



**PENGARUH VITAMIN E DAN PAPARAN SINAR UV TERHADAP
EFEKTIVITAS *IN VITRO* LOTION TABIR SURYA *OCTYL*
METHOXYCINNAMATE DAN *BENZOPHENONE-3***

SKRIPSI

Oleh

**Nurul Imamah
NIM 112210101014**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PENGARUH VITAMIN E DAN PAPARAN SINAR UV TERHADAP
EFEKTIVITAS *IN VITRO* LOTION TABIR SURYA *OCTYL*
METHOXYCINNAMATE DAN *BENZOPHENONE-3***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Pendidikan Strata Satu Fakultas Farmasi
dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh

**Nurul Imamah
NIM 112210101014**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

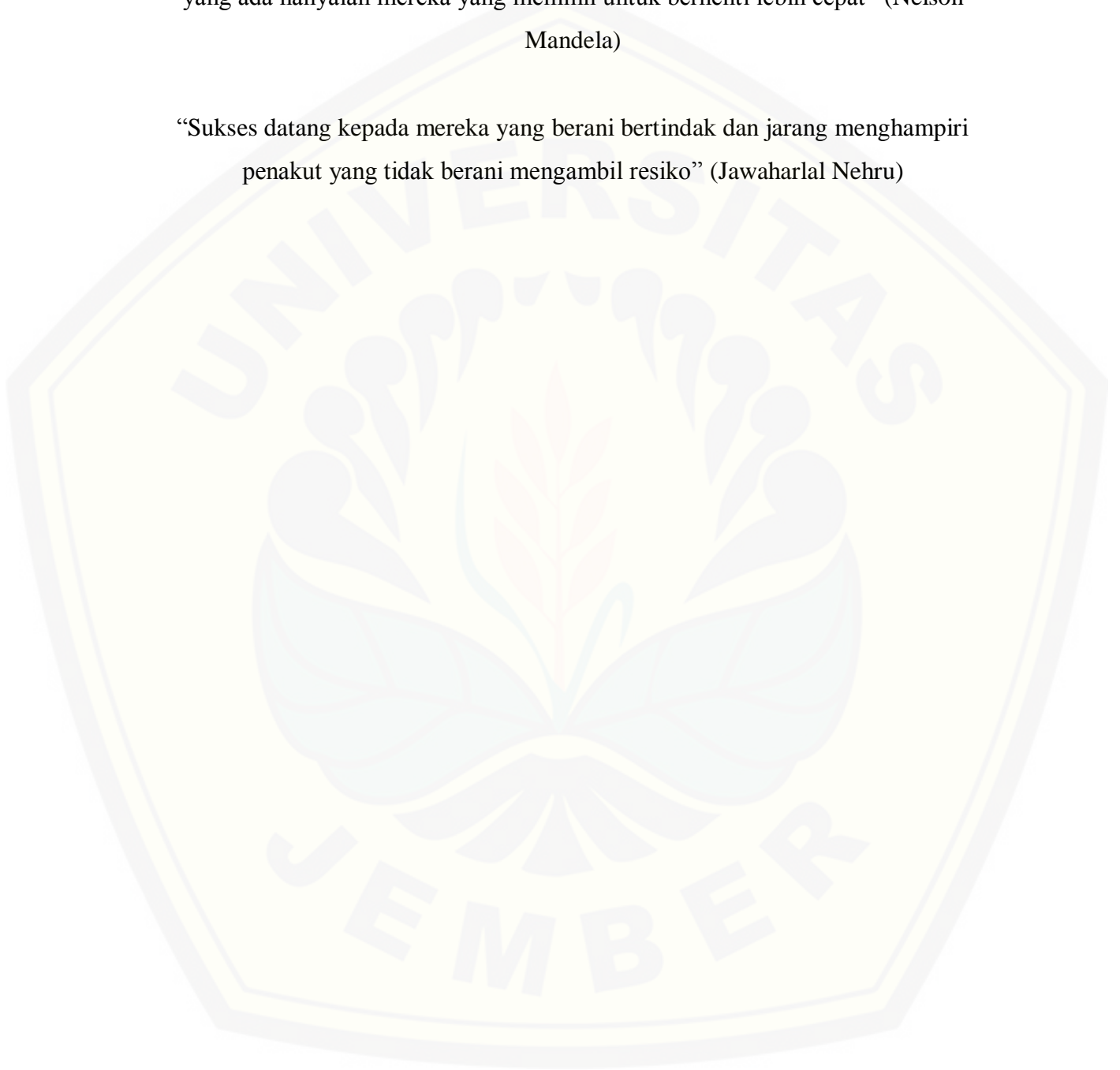
Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan ridho-Nya kepada setiap hamba-Nya yang selalu berjuang di jalan-Nya dalam kebaikan dan menuntut ilmu.
2. Orang tua penulis Bpk. Nunung Zulkarnaen dan Ibu Eli Supriyatin di Puger, terima kasih atas jerih payah, kasih sayang, dorongan, nasihat dan do'a yang senantiasa mengiringi setiap langkah bagi keberhasilan penulis.
3. Guru-guru penulis sejak TK sampai SMA, dosen dan segenap civitas akademika Universitas Jember khususnya Fakultas Farmasi terhormat, yang telah menjadi tempat menimba ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.
4. Teman-teman seperjuangan Farmasi 2011 dan almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTTO

“Sukses adalah sebuah perjalanan, karena itu tidak ada orang gagal di dunia ini, yang ada hanyalah mereka yang memilih untuk berhenti lebih cepat” (Nelson Mandela)

“Sukses datang kepada mereka yang berani bertindak dan jarang menghampiri penakut yang tidak berani mengambil resiko” (Jawaharlal Nehru)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurul Imamah

NIM : 112210101014

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Vitamin E dan Paparan Sinar UV Terhadap Efektivitas *In Vitro* Lotion Tabir Surya *Octyl Methoxycinnamate* dan *Benzophenone-3*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah penulis sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Penulis bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari ini tidak benar.

Jember, 20 Mei 2015

Yang menyatakan,

Nurul Imamah

NIM. 112210101014

SKRIPSI

**PENGARUH VITAMIN E DAN PAPARAN SINAR UV TERHADAP
EFEKTIVITAS *IN VITRO* LOTION TABIR SURYA *OCTYL*
METHOXYCINNAMATE DAN *BENZOPHENONE-3***

Oleh

Nurul Imamah

NIM. 112210101014

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Budipratiwi W., S.Farm., M.Sc., Apt.

Dosen Pembimbing Anggota : Lusya Oktora R.K.S., S.F., M.Sc., Apt.

PENGESAHAN

Skripsi Berjudul “Pengaruh Vitamin E dan Paparan Sinar UV Terhadap Efektivitas *In Vitro Lotion* Tabir Surya *Octyl Methoxycinnamate* dan *Benzophenone-3*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Rabu, 20 Mei 2015

Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Budipratiwi W., S.Farm., M.Sc., Apt.

Lusia Oktora R.K.S., S.F., M.Sc., Apt.

NIP 198112272006042003

NIP 197910032003122001

Tim Penguji

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Dwi Nurahmanto, S.Farm., Apt., M.Sc.

Lidya Ameliana, S.Si., Apt., M.Farm.

NIP 198401242008011001

NIP 198004052005012005

Mengesahkan

Dekan,

Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm.

NIP 197604142002122001

RINGKASAN

Pengaruh Vitamin E dan Paparan Sinar UV Terhadap Efektivitas *In Vitro* Lotion Tabir Surya *Octyl Methoxycinnamate* dan *Benzophenone-3*: Nurul Imamah, 112210101014; 2015; 127 halaman; Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

Sinar matahari memiliki peranan yang sangat penting bagi kelangsungan kehidupan manusia. Sinar matahari selain memiliki efek menguntungkan, juga memiliki efek merugikan yang ditimbulkan oleh radiasi sinar UV, oleh karena itu, diperlukan senyawa tabir surya sebagai perlindungan tambahan untuk kulit dari radiasi sinar UV secara langsung. Berdasarkan mekanisme kerjanya, bahan aktif tabir surya dibagi menjadi 2, yaitu mekanisme fisika (pengeblok fisik) dan mekanisme kimia (penyerap kimiawi). Bahan aktif yang digunakan dalam penelitian adalah *benzophenone-3* (anti UV-A) dan *octyl methoxycinnamate* (anti UV-B).

Kombinasi *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* akan meningkatkan nilai SPF *in vitro* dalam sediaan tabir surya, akan tetapi kedua bahan tersebut dapat mengalami fotodegradasi dengan pemaparan sinar UV. Berdasarkan pernyataan diatas, maka dibutuhkan bahan yang dapat mencegah proses fotodegradasi bahan aktif tersebut. Pengembangan formulasi sediaan tabir surya dalam penelitian ini dilakukan dengan menambahkan vitamin E yang berfungsi sebagai *photoprotective agent* sehingga diharapkan dapat mencegah terjadinya fotodegradasi bahan aktif setelah paparan sinar UV.

Efektivitas *in vitro* sediaan tabir surya dapat dinyatakan dengan *Sun Protection Factor* (SPF), % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi. Pengujian efektivitas sediaan tabir surya dilakukan sebelum dan setelah paparan sinar UV. Paparan sinar UV dilakukan di bawah UV lamp (*Chromatoveu C-75*) 365 nm selama 120 menit.

Sediaan yang dibuat adalah *lotion*, yaitu merupakan suatu suspensi atau emulsi topikal ditujukan untuk kulit. Evaluasi sediaan *lotion* tabir surya yang

dihasilkan meliputi pengamatan organoleptis, pengujian viskositas, pH, daya sebar, penentuan nilai SPF *in vitro*, % transmisi pigmentasi dan % transmisi eritema. Pada penelitian ini juga dilakukan analisis statistik menggunakan program SPSS 16.0. Analisis statistik yang dipilih pertama yaitu uji *One-Way ANOVA* untuk mengetahui adanya perbedaan yang bermakna pada hasil penelitian yang dilakukan, yakni nilai viskositas, nilai pH, nilai daya sebar, nilai SPF *in vitro*, % transmisi pigmentasi dan % transmisi eritema dalam sediaan *lotion* tabir surya antar formula dengan perbedaan konsentrasi vitamin E yang ditambahkan. Analisis statistik kedua yaitu uji t berpasangan untuk mengetahui perbedaan yang bermakna nilai SPF *in vitro*, % transmisi pigmentasi dan % transmisi eritema dalam sediaan *lotion* tabir surya antar formula sebelum dan setelah paparan sinar UV.

Hasil pengujian nilai SPF sebelum paparan sinar UV menunjukkan bahwa F1 memiliki nilai SPF *in vitro* rata-rata sebesar 16,128; F2 sebesar 31,381; F3 sebesar 33,386; F4 sebesar 164,522. Semakin tinggi konsentrasi vitamin E yang ditambahkan dalam formula semakin tinggi pula nilai SPF *in vitro*nya dan hasil analisis statistik menunjukkan bahwa antara keempat formula berbeda bermakna. Setelah paparan sinar UV nilai SPF *in vitro* rata-rata F1 sebesar 8,553; F2 sebesar 14,813; F3 sebesar 19,302; F4 sebesar 157,207. Hasil analisis statistik setelah paparan sinar UV menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai SPF *in vitro* yang bermakna antara sebelum dan setelah paparan sinar UV.

