

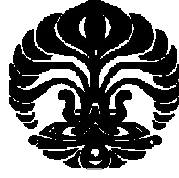
**UNIVERSITAS INDONESIA**

**UJI STABILITAS FISIK DAN PENENTUAN NILAI SPF KRIM  
TABIR SURYA YANG MENGANDUNG EKSTRAK DAUN  
TEH HIJAU (*Camellia sinensis* L.), OKTIL METOKSISINAMAT  
DAN TITANIUM DIOKSIDA**

**SKRIPSI**

**TRI SETIAWAN  
0606070996**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI FARMASI  
DEPOK  
DESEMBER 2010**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**UJI STABILITAS FISIK DAN PENENTUAN NILAI SPF KRIM  
TABIR SURYA YANG MENGANDUNG EKSTRAK DAUN  
TEH HIJAU (*Camellia sinensis* L.), OKTIL METOKSISINAMAT  
DAN TITANIUM DIOKSIDA**

**SKRIPSI**

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

**TRI SETIAWAN  
0606070996**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM SARJANA FARMASI  
DEPOK  
DESEMBER 2010**

ii

**HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

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

Nama : Tri Setiawan

NPM : 0606070996

Tanda Tangan : 

Tanggal :

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Tri Setiawan  
NPM : 0606070996  
Program Studi : Farmasi  
Judul Skripsi : Uji Stabilitas Fisik dan Penentuan Nilai SPF Krim Tabir Surya yang Mengandung Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis* L.), Oktil Metoksinamat dan Titanium dioksida.

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

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Joshita Djajadisastra, MS. ( ..... )  
Pembimbing II : Dr. Abdul Mun'im, MS. ( ..... )  
Penguji I : Dr. Berna Elya Apt., M.Si ( ..... )  
Penguji II : Dra. Juheini Amin M.Si ( ..... )  
Penguji III : Sutriyo, M.Si. ( ..... )

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal :

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah S.W.T karena atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Farmasi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya hendak mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Yahdiana Harahap, MS selaku Ketua Departemen Farmasi FMIPA UI yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Joshita Djajadisastra, MS selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Abdul Mun'im, MS selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bantuan berupa bimbingan dan ilmu selama penelitian berlangsung dan penyusunan skripsi.
3. Bapak Drs. Hayun, M.Si selaku pembimbing akademik yang telah banyak membantu selama penulis menempuh pendidikan di Departemen Farmasi FMIPA UI.
4. Seluruh jajaran pengajar, karyawan dan laboran yang telah banyak membantu penulis selama masa pendidikan hingga penelitian di Departemen Farmasi FMIPA UI.
5. Abah, Mama, Sis, Andi, Bayu, Yulia, Yusuf dan pihak keluarga lainnya yang telah banyak memberikan segala do'a dan dukungan baik moral maupun material kepada penulis hingga penulis mampu menyelesaikan masa pendidikan dan penelitiannya.
6. Teman-teman Farmasi UI angkatan 2006 dan rekan-rekan mahasiswa farmasi lainnya.
7. Teman-teman di kost wisma rizkullah, di daerah pondok cina dan sekitarnya.

8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu yang telah memberikan bantuan sehingga terselesaikannya skripsi ini

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masihlah jauh dari sempurna oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Penulis

2010



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

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

Nama : Tri Setiawan  
NPM : 0606070996  
Program Studi : Farmasi Reguler  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Skripsi

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

Uji Stabilitas Fisik dan Penentuan Nilai SPF Krim Tabir Surya yang Mengandung Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis* L.), Oktil Metoksisinamat dan Titanium dioksida.

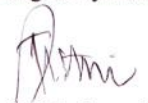
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal :

Yang Menyatakan

  
(Tri Setiawan)

## ABSTRAK

Nama : Tri Setiawan  
Program Studi : Farmasi  
Judul : Uji Stabilitas Fisik dan Penentuan Nilai SPF Krim Tabir Surya yang Mengandung Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis* L.), Oktil Metoksisinamat dan Titanium Dioksida

Daun teh hijau mengandung banyak senyawa polifenol yang memiliki kemiripan struktur dengan senyawa UV filter organik. Ekstrak daun teh hijau diformulasikan menjadi krim yang masing-masing dibedakan kandungannya yaitu ekstrak daun teh hijau 1%, 2%, dan 4%. Penelitian ini bertujuan untuk menguji stabilitas fisik dan menentukan nilai SPF ketiga krim tersebut. Uji kestabilan fisik dilakukan dengan penyimpanan sediaan pada tiga suhu yang berbeda yaitu 4°C, suhu kamar dan suhu 40±2°C. *Centrifugal test* dan *Cycling test* juga dilakukan terhadap ketiga krim tersebut. Kemampuan krim yang mengandung ekstrak daun teh hijau sebagai tabir surya diukur dengan menentukan nilai SPF (*Sun Protection Factor*) sediaan secara *in vitro*. Selain ketiga sediaan krim tersebut dibuat juga krim yang mengandung oktil metoksisinamat 7%; titanium dioksida 5%; dan dikombinasikan dengan ekstrak daun teh hijau 4%. Hasil uji stabilitas fisik menunjukkan krim yang mengandung ekstrak daun teh hijau 1%; 2%; dan 4% memiliki kestabilan fisik yang cukup baik. Penentuan nilai SPF krim ekstrak daun teh hijau menunjukkan bahwa krim ekstrak daun teh hijau memiliki nilai SPF yang rendah akan tetapi bila dikombinasikan dengan oktil metoksisinamat akan diperoleh kenaikan nilai SPF krim oktil metoksisinamat

Kata kunci:

Krim, ekstrak daun teh hijau, stabilitas fisik, *sun protection factor*, oktil metoksisinamat, titanium dioksida.

xiv + 78 halaman ; 33 gambar, 25 tabel, 14 lampiran

Daftar Acuan : 32 (1982-2009)



## ABSTRACT

Name : Tri Setiawan  
Program Study: Pharmacy  
Title : Physical Stability Testing and SPF Determination of Sunscreens Cream Containing Green Tea Leaf Extract (Camellia sinensis L), Octyl Methoxycinnamate and Titanium Dioxide

Green tea leaves contains lots of polyphenols that have a similar chemical structure with organics UV filter. Green tea leaf extract is formulated into cream with concentration of 1%; 2%; and 4%. This research was designed to test the physical stability and to determine the Sun Protection Factor of the cream. Physical stability test as well as centrifugal and cycling test were conducted by kept the creams at three different temperature of 4°C, room temperature, and 40±2°C. The potency of creams containing 1%, 2%, and 4% of green tea leaf extract as sunscreen were measured by determining the in vitro Sun Protecting Factor of green tea extract creams together with 7% octyl methoxycinnamate cream and 5% titanium dioxide cream, compared to cream containing combination of 4% green tea leaf extract with 7% octyl methoxycinnamate cream, with 5% titanium dioxide cream, and both. The results showed that the cream containing 1%; 2%; and 4% of green tea leaf extract are physically stable. The SPF determination showed that green tea leaf extract creams yield a low SPF values but if the green tea leaf extract was combined with octyl methoxycinnamate it can increased the SPF values of the sunscreen cream.

**Keyword:**

Cream, green tea leaf extract, physical stability, sun protection factor , octyl methoxycinnamate, titanium dioxide.

xiv + 78 pages ; 33 pictures, 25 tables and 14 appendix

References: 32 (1982-2009)

## 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>xi</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 .....	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Radiasi Ultraviolet .....	3
2.2 <i>Sun Protection Factor</i> (SPF) .....	4
2.3 Teh Hijau .....	6
2.4 Oktil Metoksisinamat .....	7
2.5 Titanium Dioksida .....	8
2.5 Krim .....	9
2.7 Stabilitas Krim .....	14
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	18
3.2 Alat .....	18
3.3 Bahan .....	18
3.4 Cara Kerja .....	19
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1 Formulasi dan Pembuatan Krim .....	27
4.1 Evaluasi Krim .....	28
4.2 Uji Stabilitas.....	29
4.3 Penentuan Nilai SPF .....	32
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
5.1 Kesimpulan .....	37
5.2 Saran .....	37
<b>DAFTAR ACUAN.....</b>	<b>38</b>

## DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Hubungan panjang gelombang dan eritema.....	4
Gambar 2.2	Rumus bangun senyawa katekin.....	6
Gambar 2.3	Rumus bangun oktilmetoksisinamat.....	8
Gambar 2.4	Rumus bangun asam stearat.....	9
Gambar 2.5	Rumus bangun setil alkohol.....	9
Gambar 2.6	Rumus bangun isopropil miristat.....	10
Gambar 2.7	Rumus bangun metilparaben.....	11
Gambar 2.8	Rumus bangun propilparaben.....	11
Gambar 2.9	Rumus bangun trietanolamin.....	12
Gambar 2.10	Rumus bangun gliseril monostearat.....	13
Gambar 2.11	Rumus bangun gliserin.....	13
Gambar 2.12	Rumus bangun butilhidroksitoluen.....	14
Gambar 4.1	Hasil pengukuran pH ketiga sediaan krim pada penyimpanan suhu 4°C, suhu kamar dan suhu 40±2°C.....	30
Gambar 4.2	Spektrum serapan sediaan krim yang diuji.....	33
Gambar 4.3	Nilai SPF sediaan yang diuji.....	34
Gambar 4.4	Cis-trans fotoisomerasi oktil metoksisinamat.....	36
Gambar 4.5	Foto penampilan krim formula A, B dan C pada minggu ke-0	41
Gambar 4.6	Foto penampilan krim formula A, B dan C selama 8 minggu pada suhu 4°C.....	41
Gambar 4.7	Foto penampilan krim formula A, B dan C selama 8 minggu pada suhu kamar.....	42
Gambar 4.8	Foto penampilan krim formula A, B dan C selama 8 minggu pada suhu 40 ± 2°C.....	42
Gambar 4.9	Foto penampilan krim formula A, B, C sebelum dan sesudah <i>cycling test</i> .....	43
Gambar 4.10	Foto tabung sentifuge yang diisi tiap formula krim sebelum dan sesudah uji mekanik.....	43
Gambar 4.11	Foto mikroskopik krim ekstrak daun teh hijau 1% (A); 2% (B); dan 4% (C) pada minggu ke-0 penyimpanan dengan perbesaran 1000 kali.....	44
Gambar 4.12	Foto mikroskopik krim A selama 8 minggu penyimpanan pada suhu 4°C dengan perbesaran 1000 kali.....	45
Gambar 4.13	Foto mikroskopik krim B selama 8 minggu penyimpanan pada suhu 4°C dengan perbesaran 1000 kali.....	45
Gambar 4.14	Foto mikroskopik krim C selama 8 minggu penyimpanan pada suhu 4°C dengan perbesaran 1000 kali.....	46
Gambar 4.15	Foto mikroskopik krim A selama 8 minggu penyimpanan pada suhu kamar dengan perbesaran 1000 kali.....	46
Gambar 4.16	Foto mikroskopik krim B selama 8 minggu penyimpanan pada suhu kamar dengan perbesaran 1000 kali.....	47
Gambar 4.17	Foto mikroskopik krim C selama 8 minggu penyimpanan pada suhu kamar dengan perbesaran 1000 kali.....	47

Gambar 4.18	Foto mikroskopik krim A selama 8 minggu penyimpanan pada suhu $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan perbesaran 1000 kali.....	48
Gambar 4.19	Foto mikroskopik krim B selama 8 minggu penyimpanan pada suhu $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan perbesaran 1000 kali.....	48
Gambar 4.20	Foto mikroskopik krim C selama 8 minggu penyimpanan pada suhu $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan perbesaran 1000 kali.....	49
Gambar 4.21	Sifat alir ketiga krim pada minggu ke-0 dan minggu ke-8.....	50



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Nilai $EE \times I$ pada panjang gelombang 290-320 nm..... 5
Tabel 3.1	Presentase komposisi bahan dalam krim..... 19
Tabel 4.1	Hasil evaluasi ketiga formula krim pada minggu ke-0..... 51
Tabel 4.2	Hasil pengamatan organoleptis krim A pada suhu 4°C selama penyimpanan 8 minggu..... 52
Tabel 4.3	Hasil pengamatan organoleptis krim B pada suhu 4°C selama penyimpanan 8 minggu..... 52
Tabel 4.4	Hasil pengamatan organoleptis krim C pada suhu 4°C selama penyimpanan 8 minggu..... 52
Tabel 4.5	Hasil pengamatan organoleptis krim formula A pada suhu kamar selama penyimpanan 8 minggu..... 53
Tabel 4.6	Hasil pengamatan organoleptis krim formula B pada suhu kamar selama penyimpanan 8 minggu..... 53
Tabel 4.7	Hasil pengamatan organoleptis krim formula C pada suhu kamar selama penyimpanan 8 minggu..... 53
Tabel 4.8	Hasil pengamatan organoleptis krim formula A pada suhu 40 ±2°C selama penyimpanan 8 minggu..... 54
Tabel 4.9	Hasil pengamatan organoleptis krim formula B pada suhu 40 ±2°C selama penyimpanan 8 minggu..... 54
Tabel 4.10	Hasil pengamatan organoleptis krim formula C pada suhu 40 ±2°C selama penyimpanan 8 minggu..... 54
Tabel 4.11	Hasil pengukuran pH krim selama penyimpanan 8 minggu pada suhu 4°C..... 55
Tabel 4.12	Hasil pengukuran pH krim selama penyimpanan 8 minggu pada suhu kamar..... 55
Tabel 4.13	Hasil pengukuran pH krim selama penyimpanan 8 minggu pada suhu 40 ±2°C..... 55
Tabel 4.14	Hasil pengukuran ukuran globul krim selama penyimpanan 8 minggu pada suhu 40 ±2°C dalam µm..... 56
Tabel 4.15	Hasil pengukuran ukuran globul krim selama penyimpanan 8 minggu pada suhu kamar dalam µm..... 56
Tabel 4.16	Hasil pengukuran ukuran globul krim selama penyimpanan 8 minggu pada suhu 4°C dalam µm..... 56
Tabel 4.17	Hasil pengamatan uji mekanik..... 57
Tabel 4.18	Hasil perhitungan viskositas krim A pada minggu ke-0..... 58
Tabel 4.19	Hasil perhitungan viskositas krim B pada minggu ke-0..... 59
Tabel 4.20	Hasil perhitungan viskositas krim C pada minggu ke-0..... 60
Tabel 4.21	Hasil perhitungan viskositas krim A pada minggu ke-8..... 61
Tabel 4.22	Hasil perhitungan viskositas krim B pada minggu ke-8..... 62
Tabel 4.23	Hasil perhitungan viskositas krim C pada minggu ke-8..... 63

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Penentuan nilai SPF.....	64
Lampiran 2. Cara menghitung diameter globul krim.....	66
Lampiran 3. Laporan hasil uji ekstrak daun teh hijau.....	67
Lampiran 4. Sertifikat analisis oktil metoksisinamat.....	68
Lampiran 5. Sertifikat analisis butilhidroksitoluen.....	69
Lampiran 6. Perhitungan diameter globul rata-rata formula A selama 8 minggu pada suhu 4°C (dalam $\mu\text{m}$ ).....	70
Lampiran 7. Perhitungan diameter globul rata-rata formula B selama 8 minggu pada suhu 4°C (dalam $\mu\text{m}$ ).....	71
Lampiran 8. Perhitungan diameter globul rata-rata formula C selama 8 minggu pada suhu 4°C (dalam $\mu\text{m}$ ).....	72
Lampiran 9. Perhitungan diameter globul rata-rata formula A selama 8 minggu pada suhu kamar (dalam $\mu\text{m}$ ) .....	73
Lampiran 10. Perhitungan diameter globul rata-rata formula B selama 8 minggu pada suhu kamar (dalam $\mu\text{m}$ ).....	74
Lampiran 11. Perhitungan diameter globul rata-rata formula C selama 8 minggu pada suhu kamar (dalam $\mu\text{m}$ ).....	75
Lampiran 12. Perhitungan diameter globul rata-rata formula A selama 8 minggu pada suhu $40\pm 2^\circ\text{C}$ (dalam $\mu\text{m}$ ).....	76
Lampiran 13. Perhitungan diameter globul rata-rata formula B selama 8 minggu pada suhu $40\pm 2^\circ\text{C}$ (dalam $\mu\text{m}$ ).....	77
Lampiran 14. Perhitungan diameter globul rata-rata formula C selama 8 minggu pada suhu $40\pm 2^\circ\text{C}$ (dalam $\mu\text{m}$ ) .....	78

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Matahari sebagai sumber cahaya alami memiliki peranan yang sangat penting bagi keberlangsungan kehidupan, tetapi selain mempunyai manfaat sinar matahari juga dapat membawa dampak yang tidak baik pada kulit terutama jika jumlah paparannya berlebihan. Kerusakan kulit akibat paparan sinar matahari yang berlebihan ada yang dapat segera terlihat efeknya, seperti warna kulit menjadi lebih gelap, eritema dan kulit terbakar, ada juga yang efeknya baru muncul setelah jangka waktu yang lama seperti pengerutan kulit, penuaan dini dan kanker (Muller, 1997). Untuk menghindari dampak yang tidak diinginkan dari paparan sinar matahari yang berlebihan ini dikembangkanlah suatu bentuk sediaan yang dikenal dengan sebutan tabir surya atau *sunscreen*.

Tabir surya adalah bentuk sediaan yang di dalamnya mengandung zat yang mampu menyerap dan atau memantulkan radiasi ultraviolet sehingga mengurangi energi radiasi yang berpenetrasi ke kulit. Dengan berkurangnya energi dari radiasi yang berpenetrasi ke dalam kulit diharapkan efek-efek kerusakan yang tidak diinginkan pada kulit akibat paparan sinar matahari yang berlebihan dapat berkurang.

Zat yang umum digunakan sebagai tabir surya terbagi menjadi dua yaitu tabir surya fisik dan tabir surya kimia. Tabir surya fisik melindungi kulit dengan cara memantulkan radiasi sedangkan tabir surya kimia bekerja dengan cara menyerap radiasi. Senyawa yang umum digunakan sebagai tabir surya kimia adalah oktil metoksisinamat. Tabir surya kimia umumnya terdiri dari senyawa yang memiliki gugus aromatis yang terkonjugasi dengan gugus karbonil (Shaath, 2005).

Baru-baru ini, tren pengembangan tabir surya menuju pada penggunaan bahan alam karena lebih mudah diterima oleh masyarakat. Hal ini dikarenakan adanya anggapan yang beredar di masyarakat yang menyebutkan bahwa bahan

alam lebih aman digunakan dan dampak negatifnya lebih sedikit daripada bahan kimia. Oleh karena itu penggunaan bahan alam yang dapat menurunkan radiasi sinar matahari dan meningkatkan perlindungan terhadap efek negatif radiasi sinar matahari pada kulit menjadi fokus dalam beberapa penelitian (Tabrizi, Mortazavi dan Kamalinejad, 2003).

Teh hijau sebagai salah satu bahan alam yang mengandung banyak polifenol, pada beberapa penelitian terbukti memiliki efek perlindungan terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh sinar ultraviolet (UV). Di antaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Wang (1994) dan Gensler (1995), yang menyebutkan bahwa pemberian teh hijau dan teh hitam secara oral maupun topikal membantu pertahanan kulit terhadap pembentukan kanker yang diinduksi oleh sinar ultraviolet pada kulit tikus.

Dalam penelitian ini digunakan ekstrak daun teh hijau untuk dibuat dalam bentuk sediaan krim, kemudian diuji dan dibandingkan kemampuannya sebagai tabir surya dengan sediaan krim yang mengandung oktil metoksisinamat dan titanium oksida serta kombinasi ketiganya.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stabilitas fisik sediaan krim ekstrak daun teh hijau 1%, 2% dan 4% serta mengetahui nilai *Sun Protection Factor* (SPF) sediaan tersebut dan nilai SPF apabila ekstrak daun teh hijau dikombinasikan dengan oktil metoksisinamat dan titanium dioksida.



## **BAB 2**

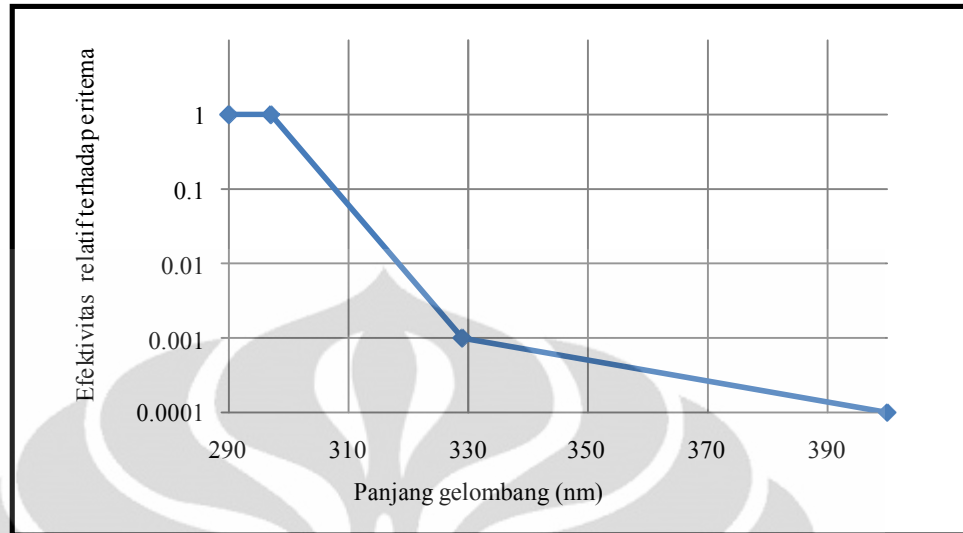
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Radiasi Ultraviolet**

Sinar ultraviolet (UV) adalah salah satu sinar yang dipancarkan oleh matahari yang dapat mencapai permukaan bumi selain cahaya tampak dan sinar inframerah. Sinar UV berada pada kisaran panjang gelombang 200-400 nm.

