoemulsi terjadi mungkin dikarenakan temperatur suhu kamar yang cukup rendah. Viskositas berbanding terbalik dengan temperatur (Martin, Swarbrick, & Cammarata, 1993; Acharya, Sanyal, & Moulik, 2001). Jika temperatur semakin tinggi, maka viskositas akan menurun dan sediaan menjadi encer. Sebaliknya, jika temperatur semakin rendah, maka viskositas akan meningkat dan sediaan menjadi kental.

Penurunan viskositas selama penyimpanan akan menunjukkan bahwa emulsi tidak stabil secara kinetik dimana tetesan yang dapat bergerak bebas akan saling bertabrakan dan cenderung untuk menyatu (Abdulkarim *et al*, 2010). Dari hasil viskositas yang diperoleh terjadi peningkatan nilai viskositas sehingga dapat dikatakan bahwa nanoemulsi memiliki kestabilan setelah penyimpanan selama 8 minggu pada suhu kamar.

#### 4.4.1.4. Pengukuran tegangan permukaan

Pengukuran tegangan permukaan bertujuan untuk mengetahui tegangan permukaan akhir sistem dispersi minyak dan air. Tegangan permukaan nanoemulsi diamati pada minggu ke-0 dan minggu ke-8. Setelah disimpan selama 8 minggu pada suhu kamar menunjukkan bahwa nilai tegangan permukaan pada formula blanko negatif dan formula 1 mengalami penurunan, sedangkan pada formula 2 hingga formula 4 mengalami peningkatan. Namun, peningkatan maupun penurunan yang terjadi tidak terlalu besar. Hal tersebut menunjukkan perbandingan konsentrasi surfaktan dan kosurfaktan yang digunakan mampu menurunkan tegangan antarmuka dan membantu pembentukan nanoemulsi. Hasil perubahan tegangan permukaan setelah penyimpanan 8 minggu pada suhu kamar dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Perubahan tegangan permukaan kelima nanoemulsi pada penyimpanan suhu kamar

#### 4.4.2. Uji sentrifugasi (uji mekanik)

Uji sentrifugasi bertujuan untuk mengetahui kestabilan nanoemulsi setelah pengocokan kuat. Selama penyimpanan, nanoemulsi akan mendapat gaya gravitasi dan sesuai dengan hukum Stokes gaya gravitasi yang diperoleh dapat mempengaruhi kestabilan nanoemulsi. Efek gaya sentrifugal yang diberikan selama 5 jam dengan kecepatan 3800 rpm dianggap setara dengan gaya gravitasi yang diterima nanoemulsi pada penyimpanan selama setahun.



Kelima formula nanoemulsi termasuk formula blanko positif disentrifugasi dengan kecepatan 3800 rpm selama 5 jam. Hasil uji sentrifugasi menunjukkan ketidakstabilan pada formula 1 ditunjukkan dengan terjadinya pemisahan fase. Sedangkan, pada formula blanko negatif, blanko positif, formula 2, formula 3, dan formula 4 tidak terjadi pemisahan fase. Hal ini menunjukkan bahwa blanko negatif, blanko positif, formula 2, formula 3, dan formula 4 memiliki kestabilan selama satu tahun.

Tabel 4.4. Hasil pengamatan keenam formula setelah dilakukan uji mekanik (uji sentrifugasi)

Sediaan	Konsentrasi Smix (%)	Hasil
Blanko negatif	44,00	Stabil (tidak terjadi pemisahan)
Blanko positif	44,00	Stabil (tidak terjadi pemisahan)
Formula 1	44,00	Tidak stabil (terjadi pemisahan)
Formula 2	56,44	Stabil (tidak terjadi pemisahan)
Formula 3	64,77	Stabil (tidak terjadi pemisahan)
Formula 4	65,19	Stabil (tidak terjadi pemisahan)

#### 4.4.3. *Cycling test*

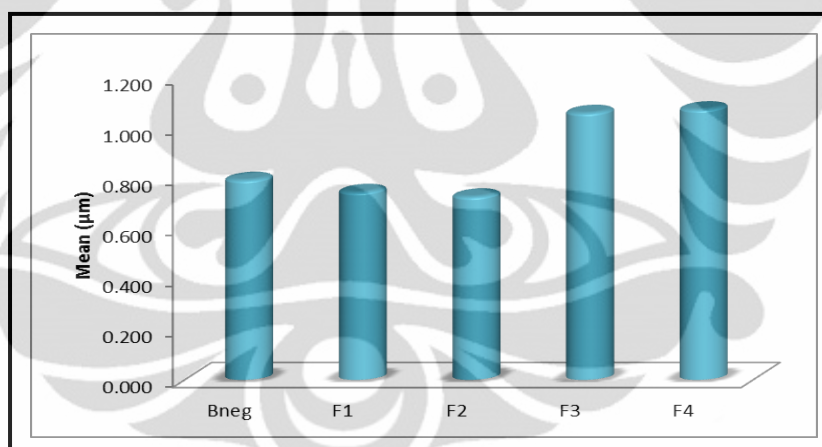
Uji ini dilakukan pada suhu yang berbeda dengan interval waktu tertentu sehingga sediaan dalam wadah akan mengalami stres bervariasi. Uji ini dilakukan dengan menyimpan masing-masing formula nanoemulsi pada suhu 5°C selama 24 jam lalu dipindahkan pada suhu 40°C selama 24 jam. Perlakuan tersebut merupakan 1 siklus dan untuk memperjelas perubahan yang terjadi dilakukan sebanyak 6 siklus atau 12 hari.

Hasil uji *cycling test* menunjukkan ketidakstabilan pada formula blanko positif dan formula 1. Pada formula blanko positif terbentuk kabut pada bagian tengah dan terjadi pemisahan fase pada bagian bawah. Sedangkan, pada formula 1 terjadi pemisahan fase pada bagian bawah. Pada formula blanko negatif, formula 2, formula 3, dan formula 4 tetap stabil setelah dilakukan pengujian *cycling test*.

#### 4.5. Pengukuran Distribusi Ukuran Partikel Nanoemulsi

Pengukuran distribusi ukuran partikel masing-masing formula nanoemulsi dilakukan menggunakan *particle size analyzer*. Pengukuran dilakukan terhadap kelima formula setelah penyimpanan selama 6 minggu pada suhu kamar.

Sebelumnya, pada minggu ke-2 telah dilakukan pengukuran namun ukuran partikel tidak dapat terukur. Hal itu mungkin dikarenakan ukuran partikel globul nanoemulsi yang sangat kecil. Agar dapat terukur, saat pengukuran pada minggu ke-6 kelima formula nanoemulsi dimasukkan dalam suatu wadah gelas berisi aquabidestilata sehingga terjadi pecahnya nanoemulsi yang ditandai dengan munculnya kekeruhan karena ukuran globul yang semakin besar. Pengukuran dilakukan segera setelah nanoemulsi dimasukkan dalam wadah gelas berisi air untuk mencegah pengukuran ukuran partikel yang terlalu besar. Pada Tabel 4.5. terlihat bahwa rata-rata diameter partikel kelima formula nanoemulsi berkisar antara 728 nm hingga 1074 nm.



Gambar 4.4. Grafik rata-rata diameter partikel kelima formula nanoemulsi

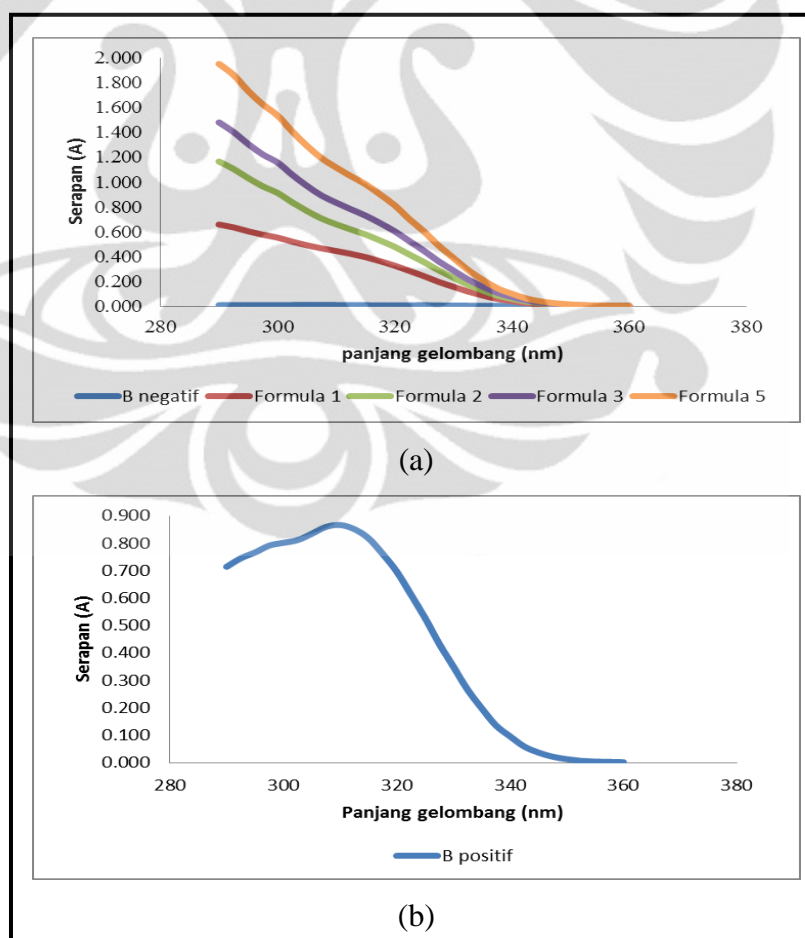
Tabel 4.5. Rata-rata diameter partikel kelima formula nanoemulsi setelah penyimpanan 6 minggu pada suhu kamar

Sediaan	Rata-rata diameter partikel (µm)
Blanko negatif	0,794
Formula 1	0,746
Formula 2	0,728
Formula 3	1,060
Formula 4	1,074

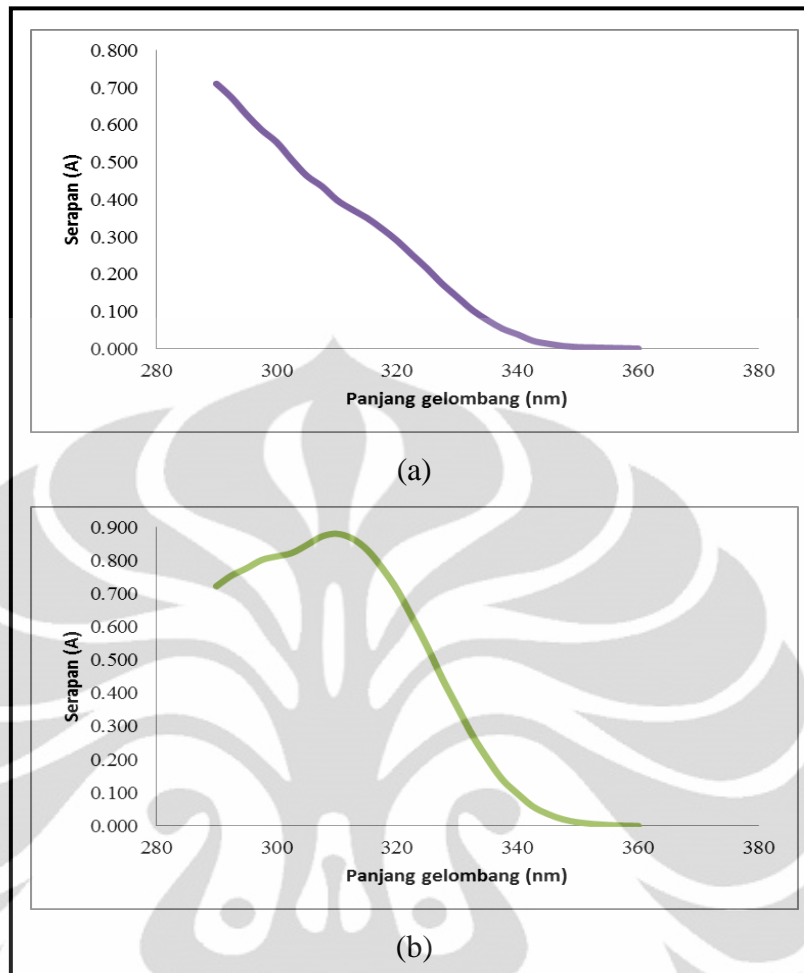
#### 4.6. Penentuan Nilai SPF

Penentuan nilai SPF (*Sun Protection Factor*) dilakukan secara *in vitro* menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Metode yang digunakan didasarkan pada metode perhitungan yang dikembangkan oleh A. J. Petro yang telah dimodifikasi.

Penentuan nilai SPF dilakukan terhadap minyak kencur dan oktil metoksisinamat (masing-masing setara dengan konsentrasi 8% dalam sediaan), formula blanko negatif (tidak mengandung oktil metoksisinamat dan minyak kencur), formula blanko positif (mengandung oktil metoksisinamat 7%), formula 1 (mengandung minyak kencur 5%), formula 2 (mengandung minyak kencur 11,14%), formula 3 (mengandung minyak kencur 15,08%), dan formula 4 (mengandung minyak kencur 18,61%). Spektrum serapan masing-masing formula nanoemulsi, oktil metoksisinamat, dan minyak kencur ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

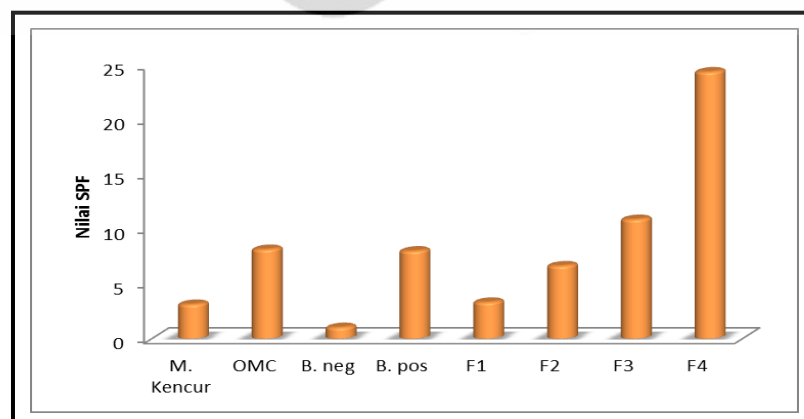


Gambar 4.5. Hasil spektrum serapan larutan 125 mg/l: (a) kelima formula nanoemulsi; (b) blanko positif



Gambar 4.6. Hasil spektrum serapan larutan 10 mg/l: (a) minyak kencur; (b) oktil metoksisinamat

Nilai SPF dari masing-masing formula nanoemulsi, minyak kencur, dan oktil metoksisinamat dapat dilihat pada gambar dan tabel di bawah ini:



Gambar 4.7. Grafik nilai SPF minyak kencur, oktil metoksisinamat, dan keenam formula nanoemulsi

Tabel 4.6. Nilai SPF minyak kencur, oktil metoksisinamat, dan keenam formula nanoemulsi

FORMULA	NILAI SPF
Minyak kencur	3,1363
Oktil metoksisinamat	8,1562
Blanko negatif	1,0245
Blanko positif	8,0091
Formula 1	3,3275
Formula 2	6,6529
Formula 3	10,8937
Formula 4	24,3730

Dari hasil pengukuran nilai SPF pada blanko negatif terlihat bahwa absorpsi yang dihasilkan memberikan nilai yang rendah. Setelah dihitung menggunakan rumus, nilai SPF yang diperoleh juga memberikan nilai yang rendah, yaitu sebesar 1,0245. Nilai SPF ini lebih rendah apabila dibandingkan dengan nilai keefektifan sediaan tabir surya untuk proteksi minimal dengan nilai SPF 2-4. Hal ini menunjukkan bahwa blanko negatif tidak dapat digunakan untuk memberikan perlindungan terhadap efek berbahaya dari radiasi UV. Namun, nilai absorpsi yang diberikan bahan-bahan yang ada dalam formula nanoemulsi mempengaruhi nilai SPF nanoemulsi yang mengandung minyak kencur maupun oktil metoksisinamat.