Nilai % transmisi eritema sebelum paparan sinar UV rata-rata pada F1 sebesar 0,000061; F2 sebesar 0,000156; F3 sebesar 0,000179; F4 sebesar 0,000019. Penambahan konsentrasi vitamin E 5% menghasilkan nilai % transmisi eritema yang paling kecil dan hasil analisis statistik menunjukkan bahwa nilai % transmisi eritema sebelum paparan sinar UV pada semua formula berbeda bermakna kecuali antara F2 dan F3. Nilai rata-rata % transmisi eritema setelah paparan sinar UV F1 sebesar 0,003316; F2 sebesar 0,001896; F3 sebesar 0,001214; F4 sebesar 0,000159. Pada semua formula setelah dilakukan paparan sinar UV mengalami peningkatan nilai % transmisi

eritema serta hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara nilai % transmisi eritema sebelum dan setelah paparan sinar UV.

Nilai % transmisi pigmentasi sebelum paparan sinar UV rata-rata pada F1 sebesar 1,395; F2 sebesar 7,170; F3 sebesar 9,298; F4 sebesar 9,474. Pada formula dengan penambahan vitamin E memiliki nilai % transmisi pigmentasi yang lebih besar dibandingkan formula tanpa penambahan vitamin E dan hasil analisis statistik menunjukkan bahwa nilai % transmisi pigmentasi sebelum paparan sinar UV pada semua formula berbeda bermakna. Setelah paparan sinar UV nilai % transmisi pigmentasi rata-rata F1 sebesar 14,588; F2 sebesar 17,041; F3 sebesar 14,967; F4 sebesar 15,718. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara nilai % transmisi pigmentasi sebelum dan setelah paparan sinar UV.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Vitamin E dan Paparan Sinar UV Terhadap Efektivitas *In Vitro Lotion* Tabir Surya *Octyl Methoxycinnamate* dan *Benzophenone-3*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah S.W.T, atas ijin-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini untuk pencapaian gelar Sarjana Farmasi.
2. Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember, Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm.
3. Ibu Budipratiwi W., S.Farm., M.Sc., Apt. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Lusia Oktora R.K.S., S.F., M.Sc., Apt. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang penuh kesabaran memberi bimbingan, dorongan, meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini sehingga bisa terlaksana dengan baik.
4. Bpk. Dwi Nurahmanto, S.Farm., Apt.,M.Sc. selaku Dosen Penguji I dan Ibu Lidya Ameliana, S.Si., Apt., M.Farm. selaku Dosen Penguji II, terima kasih atas saran dan kritik yang berguna untuk penyusunan skripsi ini.
5. Bpk. Prof. Dr. Bambang Kuswandi M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan bimbingannya kepada penulis.
6. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan, saran dan kritik kepada penulis.
7. Keluarga penulis yang telah memberikan semangat yang besar, perhatian, kasih sayang, tenaga, pikiran, dan doa pada penulis terutama selama penyusunan skripsi ini.
8. Arief Kurniawan, Galuh Ajeng Probowati, Tintia Lintang Pratiwi, Imro'atul Mufida, Sekar Risti Praharini, Dio Alfinda, Ichlasul Amalia, Nur Hidayati,

Zainah Rajab, Lintang ayu, Yun Earning, dan Mely Novyyandani yang telah memberi inspirasi, semangat, dan doa selalu, terimakasih kawan.

9. Teman-teman skripsi farmasetika seperjuangan Liliana Anggraini, Oktavia Catur Xenograf, Indarto Adikusumo, Defitri Trimardani, Arif Rahman Alhakimi, Binta Dikara, Novia Danis Astika, Kristin Dwi, Nidya Anggarsasi yang selalu siap memberi bantuan tenaga dan pikiran.
10. Anak-anak kosan Jawa yang telah bersama bertahun-tahun dalam suka dan duka, memberikan semangat dan perhatian kepada penulis.
11. Teknisi Laboratorium Farmasetika dan Karyawan Umum (Mbak Titin, Bu. Itus, Mas Mul, Mas Oni, Pak Saifus)
12. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2011 yang telah berjuang bersama-sama demi sebuah gelar Sarjana Farmasi yang akan selalu menjadi sebuah keluarga.
13. Teman-teman KKN Universitas Jember Gelombang II T.A 2014 Desa Sukowiryo Kecamatan Jelbuk.
14. Seluruh civitas akademika dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Hanya doa yang dapat penulis panjatkan semoga segala kebaikan dan dukungan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Tuhan. Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 20 Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Radiasi Matahari	6
2.2 Kulit	7
2.2.1 Anatomi Kulit.....	8
2.2.2 Fungsi Kulit.....	10
2.2.3 Respon Kulit terhadap Paparan Sinar UV.....	11
2.2.4 Perlindungan Alami Kulit.....	13
2.3 Tabir Surya	14
2.3.1 Tinjauan Tabir Surya.....	14
2.3.2 Efektivitas Tabir Surya.....	15

2.4 <i>Lotion</i>	19
2.5 Tinjauan Bahan Penelitian.....	20
2.5.1 <i>Octyl Methoxycinnamate</i>	20
2.5.2 <i>Benzophenone-3</i>	21
2.5.3 Vitamin E (<i>α-tocopherol</i>).....	21
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Rancangan Penelitian	23
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	23
3.2.1 Alat.....	23
3.2.2 Bahan.....	23
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	24
3.4 Prosedur Penelitian	25
3.4.1 Rancangan Formula Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	25
3.4.2 Pembuatan Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	25
3.4.3 Evaluasi Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	26
3.4.4 Penentuan Nilai SPF <i>In Vitro</i>	27
3.4.5 Penentuan Nilai % Transmisi Eritema (% TE).....	28
3.4.6 Penentuan Nilai % Transmisi Pigmentasi (% TP).....	29
3.5 Analisis Data	30
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil Pembuatan <i>Lotion</i>	31
4.2 Hasil Evaluasi <i>Lotion</i>	32
4.2.1 Hasil Pengujian Sifat Fisika Kimia Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	32
4.2.2 Hasil Evaluasi Efektivitas <i>In Vitro</i> Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	37
BAB 5. PENUTUP	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	52
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	56

LAMPIRAN 58



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur Kulit	7
2.2 Struktur Epidermis	8
2.3 Struktur <i>Octyl Methoxycinnamate</i>	20
2.4 Struktur <i>Benzophenone-3</i>	21
2.5 Struktur Vitamin E	21
3.1 Skema Langkah Kerja Penelitian.....	24
4.1 Hasil Pembuatan <i>Lotion</i> Tabir Surya	31

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komponen Bahan Tabir Surya	14
2.2 Kategori Tabir Surya berdasarkan Nilai % Transmisi Eritema dan Nilai % Transmisi Pigmentasi	19
3.1 Rancangan Formula	25
4.1 Hasil Pengujian Organoleptis Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	33
4.2 Hasil Evaluasi Viskositas Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	33
4.3 Hasil Pengujian pH Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	34
4.4 Hasil Uji <i>Mann-Whitney</i> Nilai pH masing-masing Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya	35
4.5 Hasil Pengujian Daya Sebar Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya Pada Beban 25 Gram.....	36
4.6 Hasil Pengujian SPF <i>In Vitro</i> Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya Sebelum Paparasi Sinar UV	38
4.7 Hasil Pengujian SPF <i>In Vitro</i> Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya Setelah Paparasi Sinar UV	40
4.8 Persentase Penurunan Nilai SPF <i>In Vitro</i> Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya Setelah Paparasi Sinar UV dibandingkan dengan Sebelum Paparasi Sinar UV.....	41
4.9 Hasil Pengujian Nilai % Transmisi Eritema Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya Sebelum Paparasi Sinar UV	43
4.10 Hasil Uji <i>Mann-Whitney</i> % Transmisi Eritema Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya Sebelum Paparasi Sinar UV dengan Perbedaan Konsentrasi Vitamin E yang ditambahkan	43
4.11 Hasil Pengujian Nilai % Transmisi Eritema Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya Setelah Paparasi Sinar UV	45
4.12 Hasil Pengujian Nilai % Transmisi Pigmentasi Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya Sebelum Paparasi Sinar UV.....	47

4.13 Hasil Pengujian Nilai % Transmisi Pigmentasi Sediaan *Lotion*

Tabir Surya Setelah Paparan Sinar UV..... 48



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Hasil pengujian Viskositas	58
B. Hasil pengujian pH.....	58
C. Hasil pengujian Daya Sebar <i>Lotion</i>	58
C.1 Tabulasi Hasil Diameter Sebar <i>Lotion</i> pada pengujian Daya Sebar <i>Lotion</i> F1	58
C.2 Tabulasi Hasil Diameter Sebar <i>Lotion</i> pada pengujian Daya Sebar <i>Lotion</i> F2	59
C.3 Tabulasi Hasil Diameter Sebar <i>Lotion</i> pada pengujian Daya Sebar <i>Lotion</i> F3	59
C.4 Tabulasi Hasil Diameter Sebar <i>Lotion</i> pada pengujian Daya Sebar <i>Lotion</i> F4	60
D. Hasil Pengujian Nilai SPF <i>In Vitro</i>	61
D.1 Profil Serapan <i>Lotion</i> Tabir Surya dalam Pelarut Isopropanol	61
D.2 Tabulasi Absorbansi dan Nilai SPF <i>In Vitro</i>	63
D.2.1 Tabulasi Absorbansi dan Nilai SPF <i>In Vitro</i> Sebelum Paparasi Sinar UV	63
D.2.2 Tabulasi Absorbansi dan Nilai SPF <i>In Vitro</i> Setelah Paparasi Sinar UV	69
E. Hasil Pengujian Nilai % Transmisi Eritema dan % Transmisi Pigmentasi.....	73
E.1 Profil Serapan Tabir Surya dalam Pelarut Isopropanol.....	73
E.2 Tabulasi Absorbansi Nilai % Transmisi Eritema dan % Transmisi Pigmentasi.....	75
E.2.1 Tabulasi Absorbansi Nilai % Transmisi eritema dan % Transmisi Pigmentasi Sebelum Paparasi Sinar UV	75
E.2.2 Tabulasi Absorbansi Nilai % Transmisi eritema dan % Transmisi Pigmentasi Setelah Paparasi Sinar UV	77
E.3 Nilai Tetapan Fluks Eritema dan Pigmentasi	79

F. Hasil Analisis <i>One-Way</i> ANOVA dengan Program SPSS	80
F.1 Hasil Analisis <i>One-Way</i> ANOVA Uji Fisika Kimia <i>Lotion</i>	80
F.1.1 Hasil Analisis <i>One-Way</i> ANOVA Uji Viskositas	80
F.1.2 Hasil Analisis <i>One-Way</i> ANOVA Uji pH	80
F.1.3 Hasil Analisis <i>One-Way</i> ANOVA Uji Daya Sebar	85
F.2 Hasil Analisis <i>One-Way</i> ANOVA Formula <i>Lotion</i> Tabir Surya dengan Parameter SPF <i>In Vitro</i>	87
F.3 Hasil Analisis <i>One-Way</i> ANOVA Formula <i>Lotion</i> Tabir Surya dengan Parameter % Transmisi Eritema.....	89
F.4 Hasil Analisis <i>One-Way</i> ANOVA Formula <i>Lotion</i> Tabir Surya dengan Parameter % Transmisi Pigmentasi.....	94
G. Hasil Analisis <i>T-Test</i> Berpasangan dengan Program SPSS.....	96
G.1 Hasil Analisis <i>T-Test</i> Berpasangan Nilai SPF <i>In Vitro</i> Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV	96
G.2 Hasil Analisis <i>T-Test</i> Berpasangan Nilai % Transmisi Eritema Sebelum dan % Transmisi Eritema Setelah Paparan Sinar UV	97
G.3 Hasil Analisis <i>T-Test</i> Berpasangan Nilai % Transmisi Pigmentasi Sebelum dan % Transmisi Pigmentasi Setelah Paparan Sinar UV	99
H. Contoh Perhitungan.....	100
H.1 Contoh Perhitungan Preparasi sampel	100
H.2 Contoh Perhitungan Nilai SPF <i>In Vitro</i>	100
H.3 Contoh Perhitungan Nilai % Transmisi Eritema	101
H.4 Contoh Perhitungan Nilai % Transmisi Pigmentasi	102
I. Sertifikat Analisis Bahan.....	103
I.1 Sertifikat Analisis <i>Octyl Methoxycinnamate</i>	103
I.2 Sertifikat Analisis <i>Benzophenone-3</i>	104
I.3 Spesifikasi Vitamin E.....	105
J. Dokumentasi Preparasi Sampel Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV	107

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matahari merupakan sumber cahaya alami yang memiliki peranan yang sangat penting bagi kelangsungan kehidupan manusia. Salah satu keuntungan sinar matahari adalah membantu produksi vitamin D dengan cara mengaktifasi 7-dehidrokolesterol (provitamin D3) pada epidermis, sehingga dapat meningkatkan absorpsi kalsium dalam usus halus (Djuanda, 2007). Selain efek menguntungkan, sinar matahari juga memiliki efek yang merugikan, tergantung pada frekuensi dan lamanya sinar matahari mengenai kulit, intensitas matahari, serta kepekaan kulit seseorang (Soeratri dkk., 2005^a). Efek merugikan yang dapat ditimbulkan pada kulit antara lain adalah terjadinya kerusakan epidermis yang sering disebut dengan *sunburn*, pigmentasi, dan penuaan dini kulit. Pada penyinaran yang lama di bawah terik matahari, dapat mengakibatkan perubahan pada jaringan pengikat dalam lapisan *stratum corneum*, eritema, bahkan paling parah dapat menyebabkan efek kronik yaitu terjadinya kanker kulit (Soeratri dkk., 2005^b, Agustin dkk., 2013).