Spektrum UV terbagi menjadi tiga kelompok berdasarkan panjang gelombang UV C (200-290 nm), UV B (290-320 nm) dan UV A (320-400 nm). UV A terbagi lagi menjadi menjadi dua subbagian yaitu UV A2 (320-340 nm) dan UV A1 (340-400 nm) (COLIPA, 2006). Tidak semua radiasi sinar UV dari matahari dapat mencapai permukaan bumi. Sinar UV C yang memiliki energi terbesar tidak dapat mencapai permukaan bumi karena mengalami penyerapan di lapisan ozon.

Energi dari radiasi sinar ultraviolet yang mencapai permukaan bumi dapat memberikan tanda dan simtom terbakarnya kulit. Di antaranya adalah kemerahan pada kulit (eritema), rasa sakit, kulit melepuh dan terjadinya pengelupasan kulit. (Parrish, Jaenicke & Anderson, 1982). UV B yang memiliki panjang gelombang 290-320 nm lebih efektif dalam menyebabkan kerusakan kulit dibandingkan dengan UV A yang memiliki panjang gelombang yang lebih panjang 320-400 nm. Seperti yang dapat terlihat pada Gambar 2.1 sinar ultraviolet pada daerah UV B memiliki kekuatan 1000 kali lebih kuat daripada UV A pada peristiwa pembentukan eritema pada kulit (McKinlay & Diffey, 1987).



Gambar 2.1 Hubungan panjang gelombang dengan eritema (McKinlay & Diffey, 1987)

## 2.2 Sun Protection Factor (SPF)

Efektifitas dari suatu sediaan tabir surya dapat ditunjukkan salah satunya adalah dengan nilai *sun protection factor* (SPF), yang didefinisikan sebagai jumlah energi UV yang dibutuhkan untuk mencapai *minimal erythema dose* (MED) pada kulit yang dilindungi oleh suatu tabir surya, dibagi dengan jumlah energi UV yang dibutuhkan untuk mencapai MED pada kulit yang tidak diberikan perlindungan.

*Minimal erythema dose* (MED) didefinisikan sebagai waktu jangka waktu terendah atau dosis radiasi sinar UV yang dibutuhkan untuk menyebabkan terjadinya *erythema* (Wood, C & Murphy, E., 2000; Wolf et al., 2001).

Secara sederhana SPF dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$= \frac{h}{h}$$

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 cara 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 secara spektrofotometri larutan hasil pengenceran dari tabir surya yang diuji (Fourneron et al., 1999; Gordon, 1993; Mansur et al., 1986; Pissavini M et al., 2003; Waltes et al., 1997).

Mansur (1986) mengembangkan suatu persamaan matematis untuk mengukur nilai SPF secara in vitro dengan menggunakan spektrofotometer. Persamaannya adalah sebagai berikut:

=

Di mana: EE = Spektrum efek eritemal  
 I = Intensitas spektrum sinar  
 Abs = Serapan produk tabir surya  
 CF = faktor koreksi

Nilai  $EE \times I$  adalah suatu konstanta. Nilainya dari panjang gelombang 290-320 nm dan setiap selisih 5 nm telah ditentukan oleh Sayre et al. (1979) seperti terlihat pada tabel di bawah.

Tabel 2.1 Nilai  $EE \times I$  pada panjang gelombang 290-320 nm

Panjang gelombang ( $\lambda$ nm)	$EE \times I$
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180
Total	1

### 2.3 Teh Hijau

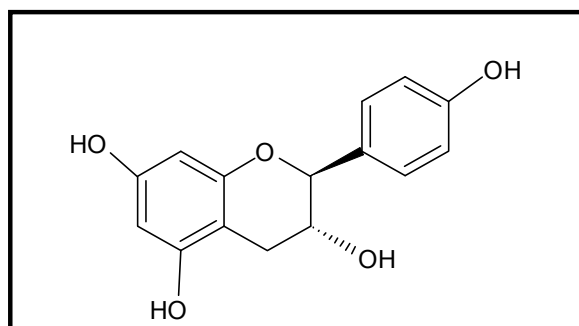
Teh *Camellia sinensis* menurut Graham dan Tjitrosoepomo (2000) dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Dunia	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Anak Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Anak Kelas	: Dialypetalae
Bangsa	: Guttiferales
Suku	: Camelliaceae
Marga	: Camellia
Spesies	: <i>Camellia sinensis</i>

Teh dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis berdasarkan tingkat oksidasinya. Teh hijau adalah salah satu jenis teh yang berasal dari daun teh *Camellia sinensis* yang hanya mengalami sedikit proses oksidasi. Tidak seperti teh hitam yang pada proses pembuatannya mengalami oksidasi selama dua minggu sampai satu bulan.

Kandungan utama teh adalah polifenol 30-35%; sisanya berupa karbohidrat 25%; kafein 3,5%; protein 15%; asam amino 4%; lignin 6,5%; asam organik 1,5%; lipid 2%; klorofil 0,5%; karotenoids kurang dari 0,1% dan senyawa-senyawa volatil 0,1% (Tjitrosoepomo, 2000).

Polifenol yang terkandung di dalam teh hijau sebagian besar adalah senyawa dari golongan katekin.



Gambar 2.2 Rumus bangun senyawa katekin

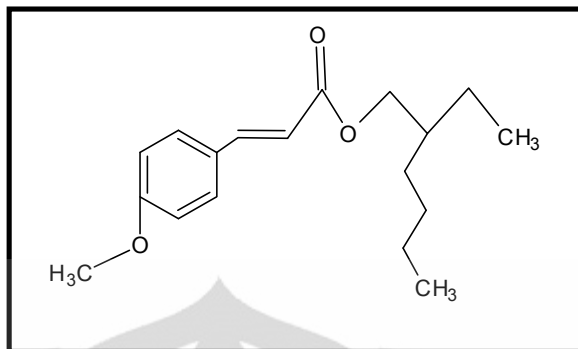
[Sumber: The Merck Index, 2001]

Adanya gugus aromatik pada katekin yang banyak terkandung pada teh diharapkan dapat memberikan serapan yang memenuhi kriteria sebagai tabir surya pada panjang gelombang 290-320 nm dan memberikan pengaruh pada spektrum serapan UV filter kimia sehingga dapat meningkatkan nilai SPF UV filter kimia tersebut jika dikombinasikan dengan ekstrak daun teh hijau (Velasco et al., 2008).

#### 2.4 Oktil Metoksisinamat (Barel, Paye & Maibach, 2009)

Oktil metoksisinamat adalah bahan yang paling banyak digunakan dalam sediaan tabir surya (Steinberg, 2003). Oktil metoksisinamat tergolong dalam tabir surya kimia yang melindungi kulit dengan cara menyerap energi dari radiasi UV dan mengubahnya menjadi energi panas. Senyawa-senyawa golongan ini menyerap radiasi UV dan mengubahnya ke dalam bentuk radiasi dengan panjang gelombang yang lebih besar. Radiasi yang diserap senyawa ini menyebabkan molekulnya tereksitasi ke bentuk yang memiliki energi lebih besar daripada *ground state*. Dan ketika molekul yang tereksitasi ini kembali ke keadaan *ground state*, energi diemisikan dalam bentuk yang lebih rendah daripada energi yang diserap. Energi ini diemisikan dalam bentuk panjang gelombang yang lebih besar.

2-etilheksil 4-metoksisinamat atau oktinoksat adalah senyawa golongan sinamat yang menyerap sinar pada panjang gelombang 290-320 nm pada daerah UV B. Saat terekspos ke cahaya, oktil metoksisinamat berubah menjadi bentuk yang memiliki kemampuan absorpsi lebih rendah (dari bentuk trans- menjadi bentuk cis-) sehingga menurunkan efektifitasnya.



Gambar 2.3 Rumus bangun oktil-metoksisinamat [Sumber: The Merck Index, 2001]

Sifat fisikokimia oktil metoksisinamat :

Nama Kimia : 2 Ethylhexyl 3-(4-Methoxyphenyl)-2 Propenoate

Struktur Kimia :  $C_{18}H_{26}O_3$ , berat molekul: 290,40 g/mol

Deksripsi penampilan : cairan minyak berwarna kuning pucat yang jernih

Rasa : tidak berasa

Kelarutan : larut dalam etanol, propilen glikol, isopropanol

Indek refraksi : 1,5420-1,5480

## 2.5 Titanium Dioksida

$TiO_2$  berbentuk serbuk putih tidak, berbau, tidak berasa dan tidak larut air serta pelarut organik. Titanium dioksida tergolong ke dalam jenis tabir surya fisik. Tabir surya fisik adalah partikel yang memantulkan energi dari radiasi UV. Dalam jumlah yang cukup tabir surya jenis ini mampu berfungsi sebagai pelindung fisik terhadap paparan UV dan cahaya tampak. Senyawa ini memiliki fotostabilitas yang tinggi dan tingkat toksisitas yang rendah.

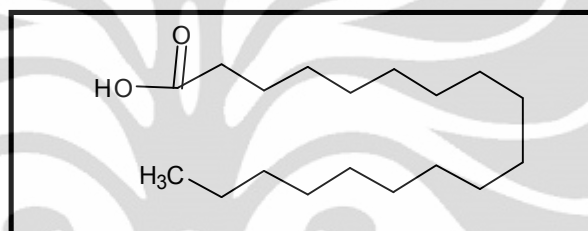
Penggunaan titanium dioksida pada sediaan tabir surya bertujuan meningkatkan perlindungan terhadap bahaya yang disebabkan oleh radiasi UV A karena umumnya sediaan tabir surya yang hanya mengandung UV filter kimia tidak dapat menahan radiasi sinar UV ke kulit (Schueller & Romanowski, 2003).

## 2.6 Krim

Krim didefinisikan sebagai “bentuk sediaan setengah padat mengandung satu atau lebih bahan obat terlarut atau terdispersi dalam bahan dasar yang sesuai. Istilah krim ini digunakan untuk sediaan setengah padat yang mempunyai konsistensi relatif cair diformulasi sebagai emulsi air dalam minyak atau minyak dalam air” (Farmakope Indonesia IV, 1995).

Berikut adalah bahan-bahan yang digunakan dalam formulasi krim:

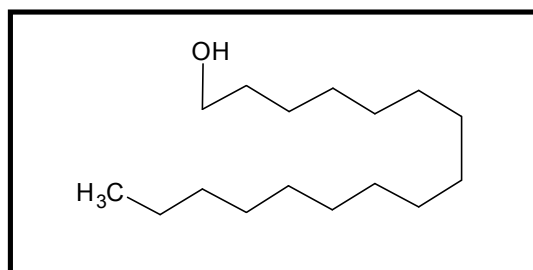
### 2.6.1 Asam stearat



Gambar 2.4 Rumus bangun asam stearat [Sumber: The Merck Index, 2001]

Asam stearat berbentuk serbuk padatan mengkilat atau kristalin berwarna putih atau kekuningan. Asam stearat banyak digunakan pada formulasi oral dan topikal. Pada formulasi topikal konsentrasi asam stearat yang biasa digunakan berkisar antara 1-20%. Larut dalam etanol, heksan dan propilen glikol, dengan titik lebur  $> 54^{\circ}\text{C}$ .

### 2.6.2 Setil alkohol



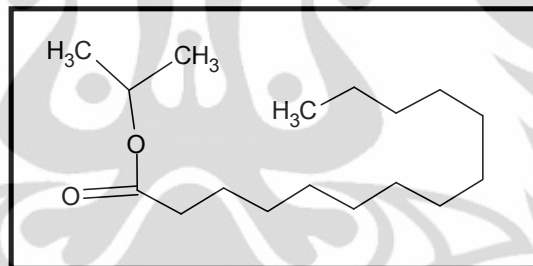
Gambar 2.5 Rumus bangun setil alkohol [Sumber: The Merck Index, 2001]

Setil alkohol berbentuk granul, butiran atau kubus yang seperti lilin. Setil alkohol banyak digunakan pada formulasi topikal sebagai emolien, emulgator lemah, dan sebagai peningkat konsistensi. Sebagai bahan peningkat konsistensi, setil alkohol digunakan sebesar 2-10%.

### 2.6.3 Paraffin cair

Paraffin cair berfungsi sebagai emolien. Minyak mineral ini transparan, tidak berasa, tidak berbau saat dingin dan berbau petroleum ketika dipanaskan. Paraffin cair tidak larut dalam etanol 95%, gliserin, dan air. Larut dalam aseton, benzen, kloroform, eter dan petroleum eter. Konsentrasi yang biasa digunakan adalah 1-32 %

### 2.6.4 Isopropil miristat



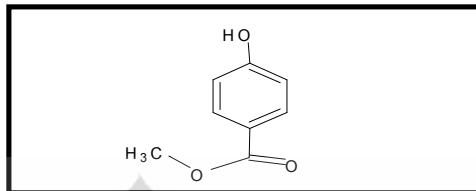
Gambar 2.6 Rumus bangun isopropil miristat

[Sumber: The Merck Index, 2001]

Isopropil miristat merupakan cairan tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Isopropil miristat merupakan ester propan-2-ol dengan asam lemak jenuh berbobot molekul tinggi, asam miristat. Pada formulasi krim, isopropil miristat biasa digunakan sebagai emolien pada konsentrasi 1-10%.



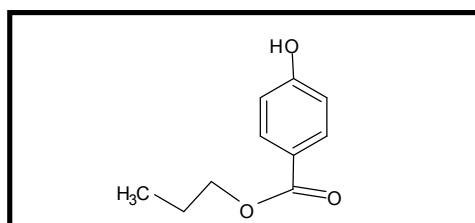
### 2.6.5 Metil paraben



Gambar 2.7 Rumus bangun metilparaben [Sumber: The Merck Index, 2001]

Metilparaben berbentuk kristal tidak berwarna atau putih yang tidak berbau. Metilparaben digunakan secara luas sebagai pengawet pada kosmetik, produk makanan dan formulasi farmasetik. Dapat digunakan secara tunggal, atau dengan kombinasi dengan paraben lain atau dengan antimikroba lain. Pada kosmetik, metilparaben merupakan pilihan utama yang digunakan sebagai pengawet antimikroba. Paraben (hidroksibenzoat) efektif pada rentang pH yang besar dan mempunyai spektrum antimikroba yang luas meskipun lebih efektif terhadap jamur dan kapang. Peningkatan aktivitas antimikroba berbanding lurus dengan peningkatan panjang rantai dan gugus alkil yang tersubstitusi, namun berbanding terbalik dengan kelarutan. Campuran paraben digunakan untuk mendapatkan pengawet yang efektif. Kekuatan pengawet meningkat dengan penambahan 2-5% propilen glikol, atau menggunakan paraben dengan kombinasi antimikroba lain seperti imidurea. Penggunaan topikal metilparaben berkisar antara 0,02-0,3%. Sukar larut dalam air, larut dalam air panas, mudah larut dalam alkohol, aseton, dan propilen glikol.

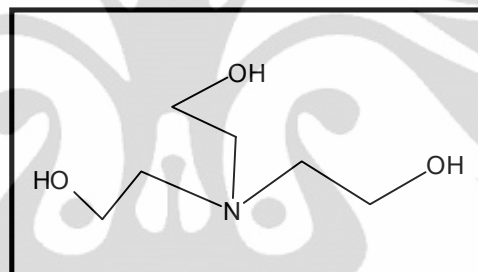
### 2.6.6 Propil paraben



Gambar 2.8 Rumus bangun propilparaben [Sumber: The Merck Index, 2001]

Propilparaben berbentuk serbuk kristalin berwarna putih, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa. Sukar larut dalam air, mudah larut dalam alkohol, eter, dan propilen glikol. Propilparaben digunakan secara luas sebagai pengawet antimikroba pada kosmetik, produk makanan dan formulasi farmasetika. Dapat digunakan secara tunggal, kombinasi dengan ester paraben lain, atau antimikroba lain. Pada kosmetik merupakan pilihan kedua yang sering digunakan sebagai pengawet. Paraben efektif pada rentang pH yang luas dan memiliki spektrum antimikroba yang luas meskipun paling efektif terhadap jamur dan kapang.

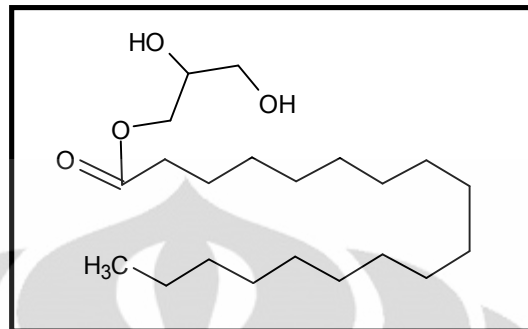
#### 2.6.7 Trietanolamin



Gambar 2.9 Rumus bangun tri-etanolamin [Sumber: The Merck Index, 2001]

Trietanolamin berupa cairan kental jernih berwarna kuning pucat sampai tidak berwarna dan berbau amoniak yang samar. Bahan ini banyak digunakan pada formulasi sediaan topikal terutama sebagai emulgator. Trietanolamin jika dicampurkan dengan asam lemak seperti asam stearat atau asam oleat akan membentuk sabun anionik yang dapat berfungsi sebagai pengemulsi untuk membentuk emulsi M/A yang stabil. Konsentrasi yang biasa digunakan untuk mengemulsikan asam stearat adalah 8-20%.

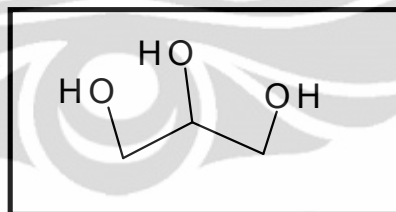
### 2.6.8 Gliseril monostearat



Gambar 2.10 Rumus bangun gliseril monostearat [Sumber: The Merck Index, 2001]

Gliseril monostearat berbentuk butiran, serpihan, atau serbuk yang berwarna putih sampai krem. Gliseril monostearat banyak digunakan sebagai emulgator nonionik. Gliseril monostearat mempunyai nilai HLB sebesar 3,8. Gliseril monostearat larut di etanol panas, eter, kloroform, aseton panas, dan tidak larut dalam air, tetapi dapat cepat larut dalam air panas dengan bantuan zat anionik atau kationik.

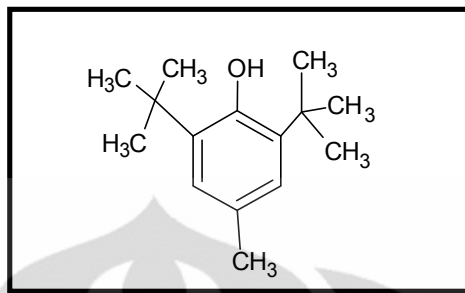
### 2.6.9 Gliserin



Gambar 2.11 Rumus bangun gliserin [Sumber: The Merck Index, 2001]

Gliserin berupa cairan jernih seperti sirup, tidak berwarna, rasa manis; hanya boleh berbau khas lemah (tajam atau tidak enak). Gliserin bersifat higroskopis dan netral terhadap lakmus. Pada formulasi topikal dan kosmetik gliserin berfungsi sebagai humectant dan emolien.

### 2.6.10 Butilhidroksitoluen



Gambar 2.12 Rumus bangun butilhidroksitoluen [Sumber: The Merck Index, 2001]

Butilhidroksitoluen berbentuk padatan kristalin atau serbuk dengan warna putih atau kuning pucat. Senyawa ini banyak digunakan pada formulasi sebagai antioksidan. Senyawa ini terutama digunakan untuk memperlambat atau mencegah oksidasi dari fase lemak dan minyak. Pada sediaan topikal biasa digunakan sebesar 0,0075-0,1%. BHT mudah larut dalam aseton, benzen, metanol, dan parafin cair. Walaupun telah dilaporkan adanya beberapa reaksi efek samping pada kulit, BHT tetap dinyatakan sebagai zat noniritan dan tidak mensensitisasi jika digunakan dengan konsentrasi yang biasa digunakan sebagai antioksidan.

### 2.7 Stabilitas Krim (Asean Guideline on Stability Study of Drug Product, 2005)

Stabilitas didefinisikan sebagai kemampuan suatu produk obat atau kosmetik untuk bertahan dalam batas spesifikasi yang diterapkan sepanjang periode penyimpanan dan penggunaan untuk menjamin identitas, kekuatan, kualitas, dan kemurnian produk. Definisi sediaan kosmetik yang stabil yaitu suatu sediaan yang masih berada dalam batas yang dapat diterima selama periode waktu penyimpanan dan penggunaan, di mana sifat dan karakteristiknya sama dengan yang dimilikinya saat dibuat.

Ketidakstabilan fisika dari sediaan emulsi atau krim ditandai dengan adanya pemucatan warna atau munculnya warna, timbul bau, perubahan atau

**Universitas Indonesia**

pemisahan fase, pecahnya emulsi, pengendapan suspensi atau *caking*, perubahan konsistensi, pertumbuhan kristal, terbentuknya gas dan perubahan fisik lainnya. Ketidaktabilan fisik suatu emulsi atau suspensi dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan kimia dari bahan pengemulsi (emulgator), bahan pensuspensi, antioksidan, pengawet dan bahan aktif. Gejala-gejala yang menjadi indikator terjadinya kerusakan emulsi antara lain:

1. *Creaming* adalah proses pada emulsi dengan partikel yang kurang rapat cenderung ke atas permukaan sehingga terjadi pemisahan menjadi dua emulsi.
2. Flokulasi adalah penggabungan globul-globul yang bergantung pada gaya tolak-menolak elektrostatis (zeta potensial).
3. Koalesens atau penggumpalan adalah proses di mana droplet dua fase internal mendekat dan berkombinasi membentuk partikel yang lebih besar.
4. Inversi adalah peristiwa di mana fase eksternal menjadi fase internal dan sebaliknya.

Nilai kestabilan suatu sediaan farmasetika atau kosmetik dalam waktu yang singkat dapat diperoleh dengan melakukan uji stabilitas dipercepat. Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan informasi yang diinginkan dalam waktu sesingkat mungkin dengan cara menyimpan sediaan sampel pada kondisi yang dirancang untuk mempercepat terjadinya perubahan yang biasa terjadi pada kondisi normal. Jika hasil pengujian suatu sediaan pada uji dipercepat selama tiga bulan diperoleh hasil yang stabil, hal itu menunjukkan bahwa sediaan tersebut stabil pada penyimpanan suhu kamar selama setahun.