Dari hasil pengukuran nilai SPF pada formula 1, formula 2, formula 3, dan formula 4 dapat diketahui bahwa keempat nanoemulsi tersebut memberikan nilai SPF sebesar 3-24. Hasil ini menunjukkan bahwa keempat formula nanoemulsi menunjukkan adanya efek perlindungan terhadap sinar matahari dengan mengujinya secara *in vitro*. Dari hasil perhitungan nilai SPF diperoleh bahwa peningkatan nilai SPF bukan peningkatan yang linear. Hal itu mungkin dikarenakan daerah pengukuran dilakukan pada rentang panjang gelombang yang relatif panjang.

Tabir surya kimia umumnya terdiri dari senyawa yang memiliki gugus aromatis terkonjugasi dengan gugus karbonil dan senyawa yang umum digunakan

sebagai tabir surya kimia adalah senyawa turunan sinamat. Pada literatur diketahui bahwa minyak kencur mengandung senyawa etil p-metoksisinamat tidak kurang dari 24,3% dan dari hasil analisis secara kromatografi gas terhadap minyak kencur yang digunakan kandungan senyawa etil p-metoksisinamat yang diperoleh sebesar 40,26%. Saat minyak kencur (setara dengan 8% dalam sediaan) diukur nilai SPF-nya dihasilkan SPF sebesar 3. Dari nilai SPF yang diperoleh menunjukkan bahwa minyak kencur memiliki efek perlindungan. Namun, jika dibandingkan dengan oktil metoksisinamat (setara dengan 8% dalam sediaan) yang menghasilkan SPF sebesar 8, minyak kencur memiliki efektivitas yang lebih rendah. Hal tersebut mungkin dikarenakan bahan yang digunakan merupakan bahan alam dan bukan merupakan senyawa etil p-metoksisinamat hasil isolasi dari minyak kencur tersebut.

Pada pengukuran minyak kencur (setara dengan 8% dalam sediaan) mungkin terdapat penyimpangan karena hasil yang diperoleh menghasilkan nilai SPF yang lebih rendah daripada formula 1 yang mengandung minyak kencur 5%, dimana nilai SPF yang diperoleh seharusnya lebih tinggi apabila dibandingkan dengan formula 1. Penyimpangan tersebut mungkin dikarenakan adanya penambahan nilai absorpsi dari bahan-bahan yang digunakan.

Pada penelitian ini digunakan senyawa oktil metoksisinamat sebagai pembanding karena merupakan bahan yang paling banyak digunakan dalam sediaan tabir surya. Oktil metoksisinamat tergolong tabir surya kimia yang melindungi kulit dengan menyerap energi radiasi UV. Radiasi yang diserap menyebabkan molekulnya tereksitasi menjadi bentuk yang memiliki energi lebih besar. Dan ketika molekul ini kembali ke keadaan awal, energi diemisikan dalam bentuk yang lebih rendah daripada energi yang diserap. Oktil metoksisinamat atau oktinoksat adalah senyawa golongan sinamat yang menyerap sinar UV pada panjang gelombang 290-320 nm pada daerah UVB. Kekuatan penyerapan UV yang dimiliki oktil metoksisinamat dalam bentuk isomer *trans*- dan *cis*- berbeda karena koefisien ekstinsi, yang menentukan kekuatan penyerapan UV, yang dimiliki bentuk *trans*- dari oktil metoksisinamat lebih besar daripada bentuk *cis*- (Paye, Barel, & Maibach, 2001).

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Pembuatan nanoemulsi dilakukan dengan melakukan perhitungan dari *Diagram Pseudoternary* dan proses titrasi campuran surfaktan dan kosurfaktan. Dari hasil pembuatan diperoleh nanoemulsi mengandung minyak kencur yang jernih, tidak terjadi pemisahan fase, dan homogeny secara fisik.

Hasil uji stabilitas fisik menunjukkan nanoemulsi stabil pada penyimpanan suhu kamar ( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) dan suhu rendah ( $5^{\circ}\text{C}$ ) selama 8 minggu. Pada penyimpanan suhu tinggi ( $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) selama 8 minggu, uji sentrifugasi, dan *cycling test* terjadi pemisahan fase pada nanoemulsi mengandung minyak kencur 5%.

Hasil uji penentuan nilai SPF secara *in vitro* diperoleh nilai SPF minyak kencur (setara dengan 8% dalam sediaan) sebesar 3,1363; oktil metoksisinamat (setara dengan 8% dalam sediaan) sebesar 8,1562; nanoemulsi tidak mengandung minyak kencur dan oktil metoksisinamat sebesar 1,0245; nanoemulsi mengandung oktil metoksisinamat 7% sebesar 8,0091; nanoemulsi mengandung minyak kencur 5% sebesar 3,3275; nanoemulsi mengandung minyak kencur 11,14% sebesar 6,6529; nanoemulsi mengandung minyak kencur 15,08% sebesar 10,8937; dan nanoemulsi mengandung minyak kencur 18,61% sebesar 24,3730. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa nanoemulsi minyak kencur memenuhi persyaratan sebagai tabir surya.

#### 5.2. Saran

1. Dibuat formula nanoemulsi ideal agar lebih nyaman saat digunakan sehingga menjadi lebih menarik.
2. Dilakukan pengujian kemampuan tabir surya secara *in vivo* karena merupakan uji yang dapat memperlihatkan keadaan yang sebenarnya bagaimana produk tabir surya digunakan pada kulit manusia.
3. Dilakukan uji stabilitas kimia dan uji iritasi lebih lanjut karena uji stabilitas fisik hanya merupakan uji pendahuluan.

## DAFTAR ACUAN

- Abdulkarim, M. F., Abdullah, G. Z., Chitneni, M., Mahdi, E. S., Yam, M. F., Faisal, A., Salman, I. M., Ameer, O. Z., Sahib, M. N., Abdulsattar, M. Z., Basri, M., Noor, A. M. (2010). *Stability Studies of Nano-Cream Containing Piroxicam*. *International Journal of Drug Delivery* 2, 333-339.
- ACCSQ-PPWG 9th Meeting (2005, February 22). *Asean Guideline on Stability Study of Drug Products*. Philippines: 21-24 Feb 2005.
- Acharya, A., Sanyal, S. K., & Moulik, S. P. (2001). *Formation and Characterization of a Pharmaceutically Useful Microemulsion Derived From Isopropylmyristate, Polyoxyethylene (4) Lauryl Ether (Brij-30), Isopropyl Alcohol, and Water*. India: *Current Science* 81 (4), 362-370.
- Aminah, N. S., Tanjung, M., & Sumarsih, S. (1995). *Studi Struktur dan Standardisasi Etil P-Metoksisinamat dari Rimpang Kaempferia galanga L.* *Prosiding Seminar Nasional Spektroskopi* 44.
- Ansel, Howard. (1989). *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*. (Edisi IV). Jakarta: UI Press, 387-388.
- Ansel, H. C., Allen, L. V., & Propovich, N. G. (1999). *Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery System* (7<sup>th</sup> edition). USA: Lippincott Williams & Wilkins, 371 – 373.
- Anvisa. (2005). *Cosmetic Products Stability Guide* (1<sup>st</sup> edition). Brasilia: National Health Surveillance Agency Press, 1-31.
- Astuti, Y., Sundari, D., & Winarno, M. W. (1996). *Tanaman Kencur (Kaempferia galanga L.) Informasi Tentang Fitokimia dan Efek Farmakologi*. *Warta Tumbuhan Obat Indonesia* 3 (2), 26.
- Attokaran, Mathew. (Ed.). (2011). *Natural Food and Colorants*. USA: Wiley-Blackwell IFT Press. March 10, 2011. <http://books.google.co.id>.
- Bendová, H., Akrman, J., Krejčí, A., Kubáč, L., Jirová, D., Kejlová, K., Kolářová, H., Brabec, M., Malý, M. (2007). *In Vitro Approaches to Evaluation of Sun Protection Factor*. *Toxicology in Vitro* 21, 1268-1275.



- Burkill, I. H. (1935). *A Dictionary of The Economic Products of The Malaya Peninsula*. London: Crown Agents for The Colonies, 3 Millbank, 1275.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2007). *Teknologi Unggulan Kencur Perbenihan dan Budidaya Pendukung Varietas Unggul*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 1-2.
- Carstensen, J. T. (1990). *Drug Stability Principle and Practice*. Volume 43. New York: Marcell Dekker, 361.
- CTFA-COLIPA. (2004, March). *Guideline on Stability Testing of Cosmetic Products*, 1-7.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1977). *Materia Medika Indonesia Jilid I*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, 55-57.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1989). *Vademekum Bahan Obat Alam*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, 143-144.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1995). *Farmakope Indonesia*. (Edisi IV). Jakarta: Badan Nasional Pengawasan Obat dan Makanan, 1030.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2004). *Monograph of Indonesian Medicinal Plant Extracts*. Volume 1. Jakarta: Badan Nasional Pengawasan Obat dan Makanan, 60-62.
- Dutra, Elizângela Abreu. (2004). *Determination of Sun Protection Factor (SPF) of Sunscreens by Ultraviolet Spectrophotometry*. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences 40, 381-384.
- Fast, J. P. & Mecozzi, S. (2009). *Nanoemulsions for Intravenous Drug Delivery*. In Villiers, M. M. de., Aramwit, P., & Kwon, G. S. (Ed.). *Nanotechnology in Drug Delivery*. New York: American Association of Pharmaceutical Scientists, 461, 463-465. December 20, 2010. <http://books.google.co.id>.
- Hadinoto, I., Soeratri, W., & Meity, C. T. (2000). *Pengaruh pH terhadap Efektivitas Sediaan Tabir Matahari dengan Bahan Aktif Etil Heksil P-Metoksisinamat dan Oksibenzon dalam Basis Hidrofilik Krim secara In Vitro*. Jakarta: Kongres Ilmiah XIII Ikatan Sarjana Farmasi Indonesia. Kumpulan Makalah, 342-345.

- Instruction Manual Part # 105654 Surface Tensiomat Model 21.* (2000). Vernon Hill, IL-USA: Cole Parmer, 8-10.
- Kaur, C. D. dan Saraf, S. (2010). *In Vitro Sun Protection Factor Determination of Herbal Oils Used in Cosmetics.* Pharmacognocny Research 2, Issue 1, 22-25.
- Kawira, J. A. (2005). *Prosedur Laboratorium untuk Penentuan Sun Protection Factor.* Depok: Laboratorium Departemen Farmasi FMIPA UI.
- Korting(a), H. C. & Korting(b), M. S. (2010). *Carriers in the Topical Treatment of Skin Disease.* In Korting, Monika Schafer (Ed.). *Drug Delivery.* Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 446. December 20, 2010. <http://books.google.co.id>.
- Lachman, L., Lieberman, H. A., & Kanig, J. L. (1994). *Teori dan Praktek Farmasi Industri 1.* (Siti Suyatmi, Penerjemah). Jakarta: UI Press, 1029-1081.
- Lieberman, H. A., Rieger, M. M., & Banker, G. S. (1988). *Pharmaceutical Dosage Forms: Disperse Systems.* Volume 1. New York: Marcel Dekker, 236-238.
- Martin, A., Swarbrick, J., & Cammarata, A. (1993). *Farmasi Fisik Jilid II.* (Edisi III). (Joshita Djajadisastra, Penerjemah). Jakarta: UI-Press, 925, 939-941, 983-984, 1014, 1082, 1100-1101, 1144-1145.
- Ming(a), T. S., Cheng, W. L., Ming(b), C. H., Chao, H. S., Hsiu, O. H. (2003). *Correlation of In Vivo and In Vitro Measurements of Sun Protection Factor.* Journal of Food and Drug Analysis 11 (2), 128-132.
- Mitsui, Takeo. (1997). *New Cosmetic Science.* Amsterdam: Elsevier Science B. V., 14, 19-21, 176.
- Moore, Shelley. *Side Effects of Octyl-Methoxycinnamate.* London: Demand Media, Inc. March, 20 2011. [http://www.ehow.com/facts\\_5530240\\_side-effects-octylmethoxycinnamate.html](http://www.ehow.com/facts_5530240_side-effects-octylmethoxycinnamate.html).
- Oroh, E. & Harun, E. S. (2001). *Tabir Surya (Sunscreen).* Berkala Ilmu Penyakit dan Kelamin 13, 36-44.
- Osborne, D. W. & Amann, A. H. (1990). *Topical Drug Delivery Formulations.* New York: Marcell Dekker, 358.

- Pantone Hexachrome-Digital Color. (2004). *Simulation of Pantone Matching System® Colors*. Pantone Inc.
- Paye, M., Barel, A. O., & Maibach, H. I. (2001). *Handbook of Cosmetic Science and Technology* (2<sup>nd</sup> edition). New York: Marcel Dekker, 451-459.
- Pissavini, M., Ferrero, L., Alard, V., Heinrich, U., Tronnier, H., Kockott, D., Lutz, D., Tournier, V., Zambonin, M., Meloni, M. (2003). *Determination of The In Vitro SPF*. *Cosmetics & Toiletries Magazine* 118 (10), 63-72.
- Ramli, Yatizar. (1984). *Sedikit tentang Penggunaan Kencur*. *Majalah Ilmiah Fakultas Pertanian Universitas Andalas* 24 (1-2), 62, 65-67.
- Rieger, M. M. (2000). *Harry's Cosmeticology* (8<sup>th</sup> edition). New York: Chemical Publishing, 3, 895.
- Rowe, R. C., Sheskey, P. J., & Owen, S. C. (2006). *Handbook of Pharmaceutical Excipients* (5<sup>th</sup> edition). Washington: Pharmaceutical Press and American Pharmacists Association, 81-82, 371-372, 374-375, 466-468, 564-570, 624-625, 629-631.
- Sastroamidjojo, S. (1962). *Obat Asli Indonesia*. Jakarta: PT. Pustaka Rakyat.
- Singh, S., Garg(a), G., Garg(b), V., Gangwar, S., & Sharma P. K. (2010). *Sunscreen: An Introductory Review*. *Journal of Pharmacy Research* 3 (8), 1857-1864.
- Soeratri, W., Hadinoto, I., & Anastasia, T. *Penentuan Nilai SPF In-Vitro Sediaan Krim Tabir Matahari Etilheksil-p-metoksisinamat dan Oksibenson*. *Majalah Farmasi Airlangga*, 17-25.
- Solans, Conxita. (2003). *Nanoemulsions Formation, Properties, and Application*. In Mittal, K. L., & Shah, D. O. (Ed.). *Adsorption and Aggregation of Surfactants in Solution*. New York: Marcel Dekker, 472. December 20, 2010. <http://books.google.co.id>.
- Swarbrick, J. (2007). *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology* (3<sup>rd</sup> edition). Volume 1. New York: Informa Healthcare USA, 1561-1564.
- Tadros, Tharwat F. (Ed.). (2005). *Applied Surfactants: Surfactants in Nanoemulsions*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag, 285-286. December 20, 2010. <http://books.google.co.id>.