Radiasi sinar matahari terdiri atas sinar inframerah (panjang gelombang >760 nm), sinar tampak (400-760 nm), dan sinar ultraviolet (UV) (200-400 nm) yang terdiri atas UV A, UV B serta UV C (Mitsui, 1997). Efek merugikan sinar matahari terutama disebabkan oleh radiasi sinar UV (Ningrum, 2008). Radiasi UV yang sampai ke bumi yaitu UV-A dengan panjang gelombang 320-400 nm menyebabkan pigmentasi dan UV-B dengan panjang gelombang 290-320 nm menyebabkan eritema. Radiasi UV-C dengan panjang gelombang yang lebih kecil dari 290 nm (200-290 nm) tidak sampai ke bumi karena tersaring oleh lapisan ozon (Schueller dan Romanowski, 2001; Barel dkk., 2009).

Kulit merupakan pembungkus elastis yang melindungi tubuh dari pengaruh lingkungan luar yang dapat menyebabkan kerusakan fisik, termasuk pancaran radiasi sinar matahari terutama sinar UV (Soeratri dkk., 2005^a). Kulit manusia

secara alami mempunyai sistem perlindungan terhadap sinar UV yaitu penebalan *stratum corneum* dan pembentukan melanin. Namun pada kontak paparan sinar UV yang terlalu lama dengan intensitas tinggi, menjadikan sistem perlindungan alamiah tidak dapat melindungi secara maksimal sehingga menyebabkan efek yang merugikan bagi kulit. Oleh karena itu diperlukan senyawa tabir surya sebagai perlindungan tambahan untuk kulit dari radiasi UV secara langsung (Mitsui, 1997; Edlich dkk., 2004; Barel dkk., 2009).

Senyawa tabir surya merupakan senyawa-senyawa kosmetik yang secara fisik atau kimia dapat menghambat penetrasi sinar UV ke dalam kulit. Berdasarkan mekanisme kerjanya, bahan aktif tabir surya dibagi menjadi 2, yaitu mekanisme fisika (pengeblok fisik) dan mekanisme kimia (penyerap kimiawi). Bahan aktif tabir surya pengeblok fisik misalnya TiO_2 dan ZnO , dapat memantulkan serta menghamburkan radiasi sinar UV. Bahan aktif tabir surya penyerap kimiawi memiliki kemampuan untuk mengabsorpsi energi radiasi sinar UV, dibedakan menjadi dua, yaitu: anti UV-A contohnya adalah *benzophenone*, *anthranilate* dan *dibenzoylmethane*; anti UV-B contohnya adalah senyawa turunan *para amino benzoic acid* (PABA), turunan sinamat, dan turunan salisilat (Barel dkk., 2009).

Benzophenone-3 dan *octyl methoxycinnamate* merupakan senyawa anti UV-A dan anti UV-B yang umum digunakan dalam sediaan tabir surya, namun tidak stabil terhadap paparan sinar UV karena akan mengalami fotodegradasi. *Benzophenone-3* merupakan salah satu senyawa tabir surya anti UV-A yang paling efisien dan banyak digunakan. Kombinasi *benzophenone-3* sebagai senyawa anti UV-A dengan senyawa anti UV-B akan meningkatkan nilai SPF *in vitro* dalam sediaan tabir surya (Barel dkk., 2009). Akan tetapi, *benzophenone-3* dapat mengalami degradasi dengan pemaparan sinar UV. Menurut penelitian Prasetyo (2013) sediaan krim tabir surya yang mengandung *benzophenone-3* mengalami penurunan nilai *Sun Protection Factor* (SPF) *in vitro* dan peningkatan nilai transmisi pigmentasi setelah pemaparan sinar UV selama 120 menit. Bahan anti UV-B yang paling poten salah satunya adalah *octyl methoxycinnamate* (Barel dkk., 2009). Pada penelitian Astuti (1997) menunjukkan bahwa paparan cahaya matahari langsung selama 5 jam dapat menurunkan kadar *octyl methoxycinnamate*

dalam sediaan, hal tersebut dikarenakan lebih dari 34% *octyl methoxycinnamate* mengalami fotodegradasi dalam waktu satu jam pada penyinaran awal. Didukung dengan pernyataan Pattanaargson dan Limphong (2000) bahwa *octyl methoxycinnamate* mengalami fotodegradasi yaitu dari *E-octyl-p-methoxycinnamate* membentuk *Z-octyl-p-methoxycinnamate* setelah paparan sinar matahari dan hasil degradasinya dapat menurunkan efektivitas *octyl methoxycinnamate* sebagai tabir surya.

Antioksidan adalah bahan yang secara luas digunakan dalam sediaan topikal, terutama aplikasinya dalam sediaan kosmetik (Barel dkk., 2009). Penggunaan antioksidan dalam formulasi tabir surya berfungsi sebagai *photoprotection* atau mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas dengan adanya radiasi sinar UV (Scalia dan Mezzena, 2010). Salah satu yang termasuk dalam golongan antioksidan adalah vitamin E. Vitamin E adalah antioksidan lipofilik yang umum digunakan dalam formulasi sediaan topikal (Barel dkk., 2009). Vitamin E merupakan antioksidan baik yang dapat meningkatkan hidrasi pada *stratum corneum* sehingga melembabkan dan melembutkan kulit (Schueller dan Romanowski, 2001; Mukul dkk., 2011; Khamsiah dkk., 2012). Penggunaan vitamin E dalam sediaan kosmetik adalah 1-5% (Mukul dkk., 2011). Menurut penelitian Khamsiah dkk (2012) penambahan vitamin E dalam beberapa sediaan tabir surya dapat meningkatkan nilai SPF *in vitro*.

Efektivitas *in vitro* tabir surya dapat dinyatakan dengan SPF *in vitro*, persentase transmisi eritema, dan persentase transmisi pigmentasi. SPF secara *in vivo* merupakan perbandingan dosis minimal eritema (MED) pada kulit manusia yang terlindungi tabir surya dengan MED kulit tanpa perlindungan (Walters, 2002). Semakin tinggi nilai SPF maka semakin baik pula sediaan tabir surya dapat melindungi kulit dari radisi sinar UV (Dutra dkk., 2004). Persentase transmisi eritema/pigmentasi adalah perbandingan jumlah energi sinar UV yang diteruskan oleh sediaan tabir surya pada spektrum eritema/pigmentasi dengan jumlah faktor keefektifan eritema pada tiap panjang gelombang dalam rentang eritema 292,5–337,5 nm dan rentang pigmentasi 332,5-372,5 nm (Cumpelik, 1972).

Salah satu bentuk sediaan tabir surya yang banyak digunakan adalah *lotion*. *Lotion* adalah sediaan cair yang mengandung partikel padat yang terdispersi dalam pembawanya, yaitu merupakan suatu suspensi atau emulsi topikal yang ditujukan untuk kulit. *Lotion* memiliki beberapa keuntungan diantaranya adalah dapat melembutkan kulit, memiliki daya *spreading* yang baik, dan cepat kering setelah pemakaian (USP, 2007), karena tabir surya yang akan dibuat ditujukan penggunaannya untuk kulit tubuh maka dipilih sediaan *lotion*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan vitamin E dan paparan sinar UV terhadap efektivitas tabir surya secara *in vitro* (SPF *in vitro*, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi) dengan bahan aktif kombinasi *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* dalam sediaan *lotion*. Berdasarkan Mukul dkk (2011) dan hasil orientasi yang telah dilakukan, maka dipilih konsentrasi vitamin E sebesar 0%, 1%, 3%, dan 5% untuk masing-masing formula.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan vitamin E terhadap efektivitas *in vitro lotion* tabir surya (SPF *in vitro*, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi) dengan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*?
2. Bagaimana pengaruh paparan sinar UV terhadap efektivitas *in vitro lotion* tabir surya (SPF *in vitro*, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi) menggunakan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* dengan penambahan vitamin E?
3. Berapakah konsentrasi vitamin E yang dapat memberikan efektivitas *in vitro lotion* tabir surya (SPF *in vitro*, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi) terbaik (SPF *in vitro* tinggi, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi rendah)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh penambahan vitamin E terhadap efektivitas *in vitro lotion* tabir surya (SPF *in vitro*, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi) dengan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*.
2. Mengetahui pengaruh paparan sinar UV terhadap efektivitas *in vitro lotion* tabir surya (SPF *in vitro*, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi) menggunakan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* dengan penambahan vitamin E.
3. Mengetahui konsentrasi vitamin E yang dapat memberikan efektivitas *in vitro lotion* tabir surya (SPF *in vitro*, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi) terbaik (SPF *in vitro* tinggi, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi rendah).

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan vitamin E dan paparan sinar UV terhadap efektivitas *in vitro lotion* tabir surya dengan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* serta bermanfaat dalam pengembangan formula *lotion* tabir surya yang efektif.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Radiasi Matahari

Matahari dapat memancarkan berbagai macam sinar, baik yang dapat dilihat (visibel) maupun yang tidak dapat dilihat. Sinar matahari yang dapat dilihat adalah sinar yang dipancarkan dalam gelombang lebih dari 400 nm, sedangkan sinar matahari dengan panjang gelombang 200 nm-400 nm yang disebut dengan sinar ultraviolet (UV), tidak dapat dilihat dengan mata (Anonim, 2009).

Dalam beberapa hal sinar matahari bermanfaat untuk manusia yaitu diantaranya untuk mensintesis vitamin D, memberikan penerangan untuk kehidupan, dan sumber energi. Namun disamping manfaat tersebut, sinar matahari dapat merugikan manusia apabila terpapar pada kulit terlalu lama (Anonim, 2009; Lim dan Draelos, 2009).