Pengujian yang dilakukan pada uji dipercepat antara lain :

#### 2.7.1 Suhu yang dinaikkan

Setiap kenaikan suhu  $10^{\circ}\text{C}$  akan mempercepat reaksi dua sampai tiga kalinya, namun secara praktis cara ini agak terbatas karena kenyataannya perubahan yang terjadi pada suhu yang jauh diatas normal seperti pemisahan fase dan kerusakan fisik sediaan jarang terjadi pada suhu normal.

### 2.7.2 Kelembaban yang dinaikkan

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

### 2.7.3 *Cycling test* (Djajadisastra, 2004; Lieberman, 1988).

Tujuan dari uji ini adalah 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 produk dalam kemasannya akan mengalami stres yang bervariasi daripada stres statis. 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 yang lebih tinggi dari pada menyimpan pada suhu 4°C atau 40°C saja.

### 2.7.4 *Centrifugal test* (Djajadisastra, 2004; Lieberman 1988)

Tujuan dilakukan *centrifugal test* adalah untuk mengetahui terjadinya pemisahan fase dari emulsi. Sampel disentrifugasi pada kecepatan 3750 rpm selama 5 jam atau 5000-10000 rpm selama 30 menit. Hal ini dilakukan karena perlakuan tersebut sama dengan besarnya pengaruh gaya gravitasi terhadap penyimpanan krim selama setahun. Sebenarnya sentrifugasi pada kecepatan tinggi cenderung dapat mengubah bentuk globul fase internal yang terdispersi dan memicu terjadinya koalesens.

Parameter-parameter yang digunakan dalam uji kestabilan fisik sediaan krim adalah (Asean Guideline on Stability Study of Drug Product, 2005) :

1. Organoleptis atau penampilan fisik

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

2. Sifat aliran

3. Konsistensi

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui krim yang telah disimpan masih mempunyai konsistensi yang cukup agar krim dapat dengan mudah disebarkan pada kulit.

4. Ukuran partikel

Perubahan dalam ukuran partikel rata-rata atau distribusi ukuran globul merupakan tolok ukur penting untuk mengevaluasi emulsi, di mana pada emulsi keruh diameter globul berkisar antara 0,5–10  $\mu\text{m}$ . Ukuran partikel merupakan indikator utama kecenderungan terjadinya *creaming* atau *breaking*.

5. pH

Krim sebaiknya memiliki pH yang sesuai dengan pH kulit yaitu 4,5-6,5 karena jika krim memiliki pH yang terlalu basa akan menyebabkan kulit yang bersisik, sedangkan jika pH terlalu asam maka yang terjadi adalah menimbulkan iritasi kulit.

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### 3.1 Lokasi dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Farmasetika dan Kimia Kuantitatif Departemen Farmasi FMIPA UI selama bulan Maret 2010 - November 2010.

#### 3.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis (Jasco V-530, Jepang), pH-meter tipe 510 (Eutech Instrument, Singapura), penetrometer (Herzoo, Jerman), viskometer Brookfield synchro-electric tipe HAT (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Amerika Serikat), sentrifugator (Kubota 5100, Jepang), oven (Mettler, Jerman), penangas air (Mettler, Hongkong), timbangan analitik tipe 210-LC (ADAM, Amerika Serikat), mikroskop optik (Nikon model Eclipse E 200, Jepang), jangka sorong (Vernier Caliper, Cina), dan alat-alat gelas.

#### 3.3 Bahan

Ekstrak daun teh hijau (Balitro, Indonesia), oktil metoksisinamat (PT. Ristra Indolab, Indonesia), titanium dioksida (Merck, Jerman), gliseril monostearat (diperoleh dari PT. Brataco Chemika, Indonesia), setostearil alkohol (diperoleh dari PT. Brataco Chemika, Indonesia), paraffin cair (diperoleh dari PT. Brataco Chemika, Indonesia), metilparaben, propilparaben (diperoleh dari PT. Brataco Chemika, Indonesia), butilhidroksitoluen (diperoleh dari PT. Brataco Chemika, Indonesia), aquadest (diperoleh dari PT. Brataco Chemika, Indonesia), etanol (diperoleh dari PT. Merck, Indonesia).



### 3.4 Cara Kerja

#### 3.4.1 Formulasi Krim

Formulasi krim dalam penelitian ini terdiri dari krim yang mengandung ekstrak teh hijau dalam berbagai konsentrasi (1%; 2%; 4%), krim yang mengandung ekstrak teh hijau 4% dan TiO<sub>2</sub> 5%, krim yang mengandung oktil metoksisinamat 7% dan ekstrak teh hijau 4%. Rancangan formulasi dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Presentase komposisi bahan dalam krim

Bahan	Konsentrasi (% b/b)							
	Krim A	Krim B	Krim C	Krim Uji A	Krim Uji B	Krim Uji C	Krim Uji D	Krim Uji E
Ekstrak Teh Hijau	1	2	4	-	-	4	4	4
Oktilmetoksisinamat	-	-	-	7	-	7	-	7
Titanium dioksida	-	-	-	-	5	-	5	5
Asam stearat	5	5	5	5	5	5	5	5
Setil alkohol	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Paraffin cair	2	2	2	2	2	2	2	2
Isopropil miristat	3	3	3	3	3	3	3	3
Metil paraben	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Propil paraben	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Trietanolamin	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Gliseril monostearat	2	2	2	2	2	2	2	2
Gliserin	8	8	8	8	8	8	8	8
BHT	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Aquadest	ad	ad	ad	ad	ad	ad	ad	ad
	100	100	100	100	100	100	100	100

### 3.4.2 Pembuatan Krim

Pembuatan krim yang mengandung ekstrak daun teh hijau:

- a. Bahan-bahan fase minyak seperti asam stearat, gliseril monostearat, setil alkohol, isopropil miristat, paraffin cair, dan propil paraben ditimbang seksama.
- b. Bahan-bahan fase minyak dileburkan pada penangas pada suhu 70°C sampai meleleh, kemudian dimasukkan BHT dan diaduk hingga larut.
- c. Ekstrak daun teh hijau ditimbang dengan seksama, kemudian ditambahkan ke dalam massa (b) dan diaduk hingga homogen.
- d. Metil paraben, trietanolamin dan gliserin ditimbang dengan seksama. Metil paraben dimasukkan ke dalam gliserin, kemudian trietanolamin dicampurkan.
- e. Massa (d) dimasukkan ke dalam aquadest kemudian aduk homogen.
- f. Massa (d) dicampurkan dengan massa (b) pada suhu 70°C kemudian diaduk dengan homogenizer dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit.

Pembuatan krim yang mengandung oktil metoksisinamat:

- a. Bahan-bahan fase minyak seperti asam stearat, gliseril monostearat, setil alkohol, isopropil miristat, paraffin cair, dan propil paraben ditimbang seksama.
- b. Bahan-bahan fase minyak dileburkan pada penangas pada suhu 70°C sampai meleleh, kemudian dimasukkan BHT dan diaduk hingga larut.
- c. Oktil metoksisinamat ditimbang dengan seksama, kemudian ditambahkan ke dalam massa (b) dan diaduk hingga homogen.
- d. Metil paraben, trietanolamin dan gliserin ditimbang dengan seksama. Metil paraben dimasukkan ke dalam gliserin, kemudian trietanolamin dicampurkan.
- e. Massa (d) dimasukkan ke dalam aquadest kemudian diaduk homogen.
- f. Massa (d) dicampurkan dengan Massa (b) pada suhu 70°C kemudian diaduk dengan homogenizer dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit.

Pembuatan krim yang mengandung titanium dioksida:

- a. Bahan-bahan fase minyak seperti asam stearat, setil alkohol, paraffin cair, isopropil miristat, propil paraben, dan gliseril monostearat ditimbang seksama.
- b. Bahan-bahan fase minyak dileburkan pada penangas pada suhu 70°C sampai meleleh, kemudian dimasukkan BHT dan diaduk hingga larut.
- c. Metil paraben, trietanolamin dan gliserin ditimbang dengan seksama. Metil paraben dimasukkan ke dalam campuran trietanolamin dan gliserin.
- d. Massa (c) dimasukkan ke dalam aquadest kemudian aduk homogen.
- e. Massa (d) dicampurkan dengan massa (b) pada suhu 70°C kemudian diaduk dengan homogenizer dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit.
- f. Timbang titanium dioksida dengan seksama, kemudian tambahkan sedikit demi sedikit ke dalam massa krim dan diaduk hingga homogen.

Pembuatan krim yang mengandung ekstrak daun teh hijau dan oktil metoksisinamat:

- a. Bahan-bahan fase minyak seperti asam stearat, setil alkohol, paraffin cair, isopropil miristat, propil paraben dan gliseril monostearat ditimbang seksama.
- b. Bahan-bahan fase minyak dileburkan pada penangas pada suhu 70°C sampai meleleh, kemudian dimasukkan BHT dan diaduk hingga larut.
- c. Ekstrak daun teh hijau dan oktil metoksisinamat ditimbang dengan seksama, kemudian ditambahkan ke dalam massa (b) dan diaduk hingga homogen.
- d. Metil paraben, trietanolamin dan gliserin ditimbang dengan seksama. Metil paraben dimasukkan ke dalam gliserin, kemudian trietanolamin dicampurkan.
- e. Massa (d) dimasukkan ke dalam aquadest kemudian aduk homogen.
- f. Massa (e) dicampurkan dengan Massa (b) pada suhu 70°C, kemudian diaduk dengan homogenizer dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit.

Pembuatan krim yang mengandung ekstrak daun teh hijau dan titanium dioksida:

- a. Bahan-bahan fase minyak seperti asam stearat, setil alkohol, paraffin cair, isopropil miristat, propil paraben dan gliseril monostearat ditimbang seksama.

- b. Bahan-bahan fase minyak dileburkan pada penangas pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  sampai meleleh, kemudian dimasukkan BHT dan diaduk hingga larut.
- c. Ekstrak daun teh hijau ditimbang dengan seksama, kemudian ditambahkan ke dalam massa (b) dan diaduk hingga homogen.
- d. Metil paraben, trietanolamin dan gliserin ditimbang dengan seksama. Metil paraben dimasukkan ke dalam gliserin, kemudian trietanolamin dicampurkan.
- e. Massa (d) dimasukkan ke dalam aquadest kemudian aduk homogen.
- f. Massa (e) dicampurkan dengan massa (b) pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$ , kemudian diaduk dengan homogenizer dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit.
- g. Titanium dioksida ditimbang dengan seksama, kemudian ditambahkan ke dalam massa krim sedikit demi sedikit dan diaduk hingga homogen.

Pembuatan krim yang mengandung ekstrak daun teh hijau, oktil metoksisinamat dan titanium dioksida:

- a. Bahan-bahan fase minyak seperti asam stearat, setil alkohol, paraffin cair, isopropil miristat, propil paraben dan gliseril monostearat ditimbang seksama.
- b. Bahan-bahan fase minyak dileburkan pada penangas pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  sampai meleleh, kemudian dimasukkan BHT dan diaduk hingga larut.
- c. Ekstrak daun teh hijau dan oktil metoksisinamat ditimbang dengan seksama, kemudian tambahkan ke dalam massa (b) dan diaduk hingga homogen.
- d. Metil paraben, trietanolamin dan gliserin ditimbang dengan seksama. Metil paraben dimasukkan ke dalam gliserin, kemudian trietanolamin dicampurkan.
- e. Massa (d) dimasukkan ke dalam aquadest kemudian aduk homogen.
- f. Massa (e) dicampurkan ke dalam bahan (b) pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$ , kemudian diaduk dengan homogenizer dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit.
- g. Titanium dioksida ditimbang dengan seksama, kemudian ditambahkan ke dalam massa krim sedikit demi sedikit dan aduk hingga homogen.

### 3.4.3 Evaluasi Fisik Sediaan Krim

#### 3.4.3.1 Organoleptis

Sediaan krim diamati adanya perubahan warna, adanya pemisahan fase atau pecahnya emulsi, terciumnya bau tengik dan dirasakan tekstur kelembutannya ketika dioleskan pada kulit.

#### 3.4.3.2 Pengamatan homogenitas

Pengamatan homogenitas dilakukan dengan mengamati sebaran partikel krim yang dijepit dengan dua kaca objek. Dari sebaran tersebut dapat dilihat apakah krim yang dibuat homogen atau tidak.

#### 3.4.3.3 Pengukuran pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter yang terlebih dahulu dikalibrasi dengan larutan dapar standar pH 4 dan 7. Pengukuran ini untuk mengetahui cocok tidaknya krim jika diberikan pada kulit. Krim yang terlalu asam atau terlalu basa akan menimbulkan iritasi pada kulit.

#### 3.4.3.4 Penentuan sifat alir

Sifat alir ditentukan dengan mengukur viskositas dengan viskometer Brookfield di mana nomor spindel yang sesuai dipasang pada alat kemudian dicelupkan dalam beaker glass yang berisi krim. Kecepatan alat dipasang beragam yaitu 2 rpm; 4 rpm; 10 rpm; 20 rpm dan kemudian dibalik menjadi 10 rpm; 4 rpm; 2 rpm; dan 2 rpm. Pembacaan skala dengan mengamati jarum merah di posisi stabil pada setiap kecepatan. Sifat alir dapat diperoleh dengan membuat kurva *shearing stress* berbanding dengan *rate of shear*.

### 3.4.3.5 Penentuan konsistensi

Sediaan yang akan diperiksa dimasukkan ke dalam wadah khusus dan diletakkan pada meja penetrometer. Peralatan diatur hingga ujung kerucut menyentuh bayang permukaan krim yang dapat diperjelas dengan menghidupkan lampu. Batang pendorong dilepas dengan mendorong tombol *start*. Angka penetrasi dibaca lima detik setelah kerucut menembus sediaan. Dari pengukuran konsistensi dengan penetrometer akan diperoleh *yield value*. Pemeriksaan konsistensi dilakukan pada minggu ke-0 dan minggu ke-8 dengan penyimpanan pada suhu kamar.

### 3.4.3.6 Pengukuran diameter globul rata-rata

Pengukuran ini dilakukan dengan memfoto gambar krim dengan menggunakan mikroskop optik pada perbesaran 400 atau 1000 kali sehingga dapat dihitung ukuran globul emulsi dan distribusi ukurannya.

## 3.4.4 Uji Stabilitas (Djajadisastra, 2004)

### 3.4.4.1 Uji stabilitas pada suhu 4°C, suhu kamar, dan suhu 40±2°C (Djajadisastra, 2004)

Tiap formula krim disimpan pada suhu 4°C, suhu kamar dan suhu 40±2°C dan diukur parameter-parameter kestabilannya seperti bau, warna, pH dan diameter globul dievaluasi selama 8 minggu dengan pengamatan setiap 2 minggu.

### 3.4.4.2 *Cycling test* (Djajadisastra, 2004)

Sampel disimpan pada suhu 4°C selama 24 jam lalu dipindahkan ke dalam oven bersuhu 40±2°C selama 24 jam, waktu selama penyimpanan dua suhu tersebut dianggap satu siklus. Uji stabilitas dilakukan sebanyak 6 siklus kemudian diamati ada tidaknya pemisahan fase dan inversi.

### 3.4.4.3 *Centrifugal test* (Djajadisastra, 2004)

Sampel krim dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian dimasukkan ke dalam sentrifugator pada kecepatan 3750 rpm selama 5 jam. Krim yang sudah disentrifugasi lalu diamati adanya pemisahan fase.

### 3.4.5 Penentuan nilai SPF sediaan krim

#### 3.4.5.1 Penyiapan sampel

Sebanyak  $\pm 1,0$  gram sampel ditimbang seksama kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan etanol. Larutan diultrasonikasi selama 5 menit lalu disaring dengan kertas saring. 10 mL filtrat pertama dibuang. Sebanyak 5,0 mL aliquot dipipet, dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL kemudian diencerkan dengan etanol. Sebanyak 5,0 ml larutan aliquot dipipet, dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL kemudian diencerkan dengan etanol.

#### 3.4.5.2 Penentuan nilai SPF

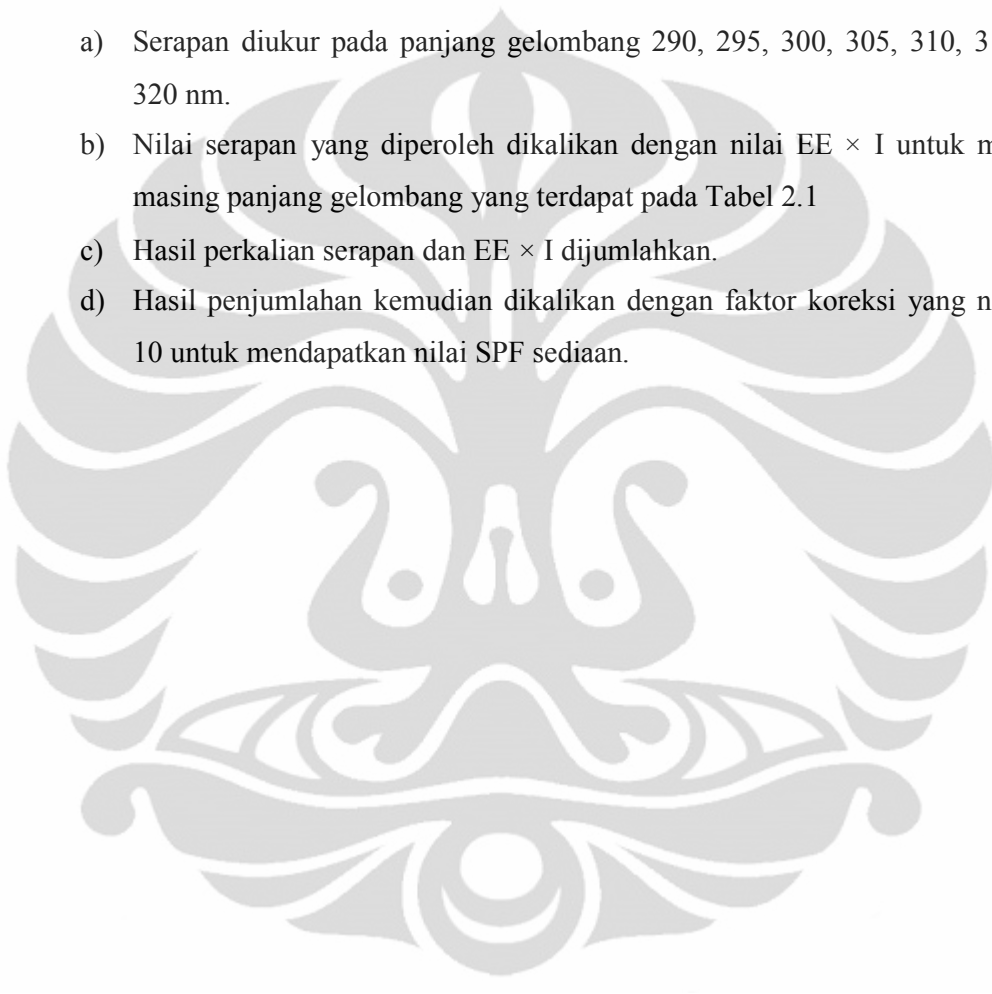
Nilai SPF dihitung dengan menggunakan persamaan Mansur. Spektrum serapan sampel diperoleh dengan menggunakan spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang 290-400 nm dengan menggunakan etanol sebagai blanko. Nilai serapan dicatat setiap interval 5 nm dari panjang gelombang 290 sampai 320 nm. Nilai serapan yang diperoleh dikalikan dengan  $EE \times I$  untuk masing-masing interval. Nilai  $EE \times I$  tiap interval dapat dilihat pada Tabel 2.1. Jumlah  $EE \times I$  yang diperoleh dikalikan dengan faktor koreksi akhirnya diperoleh nilai SPF dari sampel yang diuji.

Cara perhitungan SPF menurut metode Mansur:

$$= \times \times \times$$

Di mana: EE = Spektrum efek eritemal  
I = Intensitas spektrum sinar  
Abs = Serapan produk tabir surya  
CF = faktor koreksi

- a) Serapan diukur pada panjang gelombang 290, 295, 300, 305, 310, 315 dan 320 nm.
- b) Nilai serapan yang diperoleh dikalikan dengan nilai  $EE \times I$  untuk masing-masing panjang gelombang yang terdapat pada Tabel 2.1
- c) Hasil perkalian serapan dan  $EE \times I$  dijumlahkan.
- d) Hasil penjumlahan kemudian dikalikan dengan faktor koreksi yang nilainya 10 untuk mendapatkan nilai SPF sediaan.





## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### 4.1 Formulasi dan Pembuatan Krim

Dari komposisi krim yang terlihat pada Tabel 3.1 terlihat setiap bahan yang menjadi fase minyak maupun fase cair konsentrasinya sama untuk tiap formula walaupun konsentrasi ekstrak daun teh hijau yang digunakan berbeda-beda dan terdapat variasi dalam penambahan oktil metoksisinamat dan titanium dioksida. Hal ini menyebabkan komposisi basis atau dalam hal ini kadar air krim tidak sama.

Penggunaan gliserin pada formulasi kurang tepat. Hal ini karena metil paraben dan propil paraben yang digunakan sebagai pengawet kelarutannya dalam gliserin rendah. Sebaiknya gliserin pada formula digantikan dengan propilen glikol karena metil paraben dan propil paraben mudah larut dalam propilen glikol.

Pada formula antioksidan yang digunakan adalah BHT. Antioksidan yang larut dalam fase minyak ini dapat bekerja dengan cukup baik namun tidak cukup untuk melindungi zat-zat yang terkandung dalam ekstrak daun teh hijau yang larut dalam fase air. Sehingga pada formula sebaiknya ditambahkan vitamin C atau antioksidan lain yang larut dalam air agar dapat melindungi polifenol pada teh hijau yang mudah teroksidasi.