- Taufikkurohmah, Titik. (2005). *Sintesis P-Metoksisinamil dari Etil P-Metoksisinamat Hasil Isolasi Rimpang Kencur (Kaempferia galanga L.) sebagai Kandidat Tabir Surya*. Indonesian Journal of Chemistry 5 (3), 193.
- Tranggono, R. I. S. (2007). *Buku Pegangan Ilmu Pengetahuan Kosmetik*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 11-14, 16-21, 26-27, 29-30, 81-83.
- Wasitaatmadja, S. M. (1997). *Penuntun Ilmu Kosmetik Medik*. Jakarta: UI Press, 3-6.
- Wilkinson, J. B. & Moore, R. J. (1982). *Harry's Cosmeticology* (7<sup>th</sup> edition). New York: Chemical Publishing Company, 3, 231-232, 240-241, 248.
- Windono, T., Jany., & Soeratri, W. (1997). *Aktivitas Tabir Matahari Etil P-Metoksisinamat yang Diisolasi dari Rimpang Kencur (Kaempferia galanga L.)*. Warta Tumbuhan Obat Indonesia, 38.
- Windono, T., Wulansari, E. D., & Avanti, C. (2000). *Kombinasi Etil P-Metoksisinamat dan Rutin sebagai Bahan Tabir Surya (Sunscreen)*. Jakarta: Kongres Ilmiah XIII Ikatan Sarjana Farmasi Indonesia: Kumpulan Makalah, 401-402.



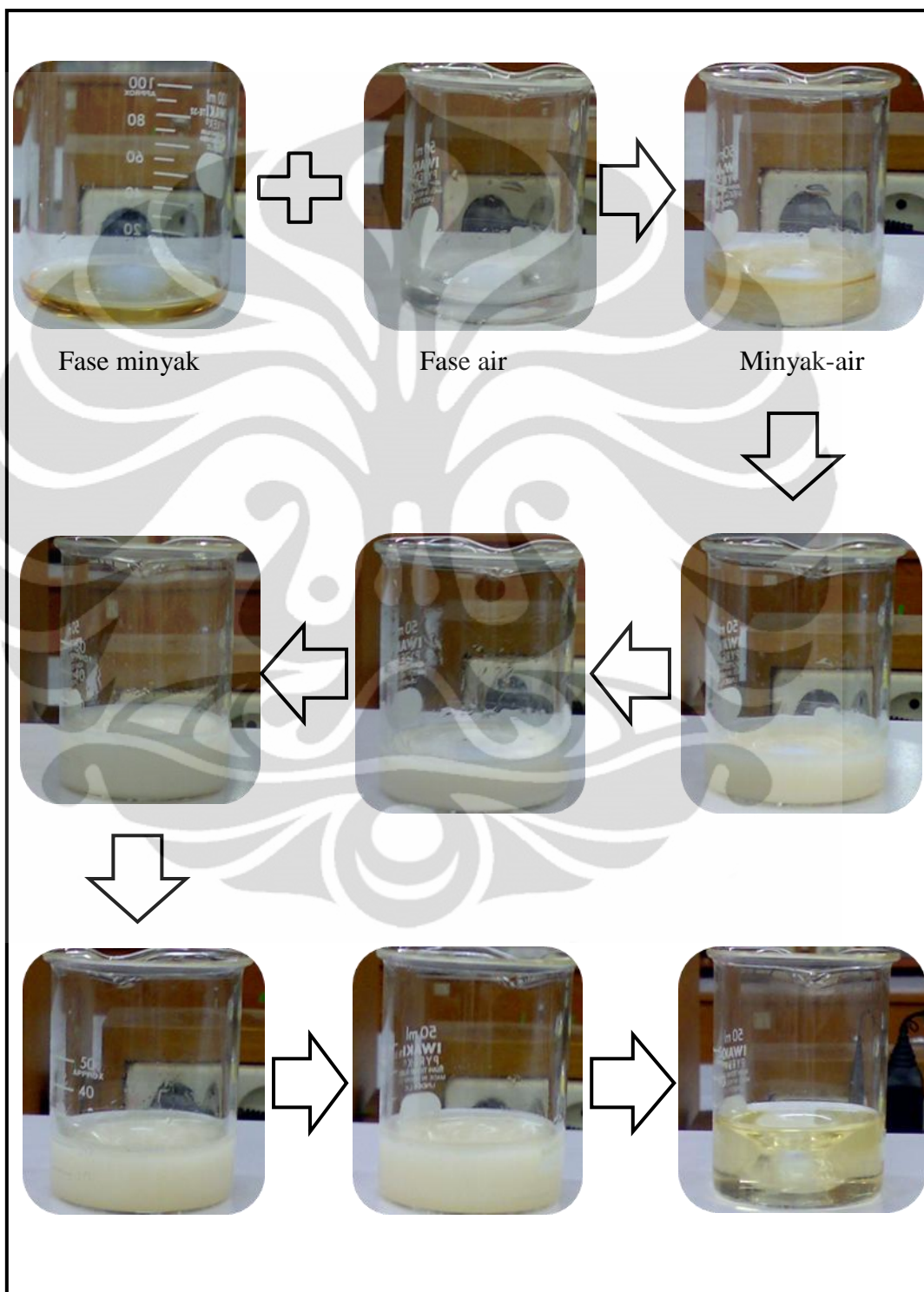


## Daftar Lampiran

1. Lampiran gambar : 62 - 73
2. Lampiran tabel : 74 - 86
3. Lampiran contoh perhitungan : 87 - 91
4. Lampiran determinasi tanaman : 92
5. Lampiran analisis kadar : 93
6. Lampiran sertifikat analisis : 95 - 97

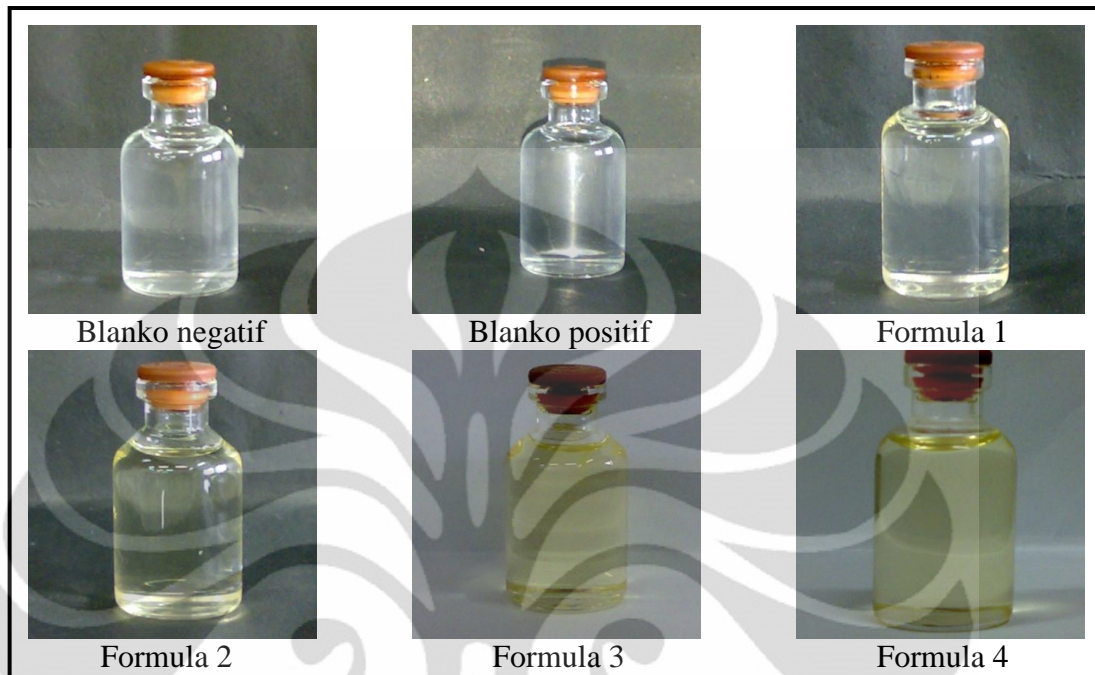
## Lampiran 1

Foto proses titrasi surfaktan dan kosurfaktan untuk memperoleh formula nanoemulsi