Sinar matahari terdiri atas sinar inframerah, sinar tampak, dan sinar UV. Sinar UV terdiri atas:

a. Sinar UV-A

Merupakan radiasi UV yang mempunyai panjang gelombang 320–400 nm dengan efektivitas tertinggi pada panjang gelombang 340 nm. Daerah UV ini bertanggung jawab terhadap perubahan warna kulit secara langsung menjadi lebih gelap tanpa menimbulkan kemerahan. UV a dibagi menjadi 2 yaitu :

- 1). UV-A I = panjang gelombang 340-400 nm
- 2). UV-A II = panjang gelombang 320-340 nm (Barel dkk., 2009)

b. Sinar UV-B

Sinar UV-B disebut juga radiasi sengatan matahari (*sunburn*) atau radiasi UV sedang, mempunyai daerah panjang gelombang 290–320 nm dengan puncak efektivitas pada 297,6 nm. Sinar UV-B adalah daerah UV eritemogenik yang lebih efektif menimbulkan eritema daripada *tanning*. Radiasi UV-B menimbulkan *tanning* lambat yang ditandai dengan peningkatan aktivitas dan jumlah melanosit.

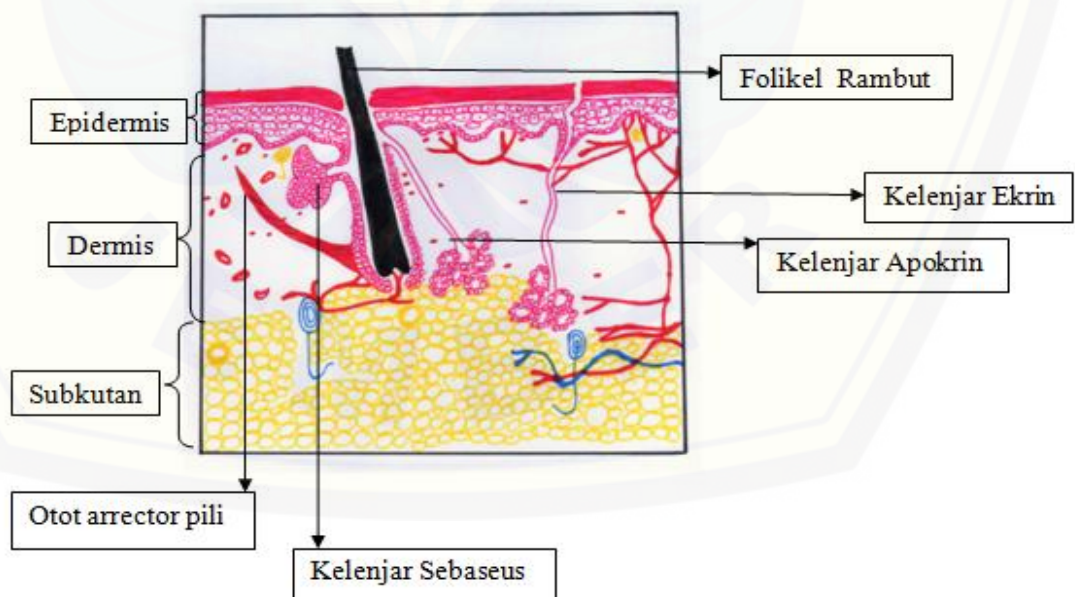
Pemaparan tunggal dapat meningkatnya aktivitas melanosit sedangkan pemaparan yang berulang dapat peningkatan jumlah melanosit. Radiasi UV-B dalam jangka waktu yang lama juga menimbulkan kemerahan dan nyeri pada kulit (Tahir dkk., 2002; FDA, 2003).

c. Sinar UV-C

Radiasi sinar UV-C merupakan gelombang radiasi UV pendek atau radiasi germisidal, mempunyai panjang gelombang 200–290 nm. Radiasi UV-C dapat menyebabkan kerusakan jaringan, akan tetapi sinar UV ini sebagian besar telah tersaring oleh lapisan ozon di atmosfer. UV C tidak merangsang pencoklatan kulit, tetapi dapat menyebabkan eritema (FDA, 2003).

2.2 Kulit

Kulit adalah suatu organ pembungkus seluruh permukaan luar tubuh, merupakan organ terberat dan terbesar dari tubuh. Keseluruhan kulit beratnya sekitar 10% berat tubuh (Walters, 2002). Total luas kulit pada manusia adalah 2500 cm^2 - 18.000 cm^2 dengan berat 4,8 kg pada laki-laki dan 3,2 kg pada perempuan. Tebal kulit bervariasi mulai 0,5 mm sampai 6 mm bergantung letak, umur, dan jenis kelamin (Harry, 1982).



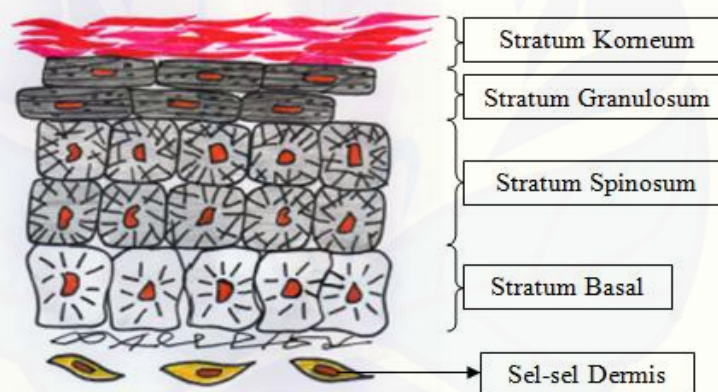
Gambar 2.1 Struktur Kulit (James dkk., 2006)

2.2.1 Anatomi Kulit

Kulit terdiri atas tiga lapisan, antara lain adalah lapisan epidermis, lapisan dermis dan lapisan subkutis.

a. Lapisan Epidermis

Epidermis adalah lapisan luar kulit yang tipis. Tebal epidermis berbeda-beda pada berbagai tempat di tubuh, yang paling tebal berukuran 1 milimeter terdapat pada telapak tangan dan telapak kaki, dan lapisan paling tipis berukuran 0,1 milimeter terdapat pada kelopak mata, pipi, dahi, dan perut. Sel-sel epidermis disebut keratinosit (Tranggono dan Latifah, 2007). Epidermis terdiri atas epitel berlapis pipih, bertanduk, mengandung sel melanosit, langerhans, dan merkel. Pada epidermis terjadi regenerasi setiap 4-6 minggu. Lapisan epidermis memiliki beberapa fungsi yaitu: proteksi barier, organisasi sel, sintesis vitamin D dan sitokin, pembelahan dan mobilisasi sel, pigmentasi (melanosit) dan pengenalan alergen (sel langerhans) (Barel dkk., 2001; Mollet dan Grubenmann, 2001).



Gambar 2.2 Struktur Epidermis (Alonso dan Fuchs, 2003)

Epidermis terdiri atas lima lapisan (dari lapisan yang paling atas sampai yang terdalam):

1). Lapisan Tanduk (*stratum corneum*)

Stratum corneum terdiri atas beberapa lapis sel pipih, mati, tidak memiliki inti, tidak mengalami proses metabolisme, tidak berwarna, dan sangat sedikit mengandung air. Lapisan ini sebagian besar terdiri atas keratin, yaitu jenis protein yang tak larut dalam air dan sangat resisten terhadap bahan-bahan kimia. Hal

tersebut berkaitan dengan fungsinya memproteksi tubuh dari pengaruh luar. Secara alami, sel-sel yang sudah mati di permukaan kulit akan melepaskan diri dan beregenerasi. Permukaan *stratum corneum* dilapisi oleh suatu lapisan pelindung lembab tipis yang bersifat asam disebut mantel asam kulit (Tranggono dan Latifah, 2007).

2). Lapisan Jernih (*stratum lucidum*)

Lapisan *stratum lucidum* terletak langsung di bawah *stratum corneum*, merupakan lapisan pipih, tanpa inti, dan jernih. Lapisan *stratum lucidum* sangat tampak jelas pada telapak tangan dan telapak kaki (Tranggono dan Latifah, 2007).

3). Lapisan berbutir-butir (*stratum granulosum*)

Lapisan *stratum granulosum* merupakan lapis sel yang intinya di tengah dan sitoplasma terisi oleh granula basofilik kasar yang dinamakan granula keratohialin yang mengandung protein kaya akan histidin (Baumann, 2009). Pada lapisan ini terdapat sel langerhans yang berfungsi mengeluarkan respon imun sebagai bentuk perlindungan terhadap benda asing (Barel dkk., 2001).

4). Lapisan Malpighi (*stratum spinosum* atau *malphigi layer*)

Stratum spinosum merupakan lapisan yang terdiri dari 1-10 keratin awal. Keratin tersebut akan membentuk sitoskeleton kaku sehingga akan menghasilkan lapisan sel yang memiliki kekuatan mekanik. Pada lapisan ini mengandung sel langerhans dan banyak glikogen (Baumann, 2009).

5). Lapisan Basal (*stratum germinativum* atau *membran basalis*)

Pada lapisan ini terdapat aktifitas mitosis dan bertanggung jawab dalam pembaharuan sel epidermis secara konstan. Lapisan basal merupakan satu lapis sel yang mengandung melanosit dan enzim tirosinase, sehingga dapat mengubah tirosin menjadi *dihydroxyphenilalanine* (DOPA), *dopaquinone* dan akhirnya membentuk melanin yang berpigmen. Melanin mempunyai kemampuan untuk menyerap radiasi sinar UV dan melindungi kulit dari bahayanya. Pada lapisan basal juga ditemukan sel merkel, yaitu sel yang memiliki banyak granul tebal dalam sitoplasmanya (Barel dkk., 2001).

b. Lapisan Dermis

Lapisan dermis merupakan bagian yang paling penting pada kulit. Lapisan dermis terdiri atas jaringan ikat yang menyokong epidermis dan menghubungkannya dengan jaringan subkutis. Tebal lapisan dermis 0,1-0,5 cm (Walters, 2002).

Lapisan dermis terdiri atas sel-sel berbagai macam bentuk. Dermis terutama terdiri atas bahan dasar serabut kolagen dan elastin yang berada di dalam substansi dasar yang bersifat koloid dan terbuat dari gelatin mukopolisakarida. Serabut kolagen dapat mencapai 72 persen dari keseluruhan berat kulit manusia.

Di dalam dermis terdapat pula adneksa kulit yaitu folikel rambut, papila rambut, kelenjar keringat, saluran keringat, kelenjar sebacea, otot penegak rambut, ujung pembuluh darah dan ujung saraf, juga sebagian serabut lemak yang terdapat pada bagian bawah kulit (Subkutis/hipodermis) (Tranggono dan Latifah, 2007).

c. Lapisan Subkutis

Merupakan lapisan yang terdalam dari kulit atau disebut hipodermis yang terdiri atas lapisan lemak (50% dari lemak tubuh) serta sel-sel utama lainnya seperti fibroblas dan makrofag. Pada lapisan subkutis ini terdapat jaringan ikat (kolagen dan elastin) yang menghubungkan kulit secara longgar dengan jaringan di bawahnya. Salah satu peranan utama lapisan subkutis adalah membawa sistem pembuluh darah dan saraf untuk kulit (Walters, 2002).