Pada proses pembuatan ekstrak daun teh hijau dimasukkan kedalam fase minyak yang telah dilebur. Hal ini sebenarnya kurang tepat. Seharusnya ekstrak daun teh hijau dan titanium dioksida didispersikan terakhir setelah fase minyak dan fase air dicampurkan dan membentuk masa krim karena ekstrak daun teh hijau tidak larut di dalam air maupun di dalam minyak karena kedua zat tersebut tidak larut dalam fase air maupun fase minyak.

Oktil metoksisinamat pada proses pembuatan sebaiknya dicampurkan dengan fase air yang mengandung gliserin atau propilen glikol, karena oktil metoksisinamat larut dalam etanol, propilen glikol dan isopropanol.

## 4.2 Evaluasi Krim

Dari evaluasi krim pada minggu ke-0 diperoleh hasil sifat krim yang lembut, mudah menyebar, setengah padat dan memberikan rasa yang cukup nyaman ketika dioleskan pada kulit. Foto penampilan krim pada penyimpanan minggu ke-0 dapat dilihat pada Gambar 4.5. Hasil evaluasi organoleptis, pH, angka kedalaman kerucut dan diameter globul krim dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Warna krim yang dihasilkan pada formula krim A (ekstrak daun teh hijau 1%) didapat warna hijau agak kecoklatan, formula krim B (ekstrak daun teh hijau 2%) juga didapat warna hijau kecoklatan dan formula krim C (ekstrak daun teh hijau 4%) warnanya lebih coklat dibandingkan dengan dua sediaan lainnya. Semakin tinggi konsentrasi teh hijau semakin coklat warna krim yang didapat. Hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa semua krim homogen.

Ketiga formula krim tidak menunjukkan adanya perubahan bau. Perubahan bau dapat disebabkan karena pengaruh kimia maupun biologis. Oksidasi oleh oksigen yang ada di udara terhadap lemak atau minyak merupakan salah satu reaksi kimia yang sering menyebabkan perubahan bau pada krim. Ketiga formula krim tidak menunjukkan adanya perubahan bau atau ketengikan karena pada formula terdapat antioksidan BHT yang dapat melindungi lemak-lemak yang mempunyai ikatan rangkap dari oksidasi. Perubahan bau pada krim karena pengaruh biologis oleh mikroba maupun jamur juga tidak terjadi karena sediaan krim mengandung pengawet metilparaben dan propilparaben.

Dari hasil pengukuran pH masing-masing formula diperoleh pH formula krim A 6,8; formula krim B 6,62; formula krim C 6,73. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa krim cenderung ke pH asam. Hal ini dikarenakan ekstrak teh hijau mengandung senyawa polifenol yang bersifat asam lemah.

Angka penetrasi yang dimiliki ketiga krim memenuhi kriteria sediaan krim. Formula krim A memiliki nilai konsistensi  $350 \times 10^{-1}$  mm, krim B memiliki nilai  $352 \times 10^{-1}$  mm, krim C memiliki nilai  $346 \times 10^{-1}$  mm. Dari hasil tersebut dapat menunjukkan bahwa ketiga formula krim mudah dioleskan dan disebarkan di kulit.

Sifat laju alir dari ketiga formula krim adalah pseudoplastik tiksotropik karena hasil ekstrapolasi kurva menuju ke titik (0,0). Hasil dari pengukuran ini terlihat dari viskositas dan sifat alir ketiga formula krim yang ditunjukkan pada Tabel 4.18 sampai Tabel 4.23 dan Gambar 4.21.

Hasil pengukuran diameter globul rata-rata diperoleh formula A memiliki ukuran globul 0,256  $\mu\text{m}$ ; formula B 0,277  $\mu\text{m}$  dan formula C 0,245  $\mu\text{m}$ .

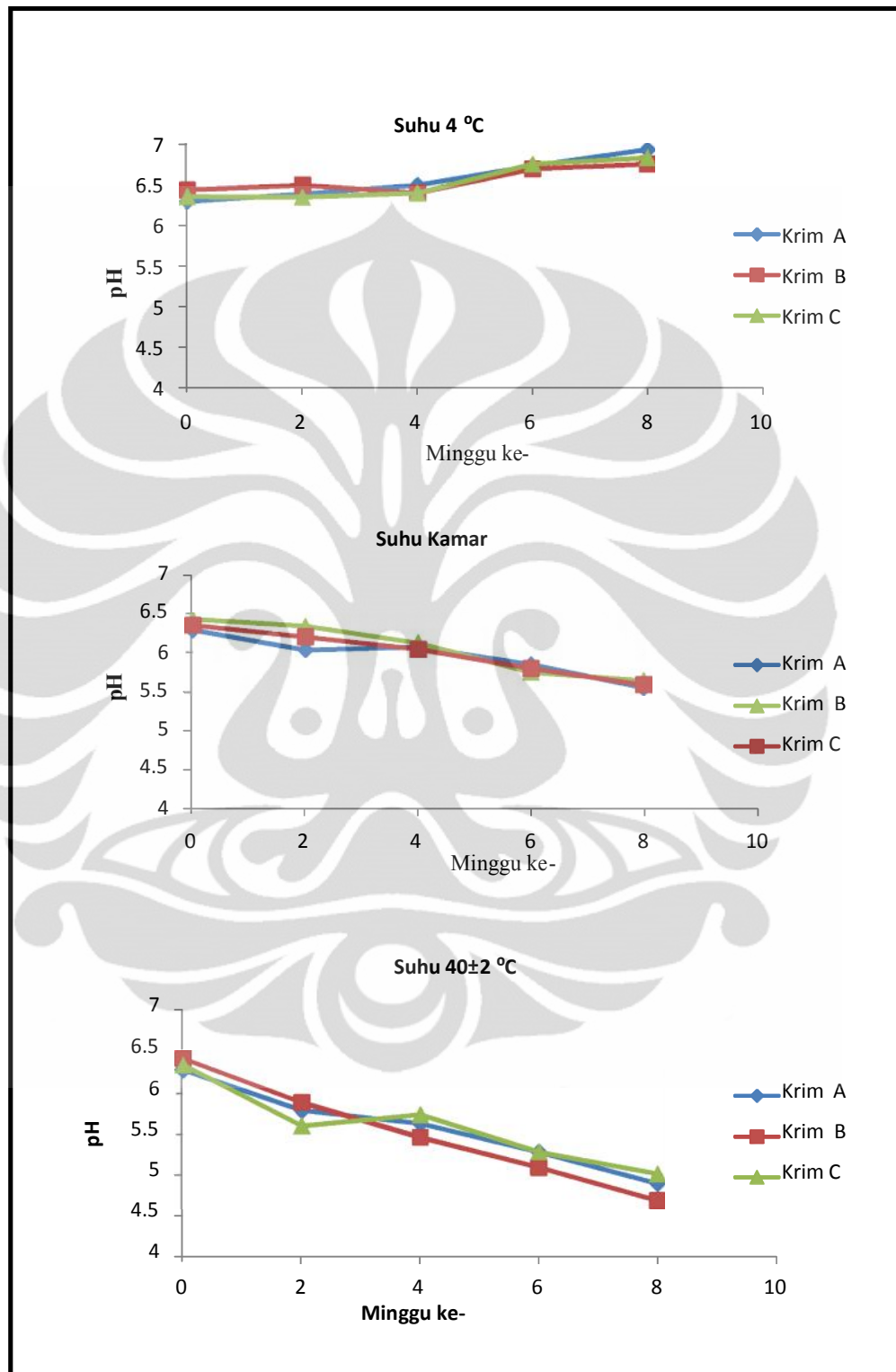
### 4.3 Uji Stabilitas

#### 4.3.1 Penyimpanan krim pada suhu 4°C, suhu kamar, dan suhu 40±2°C

Hasil pengamatan organoleptis dan pH krim pada ketiga formula dengan tiga kondisi penyimpanan yaitu pada suhu 4°C, suhu kamar dan suhu 40±2°C dapat dilihat pada Tabel 4.2 sampai Tabel 4.13.

Selama penyimpanan dari minggu awal sampai minggu ke-8 ketiga formula krim tidak menunjukkan adanya pemisahan fase minyak dan fase air. Masing-masing krim mengalami perubahan warna pada penyimpan di suhu 40±2°C. Perubahan warna yang mengarah ke warna kecoklatan kurang terlihat pada krim yang disimpan pada suhu 4°C dan pada suhu kamar. Semakin besar konsentrasi ekstrak daun teh hijau yang digunakan semakin menjadi tua kecoklatan warna krim setelah disimpan. Hal ini disebabkan karena suhu yang tinggi membuat polifenol dalam ekstrak semakin mudah teroksidasi dan semakin banyak konsentrasi polifenol di dalam krim semakin tampak akibat dari proses oksidasinya yang ditandai dengan warna kecoklatan.

Ketiga formula krim tidak mengalami banyak perubahan tingkat keasamaan selama penyimpanan. Hasil pengukuran pH krim selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil pengukuran pH ketiga sediaan krim pada penyimpanan suhu 4°C, suhu kamar dan suhu 40±2°C

Pada penyimpanan di suhu 4 °C krim mengalami kenaikan pH dikarenakan pada suhu rendah reaksi hidrolisis yang terjadi senyawa yang terkandung dalam ekstrak daun teh hijau dapat dicegah sehingga pH krim tidak mengalami penurunan seperti krim pada penyimpanan di suhu kamar dan suhu 40±2 °C. Pada dua kondisi suhu penyimpanan tersebut reaksi hidrolisis antara polifenol dengan glikosida terjadi lebih cepat sehingga polifenol terlepas dari glikosidanya dan terdapat dalam bentuk bebas yang lebih asam.

Krim terdiri dari globul-globul kecil yang mempunyai kecenderungan untuk menyatu dan membentuk globul-globul yang lebih besar. Hal ini disebabkan karena globul krim terbentuk dari suatu senyawa yang memiliki gugus hidrofobik dan hidrofilik sehingga secara termodinamika tidak stabil. Oleh karena itu setiap minggu selama penyimpanan ukuran globul krim selalu berubah menjadi lebih besar. (Martin, Swarbick & Cammarata, 1993)

Hasil pengukuran diameter globul rata-rata pada suhu 4°C, suhu kamar dan suhu 40±2°C dapat dilihat pada Tabel 4.14 sampai Tabel 4.16. Gambar mikroskopik masing-masing globul krim dapat dilihat pada Gambar 4.11 sampai Gambar 4.20.

Pengukuran konsistensi ketiga formula krim dilakukan dengan penetrometer. Hasil penetrasi yang terbaca pada penetrometer setelah 8 minggu penyimpanan dari krim A adalah  $360 \times 10^{-1}$  nm, formula krim B  $364 \times 10^{-1}$  nm dan formula krim C adalah  $382 \times 10^{-1}$  nm. Pemeriksaan ini dilakukan pada minggu ke-0 dan minggu ke-8. Ketiga formula krim menunjukkan adanya peningkatan konsistensi. Hal tersebut disebabkan karena selama penyimpanan terjadi penguapan pada air yang terdapat dalam fase luar krim.

Hasil pengukuran viskositas masing-masing formula pada minggu awal hingga minggu ke-8 penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 4.18 sampai Tabel 4.23. Hasil pengukuran tidak menunjukkan adanya perubahan sifat alir selama penyimpanan.

#### 4.3.2 Pengamatan *cycling test*

Dari hasil *cycling test*, ketiga formula yang diuji tidak menunjukkan adanya pemisahan fase antara fase minyak dan fase air. Pengamatan ini dilakukan setelah 6 siklus antara suhu 4°C dan suhu 40±2°C. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4.9.

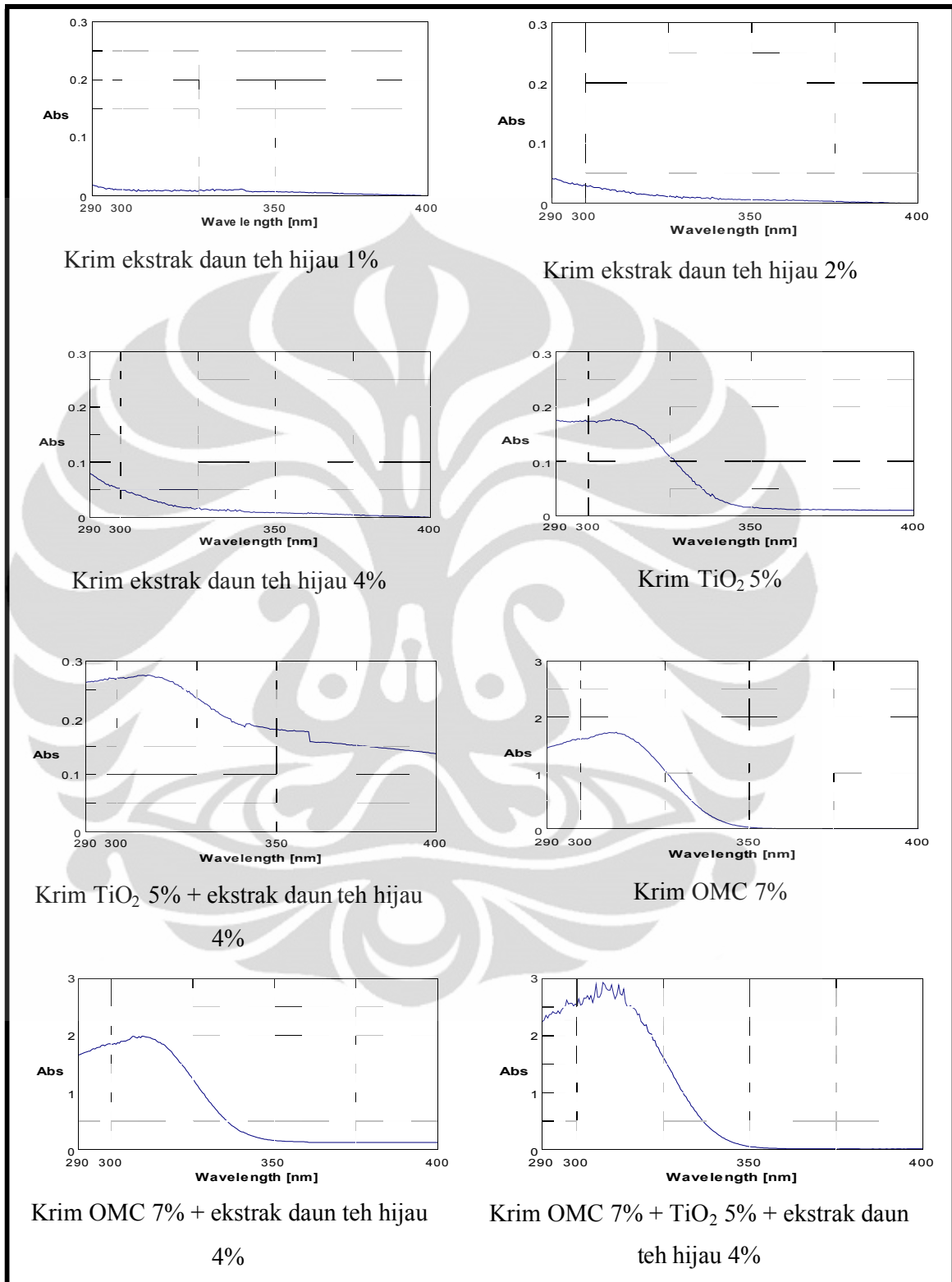
#### 4.3.3 Pengamatan uji mekanik

Hasil uji mekanik tidak menunjukkan adanya pemisahan fase antara fase minyak dan fase air pada ketiga formula krim. Uji mekanik ini menggunakan sentrifugator dengan kecepatan 3750 rpm selama 5 jam. Hasil uji mekanik dapat dilihat pada Gambar 4.10.

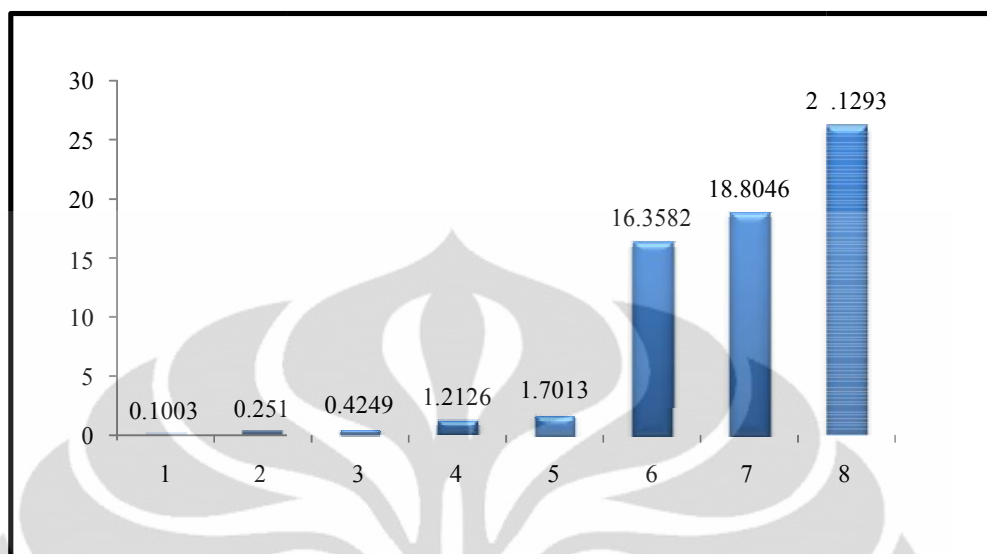
Uji mekanik digunakan sebagai salah satu indikator kestabilan fisik sediaan semipadat. Selama penyimpanan krim akan mendapat gaya gravitasi dan sesuai hukum Stokes gaya gravitasi yang didapat krim dapat mempengaruhi kestabilan krim. Efek gaya sentrifugal yang diberikan oleh sentrifugator selama 5 jam dengan kecepatan 3750 rpm dianggap setara dengan gaya gravitasi yang diterima krim selama penyimpanan selama setahun.

#### 4.4 Penentuan Nilai SPF

Penentuan nilai *Sun Protection Factor* (SPF) dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan spektrofotometer UV-vis. Metode yang digunakan untuk menentukan nilai SPF sediaan pada penelitian ini mengacu pada metode yang dikembangkan oleh Mansur (1986). Gambar 4.2 menunjukkan spektrum serapan dari masing-masing sediaan yang diuji. Nilai SPF dan perhitungannya dari masing-masing sediaan yang diuji dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Lampiran 1.



Gambar 4.2 Spektrum serapan sediaan krim yang diuji



Gambar 4.3 Nilai SPF sediaan yang diuji

- 1) krim ekstrak daun teh hijau 1%
- 2) krim ekstrak daun teh hijau 2%
- 3) krim ekstrak daun teh hijau 4%
- 4) krim TiO<sub>2</sub> 5%
- 5) krim ekstrak daun teh hijau 4% + TiO<sub>2</sub> 5%
- 6) krim OMC 7%
- 7) krim ekstrak daun teh hijau 4% + OMC 7%
- 8) krim ekstrak daun teh hijau 4% + TiO<sub>2</sub> 5% + OMC 7%.

Dari hasil pengukuran nilai SPF dapat diketahui bahwa krim yang masing-masing mengandung ekstrak daun teh hijau 1%; 2% dan 4% memberikan nilai SPF kurang dari 1. Data ini menunjukkan bahwa ekstrak daun teh hijau 1%; 2%; dan 4% tidak menunjukkan adanya efek perlindungan terhadap matahari apabila diuji secara *in vitro* dengan menggunakan metode Mansur (1986).

Titanium dioksida tidak memberikan serapan yang cukup besar ketika diukur serapannya pada panjang gelombang 290-400 nm dengan menggunakan metode pengukuran SPF oleh Mansur. Hal ini dikarenakan karena metode penentuan SPF dengan cara melarutkan krim dalam pelarut etanol ke dalam kuvet ini kurang cocok untuk krim yang cara kerjanya adalah dengan memantulkan sinar UV seperti titanium dioksida ini. Metode penentuan SPF secara *in vitro* yang

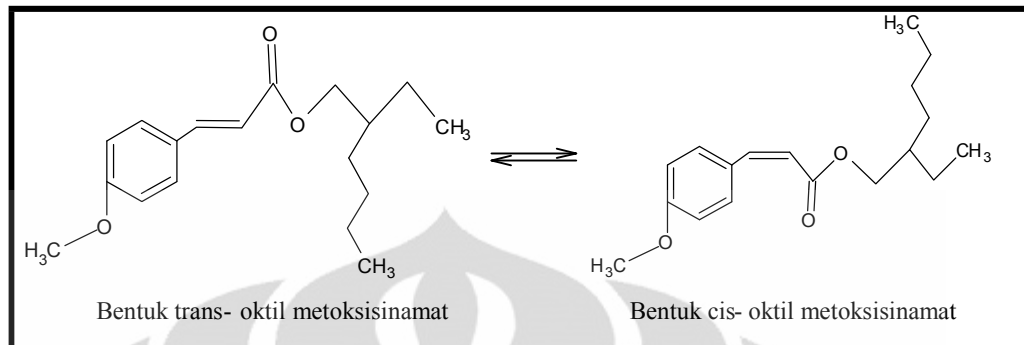


cocok untuk mengukur serapan titanium dioksida adalah dengan metode pengukuran secara *diffuse transmittance*.

Penambahan ekstrak daun teh hijau pada formula krim yang mengandung oktil metoksisinamat maupun titanium dioksida mampu meningkatkan nilai SPF sediaan. Nilai SPF krim titanium dioksida 5% yang dikombinasi dengan ekstrak daun teh hijau 4% adalah 1,70127. Mengalami kenaikan sebesar 0,48865 (kenaikan yang didapat nilainya mendekati nilai SPF krim ekstrak daun teh hijau 4%) jika dibandingkan dengan krim yang hanya mengandung titanium dioksida 5%. Peningkatan Nilai SPF yang dialami oleh krim oktil metoksisinamat 7% ketika ditambahkan ekstrak daun teh hijau 4% adalah sebesar 2,446350.