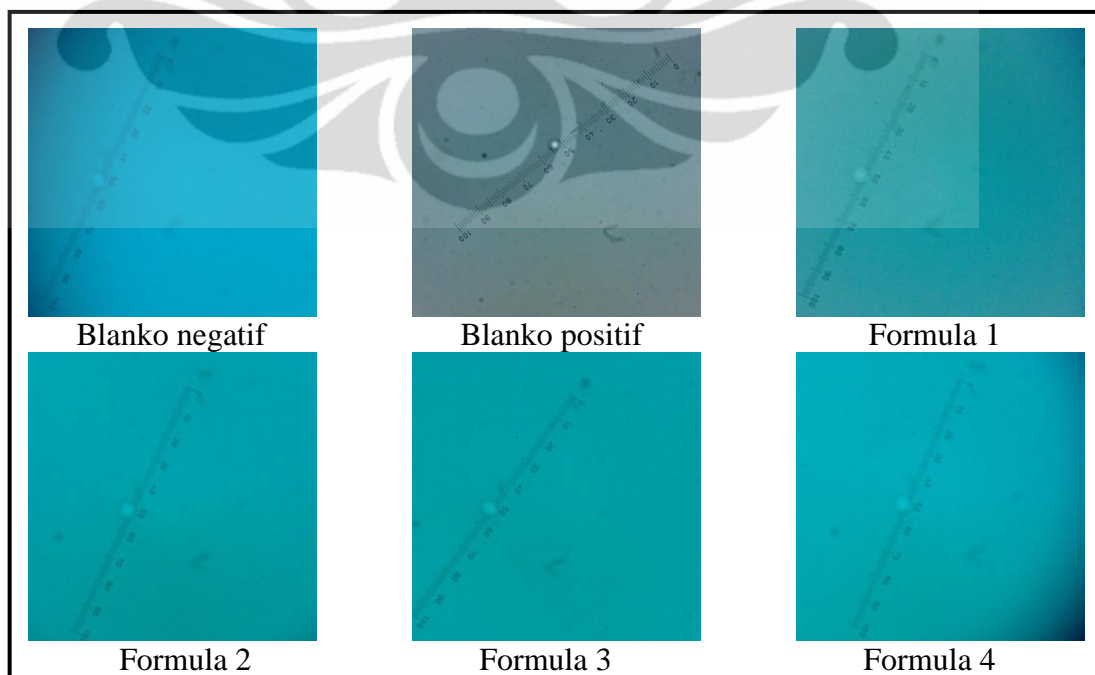
## Lampiran 2

Foto hasil pengamatan organoleptis keenam formula pada minggu ke-0



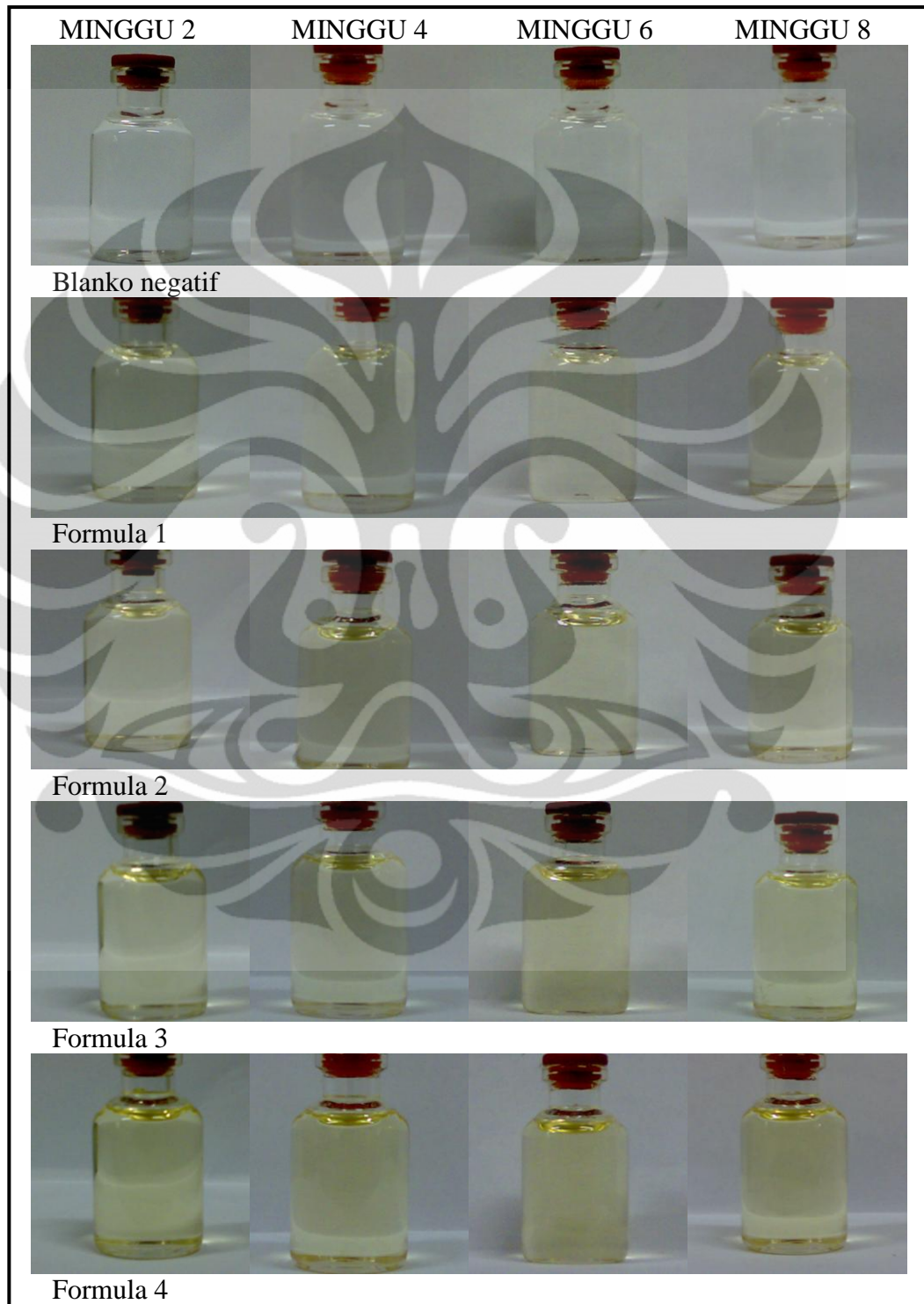
## Lampiran 3

Foto hasil pengamatan tipe nanoemulsi di bawah mikroskop optik



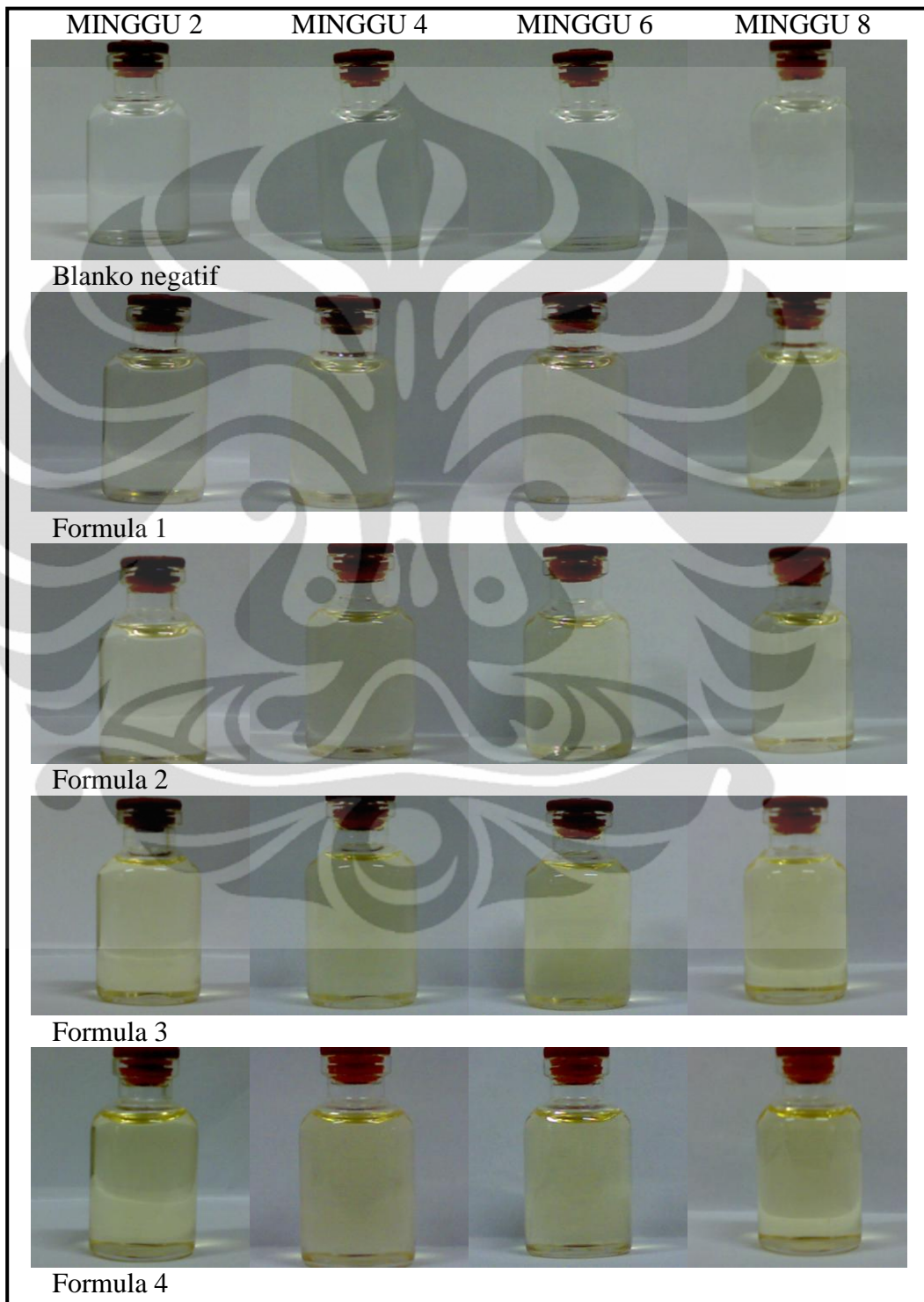


Lampiran 4  
Foto hasil pengamatan organoleptis kelima formula pada penyimpanan suhu rendah (5°C) selama 8 minggu



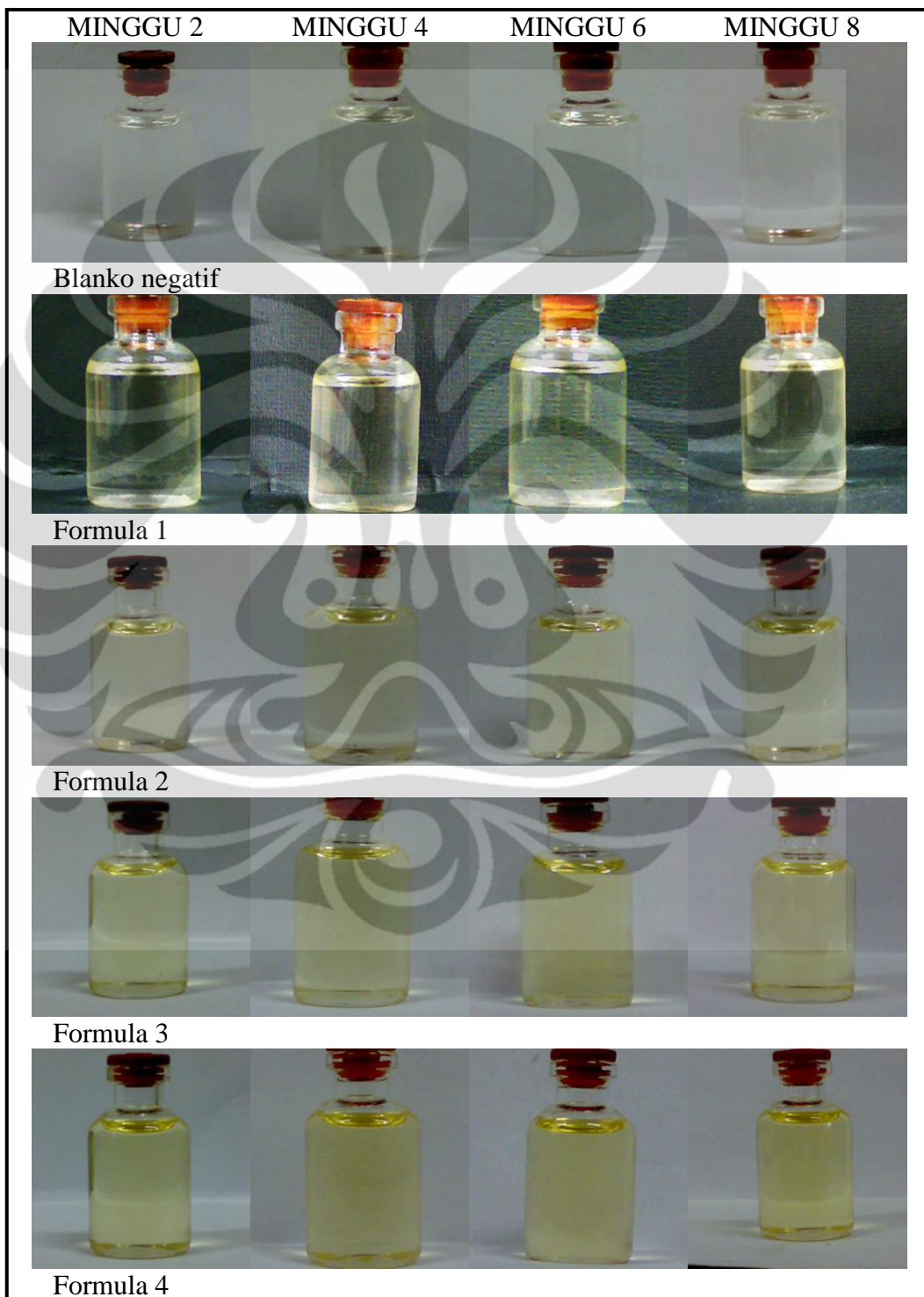
## Lampiran 5

Foto hasil pengamatan organoleptis kelima formula pada penyimpanan suhu kamar ( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) selama 8 minggu



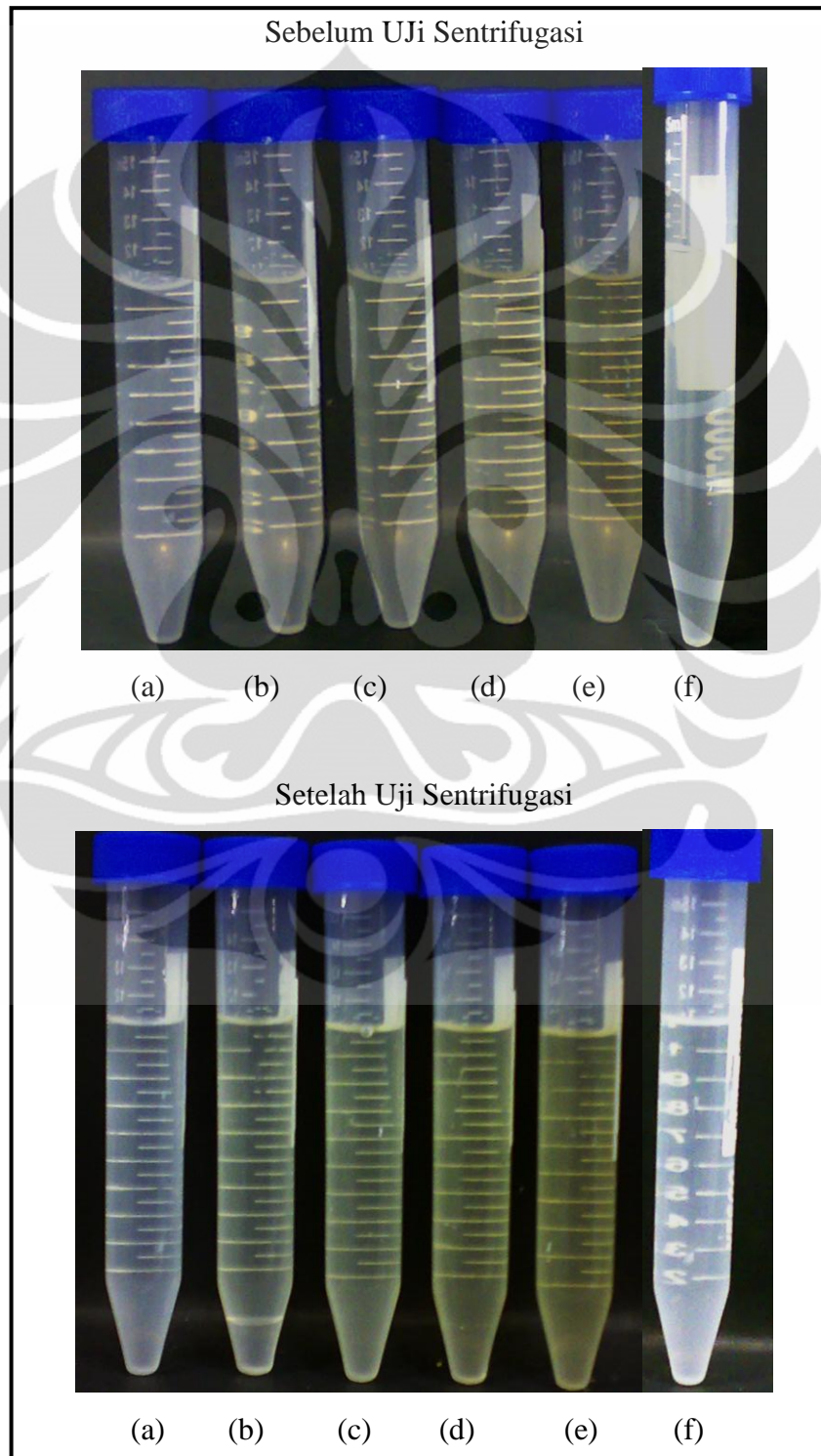
## Lampiran 6

Foto hasil pengamatan organoleptis kelima formula pada penyimpanan suhu tinggi ( $40\pm 2^\circ\text{C}$ ) selama 8 minggu



## Lampiran 7

Foto hasil pengamatan organoleptis keenam formula uji sentrifugasi: (a) Blanko negatif; (b) Formula 1; (c) Formula 2; (d) Formula 3; (e) Formula 4; (f) Blanko positif