2.2.2 Fungsi Kulit

Kulit merupakan organ yang berfungsi sangat penting bagi tubuh diantaranya adalah:

a. Fungsi Proteksi

Serabut elastin yang terdapat pada dermis serta jaringan lemak subkutis berfungsi mencegah trauma mekanik langsung terhadap tubuh. Lapisan tanduk dan mantel lemak kulit menjaga kadar air tubuh dengan cara mencegah masuknya air dari luar tubuh dan mencegah penguapan air, selain itu juga berfungsi sebagai barier terhadap racun dari luar. Mantel asam kulit dapat mencegah pertumbuhan bakteri di kulit (Tranggono dan Latifah, 2007). Pada epidermis yaitu lapisan basal

terdapat melanin yang memiliki peranan proteksi kulit dari radiasi sinar UV (Mitsui, 1997).

b. Fungsi Thermoregulasi

Kulit mengatur temperatur tubuh melalui mekanisme dilatasi dan konstiksi pembuluh kapiler dan melalui perspirasi, yang keduanya dipengaruhi saraf otonom. Pada saat temperatur badan menurun terjadi vasokonstriksi, sedangkan pada saat temperatur badan meningkat terjadi vasodilatasi untuk meningkatkan pengeluaran panas (Tranggono dan Latifah, 2007).

c. Fungsi Persepsi Sensoris

Kulit bertanggung jawab sebagai indera terhadap rangsangan dari luar berupa tekanan, raba, suhu, dan nyeri melalui beberapa reseptor seperti *meissener*, *diskus merkell* dan *korpuskulum golgi* sebagai reseptor raba, *korpuskulum pacini* sebagai reseptor tekanan, *korpuskulum ruffini* dan *krauss* sebagai reseptor suhu dan *nervus end plate* sebagai reseptor nyeri. Rangsangan dari luar diterima oleh reseptor-reseptor tersebut dan diteruskan ke sistem saraf pusat, selanjutnya akan diinterpretasikan oleh korteks serebri (Walters, 2002; Tranggono dan Latifah, 2007).

d. Fungsi Absorpsi

Terdapat dua jalur absorpsi melalui kulit dan kemudian masuk ke dalam tubuh, yaitu melalui jalur epidermis dan melalui kelenjar sebaceous folikel rambut. Berbagai jenis steroid seperti hormon dan adrenokortikosteroid, serta senyawa larut lemak seperti vitamin A, D, E, K diabsorpsi melalui kulit (Mitsui, 1997).

e. Fungsi lainnya

Kulit memiliki kemampuan untuk mensintesis vitamin D dengan adanya sinar UV pada prekursor vitamin D di kulit. Selain itu kulit juga akan menunjukkan emosi, seperti kemerahan, dan takut (kulit menjadi pucat dan rambut berdiri) (Mitsui, 1997).

2.2.3 Respon Kulit terhadap Paparan Sinar UV

Kulit yang terpapar radiasi sinar UV akan mengalami kerusakan, tingkat kerusakan pada kulit akibat paparan radiasi bergantung pada berbagai faktor yang

meliputi jenis radiasi, besar dosis dan laju dosis, luas kulit yang terkena radiasi, dan karakteristik kualitas kulit seperti tekstur, umur, warna, ketebalan dan lokasi kulit (Alatas, 1998). Setelah pemaparan sinar matahari, kulit akan segera mengalami fase penggelapan (*tanning*). Hal tersebut disebabkan oleh oksidasi pigmen melanin yang telah berada di permukaan kulit (*stratum corneum*), akan tetapi akan kembali ke warna normal dalam beberapa jam. Respon ini dilakukan oleh UV-A dan sinar tampak (Mitsui, 1997).

Pada beberapa jam setelah terpapar sinar UV, kulit akan mengalami kemerahan, mencapai puncaknya setelah 8 jam dan kemudian akan berkurang secara bertahap. Fase ini disebut dengan *sunburn* atau *eritema*. Daerah panjang gelombang yang dapat menyebabkan *sunburn* adalah daerah panjang gelombang 290-320nm (UV B) (Mitsui, 1997).

Eritema adalah suatu proses perubahan warna kulit menjadi kemerahan, sebagai akibat kerusakan pada kulit yang segera terlihat setelah terkena radiasi. Derajat keparahan eritema merupakan indikator tingkat kerusakan pada epidermis. Eritema akibat radiasi terjadi dalam dua tahap yaitu eritema awal yang biasanya muncul dalam waktu beberapa menit atau jam setelah terkena radiasi dan eritema kedua yang muncul dalam waktu 2-3 minggu. Tahapan perkembangan gejala eritema dapat dibagi dalam 3 fase yaitu memerahnya kulit, terjadinya pengkerutan kulit dan lepasnya sel-sel epidermis. Dalam waktu beberapa jam setelah paparan, kulit menjadi merah yang mencapai puncaknya setelah 24 jam. Keadaan ini kemudian diikuti dengan penurunan intensitas kemerahan kulit secara bertahap selama 2-3 hari. Hal ini terjadi karena pelebaran pembuluh darah dan juga kerusakan pada kapiler-kapiler darah. Mulai hari ke 8 sampai hari ke 14 bagian kulit yang memerah tersebut mengalami pengerutan dan mengalami penyembuhan dalam waktu satu bulan. Proses pelepasan sel-sel epidermis kulit mulai terjadi pada hari ke 35 yang menyebabkan menipisnya lapisan epidermis (Alatas, 1998; Soeratri dkk., 2005^a).

Tingkat kerusakan eritema sangat bervariasi pada setiap individu, bergantung pada kandungan pigmen, ketebalan kulit, suhu tubuh dan aktivitas individu. Efek

radiasi dosis tinggi terhadap pembuluh darah semula terlihat sebagai eritema dan kemudian timbul lesi-lesi kecil atau besar (Alatas, 1998).

Respon akut terhadap sinar UV pada setiap individu berbeda-beda. Dosis minimal eritema (MED) adalah merupakan nilai yang digunakan untuk menunjukkan sensitivitas akut pada individu. MED merupakan jumlah minimal sinar UV yang dibutuhkan untuk menyebabkan eritema ketika seseorang terpapar sinar UV. Maka, individu dengan sensitivitas yang tinggi memiliki MED yang rendah karena hanya sejumlah kecil dari sinar UV yang dapat menyebabkan eritema pada kulit (Mitsui, 1997).

Respon kronik kulit terhadap sinar UV berupa kulit gelap, kasar, dan berkerut. Apabila dalam kondisinya memburuk, dapat menyebabkan terjadinya kanker kulit (Mitsui, 1997).

2.2.4 Perlindungan Alami Kulit

Kulit memiliki dua mekanisme penting dalam menangkal radiasi sinar UV secara alami, yaitu dengan cara penebalan *stratum corneum* dan pembentukan melanin dari melanosit. Paparan sinar UV menyebabkan *stratum corneum* menebal tiga kali lipat, sel-sel yang menebal tersebut akan menyerap, memantulkan, dan menghamburkan radiasi sinar UV. Lapisan epidermis yang menebal memiliki toleransi yang tinggi terhadap radiasi sinar UV daripada lapisan epidermis yang tipis (Harry, 1982; Edlich dkk., 2004).

Pada lapisan epidermis yaitu di *stratum germinativum* terdapat melanosit yang akan memproduksi melanin sebagai perlindungan terhadap sinar UV. Fotosensitivitas kulit dipengaruhi oleh jumlah melanin yang diproduksi. Pada ras Kaukasia memiliki jumlah melanin yang sedikit dan banyak ditemukan kasus kanker kulit dibandingkan dengan ras lain yang memiliki kulit gelap (Mitsui, 1997; Edlich dkk., 2004).

2.3 Tabir Surya

2.3.1 Tinjauan Tabir Surya

Tabir surya adalah suatu sediaan yang mengandung senyawa kimia yang dapat menyerap, menghamburkan atau memantulkan sinar UV yang mengenai kulit sehingga dapat digunakan untuk melindungi fungsi dan struktur kulit manusia dari kerusakan akibat sinar UV (FDA, 2003). Produk tabir surya memiliki peranan untuk mengurangi dosis radiasi UV sehingga dapat mencegah kerusakan kulit. Tabir surya topikal dapat dibuat dalam sediaan salep, gel, *lotion*, krim atau *spray* (Ditjen POM, 1985; Draelos dan Thaman, 2006).

Berdasarkan mekanismenya tabir surya dibagi menjadi dua yaitu, tabir surya kimia dan tabir surya fisika, bahan-bahan yang dapat digunakan terdapat pada tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Komponen Bahan Tabir Surya (Barel dkk., 2009)

Tabir surya kimia(<i>Chemical Absorber</i>) / Komponen organik		Tabir surya fisik (<i>Phisycal Blocker</i>)/komponen anorganik
UV A	UV B	
1. Benzofenon	1. Turunan PABA	1. TiO ₂
a. Oksibenzon	a. Padimate O	2. ZnO
b. Sulisobenzon	b. PABA	3. MgO
c. Dioksibenzon	2. Sinamat	4. CaCO ₃
2. <i>Dibenzoil Methane</i>	a. Oktinosate	
a. Avobenzon	b. Cinosate	
atau parsol	3. Salisilat	
3. <i>Anthranilate</i>	a. Oktisalat	
a. Meradimate	b. Homosalat	
	c. Salisilat	
	4. Lainnya	
	a. <i>Anthranilat</i>	
	b. <i>Ensulizole</i>	

Mekanisme tabir surya sebagai penyerap kimiawi adalah sebagai berikut:

- a. Molekul bahan kimia tabir surya menyerap energi sinar UV, kemudian mengalami eksitasi dari *ground state* ke tingkat energi yang lebih tinggi.
- b. Sewaktu molekul yang tereksitasi kembali ke kedudukan yang lebih rendah (*ground state*) akan melepaskan energi yang lebih rendah dari energi yang

semula diserap untuk menyebabkan eksitasi. Maka sinar UV dari energi yang lebih tinggi setelah energinya diserap oleh bahan tabir surya akan mempunyai energi yang lebih rendah.

- c. Sinar UV dengan energi yang lebih rendah akan kurang atau tidak menyebabkan efek *sunburn* pada kulit (FDA, 2003).

Kriteria kosmetik tabir surya yang baik :

- 1). Mudah digunakan
- 2). Jumlah yang menempel mencukupi kebutuhan
- 3). Bahan aktif kompatibel dengan bahan tambahan lain
- 4). Bahan dasar dapat mempertahankan kelembutan dan kelembaban kulit (FDA, 2003).

2.3.2 Efektivitas Tabir Surya

Efektivitas sediaan tabir surya dapat dinyatakan dengan nilai SPF (*Sun Protection Factor*), persentase transmisi eritema (%TE), dan persentase transmisi pigmentasi (%TP) (Soeratri dkk., 2005). SPF merupakan perbandingan MED pada kulit manusia yang terlindungi tabir surya dengan MED kulit tanpa perlindungan (Walters, 2002). MED adalah nilai yang menunjukkan sensitivitas akut individu terhadap sinar UV. MED menunjukkan jumlah minimal sinar UV yang dibutuhkan untuk menimbulkan kemerahan ketika seseorang terpapar sinar UV (Mitsui, 1997).

a. *Sun Protection Factor* (SPF)

SPF dapat ditentukan melalui perbandingan energi sinar yang dipaparkan untuk dapat menimbulkan eritema dan dapat juga melalui waktu yang diperlukan sampai timbul eritema (Draeos dan Thaman, 2006). Food and Drug Administration (FDA) mensyaratkan tiap tabir surya harus mencantumkan nilai SPFnya. Nilai SPF dapat ditentukan secara *in vitro* (menggunakan spektrofotometer) dan juga dapat secara *in vivo* yaitu dengan pemaparan *solar simulator* (Walters, 2002).

- 1). Evaluasi nilai SPF secara *in vitro*

Nilai SPF secara *in vitro* dilakukan dengan metode spektrofotometri.