Perbedaan peningkatan nilai SPF yang dialami dua jenis tabir surya organik dan anorganik ini dikarenakan kekuatan penyerapan UV oleh oktil metoksisinamat dipengaruhi oleh kestabilan bentuk isomer trans-nya sedangkan titanium dioksida tidak (Wahlberg et al., 2003; Chaudhuri & Majewski, 1998). 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-nya. Titanium dioksida yang senyawanya lebih stabil, tidak mengalami pengaruh yang besar setelah penambahan ekstrak daun teh hijau.

Peningkatan nilai SPF yang cukup besar terjadi ketika oktil metoksisinamat dikombinasikan dengan ekstrak daun teh hijau karena kemampuan polifenol yang terdapat dalam teh hijau dapat menstabilkan UV filter organik tersebut. UV filter organik seperti oktil metoksisinamat umumnya berupa senyawa aromatis yang terkonjugasi dengan gugus para dan orto antara gugus penerima elektron dan gugus pelepas elektron sehingga memungkinkan terjadinya delokalisasi dan perpindahan elektron dari gugus yang melepaskan elektron ke gugus yang menerima elektron. Perhitungan quantum mekanik menunjukkan bahwa energi delokalisasi elektron ini berhubungan dengan energi radiasi pada daerah UV A dan UV B. Senyawa polifenol dalam ekstrak daun teh hijau dapat menstabilkan perpindahan elektron pada oktil metoksisinamat sehingga kemampuan oktil metoksisinamat dalam menyerap radiasi sinar UV meningkat (Velasco et al., 2008).



Gambar 4.4 Cis-trans fotoisomerasi oktil metoksisinama [Sumber : Wahlberg et al., 1999; Pattanaargson, 2004]

Adanya penambahan ekstrak daun teh hijau dapat meningkatkan kestabilan trans-oktil metoksisinamat yang memiliki nilai koefisien ekstingsi yang lebih besar dibandingkan bentuk cisnya. Koefisien ekstingsi adalah parameter yang menunjukkan kekuatan suatu senyawa dalam menyerap sinar dalam panjang gelombang tertentu (Pattanargson et al., 2004).

Ketika ekstrak daun teh hijau ditambahkan bersamaan dengan titanium dioksida ke dalam krim yang mengandung oktil metoksisinamat, terjadi peningkatan yang lebih besar lagi. Hal ini kemungkinan dikarenakan efek sinergisme dari senyawa yang terdapat dalam ekstrak daun teh hijau dan titanium dioksida untuk menstabilkan bentuk trans dari oktil metoksisinamat. Namun, dengan adanya titanium dioksida yang tidak larut dalam etanol spektrum serapannya terlihat banyak memiliki *peak* seakan-akan terdapat pengotor.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

1. Sediaan krim yang mengandung ekstrak daun teh hijau 1%; 2%; dan 4% menunjukkan kestabilan fisik yang relatif baik berdasarkan parameter-parameter uji kestabilan, kecuali terlihat adanya perubahan warna yang cukup bermakna serta pembesaran ukuran globul pada penyimpanan suhu 40<sup>0</sup>C.
2. Nilai SPF yang dimiliki krim ekstrak daun teh hijau 1%, 2% dan 4% belum memenuhi persyaratan sebagai tabir surya.
3. Penambahan ekstrak daun teh hijau ke dalam formulasi krim yang mengandung oktil metoksisinamat dapat meningkatkan nilai SPF krim oktil metoksisinamat.

#### 5.2 Saran

1. Sebaiknya dilakukan pengembangan bentuk sediaan agar sediaan yang diperoleh memiliki kriteria fisik yang lebih baik.
2. Sebaiknya uji kemampuan tabir surya sediaan dilanjutkan secara in vivo agar efikasinya sebagai tabir surya dapat diketahui pada kulit manusia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2005). *Asean Guideline on Stability Study of Drug Product*. 9<sup>th</sup> ACCSQ-PPWG Meeting, Philipines, 21-24 Feb 2005.
- Barel, O.A., Paye, M. & Maibach, H.I. (ed). (2009). *Handbook of Cosmetics Science and Technology edisi ke 3*, hal 312-318.
- Chemical UVB sunscreen/sunblock: octyl methoxycinnamate (octinoxate)*. (n.d).  
10 Desember 2010.  
<http://www.3dchem.com/moremolecules.asp?ID=135&otername=octyl%20methoxycinnamate>.
- COLIPA. (2006). *COLIPA guidelines: International Sun Protection Factor Test Method*.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1995). *Farmakope Indonesia Edisi IV*. Jakarta : Departemen Kesehatan RI.
- Djajadisastra, Joshita. (2004). *Cosmetic Stability* disampaikan pada “Seminar Setengah Hari HIKI”. 18 November 2004.
- Fourneron, J.D., et al (1999). Sur la mesure in vitro de la protection solaire de crèmes cosmétiques. *C. R. Acad. Sci. II*, Paris, v.2, p 421-427.
- Gensler, H.L., et al. (1996). Prevention of photocarcinogenesis by topical administration of pure epigallocatechin gallate isolated from green tea. *Nutr Cancer*; 26:325–335.
- Gordon, V.C. (1993). Evaluation du facteur de protection solaire. *Parfum. Cosmet. Arom.*, Paris, n. 112, p.62-65.
- J Parrish, K Jaenicke, R Anderson. (1982). Erythema and Melanogenesis action Spectra of Normal Human Skin. *Photochem Photobiol*; 36: 187-191.
- Javed, S., Mehrotra, NK. & Shukla, Y. (1994). Chemopreventive effects of black tea polyphenols in mouse skin model of carcinogenesis. *Biomed Environ Sci*; 11:307–313.
- Lieberman HA., Rieger, MM., & Banker, G.S. (ed). (1988). *Pharmaceutical Dosage Forms: Disperse Systems, volume 1*. New York: Marcel Dekker, 236-238.

- Maier, T. dan Korting, H.C. (2005). Sunscreens- Which and What for?. *Skin Pharmacol Physiol* 2005: 18: 253-263.
- Mansur, J.S., et al. (1986). Determination of sun protection factor for spectrophotometry. *An. Bras. Dermatol.*, Rio de Janeiro, v.61, p. 121-124.
- McKinlay A. dan Diffey, B. (1987). A Reference Spectrum for Ultraviolet Induced Erythema in Human Skin. *CIE* 6: 17-22.
- Muller, I. (1997). Sun and man: an ambivalent relationship in the history of medicine. In: Altmeyer P, Hoffmann K, Stücker M, eds. *Skin Cancer and UV Radiation*. Berlin: Springer : 3–12.
- Pattanargson, S., et al. (2004). Photoisomerization of Octyl Methoxycinnamate. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 161. p. 269-274.
- Pissavini, M., et al. (2003). Determination of the in vitro SPF. *Cosmet. Toiletries*, Oak Park, v.118, p.63-72.
- Rowe, R.C., Sheskey P.J., dan Owen, S.C. (2006). *Handbook of Pharmaceutic Excipients 5<sup>th</sup> edition*. London: Pharmaceutical Press and American Pharmacists Association.
- Sayre, R.M., et al. (1979). Comparison of In Vivo and In Vitro Testing of Sunscreening Formulas. *Photochem. Photobiol.*, Oxford, v.29, p.559-566.
- Schroeter, P., Schieke, S. & Morita, A. (2006). Premature skin aging by infrared radiation, tobacco smoke and ozone. In: Gilchrist B, Krutmann J, eds. *Skin Aging*. Berlin: Springer :45–53.
- Schueller, R. & Romanowski, P. (2003). *Multifunctional Cosmetics, Enhancing Product Functionality with Sunscreens*. Marcel Dekker: New York. Hal. 152-153.
- Shaath, NA. (2005). Sunscreen evolution. In: Shaath NA, ed. *Sunscreens: Regulation and Commercial Development*. 3rd. ed. Boca Raton: Taylor and Francis:218–238.
- Stability Testing of Cosmetics*. (n.d). 14 November 2010. <http://www.makingcosmetics.com/Stability-Testing-of-Cosmetics-48.html>
- Steinberg DC. Frequency of use of organic UV filters as reported to the FDA. *Cosmet Toilet* 2003;118:10:81–83.

*Titanium Dioxide Information*. (n.d). 10 Desember 2010.

<http://www.cosmeticsinfo.org/HBI/21/>

Velasco, MVR., et al. (2008). Broad Spectrum Bioactive Sunscreens.

*International Journal of Pharmaceutics* 363 :50-57

Wahlberg, NT., et al. (1999). Changes in Ultraviolet Absorption of Sunscreens

After Ultraviolet Irradiation. *The Journal of Investigative Dermatology*.

hal: 547-553

Walters, C., et al. The spectrophotometric analysis and modeling of suncreening

formulas. *Photochem. Photobiol.*, Oxford, v. 29, p. 559-566.

Wang, ZY., et al. (1994). Inhibitory effects of black tea, green tea, decaffeinated

black tea, and decaffeinated green tea on UVB light-induced skin

carcinogenesis in 7,12-dimethylbenz[a] anthracene-initiated SKH-1 mice.

*Cancer Res*; 54:3428–3435.

Wood, C. & Murphy, E. (2000). Sunscreens Efficacy. *Glob. Cosmet. Ind.* Duluth,

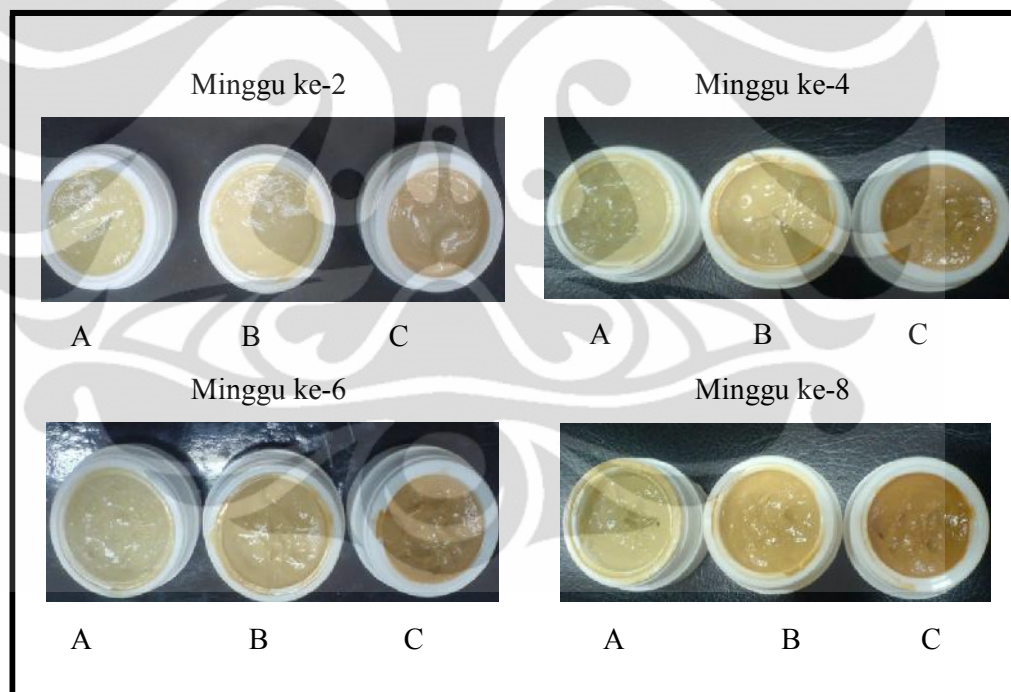
v. 167: 38-44.

Wolf, R., et al. (2001). *The Spectrophotometric Analysis and Modelling of*

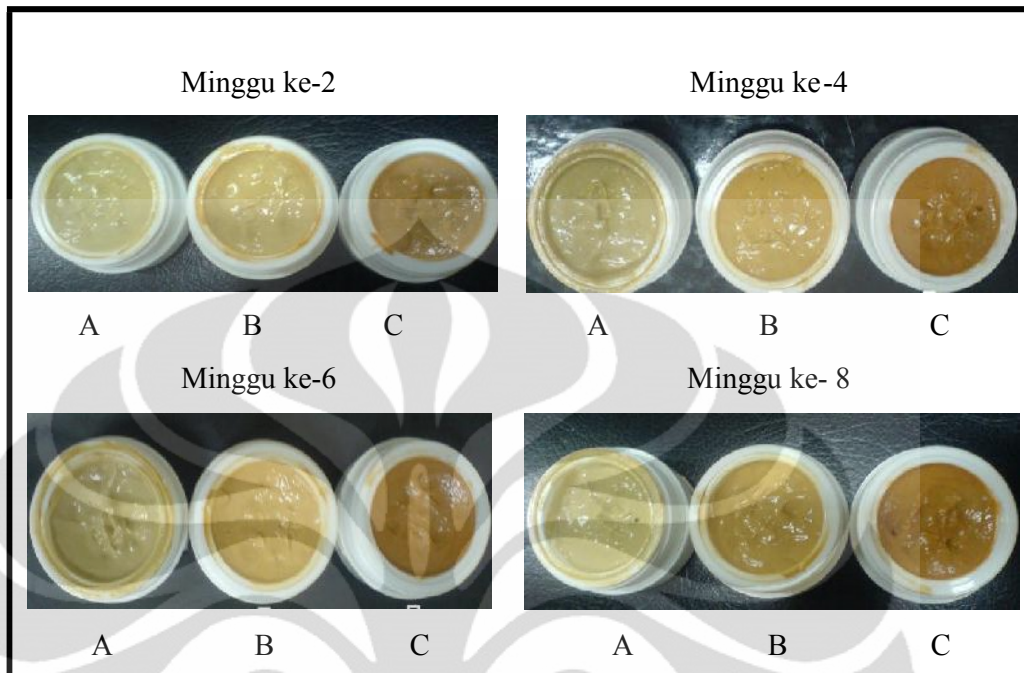
*Sunscreens*. *J. Chem. Educ.* Washington, Vol. 74: 99-102.



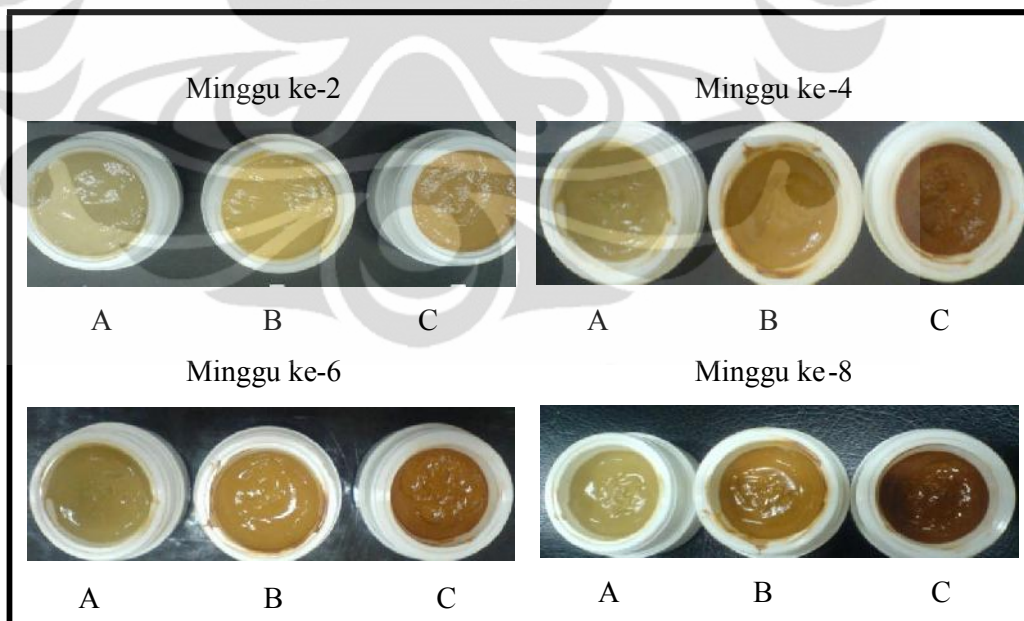
Gambar 4.5 Foto penampilan krim formula A, B dan C pada minggu ke-0



Gambar 4.6 Foto penampilan krim formula A, B dan C selama 8 minggu pada suhu 4°C

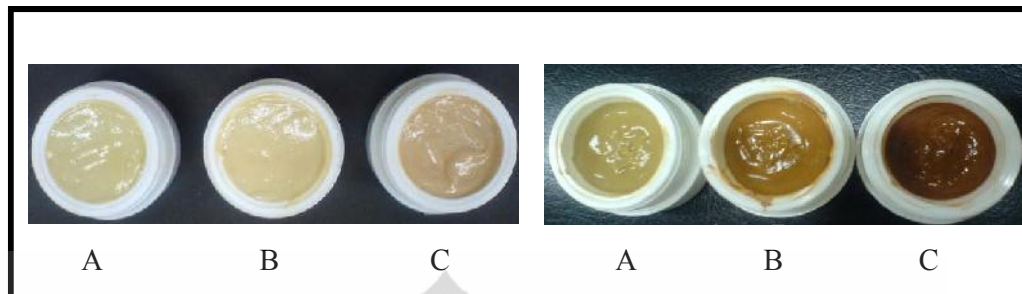


Gambar 4.7 Foto penampilan krim formula A, B dan C selama 8 minggu pada suhu kamar

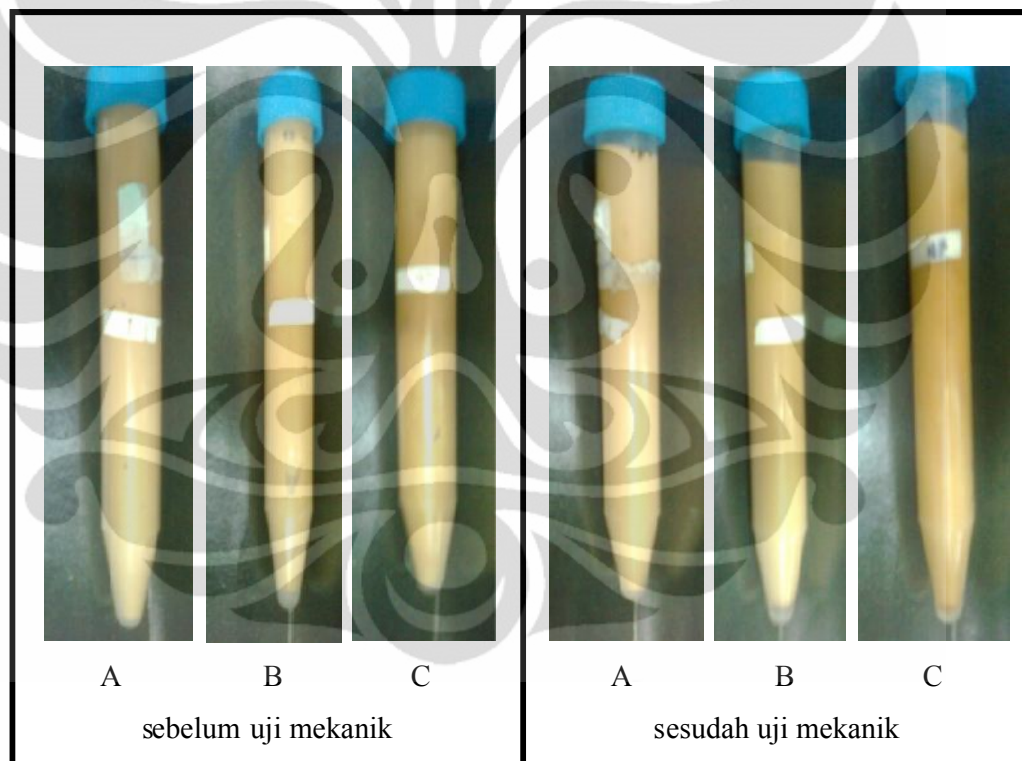


Gambar 4.8 Foto penampilan krim formula A, B dan C selama 8 minggu pada suhu  $40 \pm 2^\circ\text{C}$