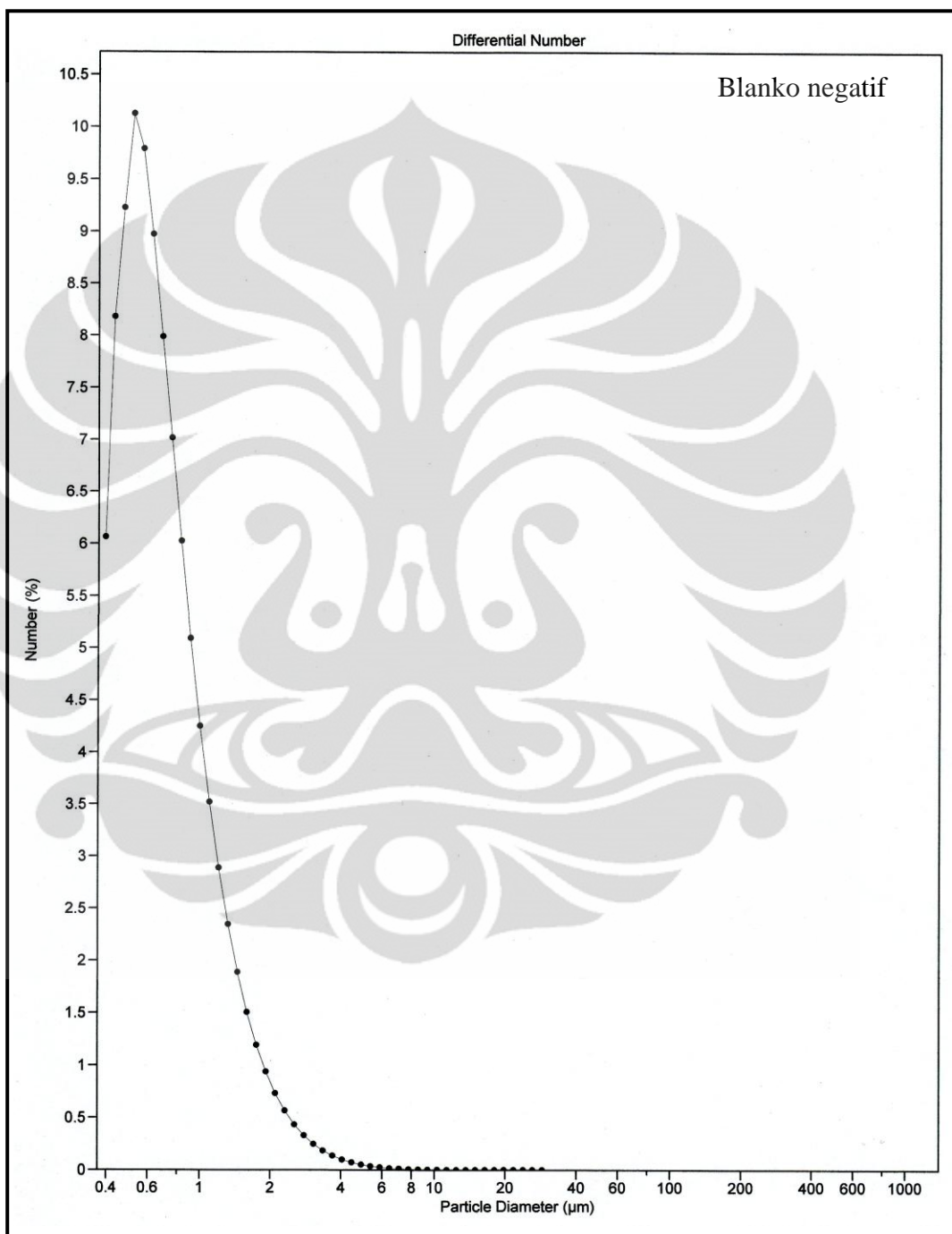


## Lampiran 8

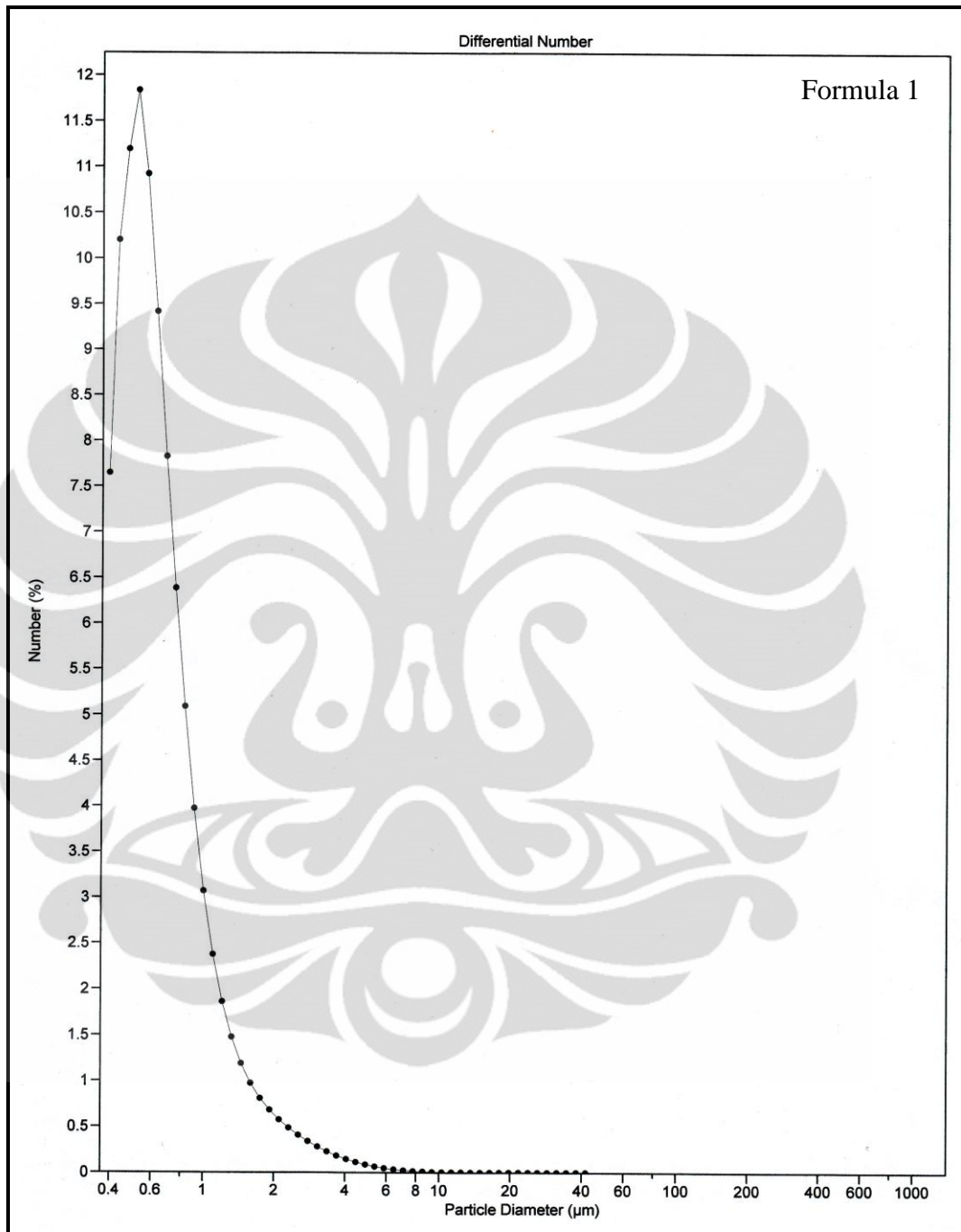
Foto hasil pengamatan organoleptis keenam formula uji *cycling test*: (a) Blanko negatif; (b) Blanko positif; (c) Formula 1; (d) Formula 2; (e) Formula 3; (f) Formula 4



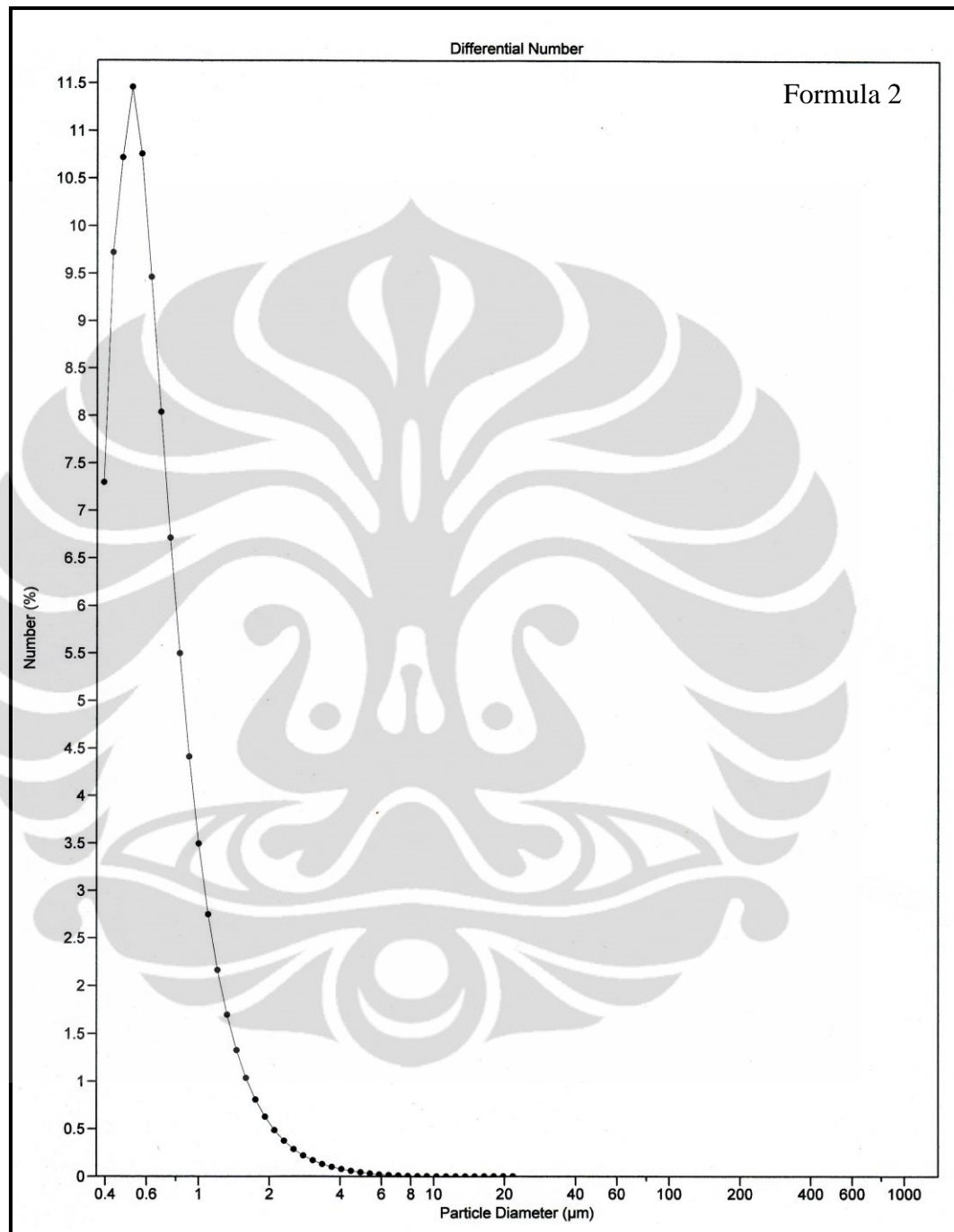
Lampiran 9  
Grafik Hasil Pengukuran Distribusi Ukuran Partikel Menggunakan  
*Particle Size Analyzer*



## Lanjutan Lampiran 9

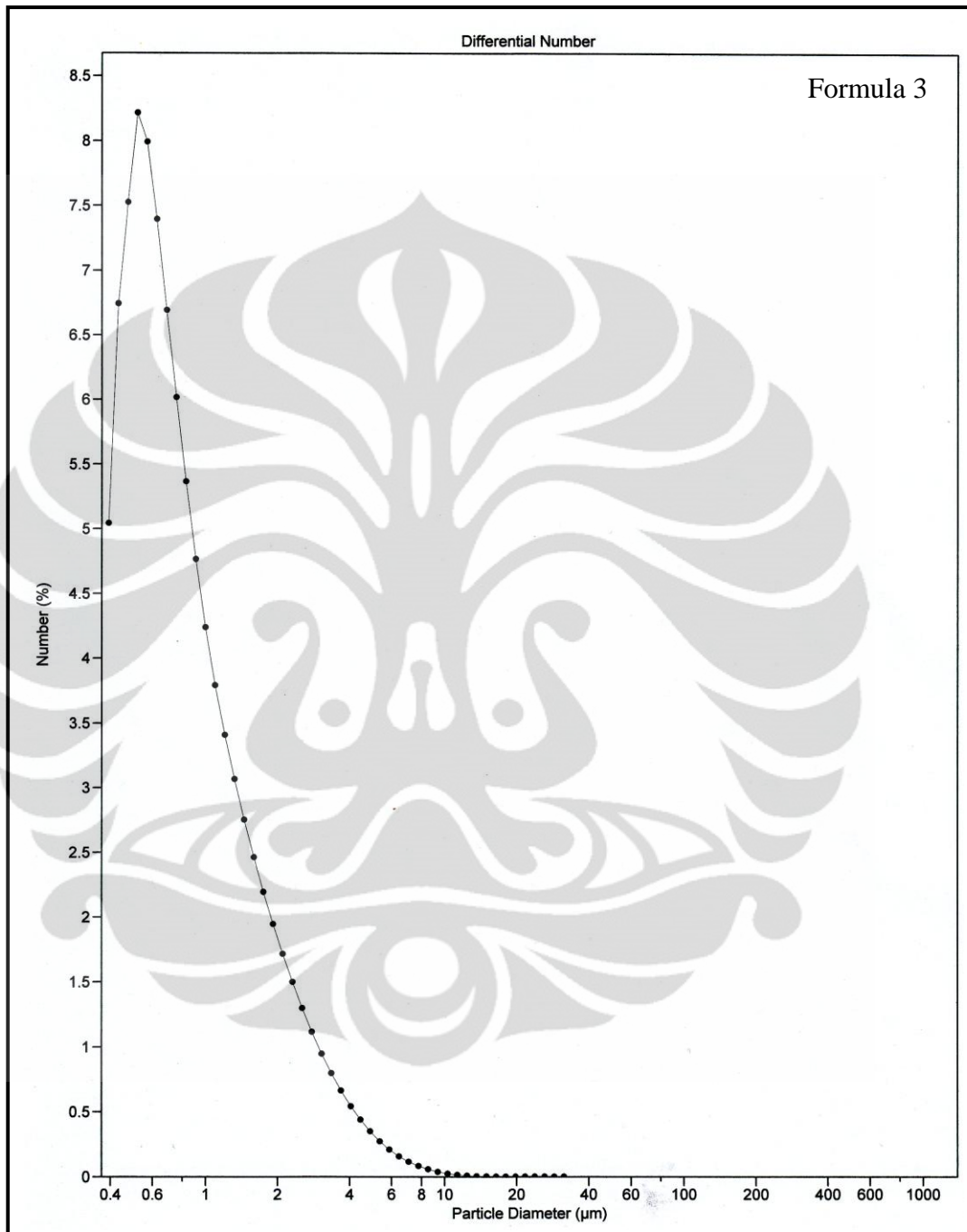


## Lanjutan Lampiran 9

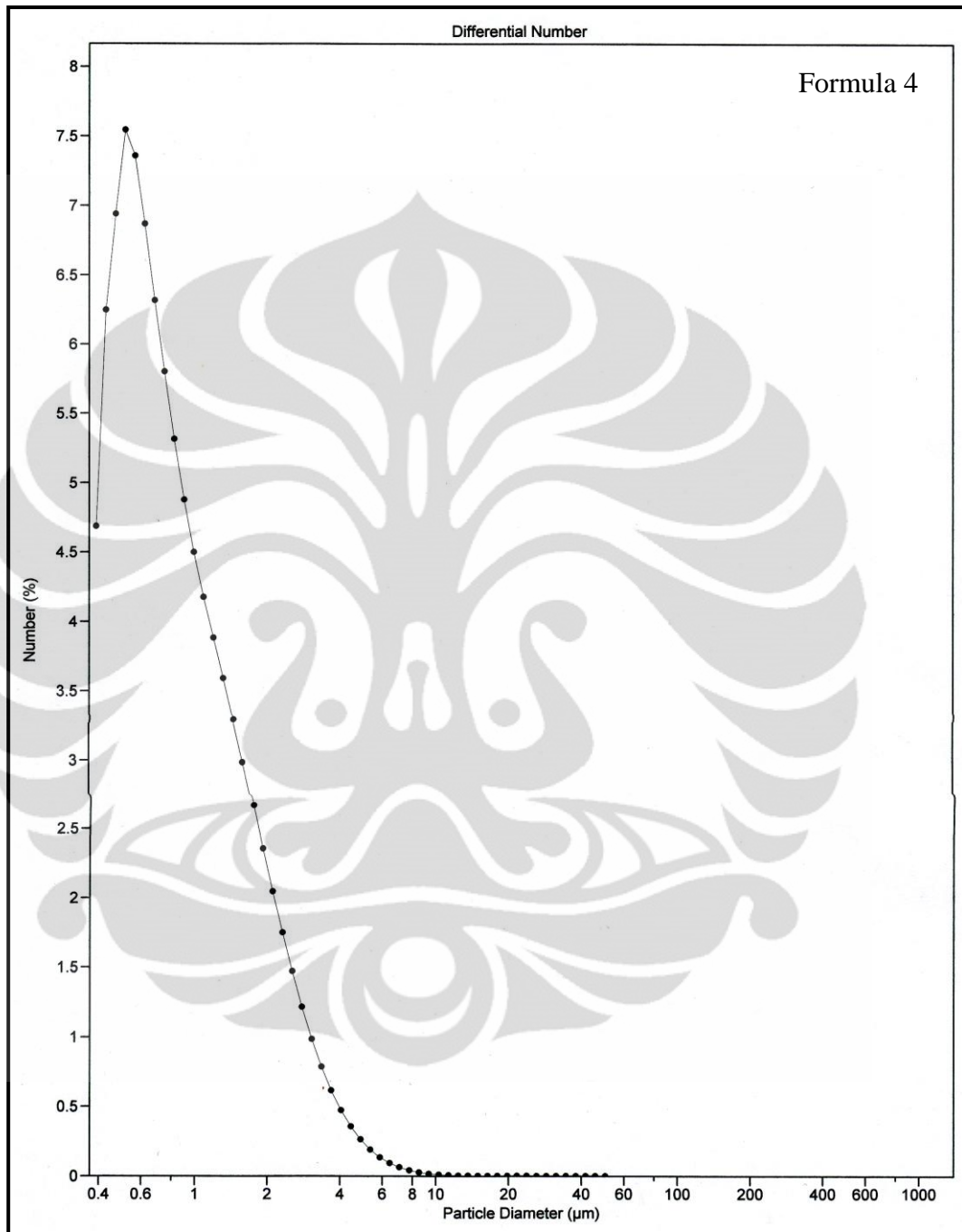




## Lanjutan Lampiran 9



## Lanjutan Lampiran 9



## Lampiran 10

Hasil pengamatan organoleptis kelima formula pada minggu ke-0

Sediaan	Warna	Kejernihan	Pemisahan	Bau
Blanko negatif	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau
Blanko positif	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau
Formula 1	Kuning +	Ya	Tidak	Kencur
Formula 2	Kuning ++	Ya	Tidak	Kencur
Formula 3	Kuning +++	Ya	Tidak	Kencur
Formula 4	Kuning ++++	Ya	Tidak	Kencur
Keterangan:	Kuning + : Pantone 601 c			
	Kuning ++ : Pantone 602 c			
	Kuning +++ : Pantone 603 c			
	Kuning ++++ : Pantone 604 c			

## Lampiran 11

Hasil pengukuran tegangan permukaan kelima formula pada penyimpanan suhu kamar ( $28 \pm 2^\circ\text{C}$ )