Hubungan antara SPF dengan spektrofotometri adalah (Petro, 1981):

$$\text{SPF} = 10^{A_{\text{rata-rata}}} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\text{Atau : Log SPF} = \frac{\text{AUC}}{\lambda_n - \lambda_1} \times 2 = A_{\text{rata-rata}} = A\alpha \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan : $A_{\text{rata-rata}}$ = serapan tabir surya

$\lambda_n - \lambda_1$ = interval aktivitas eritemogenik

Berdasarkan hasil pengamatan nilai absorbansi maka dapat diketahui kurva nilai absorbansi (A) terhadap panjang gelombang, selanjutnya dari kurva tersebut dapat dihitung area dibawah kurva (AUC) dengan rumus (Petro, 1981) :

$$[\text{AUC}]_{\lambda_p - a}^{\lambda_p} = \frac{A_p - a + A_p}{2} (\lambda_p - \lambda_{p-a}) \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan : AUC = luas daerah di bawah kurva serapan

A_p = serapan pada panjang gelombang p

A_{p-a} = serapan pada panjang gelombang p-a

Semua radiasi di bawah 290 nm dapat diserap oleh lapisan ozon, maka sebagai λ_1 adalah panjang gelombang 290 nm. λ_n adalah panjang gelombang diatas 290 nm yang mempunyai nilai absorbansi lebih besar atau sama dengan 0,05. Jika nilai lebih dari 400 nm, maka diasumsikan sensitivitas kulit dapat diabaikan (Petro, 1981).

2). Evaluasi nilai SPF secara in vivo

Nilai SPF secara in vivo dapat ditentukan dengan menggunakan sumber sinar cahaya matahari atau sumber sinar *solar stimulator* yang dapat menghasilkan sinar matahari buatan dengan radiasi pada panjang gelombang 290-320 nm (UV-B). Evaluasi dilakukan pada kulit manusia yang tidak terdapat sunburn, bekas luka, luka, kelainan pada kulit, dan rambut yang berlebihan. Area evaluasi dibentuk area persegi empat yang memiliki luas 1 cm². Bahan uji yang dioleskan adalah sebanyak 2mg/cm² pada kulit dan disebut sebagai kulit yang terlindungi. Pada bagian yang tidak terlindungi tidak diberikan apapun. Kulit disinari dengan sinar matahari atau *solar stimulator* kemudian dicatat waktu yang diperlukan untuk memperoleh MED pada kulit yang terlindungi dan kulit yang tidak terlindungi (Petro, 1981).

SPF *in vivo* dihitung dengan membandingkan waktu yang dibutuhkan untuk MED (diamati setelah pemaparan 16-24 jam) pada kulit yang terlindungi dan waktu yang dibutuhkan untuk MED pada kulit yang tidak terlindungi. Dirumuskan sebagai berikut (Petro, 1981) :

$$\text{SPF} = \frac{\text{Waktu paparan (MED kulit yang terlindungi)}}{\text{Waktu paparan (MED kulit yang tidak terlindungi)}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Berdasarkan Harry (1982), nilai SPF sediaan tabir surya dikelompokkan menjadi beberapa kategori, yaitu :

- a). *Minimal Sun Protection Product* : menyediakan nilai SPF 2-3, memberikan perlindungan minimal dari *sunburn* dan dapat mengakibatkan *tanning*.
- b). *Moderate Sun Protection Product*: menyediakan nilai SPF 4-5, memberikan perlindungan sedang dari *sunburn* dan dapat mengakibatkan *tanning*.
- c). *Extra Sun Protection Product* : menyediakan nilai SPF 6-7, memberikan perlindungan *extra* dari *sunburn* dan terjadi *tanning* yang terbatas.
- d). *Maximal Sun Protection Product* : menyediakan nilai SPF 8-15, memberikan perlindungan maksimal dari *sunburn*, sedikit atau tidak terjadi *tanning*.
- e). *Ultra Sun Protection Product* : menyediakan nilai SPF lebih dari 15, memberikan perlindungan paling tinggi dari *sunburn*, dan tidak mengakibatkan *tanning*.

b. Evaluasi %TE

Perhitungan %TE ditentukan menggunakan spektrofotometri, yaitu dengan cara mengukur intensitas sinar yang diteruskan bahan tabir surya pada panjang gelombang eritemogenik. Sinar matahari panjang gelombang 290-400 nm dengan efektivitas tertinggi 297,6 nm merupakan daerah eritmogenik.

Efektivitas eritema adalah efek dari sejumlah radiasi pada panjang gelombang tertentu yang dibandingkan dengan efek eritema pada radiasi panjang gelombang 296,7 nm dengan energi yang sama. Energi matahari pada panjang gelombang tertentu yang sebanding dengan energi pada panjang gelombang 296,7 nm diperoleh dari hasil perkalian antara intensitas radiasi matahari pada panjang

gelombang tersebut dengan faktor efektivitas eritemanya (Kreps dan Goldemberg, 1972).

Penentuan %TE dilakukan dengan mengamati nilai serapan larutan sediaan yang dibuat pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm. Dengan jarak perubahan skala setiap kali pengamatan 5 nm (Kreps dan Goldemberg, 1972; Soeratri, 2005^b). Nilai serapan diperoleh dari tiga replikasi yang dihitung nilai serapan untuk 1g/L (A) dan persen nilai transmisi (T) dengan rumus (Cumpelik, 1972) :

$$A = -\log T \dots \dots \dots (2.5)$$

Perkalian antara nilai transmisi dengan faktor efektivitas eritema (Fe) pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm menghasilkan nilai transmisi eritema. Nilai yang diperoleh kemudian dibagi dengan total *incident erithemal energy* ($\sum Fe$) untuk memberikan hasil %TE. Berikut adalah merupakan persamaan %TE (Cumpelik, 1972):

$$\% \text{ Transmisi Eritema} = \sum (T.Fe) / \sum Fe \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan : T = nilai % transmisi eritema
 Fe = tetapan fluks eritema
 $\sum Fe$ = jumlah total fluks eritema sinar matahari
 $\sum (T.Fe)$ = banyaknya fluks eritema yang diteruskan bahan tabir surya pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm (spektrum eritema).

c. Evaluasi %TP

Perhitungan %TP adalah perbandingan jumlah energi sinar UV yang diteruskan oleh sediaan tabir surya pada spektrum pigmentasi dengan jumlah faktor keefektifan pigmentasi pada tiap panjang gelombang dalam rentang 332,5–372,5 nm (Soeratri dkk., 2005^b). Efektivitas panjang gelombang UV untuk menghasilkan pigmentasi pada kulit bergantung pada sensitivitas kulit yang berbeda-beda pada masing-masing orang (Cumpelik, 1972).

Transmisi pigmentasi dapat dihitung dengan metode spektrofotometri yaitu dengan cara mengukur serapan pada panjang gelombang 332,5–372,5 nm. Jarak perubahan skala setiap kali pengamatan 5 nm. Nilai serapan yang diperoleh,

kemudian dihitung untuk 1g/L/cm dan %TP 1g/L dengan rumus (Cumpelik, 1972) :

$$A = -\log T \dots \dots \dots (2.7)$$

Perkalian antara nilai transmisi dengan faktor efektivitas pigmentasi (Fp) pada panjang gelombang 332,5–372,5nm menghasilkan nilai transmisi pigmentasi dengan rumus (Cumpelik, 1972) :

$$\% \text{ Transmisi Pigmentasi} = \frac{\sum(T \times Fp)}{\sum Fp} \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan : T = nilai % transmisi pigmentasi
 Fp = tetapan fluks pigmentasi
 $\sum Fp$ = jumlah total fluks pigmentasi sinar matahari
 $\sum (T.Fp)$ = banyaknya fluks pigmentasi yang diteruskan bahan tabir surya pada panjang gelombang 332,5–372,5 nm (spektrum pigmentasi).

Kategori Tabir Surya berdasarkan nilai %TE dan nilai %TP dapat dilihat pada tabel 2.2 :

Tabel 2.2. Kategori Tabir Surya berdasarkan Nilai % Transmisi Eritema dan Nilai % Transmisi Pigmentasi (Kreps dan Goldemberg, 1972)

Kategori Sediaan	Rentang transmisi UV	
	Eritema	Pigmentasi
Sunblok	<1%	3-40%
Proteksi ekstra	1-6%	42-86%
Suntan Reguler	6-12%	45-86%
Tanning cepat	10-18%	45-86%

2.4 *Lotion*

Lotion adalah sediaan cair berupa suspensi atau dispersi, digunakan sebagai obat luar. Dapat berbentuk suspensi zat padat dalam bentuk serbuk halus dengan bahan pensuspensi yang cocok atau emulsi tipe minyak dalam air dengan surfaktan yang cocok (Depkes RI, 1979).

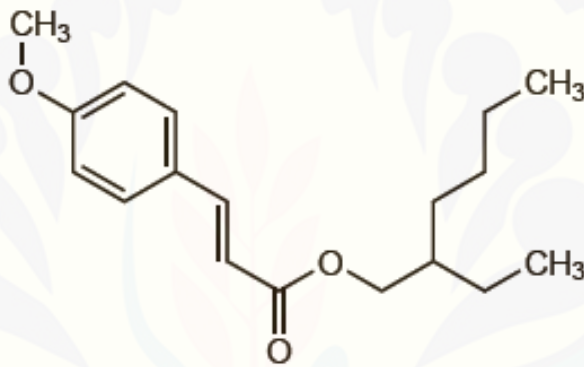
Fungsi *lotion* adalah untuk mempertahankan kelembaban kulit, melembutkan dan membersihkan, mencegah kehilangan air. Komponen-komponen yang menyusun *lotion* adalah pelembab, pengemulsi, basis, bahan aktif, pelarut,

pewangi, dan pengawet. Proses pembuatan *lotion* dilakukan dengan cara mencampurkan bahan-bahan yang larut dalam fase lemak, dengan cara pemanasan dan pengadukan.

Pada umumnya pembawa dari *lotion* adalah air. Viskositasnya memungkinkan pemakaian yang merata dan cepat pada permukaan kulit yang luas. *Lotion* dimaksudkan segera kering pada kulit setelah pemakaian (Ansel, 2005).

2.5 Tinjauan Bahan Penelitian

2.5.1 *Octyl methoxycinnamate*

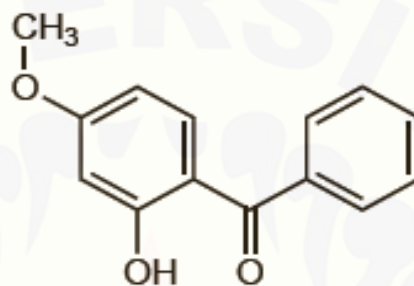


Gambar 2.3 Struktur *Octyl Methoxycinnamate* (Sweetman, 2002)

Octyl methoxycinnamate memiliki rumus molekul $C_{18}H_{26}O_3$ dan BM 290. *Octyl methoxycinnamate* merupakan minyak berwarna kuning pucat, tidak larut dalam air. *Octyl methoxycinnamate* adalah turunan sinamat tersubstitusi, digunakan untuk aplikasi topikal tabir surya. Tabir surya golongan sinamat secara efektif menyerap cahaya sepanjang rentang radiasi UV B (spesifik pada panjang gelombang 280-310 nm) dan tidak menyerap radiasi UVA (Sweetman, 2002). Konsentrasi maksimum *octyl methoxycinnamate* yang diijinkan oleh FDA sebagai tabir surya adalah 7,5% (Serpone dkk, 2002). Penggunaan kombinasi *octyl methoxycinnamate* dengan *benzophenone-3* dapat meningkatkan perlindungan terhadap fotosensitifitas (Sweetman, 2002). Struktur *octyl methoxycinnamate* dapat dilihat pada gambar 2.3.