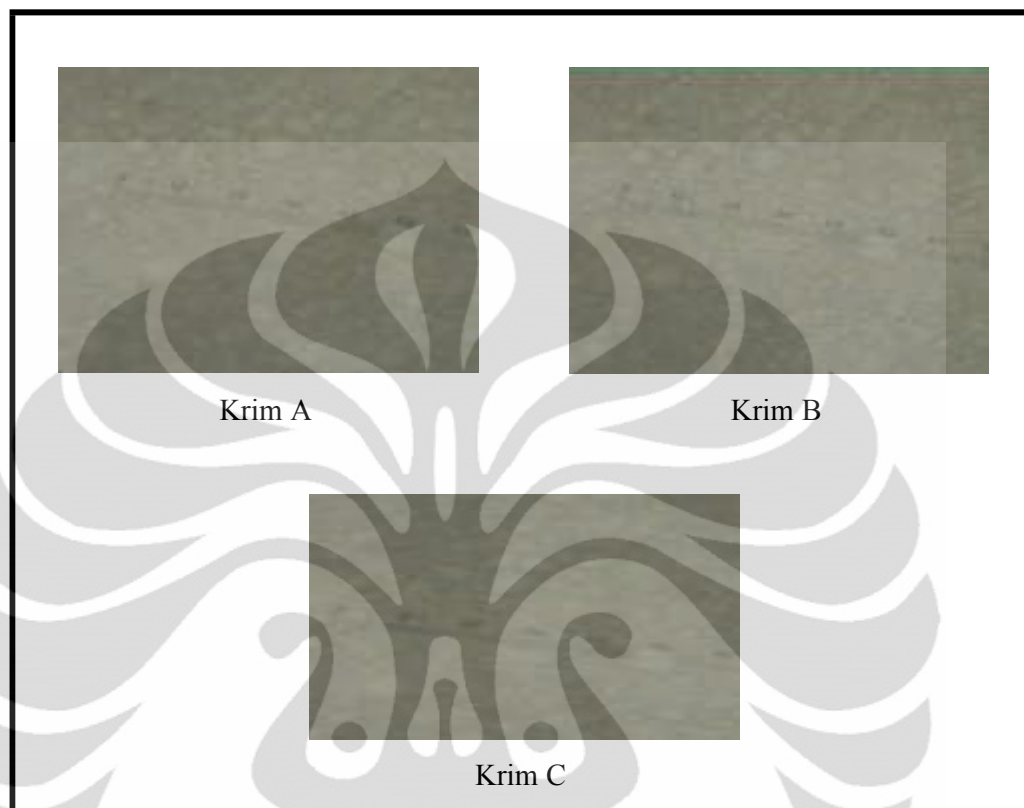




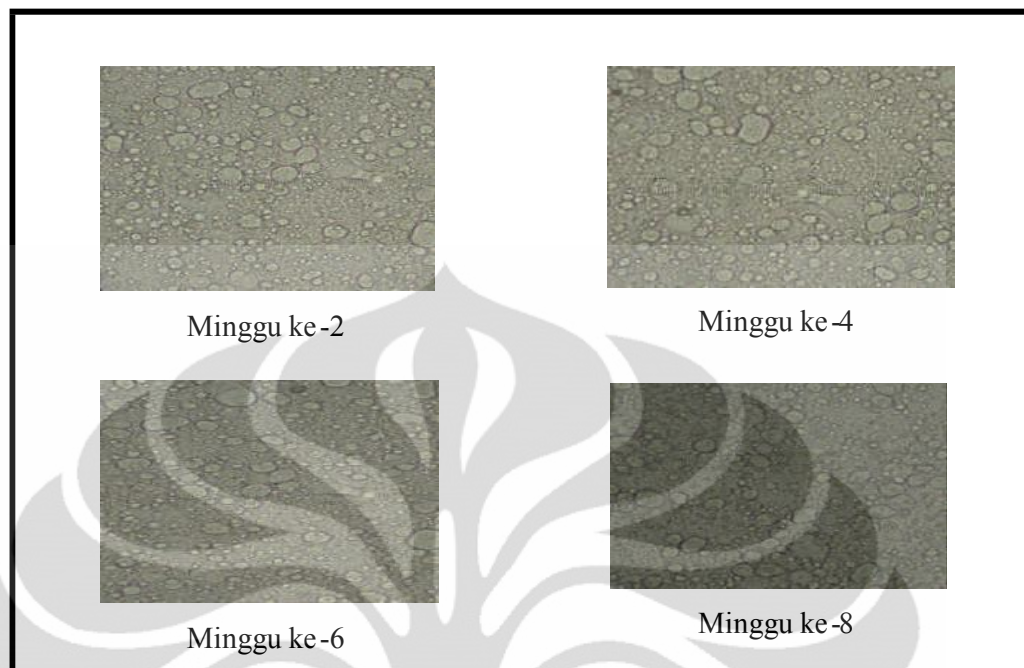
Gambar 4.9 Foto penampilan krim formula A, B, C sebelum dan sesudah *cycling test*



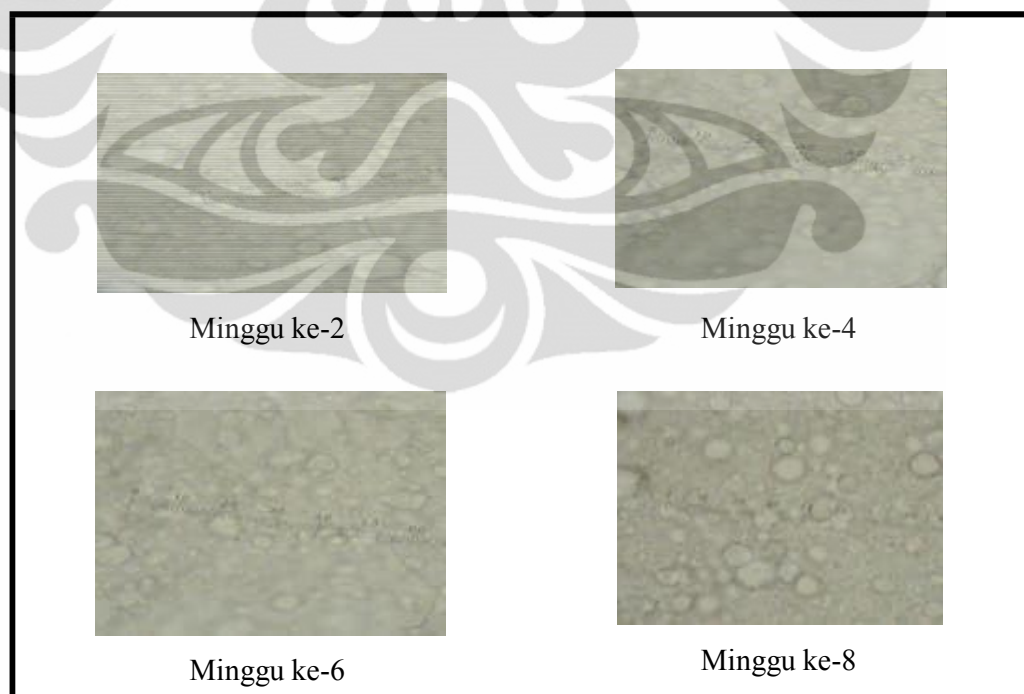
Gambar 4.10 Foto tabung sentifuge yang diisi tiap formula krim sebelum dan sesudah uji mekanik



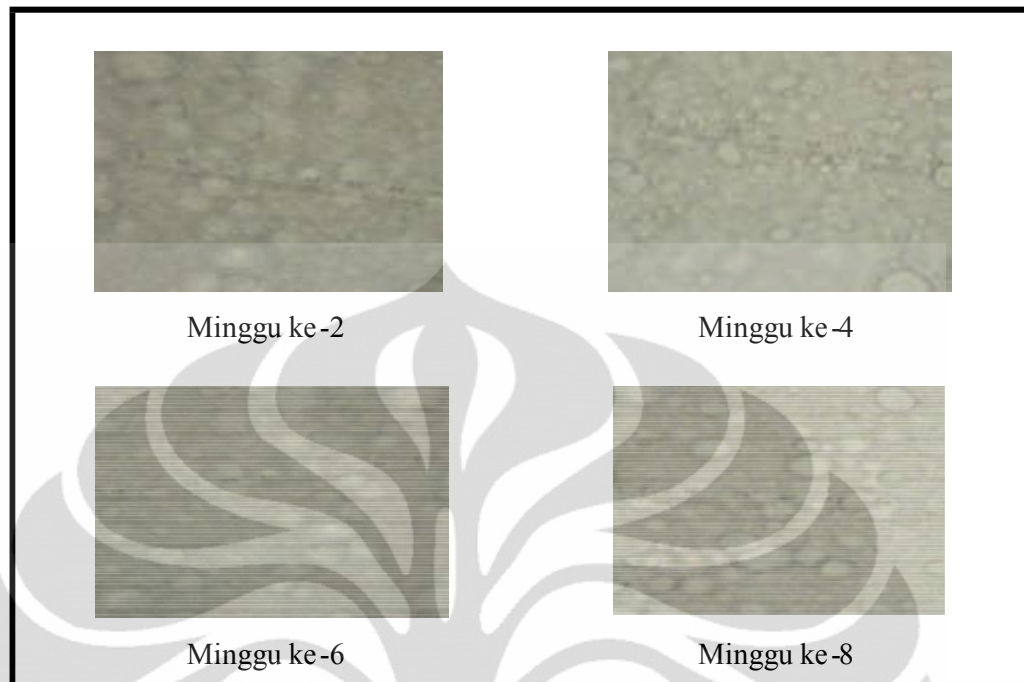
Gambar 4.11 Foto mikroskopik krim ekstrak daun teh hijau 1% (A); 2% (B); dan 4% (C) pada minggu ke-0 penyimpanan dengan perbesaran 1000 kali



Gambar 4.12 Foto mikroskopik krim A selama 8 minggu penyimpanan pada suhu 4°C dengan perbesaran 1000 kali



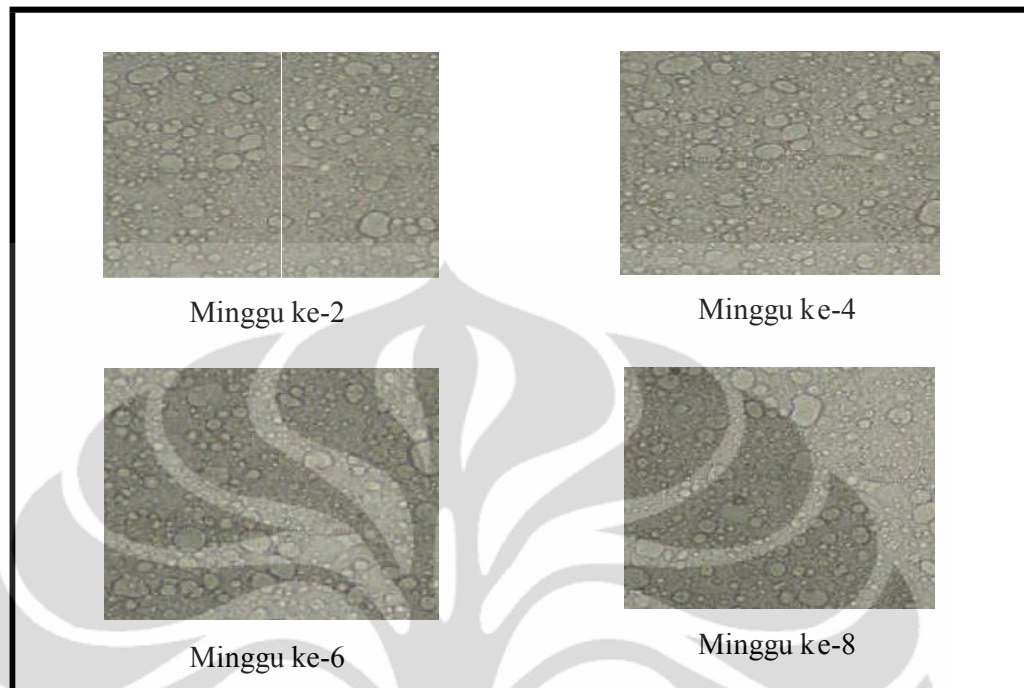
Gambar 4.13 Foto mikroskopik krim B selama 8 minggu penyimpanan pada suhu 4°C dengan perbesaran 1000 kali



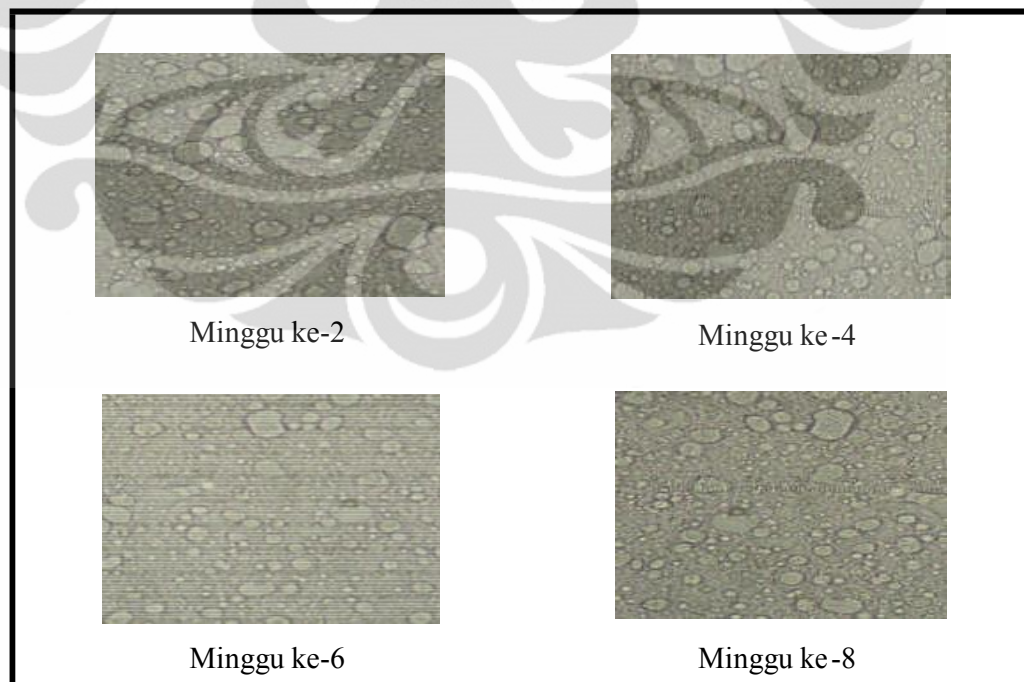
Gambar 4.14 Foto mikroskopik krim C selama 8 minggu penyimpanan pada suhu 4°C dengan perbesaran 1000 kali



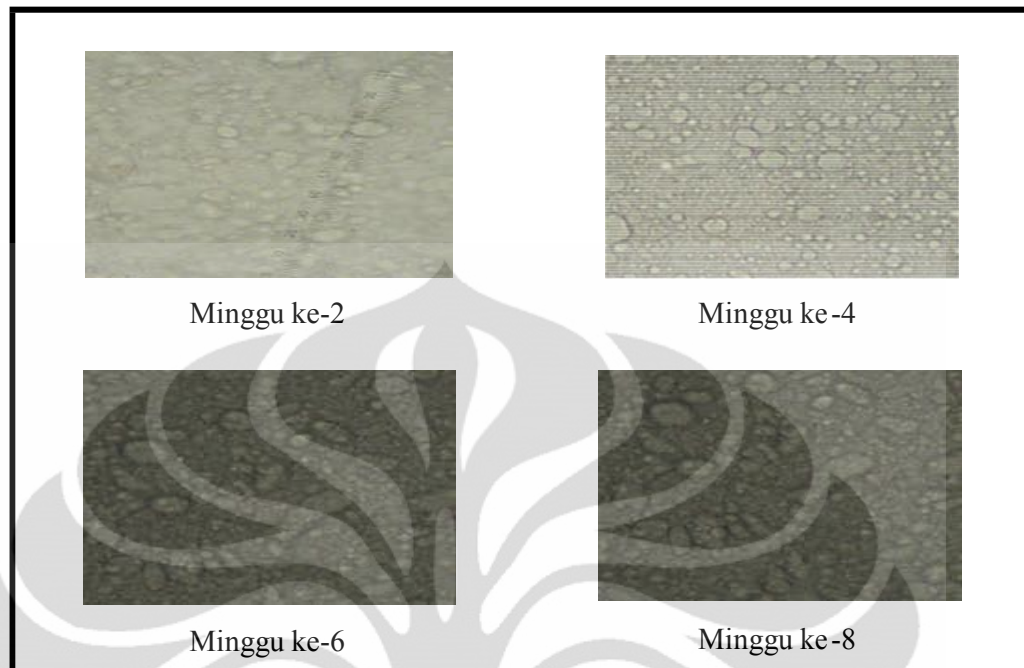
Gambar 4.15 Foto mikroskopik krim A selama 8 minggu penyimpanan pada suhu kamar dengan perbesaran 1000 kali



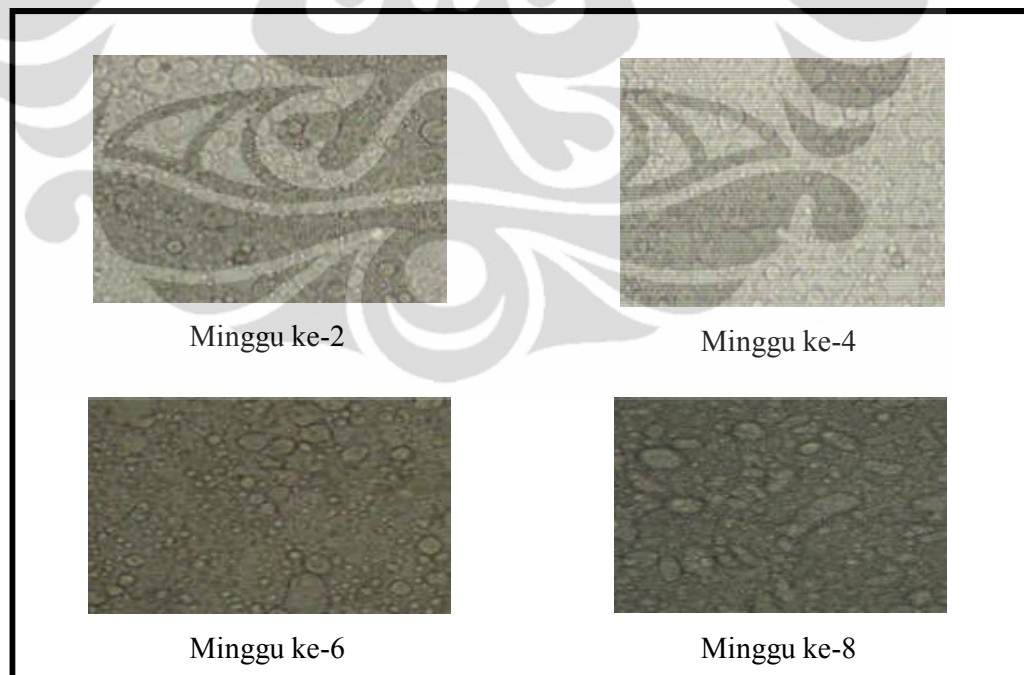
Gambar 4.16 Foto mikroskopik krim B selama 8 minggu penyimpanan pada suhu kamar dengan perbesaran 1000 kali



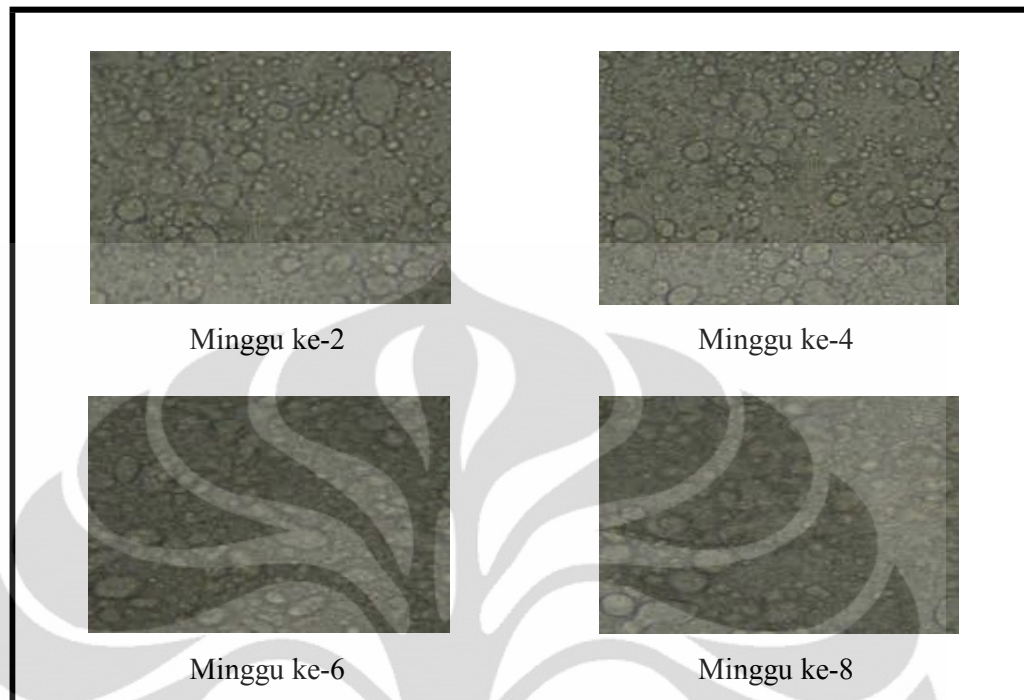
Gambar 4.17 Foto mikroskopik krim C selama 8 minggu penyimpanan pada suhu kamar dengan perbesaran 1000 kali



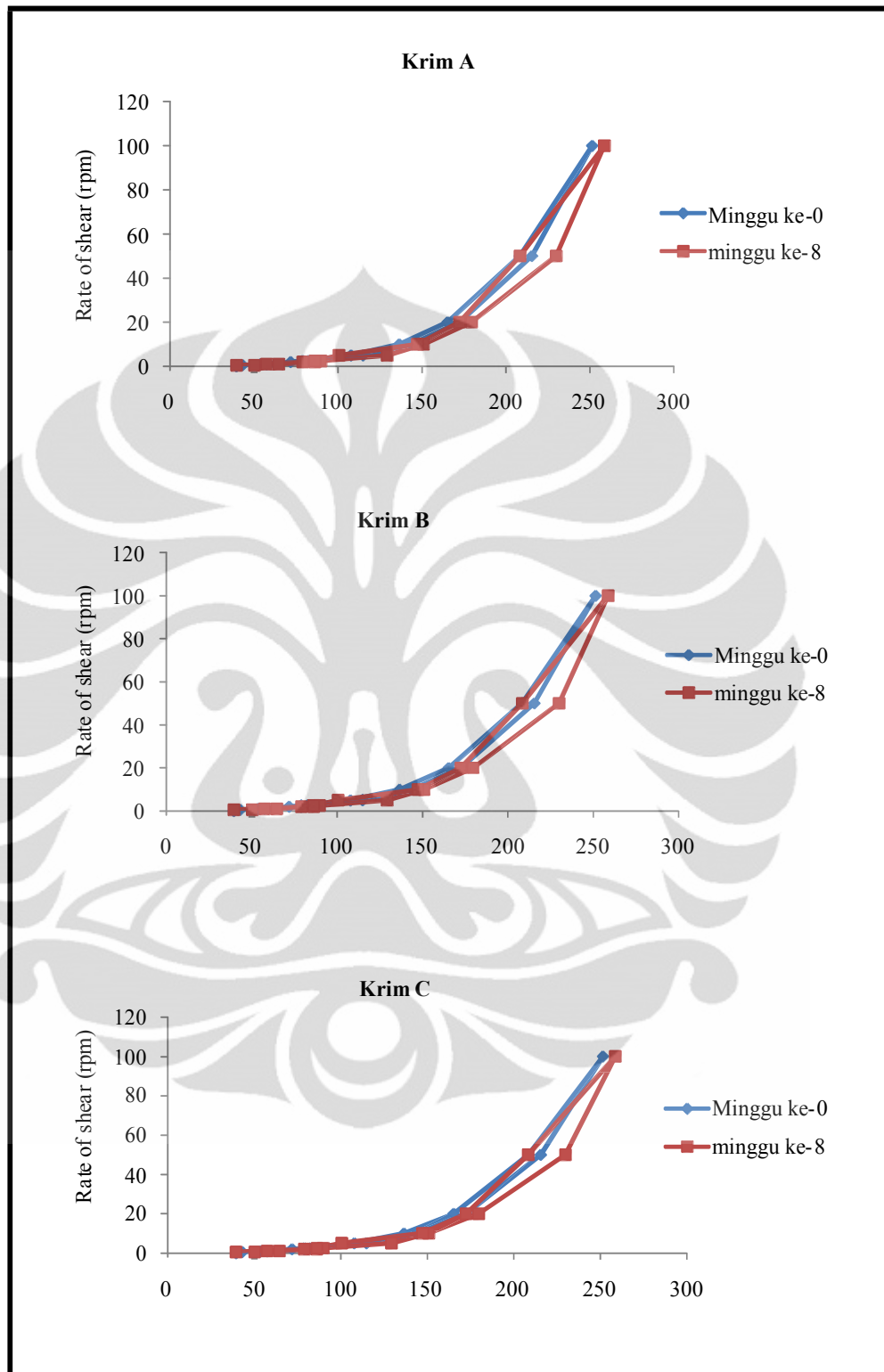
Gambar 4.18 Foto mikroskopik krim A selama 8 minggu penyimpanan pada suhu  $40\pm 2^{\circ}\text{C}$  dengan perbesaran 1000 kali