Sediaan	Minggu ke-	Tegangan permukaan (dyne/cm)				Rata-rata	F	S
		1	2	3				
Blanko negatif	0	34,4	34,4	34,4	34,4	0,917089694	31,5479	
	8	34,3	34,2	34,3	34,27	0,917074847	31,4282	
Formula 1	0	36,1	36,1	36,1	36,1	0,917243238	33,1125	
	8	35,9	35,9	35,9	35,9	0,917220638	32,9282	
Formula 2	0	35,2	35,3	35,3	35,27	0,917199669	32,3496	
	8	36,0	36,0	36,0	36,0	0,917283194	33,0222	
Formula 3	0	34,6	34,9	34,9	34,8	0,917162509	31,9172	
	8	35,5	35,5	35,5	35,5	0,917242953	32,5621	
Formula 4	0	35,3	35,3	35,3	35,3	0,917170816	32,3761	
	8	36,0	36,1	36,1	36,07	0,917258227	33,0855	

## Lampiran 12

Hasil pengamatan organoleptis kelima formula pada penyimpanan suhu rendah  
(5°C) selama 8 minggu

<b>Sediaan</b>	<b>Minggu ke-</b>	<b>Warna</b>	<b>Kejernihan</b>	<b>Pemisahan</b>	<b>Bau</b>
Blanko negatif	2	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau
	4	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau
	6	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau
	8	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau
Formula 1	2	Kuning +	Ya	Tidak	Kencur
	4	Kuning +	Ya	Tidak	Kencur
	6	Kuning +	Ya	Tidak	Kencur
	8	Kuning +	Ya	Tidak	Kencur
Formula 2	2	Kuning ++	Ya	Tidak	Kencur
	4	Kuning ++	Ya	Tidak	Kencur
	6	Kuning ++	Ya	Tidak	Kencur
	8	Kuning ++	Ya	Tidak	Kencur
Formula 3	2	Kuning +++	Ya	Tidak	Kencur
	4	Kuning +++	Ya	Tidak	Kencur
	6	Kuning +++	Ya	Tidak	Kencur
	8	Kuning +++	Ya	Tidak	Kencur
Formula 4	2	Kuning++++	Ya	Tidak	Kencur
	4	Kuning++++	Ya	Tidak	Kencur
	6	Kuning++++	Ya	Tidak	Kencur
	8	Kuning++++	Ya	Tidak	Kencur
Keterangan:	Kuning +	: Pantone 601 c			
	Kuning ++	: Pantone 602 c			
	Kuning +++	: Pantone 603 c			
	Kuning ++++	: Pantone 604 c			

## Lampiran 13

Hasil pengamatan organoleptis kelima formula pada penyimpanan suhu ruang  
( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) selama 8 minggu

Sediaan	Minggu ke-	Warna	Kejernihan	Pemisahan	Bau
Blanko negatif	2	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau
	4	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau
	6	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau
	8	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau
Formula 1	2	Kuning +	Ya	Tidak	Kencur
	4	Kuning +	Ya	Tidak	Kencur
	6	Kuning +	Ya	Tidak	Kencur
	8	Kuning +	Ya	Tidak	Kencur
Formula 2	2	Kuning ++	Ya	Tidak	Kencur
	4	Kuning ++	Ya	Tidak	Kencur
	6	Kuning ++	Ya	Tidak	Kencur
	8	Kuning ++	Ya	Tidak	Kencur
Formula 3	2	Kuning +++	Ya	Tidak	Kencur
	4	Kuning +++	Ya	Tidak	Kencur
	6	Kuning +++	Ya	Tidak	Kencur
	8	Kuning +++	Ya	Tidak	Kencur
Formula 4	2	Kuning++++	Ya	Tidak	Kencur
	4	Kuning++++	Ya	Tidak	Kencur
	6	Kuning++++	Ya	Tidak	Kencur
	8	Kuning++++	Ya	Tidak	Kencur
Keterangan:	Kuning +	: Pantone 601 c			
	Kuning ++	: Pantone 602 c			
	Kuning +++	: Pantone 603 c			
	Kuning ++++	: Pantone 604 c			

## Lampiran 14

Hasil pengamatan organoleptis kelima formula pada penyimpanan suhu tinggi  
( $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) selama 8 minggu

Sediaan	Minggu ke-	Warna	Kejernihan	Pemisahan	Bau
Blanko negatif	2	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau
	4	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau
	6	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau
	8	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau
Formula 1	2	Kuning ++	Tidak	Ya	Kencur
	4	Kuning ++	Tidak	Ya	Kencur
	6	Kuning ++	Tidak	Ya	Kencur
	8	Kuning ++	Tidak	Ya	Kencur
Formula 2	2	Kuning +++	Ya	Tidak	Kencur
	4	Kuning +++	Ya	Tidak	Kencur
	6	Kuning +++	Ya	Tidak	Kencur
	8	Kuning +++	Ya	Tidak	Kencur
Formula 3	2	Kuning++++	Ya	Tidak	Kencur
	4	Kuning++++	Ya	Tidak	Kencur
	6	Kuning++++	Ya	Tidak	Kencur
	8	Kuning++++	Ya	Tidak	Kencur
Formula 4	2	Kuning+++++	Ya	Tidak	Kencur
	4	Kuning+++++	Ya	Tidak	Kencur
	6	Kuning+++++	Ya	Tidak	Kencur
	8	Kuning+++++	Ya	Tidak	Kencur
Keterangan:	Kuning ++	: Pantone 602 c			
	Kuning +++	: Pantone 603 c			
	Kuning ++++	: Pantone 604 c			
	Kuning +++++	: Pantone 605 c			

## Lampiran 15

Hasil pengukuran pH kelima formula pada penyimpanan suhu rendah ( $5^{\circ}\text{C}$ )  
selama 8 minggu

Minggu ke-	pH sediaan				
	Blanko negatif	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
2	5,37	5,41	5,87	6,22	6,17
4	5,40	5,46	5,94	6,24	6,20
6	5,32	5,39	5,82	6,14	6,10
8	5,37	5,45	5,91	6,20	6,14

## Lampiran 16

Hasil pengukuran pH kelima formula pada penyimpanan suhu kamar ( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ )  
selama 8 minggu

Minggu ke-	pH sediaan				
	Blanko negatif	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
2	5,33	5,41	5,90	6,18	6,19
4	5,32	5,38	5,88	6,21	6,14
6	5,30	5,27	5,80	6,12	6,06
8	5,32	5,31	5,83	6,18	6,11

## Lampiran 17

Hasil pengukuran pH kelima formula pada penyimpanan suhu tinggi ( $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ )  
selama 8 minggu

Minggu ke-	pH sediaan				
	Blanko negatif	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
2	5,29	5,38	5,82	6,17	6,11
4	5,46	5,37	5,85	6,18	6,14
6	5,42	5,30	6,03	6,11	6,04
8	5,48	5,33	6,02	6,18	6,09

Lampiran 18. Hasil pengukuran viskositas kelima formula, isopropil miristat, dan minyak kencur pada suhu kamar ( $28 \pm 2^\circ\text{C}$ ) pada minggu ke-0

Jenis bola	S <sub>b</sub>	Sediaan	t			S <sub>f</sub>	η			Rata-rata
			1	2	3		1	2	3	
		Blanko negatif	43	43	43	0,932353379	2,9381	2,9381	2,9381	2,9381
		Formula 1	34	34	34	0,941613661	2,3065	2,3065	2,3065	2,3065
Gelas boron	2,224	Formula 2	31	31	31	0,929895557	2,1222	2,1222	2,1222	2,1222
		Formula 3	20	20	20	0,926028457	1,3733	1,3733	1,3733	1,3733
silika		Formula 4	26	26	26	0,937386542	1,7696	1,7696	1,7696	1,7696
		Isopropil miristat	36	36	33	0,851493541	2,6138	2,6138	2,3960	2,5412
		Minyak kencur	79	76	83	1,027009595	5,0023	4,8124	5,2556	5,0234

Keterangan : t : lamanya bola jatuh antara kedua titik (s)

S<sub>b</sub> : gravitasi jenis bola (g/cm<sup>3</sup>)

S<sub>f</sub> : gravitasi jenis cairan (g/cm<sup>3</sup>)

B : konstanta bola (mPa.s.cm<sup>3</sup>/g.s)

η : viskositas (mPa.s (cps))



Lampiran 19. Hasil pengukuran viskositas kelima formula selama penyimpanan suhu kamar ( $28 \pm 2^\circ\text{C}$ ) pada minggu ke-8

Jenis bola	$S_b$	Sediaan	t			B	$S_f$	$\eta$			Rata-rata
			1	2	3			1	2	3	
		Blanko negatif	147	159	151		0,932353379	10,0442	10,8642	10,3175	10,4086
Gelas boron	2,224	Formula 1	224	229	218		0,941613661	15,1958	15,5350	14,7887	15,1732
		Formula 2	112	119	137	0,0529	0,929895557	7,6673	8,1465	9,3788	8,3975
		Formula 3	108	115	122		0,926028457	7,4156	7,8962	8,3768	7,8962
		Formula 4	109	106	118		0,937386542	7,4187	7,2146	8,0313	7,5549

Keterangan : t : lamanya bola jatuh antara kedua titik (s)

$S_b$  : gravitasi jenis bola ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$S_f$  : gravitasi jenis cairan ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

B : konstanta bola ( $\text{mPa}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^3/\text{g}\cdot\text{s}$ )

$\eta$  : viskositas ( $\text{mPa}\cdot\text{s}$  (cps))

## Lampiran 20

Hasil pengamatan kelima formula setelah dilakukan *cycling test*

Sediaan	Warna	Kejernihan	Pemisahan	Bau	pH
Blanko negatif	Tidak berwarna	Ya	Tidak	Tidak berbau	5,19
Blanko positif	Tidak berwarna	Tidak	Ya	Tidak berbau	5,40
Formula 1	Kuning ++	Tidak	Ya	Kencur	5,17
Formula 2	Kuning +++	Ya	Tidak	Kencur	5,66
Formula 3	Kuning++++	Ya	Tidak	Kencur	6,06
Formula 4	Kuning+++++	Ya	Tidak	Kencur	5,88

Keterangan: Kuning ++ : Pantone 602 c

Kuning +++ : Pantone 603 c

Kuning ++++ : Pantone 604 c

Kuning +++++: Pantone 605 c

## Lampiran 21

Hasil pengukuran distribusi ukuran partikel menggunakan *particle size analyzer*

Hasil pengukuran distribusi ukuran partikel nanoemulsi blanko negatif

Channel Number	Channel Diameter (Lower) $\mu\text{m}$	Diff. Volume %	Diff. Number %	Channel Number	Channel Diameter (Lower) $\mu\text{m}$	Diff. Volume %	Diff. Number %
1	0.375	0.21	6.06	61	101.1	0	0
2	0.412	0.37	8.18	62	111.0	0	0
3	0.452	0.55	9.23	63	121.8	0	0
4	0.496	0.80	10.1	64	133.7	0	0
5	0.545	1.03	9.79	65	146.8	0	0
6	0.598	1.25	8.97	66	161.2	0	0
7	0.656	1.47	7.99	67	176.9	0	0
8	0.721	1.71	7.02	68	194.2	0	0
9	0.791	1.94	6.03	69	213.2	0	0
10	0.868	2.17	5.09	70	234.0	0	0
11	0.953	2.39	4.25	71	256.9	0	0
12	1.047	2.62	3.52	72	282.1	0	0
13	1.149	2.85	2.89	73	309.6	0	0
14	1.261	3.06	2.35	74	339.9	0	0
15	1.384	3.26	1.89	75	373.1	0	0
16	1.520	3.44	1.51	76	409.6	0	0
17	1.668	3.61	1.20	77	449.7	0	0
18	1.832	3.75	0.94	78	493.6	0	0
19	2.011	3.87	0.73	79	541.9	0	0
20	2.207	3.95	0.57	80	594.8	0	0
21	2.423	4.01	0.43	81	653.0	0	0
22	2.660	4.02	0.33	82	716.8	0	0
23	2.920	4.00	0.25	83	786.9	0	0
24	3.205	3.94	0.18	84	863.9	0	0
25	3.519	3.84	0.14		948.3	0	0
26	3.863	3.71	0.099				
27	4.240	3.54	0.071				
28	4.655	3.34	0.051				
29	5.110	3.11	0.036				
30	5.610	2.86	0.025				
31	6.158	2.59	0.017				
32	6.760	2.31	0.012				
33	7.421	2.03	0.0076				
34	8.147	1.74	0.0050				
35	8.943	1.47	0.0032				
36	9.818	1.22	0.0020				
37	10.78	1.01	0.0012				
38	11.83	0.85	0.00079				
39	12.99	0.75	0.00053				
40	14.26	0.73	0.00039				
41	15.65	0.78	0.00031				
42	17.18	0.90	0.00027				
43	18.86	1.09	0.00025				
44	20.71	1.01	0.00017				
45	22.73	0.64	0.000084				
46	24.95	0.17	0.000017				
47	27.39	0.021	0.000002				
48	30.07	0	0				
49	33.01	0	0				
50	36.24	0	0				
51	39.78	0	0				
52	43.67	0	0				
53	47.94	0	0				
54	52.62	0	0				
55	57.77	0	0				
56	63.41	0	0				
57	69.61	0	0				
58	76.42	0	0				
59	83.89	0	0				
60	92.09	0	0				

Keterangan : Hasil kumulatif berdasarkan jumlah

Diameter partikel ( $\mu\text{m}$ )	Jumlah (%)
< 1	80,60
< 2	97,00
< 4	99,70
< 6	99,90
< 8	99,98
< 10	99,99
< 20	100,00
< 40	100,00

## Lanjutan Lampiran 21

## Hasil pengukuran distribusi ukuran partikel nanoemulsi formula 1

Channel Number	Channel Diameter (Lower) $\mu\text{m}$	Diff. Volume %	Diff. Number %	Channel Number	Channel Diameter (Lower) $\mu\text{m}$	Diff. Volume %	Diff. Number %
1	0.375	0.20	7.65	61	101.1	0	0
2	0.412	0.35	10.2	62	111.0	0	0
3	0.452	0.51	11.2	63	121.8	0	0
4	0.496	0.71	11.8	64	133.7	0	0
5	0.545	0.87	10.9	65	146.8	0	0
6	0.598	0.99	9.42	66	161.2	0	0
7	0.656	1.09	7.83	67	176.9	0	0
8	0.721	1.18	6.38	68	194.2	0	0
9	0.791	1.24	5.09	69	213.2	0	0
10	0.868	1.28	3.97	70	234.0	0	0
11	0.953	1.31	3.07	71	256.9	0	0
12	1.047	1.34	2.38	72	282.1	0	0
13	1.149	1.39	1.86	73	309.6	0	0
14	1.261	1.46	1.48	74	339.9	0	0
15	1.384	1.56	1.19	75	373.1	0	0
16	1.520	1.69	0.97	76	409.6	0	0
17	1.668	1.85	0.81	77	449.7	0	0
18	1.832	2.06	0.68	78	493.6	0	0
19	2.011	2.31	0.58	79	541.9	0	0
20	2.207	2.57	0.49	80	594.8	0	0
21	2.423	2.86	0.41	81	653.0	0	0
22	2.660	3.15	0.34	82	716.8	0	0
23	2.920	3.43	0.28	83	786.9	0	0
24	3.205	3.70	0.23	84	863.9	0	0
25	3.519	3.94	0.18		948.3		
26	3.863	4.11	0.14				
27	4.240	4.22	0.11				
28	4.655	4.25	0.086				
29	5.110	4.20	0.064				
30	5.610	4.06	0.047				
31	6.158	3.85	0.033				
32	6.760	3.60	0.024				
33	7.421	3.34	0.017				
34	8.147	3.08	0.012				
35	8.943	2.84	0.0080				
36	9.818	2.59	0.0055				
37	10.78	2.32	0.0038				
38	11.83	2.04	0.0025				
39	12.99	1.80	0.0017				
40	14.26	1.65	0.0012				
41	15.65	1.61	0.00085				
42	17.18	1.64	0.00065				
43	18.86	1.63	0.00049				
44	20.71	1.51	0.00035				
45	22.73	1.23	0.00021				
46	24.95	0.80	0.00011				
47	27.39	0.40	0.000040				
48	30.07	0.13	0.000010				
49	33.01	0.032	0.000002				
50	36.24	0.0035	1.5E-7				
51	39.78	0.00035	1.13E-8				
52	43.67	0	0				
53	47.94	0	0				
54	52.62	0	0				
55	57.77	0	0				
56	63.41	0	0				
57	69.61	0	0				
58	76.42	0	0				
59	83.89	0	0				
60	92.09	0	0				