2.5.2 *Benzophenone-3*

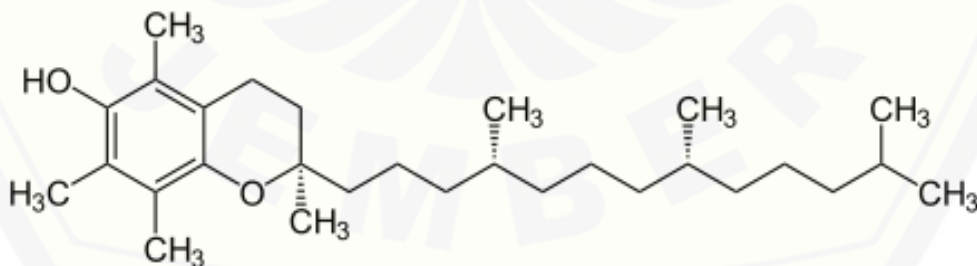
Benzophenone-3 adalah senyawa organik yang banyak digunakan untuk bahan tabir surya menyerap radiasi UV (Laranjeira dkk, 2011). *Benzophenone-3* efektif pada cahaya UVA dengan panjang gelombang 320 sampai sekitar 360 nm. *Benzophenone-3* memiliki rumus molekul $C_{14}H_{12}O_3$ dengan berat molekul 228,2, merupakan bubuk kuning pucat, praktis tidak larut dalam air, bebas larut dalam alkohol dan toluena.



Gambar 2.4 Struktur *Benzophenone-3* (Sweetman, 2002)

Pada penggunaannya biasanya *benzophenone-3* dikombinasi dengan tabir surya kelompok lain untuk meningkatkan efektivitas perindungannya sebagai tabir surya (Sweetman, 2002). Konsentrasi maksimum *benzophenone-3* yang diijinkan oleh FDA sebagai tabir surya adalah 6% (Serpone dkk., 2002). Gambar struktur *benzophenone-3* dapat dilihat pada gambar 2.4.

2.5.3 Vitamin E (*α-tocopherol*)

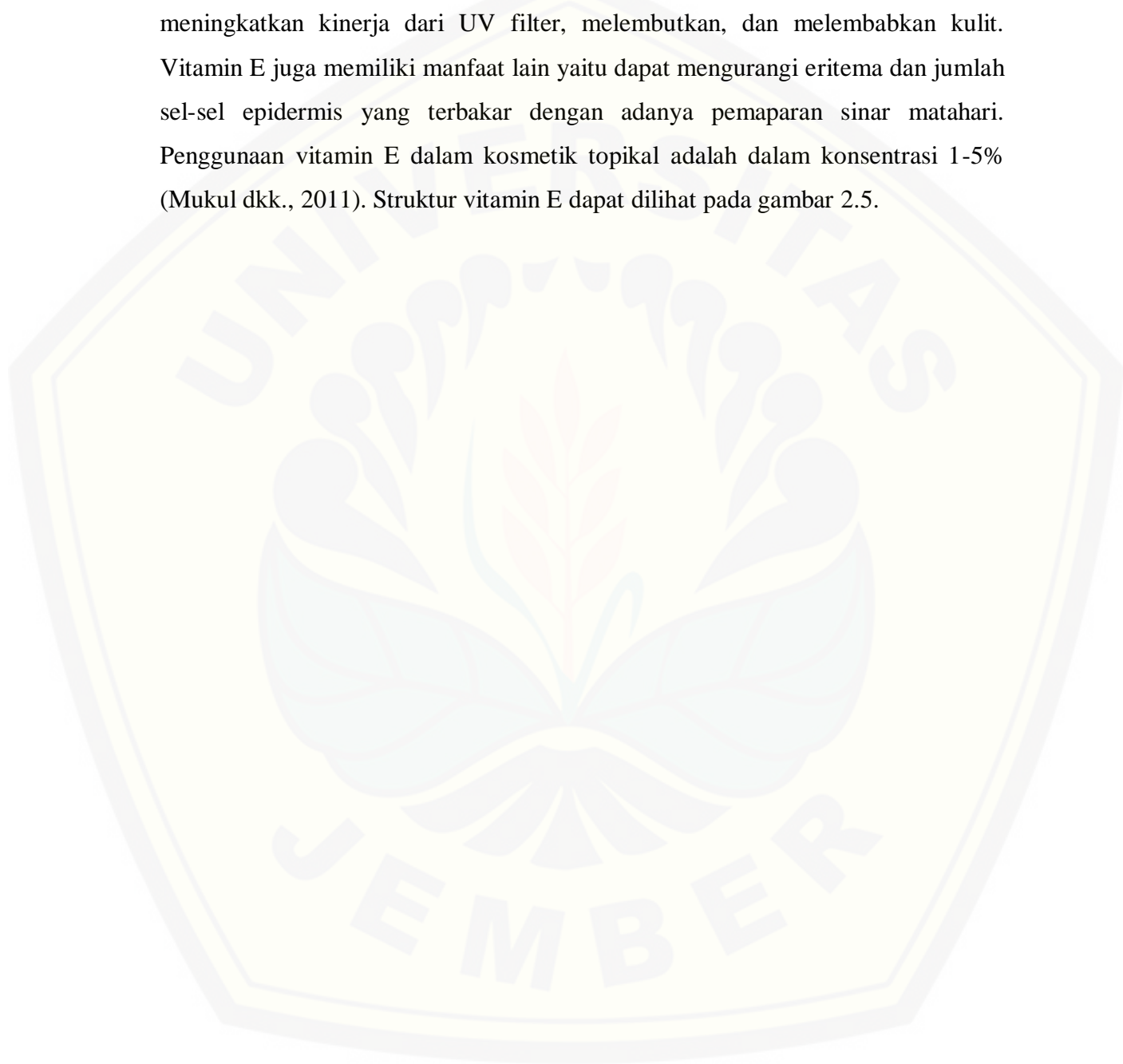


Gambar 2.5 Struktur Vitamin E (Rowe dkk., 2009)

Vitamin E atau *α-tocopherol* adalah senyawa yang sangat lipofilik dan merupakan pelarut yang baik untuk kebanyakan bahan yang sukar larut. Vitamin

E merupakan produk alami yang tidak berwarna atau kuning kecoklatan, berminyak, dan kental (Rowe dkk., 2009).

Fungsi fisiologis vitamin E jika diaplikasikan secara dermal adalah sebagai antioksidan pada kulit yang cenderung menyerap sinar UV. Vitamin E dapat meningkatkan kinerja dari UV filter, melembutkan, dan melembabkan kulit. Vitamin E juga memiliki manfaat lain yaitu dapat mengurangi eritema dan jumlah sel-sel epidermis yang terbakar dengan adanya pemaparan sinar matahari. Penggunaan vitamin E dalam kosmetik topikal adalah dalam konsentrasi 1-5% (Mukul dkk., 2011). Struktur vitamin E dapat dilihat pada gambar 2.5.



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan adalah jenis penelitian eksperimental laboratorik. Tahapan penelitian meliputi : 1. Pembuatan *lotion* tabir surya; 2. Pengujian sifat fisika kimia *lotion* tabir surya meliputi uji organoleptis, pH, viskositas, dan daya sebar; 3. Pengujian efektivitas *in vitro* sediaan *lotion* tabir surya meliputi nilai SPF *in vitro* menggunakan spektrofotometri, % TE, dan %TP menggunakan spektrofotometri; 4. Pemaparan sinar UV; 5. Pengujian efektivitas *in vitro* sediaan *lotion* tabir surya meliputi nilai SPF *in vitro*, % TE, dan %TP menggunakan spektrofotometri setelah dilakukan pemaparan sinar UV; 6. Analisis Data.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

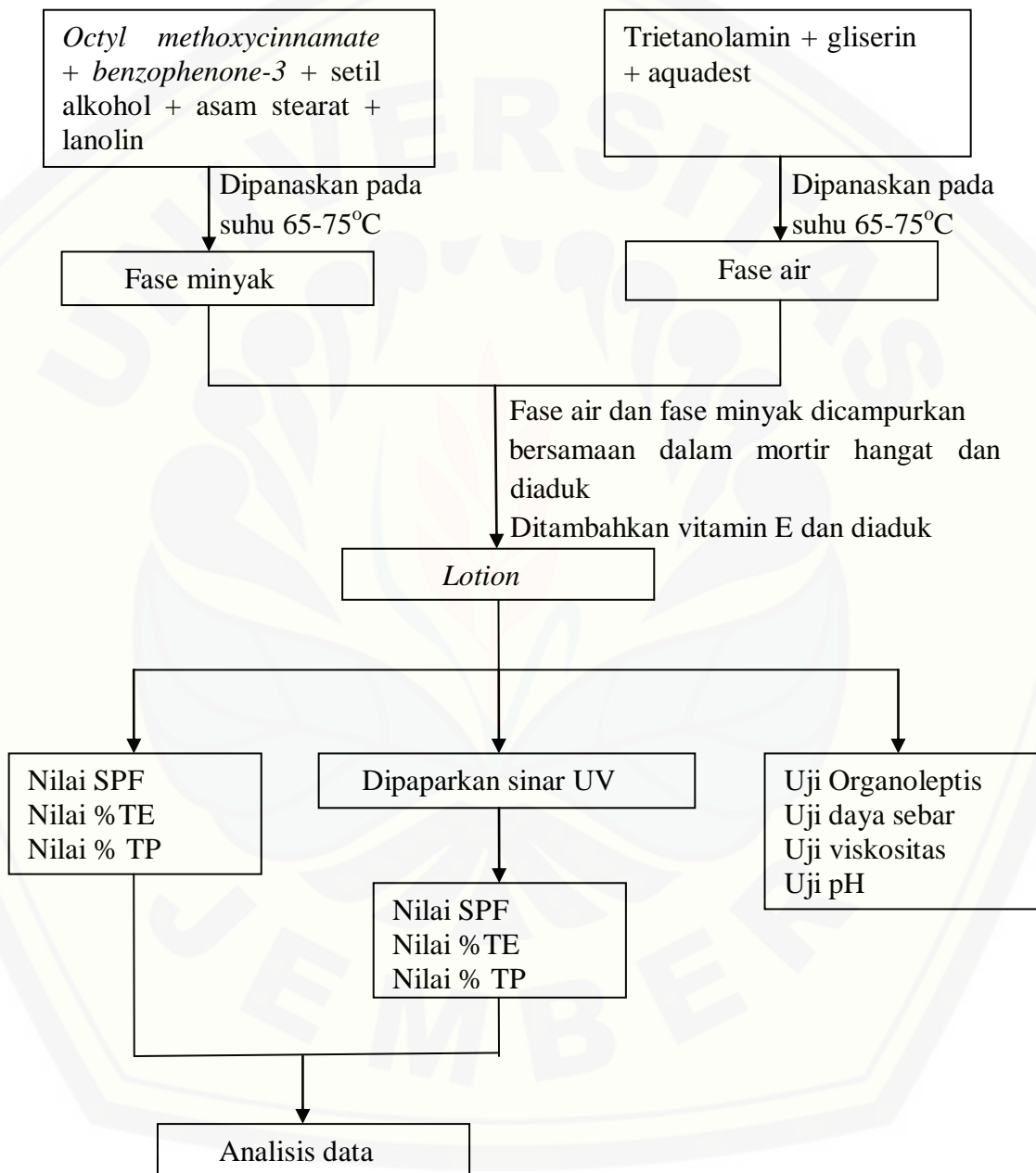
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis (*Genesys 10S*), neraca analitik (*Adventure Ohaus*), pH meter digital (*Elmetron CP-502*), alat penguji viskositas (*Viskotester VT 04*), UV lamp (*Chromato-vue C-75*), program (*software*) SPSS 18.0 trial, *waterbath* (*Memmert*), ekstensometer, alat-alat gelas, mortar dan stemper.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *octyl methoxycinnamate* (Chemspec Chemical pvt. Ltd), *benzophenone-3* (Thornhill), vitamin E (BASF), setil alkohol (PT.Brataco), asam stearat (PT.Brataco), trietanolamin (PT.Brataco), lanolin (PT.Brataco), gliserin (PT.Brataco), isopropanol (PT.Brataco), aquadest (PT.Makmur Sejati).