Gambar 4.19 Foto mikroskopik krim B selama 8 minggu penyimpanan pada suhu  $40\pm 2^{\circ}\text{C}$  dengan perbesaran 1000 kali



Gambar 4.20 Foto mikroskopik krim C selama 8 minggu penyimpanan pada suhu  $40\pm 2^{\circ}\text{C}$  dengan perbesaran 1000 kali



Gambar 4.21 Sifat alir ketiga krim pada minggu ke-0 dan minggu ke-8



Tabel 4.1 Hasil evaluasi ketiga formula krim pada minggu ke-0

Pengamatan	Formula		
	Krim A	Krim B	Krim C
Organoleptis	Hijau muda, berbau khas teh, homogen	Hijau kekuningan, berbau khas teh, homogen	Hijau kekuningan, berbau khas teh, homogen
pH	6,29	6,43	6,35
Angka kedalaman Penetrasi kerucut (1/10 mm)	346	354	350
Viskositas pada 20 rpm (cps)	20200	20400	20600
Diameter globul rata-rata ( $\mu\text{m}$ )	0,256	0,277	0,245

Tabel 4.2 Hasil pengamatan organoleptis krim A pada suhu 4°C selama penyimpanan 8 minggu

Minggu ke-	Warna	Bau	Homogenitas
2	Hijau muda	Berbau khas teh	Homogen
4	Hijau muda	Berbau khas teh	Homogen
6	Hijau muda	Berbau khas teh	Homogen
8	Hijau muda	Berbau khas teh	Homogen

Tabel 4.3 Hasil pengamatan organoleptis krim B pada suhu 4°C selama penyimpanan 8 minggu

Minggu ke-	Warna	Bau	Homogenitas
2	Hijau kekuningan	Berbau khas teh	Homogen
4	Hijau kekuningan	Berbau khas teh	Homogen
6	Hijau kekuningan	Berbau khas teh	Homogen
8	Hijau kekuningan	Berbau khas teh	Homogen

Tabel 4.4 Hasil pengamatan organoleptis krim C pada suhu 4°C selama penyimpanan 8 minggu

Minggu ke-	Warna	Bau	Homogenitas
2	krem muda	Berbau khas teh	Homogen
4	krem	Berbau khas teh	Homogen
6	coklat tua	Berbau khas teh	Homogen
8	coklat tua	Berbau khas teh	Homogen

Tabel 4.5 Hasil pengamatan organoleptis krim formula A pada suhu kamar selama penyimpanan 8 minggu

Minggu ke-	Warna	Bau	Homogenitas
2	Hijau muda	Berbau khas teh	Homogen
4	Hijau muda	Berbau khas teh	Homogen
6	Hijau kekuningan	Berbau khas teh	Homogen
8	Hijau lumut	Berbau khas teh	Homogen

Tabel 4.6 Hasil pengamatan organoleptis krim formula B pada suhu kamar selama penyimpanan 8 minggu

Minggu ke-	Warna	Bau	Homogenitas
2	Hijau kekuningan	Berbau khas teh	Homogen
4	Hijau kekuningan	Berbau khas teh	Homogen
6	krem	Berbau khas teh	Homogen
8	krem	Berbau khas teh	Homogen

Tabel 4.7 Hasil pengamatan organoleptis krim formula C pada suhu kamar selama penyimpanan 8 minggu

Minggu ke-	Warna	Bau	Homogenitas
2	Krem muda	Berbau khas teh	Homogen
4	Krem muda	Berbau khas teh	Homogen
6	Coklat muda	Berbau khas teh	Homogen
8	Coklat muda	Berbau khas teh	Homogen

Tabel 4.8 Hasil pengamatan organoleptis krim formula A pada suhu  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  selama penyimpanan 8 minggu

Minggu ke-	Warna	Bau	Homogenitas
2	Hijau kekuningan	Berbau khas teh	Homogen
4	Hijau kekuningan	Berbau khas teh	Homogen
6	Hijau lumut	Berbau khas teh	Homogen
8	Hijau lumut	Berbau khas teh	Homogen

Tabel 4.9 Hasil pengamatan organoleptis krim formula B pada suhu  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  selama penyimpanan 8 minggu

Minggu ke-	Warna	Bau	Homogenitas
2	Hijau kekuningan	Berbau khas teh	Homogen
4	Hijau kekuningan	Berbau khas teh	Homogen
6	krem	Berbau khas teh	Homogen
8	krem	Berbau khas teh	Homogen

Tabel 4.10 Hasil pengamatan organoleptis krim formula C pada suhu  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  selama penyimpanan 8 minggu

Minggu ke-	Warna	Bau	Homogenitas
2	Krem muda	Berbau khas teh	Homogen
4	Krem muda	Berbau khas teh	Homogen
6	Coklat muda	Berbau khas teh	Homogen
8	Coklat muda	Berbau khas teh	Homogen

Tabel 4.11 Hasil pengukuran pH krim selama penyimpanan 8 minggu pada suhu 4°C

Minggu ke-	Formula		
	Krim A	Krim B	Krim C
2	6,38	6,46	6,34
4	6,49	6,39	6,39
6	6,76	6,69	6,75
8	6,93	6,75	6,83

Tabel 4.12 Hasil pengukuran pH krim selama penyimpanan 8 minggu pada suhu kamar

Minggu ke-	Formula		
	Krim A	Krim B	Krim C
2	6,03	6,34	6,20
4	6,07	6,12	6,04
6	5,84	5,74	5,79
8	5,54	5,63	5,58

Tabel 4.13 Hasil pengukuran pH krim selama penyimpanan 8 minggu pada suhu 40 ±2°C

Minggu ke-	Formula		
	Krim A	Krim B	Krim C
2	5,79	5,89	5,60
4	5,63	5,46	5,74
6	5,28	5,09	5,28
8	4,89	4,68	5,01

Tabel 4.14 Hasil pengukuran ukuran globul krim selama penyimpanan 8 minggu pada suhu  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  dalam  $\mu\text{m}$

Minggu ke-	Formula		
	Krim A	Krim B	Krim C
2	0,395	0,407	0,354
4	0,425	0,446	0,341
6	0,646	0,658	0,352
8	0,746	0,738	0,351

Tabel 4.15 Hasil pengukuran ukuran globul krim selama penyimpanan 8 minggu pada suhu kamar dalam  $\mu\text{m}$

Minggu ke-	Formula		
	Krim A	Krim B	Krim C
2	0,333	0,395	0,333
4	0,412	0,425	0,359
6	0,412	0,474	0,355
8	0,474	0,679	0,466

Tabel 4.16 Hasil pengukuran ukuran globul krim selama penyimpanan 8 minggu pada suhu  $4^\circ\text{C}$  dalam  $\mu\text{m}$

Minggu ke-	Formula		
	Krim A	Krim B	Krim C
2	0,349	0,328	0,333
4	0,362	0,371	0,367
6	0,393	0,376	0,412
8	0,394	0,374	0,417

Tabel 4.17 Hasil pengamatan uji mekanik

Krim	Hasil
A	Stabil (tidak terjadi pemisahan fase)
B	Stabil (tidak terjadi pemisahan fase)
C	Stabil (tidak terjadi pemisahan fase)



Tabel 4.18 Hasil perhitungan viskositas krim A pada minggu ke-0

Krim	Spindel	Kecepatan	Dial Reading	Faktor	Viskositas $\eta = dr \times f$ (cps)	Shearing Stress $F/A = dr \times 7,187$ (dyne/cm <sup>2</sup> )	Rate of Shear $dv/dr =$ $F/A \times 1/\eta$
A	6	0.5	5,5	40000	220000	39,528	0,00018
		1	7,5	20000	150000	53,9025	0,000359
		2	11,5	10000	115000	82,6505	0,000719
		2.5	12,75	8000	102000	91,63425	0,000898
		5	18	4000	72000	129,366	0,001797
		10	24	2000	48000	172,488	0,003594
		20	28	1000	28000	201,236	0,007187
		50	32	400	12800	229,984	0,017968
		100	35,5	200	7100	252,9824	0,035631
		50	30,5	400	12200	219,2035	0,0017968
		20	25	1000	25000	179,675	0,007187
		10	22,5	2000	45000	161,7075	0,03594
		5	17,5	4000	70000	125,7725	0,001797
		2.5	13	8000	104000	93,431	0,000898
		2	10	10000	100000	71,87	0,000719
		1	7	20000	140000	50,309	0,000359
0.5	5	40000	200000	35,935	0,00018		



Tabel 4.19 Hasil perhitungan viskositas krim B pada minggu ke-0

Krim	Spindel	Kecepatan	Dial Reading	Faktor	Viskositas $\eta = dr \times f$ (cps)	Shearing Stress $F/A = dr \times 7,187$ (dyne/cm <sup>2</sup> )	Rate of Shear $dv/dr =$ $F/A \times 1/\eta$
B	6	0.5	2,75	40000	110000	19,76425	0,000180
		1	3,5	20000	70000	25,1545	0,000359
		2	5,25	10000	52500	37,73175	0,000719
		2.5	6	8000	48000	43,122	0,000898
		5	10,75	4000	43000	77,26025	0,001797
		10	14,5	2000	29000	104,2115	0,003594
		20	18	1000	18000	129,366	0,007187
		50	26,5	400	10600	190,4555	0,017968
		100	33,75	200	6750	242,56125	0,035935
		50	22,75	400	9100	163,50425	0,017968
		20	13,75	1000	13750	98,82125	0,007187
		10	10,5	2000	21000	75,4635	0,003594
		5	7	4000	14000	50,309	0,001797
		2.5	5,5	8000	44000	39,5285	0,000898
		2	5	10000	50000	35,935	0,000719
		1	3	20000	60000	21,561	0,000359
0.5	2,5	40000	100000	17,9675	0,000180		

Tabel 4.20 Hasil perhitungan viskositas krim C pada minggu ke-0

Krim	Spindel	Kecepatan	Dial Reading	Faktor	Viskositas $\eta = dr \times f$ (cps)	Shearing Stress $F/A = dr \times 7,187$ (dyne/cm <sup>2</sup> )	Rate of Shear $dv/dr =$ $F/A \times 1/\eta$
C	6	0,5	6	40000	240000	43,122	0,000180
		1	8	20000	160000	57,496	0,000359
		2	11	10000	110000	79,057	0,000719
		2,5	11,5	8000	92000	82,6505	0,000898
		5	16	4000	64000	114,992	0,001797
		10	20	2000	40000	143,74	0,003594
		20	24	1000	24000	172,488	0,007187
		50	30	400	12000	215,61	0,017968
		100	35	200	7000	251,545	0,035935
		50	29	400	11600	208,423	0,017968
		20	23	1000	23000	165,301	0,007187
		10	19	2000	38000	136,553	0,003594
		5	15	4000	60000	107,805	0,001797
		2,5	11	8000	88000	79,057	0,000898
		2	10	10000	100000	71,87	0,000719
		1	7,5	20000	150000	53,9025	0,000359
0,5	5,5	40000	220000	39,5285	0,000180		

Tabel 4.21 Hasil perhitungan viskositas krim A pada minggu ke-8

Krim	Spindel	Kecepatan	Dial Reading	Faktor	Viskositas $\eta = dr \times f$ (cps)	Shearing Stress $F/A = dr \times 7,187$ (dyne/cm <sup>2</sup> )	Rate of Shear $dv/dr =$ $F/A \times 1/\eta$
A	6	0,5	6	40000	220000	39,528	0,00018
		1	8	20000	150000	53,9025	0,000359
		2	12,5	10000	115000	82,6505	0,000719
		2,5	13,5	8000	102000	91,63425	0,000898
		5	19	4000	72000	129,366	0,001797
		10	24	2000	48000	172,488	0,003594
		20	29	1000	28000	201,236	0,007187
		50	33,5	400	12800	229,984	0,017968
		100	37	200	7100	252,9824	0,035631
		50	32,5	400	12200	219,2035	0,0017968
		20	28	1000	25000	179,675	0,007187
		10	22	2000	45000	161,7075	0,03594
		5	18	4000	70000	125,7725	0,001797
		2,5	11,5	8000	104000	93,431	0,000898
		2	11	10000	100000	71,87	0,000719
		1	8	20000	140000	50,309	0,000359
0,5	5	40000	200000	35,935	0,00018		

Tabel 4.22 Hasil perhitungan viskositas krim B pada minggu ke-8

Krim	Spindel	Kecepatan	Dial Reading	Faktor	Viskositas $\eta = dr \times f$ (cps)	Shearing Stress $F/A = dr \times 7,187$ (dyne/cm <sup>2</sup> )	Rate of Shear $dv/dr =$ $F/A \times 1/\eta$
B	6	0,5	3	40000	120000	21,561	0,000180
		1	4	20000	80000	28,748	0,000359
		2	6	10000	60000	43,122	0,000719
		2,5	7	8000	56000	50,309	0,000898
		5	12	4000	48000	86,244	0,001797
		10	16	2000	32000	114,992	0,003594
		20	18	1000	18000	129,366	0,007187
		50	27	400	10800	194,049	0,017968
		100	35	200	7000	251,545	0,035935
		50	24,5	400	9800	176,0815	0,017968
		20	14,5	1000	14500	104,2115	0,007187
		10	10,5	2000	21000	75,4635	0,003594
		5	8	4000	32000	57,496	0,001797
		2,5	6	8000	48000	43,122	0,000898
		2	5,5	10000	55000	39,5285	0,000719
		1	3,5	20000	70000	25,1545	0,000359
0,5	2,5	40000	100000	17,9675	0,000180		

Tabel 4.23 Hasil perhitungan viskositas krim C pada minggu ke-8

Krim	Spindel	Kecepatan	Dial Reading	Faktor	Viskositas $\eta = dr \times f$ (cps)	Shearing Stress $F/A = dr \times 7,187$ (dyne/cm <sup>2</sup> )	Rate of Shear $dv/dr =$ $F/A \times 1/\eta$
C	6	0,5	7	40000	280000	50,309	0,000180
		1	9	20000	180000	64,683	0,000359
		2	12	10000	120000	86,244	0,000719
		2,5	12,5	8000	100000	89,8375	0,000898
		5	18	4000	72000	129,366	0,001797
		10	21	2000	42000	150,927	0,003594
		20	25	1000	25000	179,675	0,007187
		50	32	400	12800	229,984	0,017968
		100	36	200	7200	258,732	0,035935
		50	29	400	11600	208,423	0,017968
		20	24	1000	24000	172,488	0,007187
		10	20,5	2000	41000	147,3335	0,003594
		5	14	4000	56000	100,618	0,001797
		2,5	12	8000	96000	86,244	0,000898
		2	11	10000	11000	79,057	0,000719
		1	8	20000	16000	57,496	0,000359
0,5	5,5	40000	220000	39,5285	0,000180		



## Lampiran 1. Penentuan nilai SPF

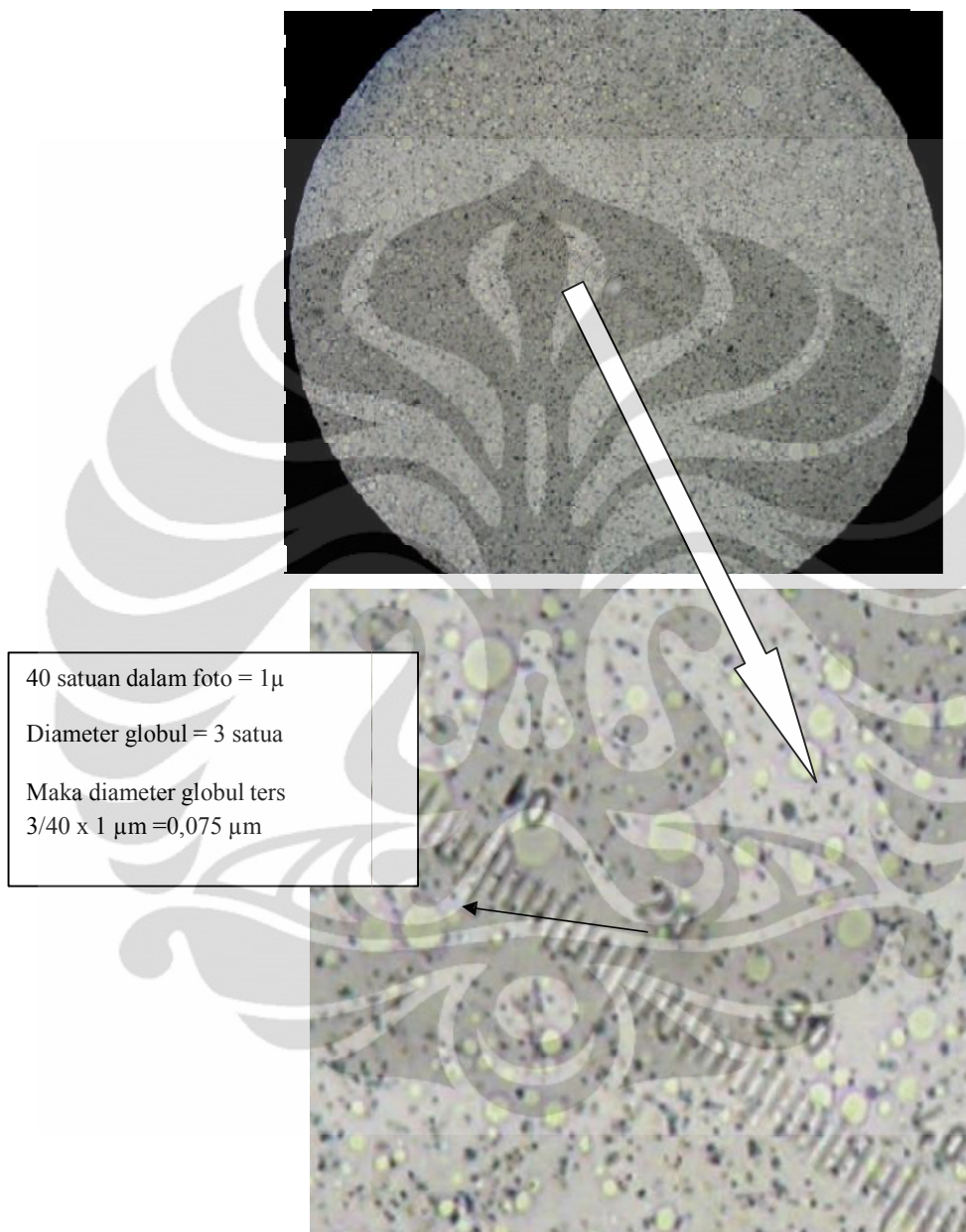
=

Sampel	Panjang gelombang (nm)	Serapan (Abs)	EE × I	EE × I × Abs	=
Krim ekstrak teh hijau 1%	290	0,01791	0,0150	0,000269	0,10031
	295	0,01227	0,0817	0,001002	
	300	0,01019	0,2874	0,002929	
	305	0,01005	0,3278	0,003294	
	310	0,00881	0,1864	0,001642	
	315	0,00877	0,0839	0,000736	
	320	0,00884	0,0180	0,000159	
			Σ =	0,010031	
Krim ekstrak teh hijau 2%	290	0,0408	0,0150	0,000612	0,25013
	295	0,03268	0,0817	0,002670	
	300	0,03062	0,2874	0,008800	
	305	0,02308	0,3278	0,007566	
	310	0,02017	0,1864	0,003760	
	315	0,01623	0,0839	0,001362	
	320	0,0135	0,0180	0,000243	
			Σ =	0,025013	
Krim ekstrak daun teh hijau 4%	290	0,08003	0,0150	0,001200	0,42497
	295	0,06098	0,0817	0,004982	
	300	0,05223	0,2874	0,015011	
	305	0,04012	0,3278	0,013151	
	310	0,03139	0,1864	0,005851	
	315	0,02356	0,0839	0,001977	
	320	0,01806	0,0180	0,000325	
			Σ =	0,042497	
Krim TiO <sub>2</sub>	290	0,11052	0,0150	0,001658	1,21262
	295	0,1177	0,0817	0,009616	
	300	0,12003	0,2874	0,034497	
	305	0,12375	0,3278	0,040565	
	310	0,12362	0,1864	0,023043	
	315	0,11923	0,0839	0,01003	
	320	0,10294	0,0180	0,001853	
			Σ =	0,121262	

Sampel	Panjang gelombang (nm)	Serapan (Abs)	EE × I	EE × I × Abs	=
Krim TiO <sub>2</sub> + ekstrak daun teh hijau 4%	290	0,17214	0,0150	0,002582	1,70127
	295	0,17206	0,0817	0,014057	
	300	0,17046	0,2874	0,048990	
	305	0,1724	0,3278	0,056513	
	310	0,17193	0,1864	0,032048	
	315	0,16018	0,0839	0,013439	
	320	0,1388	0,0180	0,002498	
			Σ =	0,170127	
Krim OMC 7%	290	1,43799	0,0150	1,43799	16,35828
	295	1,54812	0,0817	1,54812	
	300	1,59684	0,2874	1,59684	
	305	1,67561	0,3278	1,67561	
	310	1,71472	0,1864	1,71472	
	315	1,61188	0,0839	1,61188	
	320	1,3733	0,0180	1,3733	
			Σ =	1,635828	
Krim OMC 7% + ekstrak daun teh hijau 4%	290	1,6517	0,0150	0,024776	1,880463
	295	1,75674	0,0817	0,143526	
	300	1,84293	0,2874	0,529658	
	305	1,91665	0,3278	0,628278	
	310	1,97612	0,1864	0,368349	
	315	1,87214	0,0839	0,157073	
	320	1,60017	0,0180	0,028803	
			Σ =	1,880463	
Krim OMC 7% + TiO <sub>2</sub> + ekstrak dan teh hijau 4%	290	2,24555	0,0150	0,033683	26,1293
	295	2,38281	0,0817	0,194676	
	300	2,51376	0,2874	0,722455	
	305	2,67025	0,3278	0,875308	
	310	2,88292	0,1864	0,537376	
	315	2,5047	0,0839	0,210144	
	320	2,18266	0,0180	0,039288	
			Σ =	2,612930	



## Lampiran 2. Cara menghitung diameter globul krim



## Lampiran 3. Laporan hasil uji ekstrak daun teh hijau

**LABORATORIUM  
BALAI PENELITIAN TANAMAN OBAT DAN AROMATIK**  
Jln. Tentara Pelajar No. 3 Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor 16111  
Telp. (0251) 8321879 Fax. (0251) 8327010 E-mail : balaitro@nelkom.net

DF 5.10.1.2.