Keterangan : Hasil kumulatif berdasarkan jumlah

Diameter partikel ( $\mu\text{m}$ )	Jumlah (%)
< 1	86,00
< 2	96,90
< 4	99,50
< 6	99,90
< 8	99,96
< 10	99,98
< 20	99,99
< 40	100,00

## Lanjutan Lampiran 21

## Hasil pengukuran distribusi ukuran partikel nanoemulsi formula 2

Channel Number	Channel Diameter (Lower) $\mu\text{m}$	Diff. Volume %	Diff. Number %	Channel Number	Channel Diameter (Lower) $\mu\text{m}$	Diff. Volume %	Diff. Number %
1	0.375	0.33	7.30	61	101.1	0	0
2	0.412	0.59	9.72	62	111.0	0	0
3	0.452	0.85	10.7	63	121.8	0	0
4	0.496	1.21	11.5	64	133.7	0	0
5	0.545	1.50	10.8	65	146.8	0	0
6	0.598	1.75	9.46	66	161.2	0	0
7	0.656	1.96	8.04	67	176.9	0	0
8	0.721	2.17	6.71	68	194.2	0	0
9	0.791	2.35	5.50	69	213.2	0	0
10	0.868	2.49	4.41	70	234.0	0	0
11	0.953	2.61	3.49	71	256.9	0	0
12	1.047	2.72	2.75	72	282.1	0	0
13	1.149	2.83	2.16	73	309.6	0	0
14	1.261	2.94	1.70	74	339.9	0	0
15	1.384	3.04	1.33	75	373.1	0	0
16	1.520	3.14	1.04	76	409.6	0	0
17	1.668	3.23	0.81	77	449.7	0	0
18	1.832	3.32	0.63	78	493.6	0	0
19	2.011	3.40	0.49	79	541.9	0	0
20	2.207	3.47	0.37	80	594.8	0	0
21	2.423	3.51	0.29	81	653.0	0	0
22	2.660	3.55	0.22	82	716.8	0	0
23	2.920	3.60	0.17	83	786.9	0	0
24	3.205	3.67	0.13	84	863.9	0	0
25	3.519	3.72	0.099		948.3		
26	3.863	3.76	0.076				
27	4.240	3.75	0.057				
28	4.655	3.66	0.042				
29	5.110	3.47	0.030				
30	5.610	3.17	0.021				
31	6.158	2.78	0.014				
32	6.760	2.36	0.0088				
33	7.421	1.98	0.0056				
34	8.147	1.75	0.0037				
35	8.943	1.67	0.0027				
36	9.818	1.69	0.0021				
37	10.78	1.70	0.0016				
38	11.83	1.58	0.0011				
39	12.99	1.27	0.00067				
40	14.26	0.84	0.00034				
41	15.65	0.42	0.00013				
42	17.18	0.14	0.000032				
43	18.86	0.024	0.000004				
44	20.71	0.0015	2.01E-7				
45	22.73	0	0				
46	24.95	0	0				
47	27.39	0	0				
48	30.07	0	0				
49	33.01	0	0				
50	36.24	0	0				
51	39.78	0	0				
52	43.67	0	0				
53	47.94	0	0				
54	52.62	0	0				
55	57.77	0	0				
56	63.41	0	0				
57	69.61	0	0				
58	76.42	0	0				
59	83.89	0	0				
60	92.09	0	0				

Keterangan : Hasil kumulatif berdasarkan jumlah

Diameter partikel ( $\mu\text{m}$ )	Jumlah (%)
< 1	85,80
< 2	97,90
< 4	99,80
< 6	99,95
< 8	99,99
< 10	99,99
< 20	100,00
< 40	100,00

## Lanjutan Lampiran 21

## Hasil pengukuran distribusi ukuran partikel nanoemulsi formula 3

Channel Number	Channel Diameter (Lower) $\mu\text{m}$	Diff. Volume %	Diff. Number %	Channel Number	Channel Diameter (Lower) $\mu\text{m}$	Diff. Volume %	Diff. Number %
1	0.375	0.042	5.04	61	101.1	0	0
2	0.412	0.074	6.74	62	111.0	0	0
3	0.452	0.11	7.52	63	121.8	0	0
4	0.496	0.16	8.21	64	133.7	0	0
5	0.545	0.20	7.99	65	146.8	0	0
6	0.598	0.25	7.40	66	161.2	0	0
7	0.656	0.30	6.69	67	176.9	0	0
8	0.721	0.35	6.02	68	194.2	0	0
9	0.791	0.42	5.37	69	213.2	0	0
10	0.868	0.49	4.77	70	234.0	0	0
11	0.953	0.58	4.24	71	256.9	0	0
12	1.047	0.68	3.79	72	282.1	0	0
13	1.149	0.81	3.41	73	309.6	0	0
14	1.261	0.96	3.07	74	339.9	0	0
15	1.384	1.14	2.75	75	373.1	0	0
16	1.520	1.35	2.46	76	409.6	0	0
17	1.668	1.60	2.20	77	449.7	0	0
18	1.832	1.87	1.95	78	493.6	0	0
19	2.011	2.19	1.72	79	541.9	0	0
20	2.207	2.53	1.50	80	594.8	0	0
21	2.423	2.90	1.30	81	653.0	0	0
22	2.660	3.29	1.12	82	716.8	0	0
23	2.920	3.70	0.95	83	786.9	0	0
24	3.205	4.12	0.80	84	863.9	0	0
25	3.519	4.53	0.66		948.3		
26	3.863	4.91	0.54				
27	4.240	5.25	0.44				
28	4.655	5.53	0.35				
29	5.110	5.72	0.27				
30	5.610	5.80	0.21				
31	6.158	5.76	0.16				
32	6.760	5.60	0.12				
33	7.421	5.31	0.083				
34	8.147	4.88	0.058				
35	8.943	4.31	0.039				
36	9.818	3.61	0.024				
37	10.78	2.82	0.014				
38	11.83	2.02	0.0078				
39	12.99	1.33	0.0039				
40	14.26	0.84	0.0019				
41	15.65	0.54	0.00091				
42	17.18	0.39	0.00049				
43	18.86	0.30	0.00029				
44	20.71	0.23	0.00016				
45	22.73	0.14	0.000074				
46	24.95	0.056	0.000023				
47	27.39	0.011	0.000004				
48	30.07	0.00095	2.23E-7				
49	33.01	0	0				
50	36.24	0	0				
51	39.78	0	0				
52	43.67	0	0				
53	47.94	0	0				
54	52.62	0	0				
55	57.77	0	0				
56	63.41	0	0				
57	69.61	0	0				
58	76.42	0	0				
59	83.89	0	0				
60	92.09	0	0				

Keterangan : Hasil kumulatif berdasarkan jumlah

Diameter partikel ( $\mu\text{m}$ )	Jumlah (%)
< 1	67,90
< 2	89,50
< 4	97,90
< 6	99,40
< 8	99,80
< 10	99,95
< 20	100,00
< 40	100,00

## Lanjutan Lampiran 21

## Hasil pengukuran distribusi ukuran partikel nanoemulsi formula 4

Channel Number	Channel Diameter (Lower) $\mu\text{m}$	Diff. Volume %	Diff. Number %	Channel Number	Channel Diameter (Lower) $\mu\text{m}$	Diff. Volume %	Diff. Number %
1	0.375	0.038	4.69	61	101.1	0	0
2	0.412	0.067	6.25	62	111.0	0	0
3	0.452	0.099	6.94	63	121.8	0	0
4	0.496	0.14	7.55	64	133.7	0	0
5	0.545	0.18	7.36	65	146.8	0	0
6	0.598	0.23	6.87	66	161.2	0	0
7	0.656	0.28	6.32	67	176.9	0	0
8	0.721	0.33	5.80	68	194.2	0	0
9	0.791	0.41	5.32	69	213.2	0	0
10	0.868	0.49	4.88	70	234.0	0	0
11	0.953	0.60	4.50	71	256.9	0	0
12	1.047	0.74	4.18	72	282.1	0	0
13	1.149	0.91	3.88	73	309.6	0	0
14	1.261	1.11	3.59	74	339.9	0	0
15	1.384	1.35	3.29	75	373.1	0	0
16	1.520	1.61	2.98	76	409.6	0	0
17	1.668	1.91	2.67	77	449.7	0	0
18	1.832	2.23	2.36	78	493.6	0	0
19	2.011	2.57	2.05	79	541.9	0	0
20	2.207	2.90	1.75	80	594.8	0	0
21	2.423	3.23	1.47	81	653.0	0	0
22	2.660	3.53	1.22	82	716.8	0	0
23	2.920	3.79	0.99	83	786.9	0	0
24	3.205	4.00	0.79	84	863.9	0	0
25	3.519	4.14	0.62		948.3		
26	3.863	4.21	0.47				
27	4.240	4.19	0.36				
28	4.655	4.10	0.26				
29	5.110	3.92	0.19				
30	5.610	3.67	0.13				
31	6.158	3.36	0.093				
32	6.760	3.00	0.063				
33	7.421	2.61	0.041				
34	8.147	2.21	0.026				
35	8.943	1.82	0.017				
36	9.818	1.49	0.010				
37	10.78	1.24	0.0064				
38	11.83	1.10	0.0043				
39	12.99	1.07	0.0032				
40	14.26	1.16	0.0026				
41	15.65	1.36	0.0023				
42	17.18	1.66	0.0021				
43	18.86	2.03	0.0020				
44	20.71	2.44	0.0018				
45	22.73	2.81	0.0016				
46	24.95	3.05	0.0013				
47	27.39	3.07	0.00097				
48	30.07	2.83	0.00068				
49	33.01	2.35	0.00042				
50	36.24	1.51	0.00021				
51	39.78	0.68	0.000071				
52	43.67	0.15	0.000011				
53	47.94	0.014	0.000001				
54	52.62	0	0				
55	57.77	0	0				
56	63.41	0	0				
57	69.61	0	0				
58	76.42	0	0				
59	83.89	0	0				
60	92.09	0	0				

Keterangan : Hasil kumulatif berdasarkan jumlah

Diameter partikel ( $\mu\text{m}$ )	Jumlah (%)
< 1	64,20
< 2	89,30
< 4	98,50
< 6	99,70
< 8	99,90
< 10	99,96
< 20	99,99
< 40	100,00

Lampiran 22  
Contoh perhitungan bobot jenis

Bobot jenis minyak kencur diukur dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Bobot jenis} = \left[ \frac{A2 - A}{A1 - A} \right] \times 1 \text{ g/ml}$$

Dimana, A : bobot piknometer kering (g)

A1 : bobot piknometer yang diisi dengan aquabidest (g)

A2 : bobot piknometer yang diisi dengan minyak kencur (g)

Diketahui:

$$A = 10,5421 \text{ g}$$

$$A1 = 20,6200 \text{ g}$$

$$A2 = 20,8922 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Bobot jenis minyak kencur} &= \left[ \frac{A2 - A}{A1 - A} \right] \times 1 \text{ g/ml} \\ &= \left[ \frac{20,8922 - 10,5421}{20,6200 - 10,5421} \right] \times 1 \text{ g/ml} \\ &= 1,0270 \text{ g/ml} \end{aligned}$$

Jadi, bobot jenis minyak kencur = 1,0270 g/ml



## Lampiran 23

## Contoh perhitungan tegangan permukaan

Tegangan permukaan minyak kencur diukur dengan menggunakan persamaan:

$$S = P \times F$$

Dimana, S : tegangan permukaan yang absolut (dyne/cm)  
 P : tegangan permukaan yang ditunjukkan pada alat (dyne/cm)  
 F : faktor koreksi yang diukur dengan persamaan:

$$F = 0,7250 + \sqrt{\frac{0,01452 \times P}{c \times c (D - d)} + 0,04534} - \frac{1,679 \times r}{R}$$

Dimana, F : faktor koreksi  
 P : tegangan permukaan yang ditunjukkan pada alat  
 D : bobot jenis fase yang berada di bawah  
 d : bobot jenis fase yang berada di atas  
 R : jari-jari cincin = 3 cm  
 r : jari-jari kawat cincin = 0,007 inch = 0,01778 cm  
 c : keliling cincin  
 $= 2 \times \pi \times R$   
 $= 2 \times 3,14 \times 3 \text{ cm}$   
 $= 18,84 \text{ cm}$

## Lanjutan Lampiran 23

1. Perhitungan faktor koreksi untuk minyak kencur

$$F = 0,7250 + \sqrt{\frac{0,01452 \times P}{c \times c (D-d)} + 0,04534} - \frac{1,679 \times r}{R}$$

$$F = 0,7250 + \sqrt{\frac{0,01452 \times 40,9}{18,84 \times 18,84 (1,027009595-0)} + 0,04534} - \frac{1,679 \times 0,01778}{3}$$

$$F = 0,917401268$$

2. Perhitungan tegangan permukaan absolut untuk minyak kencur

Diketahui:

$$P = 40,9 \text{ dyne/cm}$$

$$F = 0,917401268$$

$$S = P \times F$$

$$= 40,9 \times 0,917401268$$

$$= 37,5217 \text{ dyne/cm}$$

Jadi, tegangan permukaan absolut minyak kencur = 37,5217 dyne/cm

Lampiran 24  
Contoh perhitungan nilai SPF

Formula 1

Berat yang ditimbang = 125,8 mg

Serapan pada  $\lambda = 290$  nm = 0,657 A

Serapan pada  $\lambda = 360$  nm = 0,002 A

Panjang gelombang (nm)	Serapan (A)	Panjang gelombang (nm)	Serapan (A)
357,5	0,002	322,5	0,284
355	0,003	320	0,326
352,5	0,004	317,5	0,362
350	0,006	315	0,395
347,5	0,009	312,5	0,421
345	0,015	310	0,444
342,5	0,024	307,5	0,465
340	0,041	305	0,490
337,5	0,058	302,5	0,519
335	0,086	300	0,552
332,5	0,118	297,5	0,575
330	0,156	295	0,602
327,5	0,195	292,5	0,634
325	0,241	$\Sigma =$	7,027

$$Ar = \frac{[1,25 (A_{290} + A_{360}) + 2,5 (A_{292,5} + A_{295} + \dots + A_{357,5})]}{70}$$