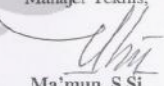
**LAPORAN HASIL UJI**  
No. Adm. : 136/T/LAB/III/10

Kepada Yth.  
**Rindo Harianja**  
Universitas Indonesia Depok


Kondisi/Identifikasi Contoh : Ekstrak kental  
Tanggal Penerimaan : 17 Maret 2010  
Tanggal Pengujian : 22 - 24 Maret 2010

No	Jenis Contoh	Jenis Pengujian/Pemeriksaan	Hasil Pengujian/Pemeriksaan (No. contoh/kode)	Metode Pengujian
1.	Daun teh hijau	- Kadar catechin (%) Uji fitokimia : - Alkaloid - Saponin - Tanin - Fenolik - Flavonoid - Triterfenoid - Steroid - Glikosida	75,11 +++ ++++ ++++ ++ ++++ ++++ - ++++	Spektrofotometer Kualitatif

Keterangan :  
- : Negatif  
+ : Positif lemah  
++ : Positif  
+++ : Positif kuat  
++++ : Positif kuat sekali

Bogor, 29 Maret 2010  
Manajer Teknis,  
  
**Ma'mun, S.Si**

## Lampiran 4. Sertifikat analisis oktil metoksisinamat

**PARSOL MCX** **DSM** 

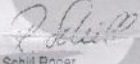
**CERTIFICATE OF ANALYSIS**

Productcode : 0440469  
 Lot No. : 0703970037  
 Analysis No. : 03662985

Test	Result	Limits / Specifications	Dimension / Units
Appearance	pale yellow liquid	pale yellow liquid	
Identity	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. 0.8	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)	861	835 to 865	
Chromatographic purity			
Each	0.3	max. 0.5	%
Total	1.0	max. 2.0	%

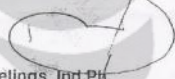
This lot was analysed and released by our authorized Quality Control Department and was found to meet the specifications as given above.  
 The product meets all requirements of the following valid compendia when tested accordingly:  
 USP

DSM Nutritional Products Ltd  
 The Quality Assurance Manager

  
 Schil Roger

DSM Nutritional Products Ltd 1 / 1 Date of issue: 16-Sep-2008  
 Branch Site Sisseln  
 Quality Management  
 CH-4334 Sisseln

## Lampiran 5. Sertifikat analisis butilhidroksitoluen

Tests	Results	EP	Spec
<b>CHARACTERS</b>			
Aspect	Crystalline powder	EP	Crystalline powder
Colour	White	EP	White Yellowish-white
<b>IDENTIFICATION</b>			
Freezing point	69.4 °C	EP	<=70 °C >=69 °C
Infrared absorption spectrophotometry	Complies	EP	Complies
<b>TESTS</b>			
Colour of solution	Not more intensely coloured than BY5	EP	Not more intensely coloured than BY5 Not more Intensely coloured than Y5
Clearness of solution	Clear	EP	Clear
Freezing point	69.4 °C	EP	<=70 °C >=69 °C
Individual impurities: TLC	<= 0.5 %	EP	<= 0.5 %
Sulphated ash	0.0 %	EP	<= .1 %
Disposition	FULL RELEASE		Disposition date 14/03/2005
			 D. Puelings Ind.Pht. Qualified Person

COA\_RM proc.050-011-002 vs.7 Date Printed 17/03/2005 10:05 Database SANICO41 Page 1 of 1

SANICO NV - Industrieterrein 4 - Veedijk 59 - B-2300 Turnhout - Tel. +32 (0)14 42 46 71 - Fax +32 (0)14 42 89 46

Lampiran 6 Perhitungan diameter globul rata-rata formula A selama 8 minggu pada suhu 4°C (dalam  $\mu\text{m}$ )

Minggu ke-2

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	260	71,5
0,310-0,378	0,344	0	0
0,379-0,447	0,413	20	8,26
0,448-0,516	0,482	17	8,194
0,517-0,585	0,551	50	27,55
0,586-0,654	0,62	0	0
0,655-0,723	0,689	5	3,445
0,724-0,792	0,758	10	7,58
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 362$	$\Sigma = 126,5290$

Minggu ke-4

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	251	69,025
0,310-0,378	0,344	0	0
0,379-0,447	0,413	75	30,975
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	18	9,918
0,586-0,654	0,62	0	0
0,655-0,723	0,689	26	17,914
0,724-0,792	0,758	12	9,096
0,793-0,861	0,827	3	2,481
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 385$	$\Sigma = 139,409$

$$- 2 = \frac{126,5290}{362} = 0,349528$$

$$- 4 = \frac{139,409}{385} = 0,362101$$

Minggu ke-6

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	203	55,825
0,310-0,378	0,344	0	0
0,379-0,447	0,413	85	35,105
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	63	34,713
0,586-0,654	0,62	12	7,44
0,655-0,723	0,689	0	0
0,724-0,792	0,758	15	11,37
0,793-0,861	0,827	7	5,789
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	2	1,93
		$\Sigma = 387$	$\Sigma = 152,172$

Minggu ke-8

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	212	58,3
0,310-0,378	0,344	0	0
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	101	48,682
0,517-0,585	0,551	0	0
0,586-0,654	0,62	22	13,64
0,655-0,723	0,689	5	3,445
0,724-0,792	0,758	19	14,402
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	6	5,376
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 365$	$\Sigma = 143,845$

$$- 8 = \frac{143,845}{365} = 0,39409$$

$$-6 = \frac{152,172}{387} = 0,393209$$



$$-8 = \frac{143,845}{365} = 0,39409$$

Lampiran 7. Perhitungan diameter globul rata-rata formula B selama 8 minggu pada suhu 4°C (dalam  $\mu\text{m}$ )

Minggu ke-2

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	285	78,375
0,310-0,378	0,344	0	0
0,379-0,447	0,413	47	19,411
0,448-0,516	0,482	27	13,014
0,517-0,585	0,551	0	0
0,586-0,654	0,62	16	9,92
0,655-0,723	0,689	5	3,44
0,724-0,792	0,758	0	0
0,793-0,861	0,827	2	1,654
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 382$	$\Sigma = 125,0814$

Minggu ke-4

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	240	66
0,310-0,378	0,344	0	0
0,379-0,447	0,413	71	29,323
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	51	28,101
0,586-0,654	0,62	0	0
0,655-0,723	0,689	11	7,579
0,724-0,792	0,758	16	12,128
0,793-0,861	0,827	2	1,654
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 391$	$\Sigma = 144,785$

$$- 2 = \frac{125,0814}{382} = 0,327438$$

$$- 4 = \frac{144,785}{391} = 0,370294$$

Minggu ke-6

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	239	65,725
0,310-0,378	0,344	5	1,72
0,379-0,447	0,413	66	27,258
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	43	23,693
0,586-0,654	0,62	0	0
0,655-0,723	0,689	20	13,78
0,724-0,792	0,758	18	13,644
0,793-0,861	0,827	3	2,481
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 394$	$\Sigma = 148,301$

Minggu ke-8

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	227	62,425
0,310-0,378	0,344	11	3,784
0,379-0,447	0,413	71	29,323
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	18	9,918
0,586-0,654	0,62	21	13,02
0,655-0,723	0,689	15	10,335
0,724-0,792	0,758	6	4,548
0,793-0,861	0,827	10	8,27
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 379$	$\Sigma = 141,623$

$$- 6 = \frac{148,301}{394} = 0,376398$$

$$- 8 = \frac{141,623}{379} = 0,373675$$

Lampiran 8. Perhitungan diameter globul rata-rata formula C selama 8 minggu pada suhu 4°C (dalam  $\mu\text{m}$ )

Minggu ke-2

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	Nd
0,241-0,309	0,275	273	75,075
0,310-0,378	0,344	37	12,728
0,379-0,447	0,413	24	9,912
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	30	16,53
0,586-0,654	0,62	14	8,68
0,655-0,723	0,689	5	3,44
0,724-0,792	0,758	0	0
0,793-0,861	0,827	2	1,654
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 385$	$\Sigma = 128,019$

Minggu ke-4

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	260	71,5
0,310-0,378	0,344	15	5,16
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	40	19,28
0,517-0,585	0,551	0	0
0,586-0,654	0,62	5	3,1
0,655-0,723	0,689	60	41,34
0,724-0,792	0,758	4	3,032
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 391$	$\Sigma = 143,412$

$$- 2 = \frac{128,019}{385} = 0,332517$$

$$- 4 = \frac{143,412}{391} = 0,366783$$

Minggu ke-6

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	Nd
0,241-0,309	0,275	205	56,375
0,310-0,378	0,344	0	0
0,379-0,447	0,413	53	21,889
0,448-0,516	0,482	4	0
0,517-0,585	0,551	43	23,693
0,586-0,654	0,62	12	7,44
0,655-0,723	0,689	30	20,67
0,724-0,792	0,758	25	18,95
0,793-0,861	0,827	10	8,27
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 382$	$\Sigma = 157,287$

Minggu ke-8

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	215	59,125
0,310-0,378	0,344	10	3,44
0,379-0,447	0,413	60	24,78
0,448-0,516	0,482	7	3,374
0,517-0,585	0,551	5	2,755
0,586-0,654	0,62	9	5,58
0,655-0,723	0,689	10	6,89
0,724-0,792	0,758	21	15,918
0,793-0,861	0,827	26	21,502
0,862-0,930	0,896	17	15,232
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 380$	$\Sigma = 158,596$

$$- 6 = \frac{157,287}{382} = 0,411746$$

$$- 8 = \frac{158,596}{380} = 0,417358$$



Lampiran 9. Perhitungan diameter globul rata-rata formula A selama 8 minggu pada suhu kamar (dalam  $\mu\text{m}$ )

Minggu ke-2

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	214	58,85
0,310-0,378	0,344	86	29,584
0,379-0,447	0,413	23	9,499
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	23	12,673
0,586-0,654	0,62	14	8,68
0,655-0,723	0,689	0	0
0,724-0,792	0,758	1	0,758
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 361$	$\Sigma = 120,044$

Minggu ke-4

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	101	27,775
0,310-0,378	0,344	164	56,416
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	32	15,424
0,517-0,585	0,551	45	24,795
0,586-0,654	0,62	18	11,16
0,655-0,723	0,689	43	29,627
0,724-0,792	0,758	2	1,516
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 405$	$\Sigma = 166,713$

$$- 2 = \frac{120,044}{361} = 0,332532$$

$$- 4 = \frac{166,713}{405} = 0,411637$$

Minggu ke-6

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	129	35,475
0,310-0,378	0,344	65	22,36
0,379-0,447	0,413	97	40,061
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	98	53,998
0,586-0,654	0,62	34	21,08
0,655-0,723	0,689	0	0
0,724-0,792	0,758	4	3,032
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 427$	$\Sigma = 176,006$

Minggu ke-8

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	53	14,575
0,310-0,378	0,344	158	54,352
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	47	25,897
0,586-0,654	0,62	54	33,48
0,655-0,723	0,689	90	62,01
0,724-0,792	0,758	1	0,758
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 403$	$\Sigma = 191,072$

$$- 6 = \frac{176,006}{427} = 0,412192$$

$$- 8 = \frac{191,072}{403} = 0,474124$$

Lampiran 10. Perhitungan diameter globul rata-rata formula B selama 8 minggu pada suhu kamar (dalam  $\mu\text{m}$ )

Minggu ke-2

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	124	34,1
0,310-0,378	0,344	64	22,016
0,379-0,447	0,413	68	28,084
0,448-0,516	0,482	43	20,726
0,517-0,585	0,551	57	31,407
0,586-0,654	0,62	12	7,44
0,655-0,723	0,689	0	0
0,724-0,792	0,758	4	3,032
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 372$	$\Sigma = 146,805$

Minggu ke-4

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	142	39,05
0,310-0,378	0,344	132	45,408
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	78	37,596
0,517-0,585	0,551	54	29,754
0,586-0,654	0,62	16	9,92
0,655-0,723	0,689	56	38,584
0,724-0,792	0,758	8	6,064
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 486$	$\Sigma = 206,736$

$$- 2 = \frac{146,805}{372} = 0,394637$$

$$- 4 = \frac{206,736}{486} = 0,425383$$

Minggu ke-6

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	41	14,575
0,310-0,378	0,344	34	54,352
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	103	25,897
0,586-0,654	0,62	34	33,48
0,655-0,723	0,689	57	62,01
0,724-0,792	0,758	56	0,758
0,793-0,861	0,827	72	0
0,862-0,930	0,896	58	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 403$	$\Sigma = 191,072$

Minggu ke-8

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	25	64,625
0,310-0,378	0,344	224	8,256
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	23	12,673
0,586-0,654	0,62	13	8,06
0,655-0,723	0,689	0	0
0,724-0,792	0,758	1	0,758
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 286$	$\Sigma = 194,372$

$$- 6 = \frac{191,072}{403} = 0,474124$$

$$- 8 = \frac{194,372}{286} = 0,679622$$

Lampiran 11. Perhitungan diameter globul rata-rata formula C selama 8 minggu pada suhu kamar (dalam  $\mu\text{m}$ )

Minggu ke-2

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	256	70,4
0,310-0,378	0,344	53	18,232
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	43	23,693
0,586-0,654	0,62	14	8,68
0,655-0,723	0,689	0	0
0,724-0,792	0,758	2	1,516
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 368$	$\Sigma = 122,521$

Minggu ke-4

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	134	36,85
0,310-0,378	0,344	146	50,224
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	23	11,086
0,517-0,585	0,551	32	17,632
0,586-0,654	0,62	13	8,06
0,655-0,723	0,689	1	0,689
0,724-0,792	0,758	2	1,516
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 351$	$\Sigma = 126,057$

$$- 2 = \frac{122,521}{368} = 0,332938$$

$$- 4 = \frac{126,057}{351} = 0,359137$$

Minggu ke-6

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	125	34,375
0,310-0,378	0,344	176	60,544
0,379-0,447	0,413	45	18,585
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	45	24,795
0,586-0,654	0,62	0	0
0,655-0,723	0,689	0	0
0,724-0,792	0,758	1	0,758
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 392$	$\Sigma = 139,057$

Minggu ke-8

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	42	11,55
0,310-0,378	0,344	136	46,784
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	23	12,673
0,586-0,654	0,62	68	42,16
0,655-0,723	0,689	54	37,206
0,724-0,792	0,758	1	0,758
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 324$	$\Sigma = 151,131$

$$- 6 = \frac{139,057}{392} = 0,354737$$

$$- 8 = \frac{151,131}{324} = 0,466454$$

Lampiran 12. Perhitungan diameter globul rata-rata formula A selama 8 minggu pada suhu  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  (dalam  $\mu\text{m}$ )

Minggu ke-2

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	124	34,1
0,310-0,378	0,344	64	22,016
0,379-0,447	0,413	68	28,084
0,448-0,516	0,482	43	20,726
0,517-0,585	0,551	57	31,407
0,586-0,654	0,62	12	7,44
0,655-0,723	0,689	0	0
0,724-0,792	0,758	4	3,032
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 372$	$\Sigma = 146,804$

Minggu ke-4

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	142	39,05
0,310-0,378	0,344	132	45,408
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	78	37,596
0,517-0,585	0,551	54	29,754
0,586-0,654	0,62	16	9,92
0,655-0,723	0,689	56	38,584
0,724-0,792	0,758	8	6,604
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 486$	$\Sigma = 206,376$

$$- 2 = \frac{146,805}{372} = 0,394637$$

$$- 4 = \frac{206,376}{486} = 0,424642$$

Minggu ke-6

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	41	11,275
0,310-0,378	0,344	34	11,696
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	103	56,753
0,586-0,654	0,62	34	21,08
0,655-0,723	0,689	57	39,273
0,724-0,792	0,758	56	42,448
0,793-0,861	0,827	72	59,544
0,862-0,930	0,896	58	51,968
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 455$	$\Sigma = 294,037$

Minggu ke-8

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	0	0
0,310-0,378	0,344	0	0
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	47	25,897
0,586-0,654	0,62	54	33,48
0,655-0,723	0,689	93	64,077
0,724-0,792	0,758	57	43,206
0,793-0,861	0,827	74	61,198
0,862-0,930	0,896	98	87,808
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 423$	$\Sigma = 315,666$

$$- 6 = \frac{294,037}{455} = 0,646235$$

$$- 8 = \frac{315,666}{423} = 0,746255$$

Lampiran 13. Perhitungan diameter globul rata-rata formula B selama 8 minggu pada suhu  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  (dalam  $\mu\text{m}$ )

Minggu ke-2

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	108	29,7
0,310-0,378	0,344	76	26,144
0,379-0,447	0,413	98	40,474
0,448-0,516	0,482	34	16,388
0,517-0,585	0,551	64	35,264
0,586-0,654	0,62	16	9,92
0,655-0,723	0,689	0	0
0,724-0,792	0,758	9	6,822
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 405$	$\Sigma = 164,712$

Minggu ke-4

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	125	34,375
0,310-0,378	0,344	142	48,848
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	87	41,934
0,517-0,585	0,551	45	24,795
0,586-0,654	0,62	13	8,06
0,655-0,723	0,689	65	44,785
0,724-0,792	0,758	32	24,256
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 509$	$\Sigma = 227,053$

$$- 2 = \frac{164,712}{405} = 0,406696$$

$$- 4 = \frac{227,053}{509} = 0,446077$$

Minggu ke-6

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	35	9,625
0,310-0,378	0,344	21	7,224
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	12	5,784
0,517-0,585	0,551	121	66,671
0,586-0,654	0,62	32	19,84
0,655-0,723	0,689	53	36,517
0,724-0,792	0,758	69	52,302
0,793-0,861	0,827	45	37,215
0,862-0,930	0,896	85	76,16
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 473$	$\Sigma = 311,338$

Minggu ke-8

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	0	0
0,310-0,378	0,344	0	0
0,379-0,447	0,413	12	4,956
0,448-0,516	0,482	0	0
0,517-0,585	0,551	67	36,917
0,586-0,654	0,62	37	22,94
0,655-0,723	0,689	89	61,321
0,724-0,792	0,758	56	42,448
0,793-0,861	0,827	87	71,949
0,862-0,930	0,896	104	93,184
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 324$	$\Sigma = 333,715$

$$- 6 = \frac{311,338}{473} = 0,65822$$

$$- 8 = \frac{333,715}{425} = 0,738308$$

Lampiran 14. Perhitungan diameter globul rata-rata formula C selama 8 minggu pada suhu  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  (dalam  $\mu\text{m}$ )

Minggu ke-2

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	175	48,125
0,310-0,378	0,344	93	31,992
0,379-0,447	0,413	21	8,673
0,448-0,516	0,482	18	8,676
0,517-0,585	0,551	17	9,367
0,586-0,654	0,62	24	14,88
0,655-0,723	0,689	0	0
0,724-0,792	0,758	4	3,032
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 352$	$\Sigma = 124,745$

Minggu ke-4

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	156	42,9
0,310-0,378	0,344	126	43,344
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	15	7,23
0,517-0,585	0,551	27	14,877
0,586-0,654	0,62	1	0,62
0,655-0,723	0,689	3	2,067
0,724-0,792	0,758	2	1,516
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	0	0
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 330$	$\Sigma = 112,554$

$$- 2 = \frac{124,745}{352} = 0,354389$$

$$- 4 = \frac{112,554}{330} = 0,341073$$

Minggu ke-6

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	145	39,875
0,310-0,378	0,344	135	46,44
0,379-0,447	0,413	0	0
0,448-0,516	0,482	52	25,064
0,517-0,585	0,551	21	11,571
0,586-0,654	0,62	1	0,62
0,655-0,723	0,689	0	0
0,724-0,792	0,758	0	0
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	2	1,792
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 356$	$\Sigma = 125,362$

Minggu ke-8

Rentang	Nilai tengah (d)	Jumlah globul (n)	nd
0,241-0,309	0,275	134	36,85
0,310-0,378	0,344	153	52,632
0,379-0,447	0,413	2	0,826
0,448-0,516	0,482	45	21,69
0,517-0,585	0,551	24	13,224
0,586-0,654	0,62	0	0
0,655-0,723	0,689	0	0
0,724-0,792	0,758	0	0
0,793-0,861	0,827	0	0
0,862-0,930	0,896	1	0,896
0,931-0,999	0,965	0	0
		$\Sigma = 359$	$\Sigma = 126,118$

$$- 6 = \frac{125,362}{356} = 0,35214$$

$$- 8 = \frac{126,118}{359} = 0,351304$$