$$Ar = \frac{[1,25 (0,659) + 2,5 (7,027)]}{70}$$

$$Ar = 0,262732143$$

## Lanjutan Lampiran 24

$$As = \frac{125}{m} \times Ar$$

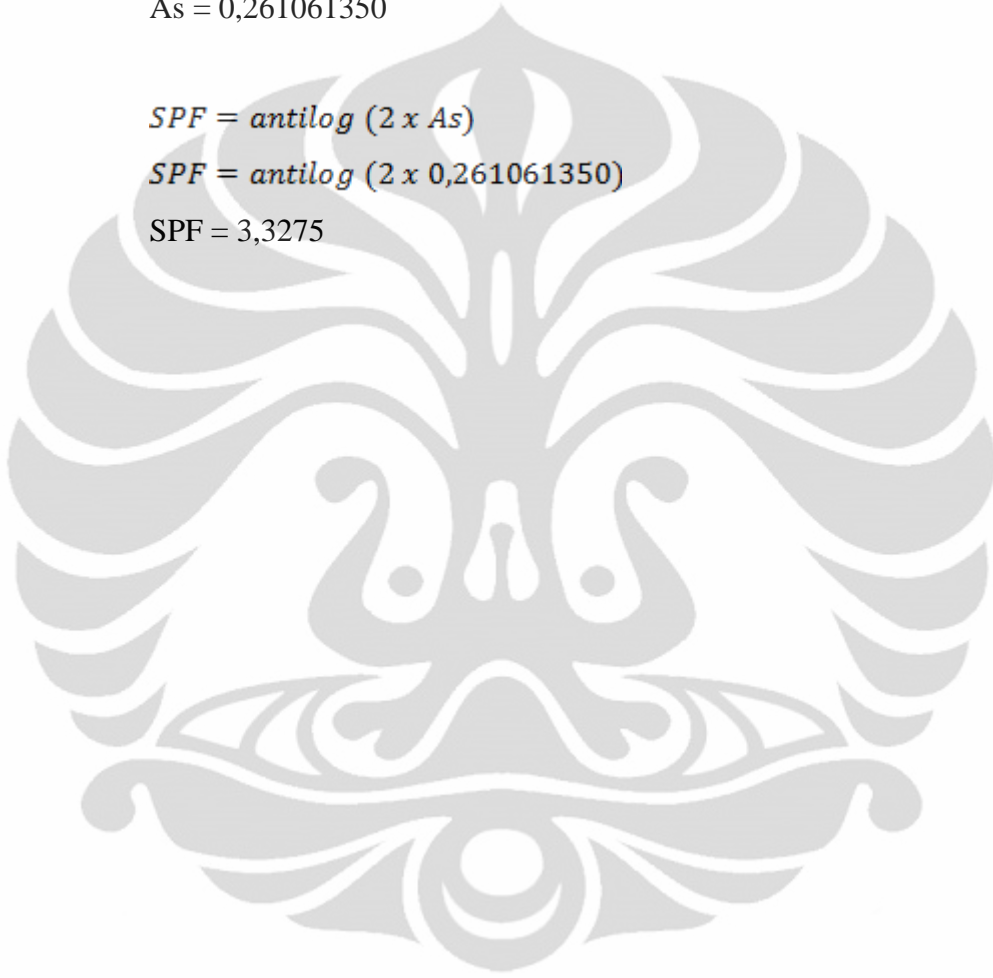
$$As = \frac{125}{125.8} \times 0,262732143$$

$$As = 0,261061350$$

$$SPF = \text{antilog} (2 \times As)$$


$$SPF = \text{antilog} (2 \times 0,261061350)$$

$$SPF = 3,3275$$



## Lampiran 25

## Hasil identifikasi/determinasi kencur Galesia-2



**LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA**  
( Indonesian Institute of Sciences )  
**PUSAT PENELITIAN BIOLOGI**  
( Research Center for Biology )

Jl. Raya Jakarta - Bogor Km. 46 Cibinong 16911, Indonesia P.O Box 25 Cibinong  
Telp. (021) 87907636 - 87907604 Fax. 87907612

---

Cibinong, 7 April 2011

Nomor : 443/IPH.1.02/If.8/IV/2011  
Lampiran : -  
Perihal : Hasil identifikasi/determinasi Tumbuhan

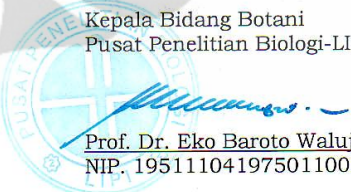
Kepada Yth.  
Bpk./Ibu/Sdr(i). Cynthia Esra W  
NPM : 0706264532  
Mhs. Univ. Indonesia  
Fak.MIPA  
Kampus UI  
DEPOK

Dengan hormat,

Bersama ini kami sampaikan hasil identifikasi/determinasi tumbuhan yang Saudara kirimkan ke "Herbarium Bogoriense", Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi-LIPI Bogor, adalah sebagai berikut :

No.	No. Kol.	Jenis	Suku
1	Kencur Galesia 2	<i>Kaempferia galanga</i> L.	Zingiberaceae

Demikian, semoga berguna bagi Saudara.



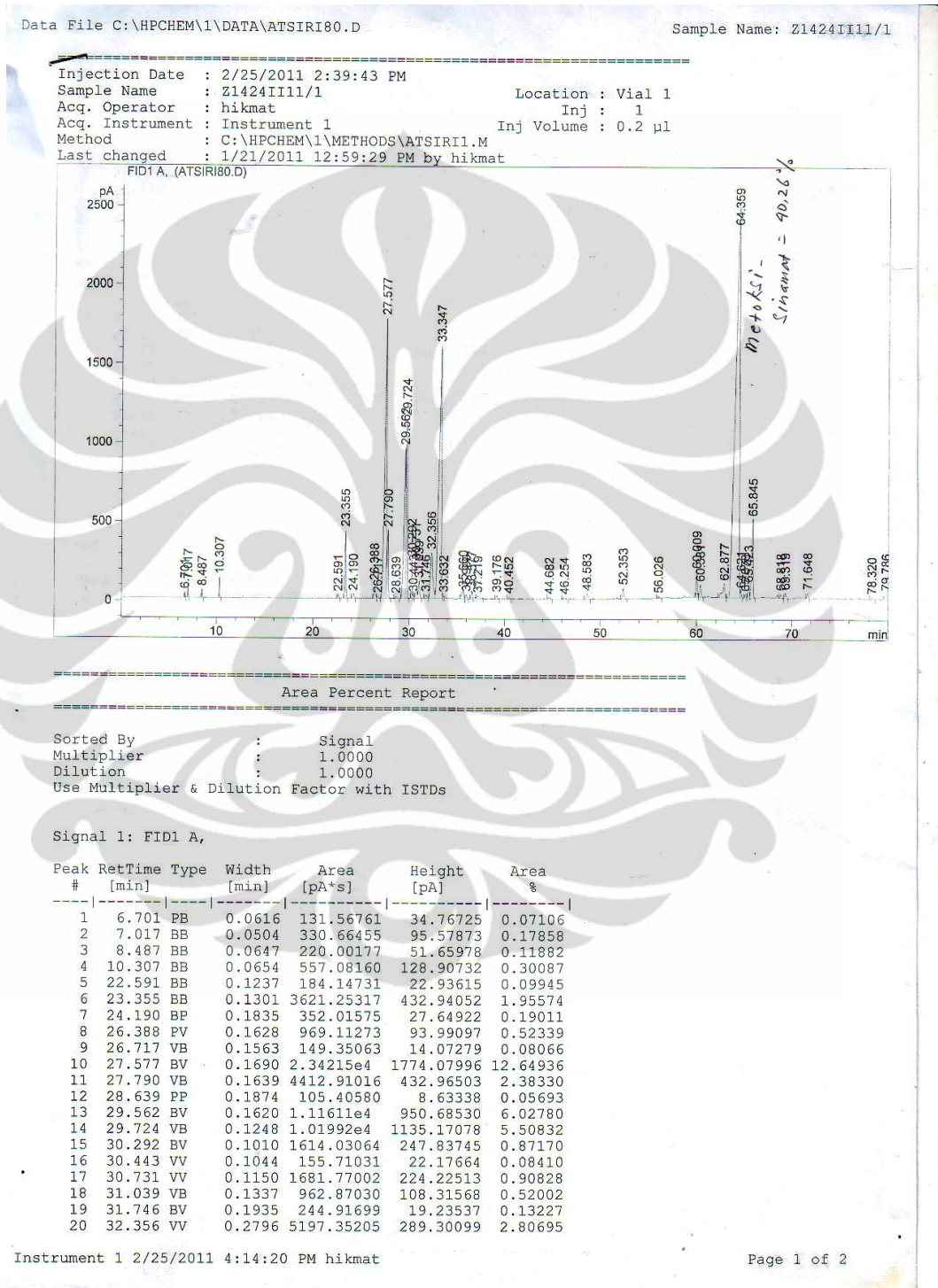
Kepala Bidang Botani  
Pusat Penelitian Biologi-LIPI,  
Prof. Dr. Eko Baroto Walujo  
NIP. 195111041975011001

D:\Ident 2011\Cynthia Esra W..doc\JJ-Alex

Page 1 of 1

Lampiran 26

Hasil analisis perhitungan kadar etil p-metoksisinamat secara kromatografi gas



## Lanjutan Lampiran 26

MPCHEM\1\DATA\ATSIRI80.D Sample Name: Z1424III1/1

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
21	33.347	VV	0.2305	2.95445e4	1599.20337	15.95621
22	33.632	VV	0.0949	104.87148	16.32891	0.05664
23	35.660	BV	0.1883	705.10095	51.95877	0.38081
24	35.999	VP	0.1239	186.51593	23.79878	0.10073
25	36.577	BV	0.1462	448.98630	48.19781	0.24249
26	37.219	VB	0.3304	347.68692	16.04136	0.18778
27	39.176	PB	0.1478	213.68379	22.60973	0.11541
28	40.452	PP	0.1368	103.14264	12.43337	0.05570
29	44.682	PP	0.2105	136.62775	9.93344	0.07379
30	46.254	PP	0.2269	156.18959	10.75975	0.08435
31	48.583	BP	0.2215	499.28403	34.98087	0.26965
32	52.353	PP	0.1885	820.79816	67.92278	0.44329
33	56.026	PB	0.1747	103.52499	9.49225	0.05591
34	60.009	BV	0.1185	1265.28979	162.23247	0.68335
35	60.381	VP	0.1593	762.49164	77.84892	0.41180
36	62.877	BP	0.2677	1695.83252	88.84333	0.91587
37	64.359	VV	0.3740	7.45497e4	2439.48804	40.26231
38	64.621	VP	0.1156	319.81509	42.33421	0.17272
39	65.078	PV	0.1352	178.60388	20.80326	0.09646
40	65.423	VV	0.1247	626.79279	77.21342	0.33851
41	65.845	VP	0.1537	5142.37598	494.98120	2.77726
42	68.818	VP	0.1616	282.55219	27.68806	0.15260
43	69.319	BB	0.1666	353.42780	33.22942	0.19088
44	71.648	BP	0.1596	330.76819	32.96189	0.17864
45	78.320	BB	0.2289	139.64922	9.50275	0.07542
46	79.786	BBA	0.2237	469.77902	32.97449	0.25372
Totals :				1.85160e5	1.15789e4	


Results obtained with enhanced integrator!

\*\*\* End of Report \*\*\*

Instrument 1 2/25/2011 4:14:20 PM hikmat Page 2 of 2

## Lampiran 27

Sertifikat analisis oktil metoksisinamat dari PT. Ristra

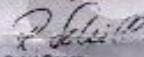
**PARSOL MCX** **DSM** 

**CERTIFICATE OF ANALYSIS**

Product code : 0440449  
 Lot No. : 070879097  
 Analysis No. : 05682685

Test	Result	Limits / Specifications	Dimension / Units
Appearance	pale yellow liquid	pale yellow liquid	
Identify	corresponds	corresponds	
Specific density (25° C)	1.010	1.005 to 1.013	
Refractive index (20° C)	1.543	1.542 to 1.548	
Acidity NaOH 0.1N	0.2	max. 0.6	ml
Gas chromatography cis-isomer	0.1	max. 0.5	%
trans-isomer	99.2	95.0 to 105.0	%
UV specific extinction (E 1%, 1 cm at 310 nm)	851	835 to 865	
Chromatographic purity Each	0.3	max. 0.5	%
Total	1.0	max. 2.0	%

This lot was analyzed and released by our authorized Quality Control Department and was found to meet the specifications as given above.  
 The product meets all requirements of the following valid compendia when tested accordingly:  
 USP

DSM Nutritional Products Ltd  
 The Quality Assurance Manager  
  
 Schil Roger

DSM Nutritional Products Ltd 1.1.1 Date of Issue : 18-Sep-008  
 Branch Site Sasein  
 Quality Management  
 01-004 Sasein



Lampiran 28  
Sertifikat analisis isopropil miristat dari PT. Merck

Specification		MERCK
<b>8.22102.1000 Isopropyl myristate for synthesis</b>		
	<u>Spec. Values</u>	
Assay (GC, area%)	≥ 98	%
Density (d <sub>20</sub> <sup>20</sup> /4 °C)	0.853 - 0.854	
Identity (IR)	passes test	
<b>Dr. Wolfgang Bollart</b>		
responsible laboratory manager quality control		
<i>This document has been produced electronically and is valid without a signature</i>		
Merck KGaA, Frankfurter Straße 250, 64283 Darmstadt (Germany): +48 8161 72-0		Page 1 of 1
<small>SA-7 82212000600000 V. 000 Date: 27.12.2010</small>		

Lampiran 29  
Sertifikat analisis BRIJ® L4 dari Croda

A quality management system registered to the international standard  
ISO 9001 was used to manufacture and test this material.

Certificate prepared at  
Croda Singapore Pte Ltd  
30 Seraya Avenue  
Singapore 627884

---

Customer details

P T Tritunggal Arthamakmur  
Komplek Graha Kencana, Block AB,  
JL Perjuangan No 88, Kebon Jeruk  
11530 JAKARTA  
INDONESIA

Customer Ref. F10/054  
Inspection Lot 040000272098  
C of A Printed. 20.10.2010  
Croda Order No. 909087  
Croda Del. No. 81017880  
Quantity. 540.000 KG

QA Contact. Juliana  
Fax No. 21 53677182  
Email. triarthamak@cbn.net.id

---

Batch Details

Product Name: BRIJ L4-LQ-(SG)  
Product Code: ET80168/0180/8S02  
Batch No: 21772

Date of test: 17.08.2010  
Date of manufacture: 12.08.2010  
Retest date: 12.08.2011

Specification: REV.01 20.10.2009

---

Quality Control Results

Analytical Test Method No.	Characteristic	Specification Limit		Value	Unit	Status
		Lower	Upper			
	Addendum 00	Pass or Fail		Pass	-	P
AS006010	COLOUR (HAZEN)	0	50	10	-	P
AS039010	APPEARANCE @ 40°C (CLARITY)	CLEAR		Pass	-	P
AS039010	APPEARANCE @ 40°C (STATE)	LIQUID		Pass	-	P
ES001010	ACID VALUE	0.0	1.0	1.0	mg KOH/g	P
ES010010	HYDROXYL VALUE	145.0	165.0	153.8	mg KOH/g	P
ES014030	PEROXIDE VALUE (PH EUR)	0.0	5.0	0.0	meqO2/kg	P
FS022010	WATER CONTENT	0.00	1.00	0.20	%	P
LS007010	DIOXANE CONTENT	10 PPM MAX		Pass	-	P
LS007010	RESIDUAL ETHYLENE OXIDE	1.0 PPM MAX		Pass	-	P

---

**Batch Status: Pass**  
Our quality tests on this batch are reported above. The tests carried out are those necessary to demonstrate compliance with our product specification and are not intended to guarantee the product as suitable for any application beyond those contained in the specification. We recommend you perform your own quality and/or identification checks on receipt.

The name printed at the end of this document is an electronic signature.

PT. TRITUNGGAAL ARTHAMAUMUR  
Kompl. Graha Kencana Blok AB  
Jl. Perjuangan No. 88 - Jakarta 11530  
Phone : 53677181, Fax. : 53677182