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmasi Bagian Farmasetika dan Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember. Waktu penelitian pada bulan November 2014 – Mei 2015. Skema dan langkah kerja dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema langkah kerja penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Rancangan Formula Sediaan *Lotion* Tabir Surya

Pada penelitian ini akan dibuat empat macam formula sediaan *lotion* tabir surya yaitu F1, F2, F3, dan F4. Tiap formula mengandung bahan aktif *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan perbandingan konsentrasi (2:7). Konsentrasi tersebut dipilih berdasarkan penelitian Zulkarnain (2003) yang menunjukkan bahwa kombinasi *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan perbandingan konsentrasi 2:7 dapat meningkatkan nilai SPF *in vitro*nya. Adapun rancangan formula adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Rancangan Formula (Zulkarnain dkk., 2013)

Bahan	Jumlah (%)				Fungsi
	F1	F2	F3	F4	
<i>Octyl methoxycinnamate</i>	7	7	7	7	Anti UV-B
<i>Benzophenone-3</i>	2	2	2	2	Anti UV-A
Setil alkohol	2,69	2,69	2,69	2,69	<i>Stiffening agent</i>
Asam stearat	4,146	4,146	4,146	4,146	<i>Emulsifying agent</i>
Trietanolamin	1	1	1	1	<i>Emulsifying agent</i>
Lanolin	3	3	3	3	<i>Emulsifying agent</i>
Gliserin	3	3	3	3	<i>Humectant</i>
Vitamin E	0	1	3	5	<i>Photoprotective agent</i>
Aquadest	77,164	76,164	74,164	72,164	<i>Solvent</i>
Total	100	100	100	100	

3.4.2 Pembuatan Sediaan *Lotion* Tabir Surya

Fase minyak (*benzophenone-3*, *octyl methoxycinnamate*, setil alkohol, asam stearat, lanolin) dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 65°C-75°C di atas *waterbath*. Fase air (trietanolamin, gliserin, aquadest) juga dipanaskan pada suhu 65°C-75°C di atas *waterbath*. Setelah itu fase minyak dan fase air dimasukkan secara bersamaan pada mortir hangat lalu terus diaduk dengan konstan sampai terbentuk konsistensi *lotion* yang mudah mengalir. *Lotion* didinginkan dan ditambahkan vitamin E sambil terus diaduk sampai homogen.

3.4.3 Evaluasi Sediaan *Lotion* Tabir Surya

Evaluasi sediaan *lotion* tabir surya meliputi evaluasi sifat fisika kimia dan efektivitas *in vitro*. Evaluasi sifat fisika kimia terdiri atas uji organoleptis, pH, viskositas, dan daya sebar. Pengujian efektivitas *in vitro* terdiri atas penentuan nilai SPF *in vitro*, % TE, dan %TP.

Pengujian sifat fisika kimia lotion tabir surya meliputi :

a. Pengujian organoleptis

Pengujian organoleptis dilakukan secara visual dengan pengamatan terhadap warna, tekstur, bentuk, dan bau sediaan. Bentuk sediaan yang diharapkan berupa massa *lotion* yang mudah mengalir, berwarna putih, bertekstur lembut, dan berbau tidak menyengat.

b. Pengujian viskositas

Pengujian viskositas dilakukan dengan menggunakan alat *viskotester VT-04*. Pengujian dilakukan dengan cara sediaan dimasukkan ke dalam beker glass, lalu dipasang spindel yang sesuai dan dipastikan bahwa spindel terendam dalam sediaan uji. Alat viskotester dinyalakan dan dipastikan bahwa spindel dapat berputar. Diamati jarum penunjuk pada alat viskotester, ketika jarum menunjukkan ke arah yang stabil, maka angka itulah merupakan viskositasnya dan dicatat dalam satuan dPa.S (Zulkarnain dkk., 2013). *Lotion* yang baik memiliki viskositas rentang 20-70 dPa.s (Purwaningsih dkk., 2014).

c. Pengujian pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter digital (*Elmetron CP-502*) yang sebelumnya telah dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan buffer pH 4, pH 7, dan pH 10. Pengukuran dilakukan secara langsung dengan mencelupkan sensor pH ke dalam sediaan uji, lalu ditunggu sampai angka yang muncul pada layar stabil (Setiawan, 2010). pH *lotion* sebaiknya memiliki pH yang sesuai dengan pH kulit yaitu 4-6,8 karena jika *lotion* memiliki pH yang terlalu basa akan menyebabkan kulit bersisik dan jika terlalu asam maka dapat menimbulkan iritasi (Djuanda, 2007; Setiawan, 2010).

d. Pengujian daya sebar

Sediaan seberat 0,5 gram diletakkan di tengah kaca bulat berskala. Di atas bahan diletakkan kaca bulat lain lalu ditambah beban seberat 5 gram didiamkan selama 1 menit dan di catat penyebarannya. Tiap tahap ditambah beban seberat 5 gram dan didiamkan selama 1 menit lalu dicatat penyebarannya. Pemberat ditambahkan secara bertahap hingga sebaran sediaan konstan. Penyebaran dicatat melalui 4 sisi. Sediaan *lotion* yang memiliki nilai daya sebar yang baik berkisar antara 7-16 cm (Voigt, 1994; Zulkarnain dkk., 2013).

3.4.4 Penentuan Nilai SPF *In Vitro*

Nilai SPF secara *in vitro* diperoleh dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan pelarut dan blanko isopropanol. Tahapan kerja penentuan nilai SPF *in vitro lotion* tabir surya adalah sebagai berikut :

- a. Ditimbang sebanyak 22,2 mg sediaan *lotion* sehingga mengandung 2 mg bahan aktif tabir surya (*octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*).
- b. Dimasukkan dalam labu ukur 10 ml lalu ditambahkan dengan isopropanol sampai tepat tanda dan dikocok sampai homogen (Larutan A dengan konsentrasi 200 ppm).
- c. Larutan A dengan konsentrasi 200 ppm kemudian dipipet 0,5 ml, dimasukkan dalam labu ukur 10 ml, ditambahkan isopropanol sampai tanda dan dikocok sampai homogen sehingga diperoleh larutan B dengan konsentrasi 10 ppm.
- d. Larutan B diamati pada panjang gelombang 290 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis sampai diperoleh nilai serapan lebih besar atau sama dengan 0,05, rentang pengamatan (interval) 1 nm.

Tahapan kerja penentuan nilai SPF *in vitro* setelah pemaparan sinar UV 365 nm selama 120 menit dilakukan dengan cara :

- a. Ditimbang sebanyak 22,2 mg sediaan *lotion* sehingga mengandung 2 mg bahan aktif tabir surya (*octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*), kemudian dioleskan pada permukaan lempeng dengan lebar 2,5 cm dan panjang 4,44 cm, dan dipaparkan pada sinar UV 365 nm selama 120 menit. Menurut Gonzales dkk (2007) penentuan nilai SPF *in vitro* dengan paparan

sinar UV 365 nm dilakukan dengan cara mengaplikasikan sediaan pada lempeng dengan ketentuan yang direkomendasikan yaitu $2\text{mg}/\text{cm}^2$ serta pemaparan dilakukan selama 120 menit.

- b. Setelah 120 menit dipaparkan, sediaan *lotion* kemudian dimasukkan labu ukur 10 ml, ditambahkan dengan isopropanol sampai tepat tanda dan dikocok sampai homogen (Larutan A dengan konsentrasi 200 ppm).
- c. Larutan A dengan konsentrasi 200 ppm kemudian dipipet 0,5 ml, dimasukkan dalam labu ukur 10 ml, ditambahkan isopropanol sampai tanda dan dikocok sampai homogen sehingga diperoleh larutan B dengan konsentrasi 10 ppm.
- d. Larutan B diamati pada panjang gelombang 290 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis sampai diperoleh nilai serapan lebih besar atau sama dengan 0,05 dengan rentang pengamatan (interval) 1 nm.

Larutan dalam kuvet yang akan diukur serapannya harus mengandung bahan aktif yang ekuivalen dengan 0,001% atau 0,01 g/L yang artinya 10 mg/L atau 10 ppm (Petro, 1981). Berdasarkan hasil pengamatan nilai absorbansi pada setiap panjang gelombang sampai diperoleh nilai absorbansi 0,05 (Petro, 1981), selanjutnya dapat dihitung area dibawah kurva (AUC) dengan rumus pada persamaan 2.3, dan nilai SPF dapat dihitung dengan persamaan 2.2.

3.4.5 Penentuan Nilai % Transmisi Eritema (%TE)

Nilai %TE diperoleh dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan pelarut dan blanko isopropanol. Tahapan kerja penentuan nilai %TE *lotion* tabir surya adalah sebagai berikut :

- a. Ditimbang sebanyak 22,2 mg sediaan *lotion* sehingga mengandung 2 mg bahan aktif tabir surya (*octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*).
- b. Dimasukkan dalam labu ukur 10 ml lalu ditambahkan dengan isopropanol sampai tepat tanda dan dikocok sampai homogen (Larutan A).
- c. Larutan A kemudian dipipet 0,5 ml, dimasukkan dalam labu ukur 10 ml, ditambahkan isopropanol sampai tanda dan dikocok sampai homogen sehingga diperoleh larutan B.

- d. Larutan B diamati pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang pengamatan (interval) 5 nm.

Tahapan kerja penentuan nilai %TE setelah pemaparan sinar UV 365 nm selama 120 menit dilakukan dengan cara :

- a. Ditimbang sebanyak 22,22 mg sediaan *lotion* sehingga mengandung 2 mg bahan aktif tabir surya (*octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*), kemudian dioleskan pada permukaan lempeng dengan lebar 2,5 cm dan panjang 4,44 cm, dan dipaparkan pada sinar UV 365 nm selama 120 menit.
- b. Setelah 120 menit dipaparkan, sediaan *lotion* dimasukkan labu ukur 10 ml, ditambahkan isopropanol sampai tepat tanda, dan dikocok sampai homogen (Larutan A).
- c. Larutan A kemudian dipipet 0,5 ml, dimasukkan dalam labu ukur 10 ml, ditambahkan isopropanol sampai tanda, dan dikocok sampai homogen sehingga diperoleh larutan B.
- d. Larutan B diamati pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang pengamatan (interval) 5 nm.

Nilai serapan yang diperoleh kemudian dikalikan sehingga mewakili serapan pada konsentrasi 1 g/L (Cumpelik, 1972). Nilai serapan ini selanjutnya dikonversikan menjadi nilai % TE dengan rumus pada persamaan 2.5.

Perkalian antara nilai transmisi dengan faktor efektivitas eritema (Fe) pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm menghasilkan nilai transmisi eritema. Nilai yang diperoleh kemudian dibagi dengan total *incident erithemal energy* ($\sum Fe$) untuk memberikan nilai %TE (Cumpelik, 1972). %TE dapat dihitung menggunakan persamaan 2.6.

3.4.6 Penentuan Nilai % Transmisi Pigmentasi (%TP)

Penentuan nilai %TP dilakukan dengan cara yang sama dengan penentuan %TE. Transmisi pigmentasi dapat dihitung dengan metode spektrofotometri yaitu dengan cara mengukur serapan pada panjang gelombang 332,5-372,5 nm. Dengan jarak perubahan skala setiap kali pengamatan 5 nm. Nilai serapan yang

diperoleh, kemudian dihitung untuk 1g/L/cm dan %TP 1g/L dengan rumus pada persamaan 2.7.

Perkalian antara nilai transmisi dengan faktor efektivitas pigmentasi (F_p) pada panjang gelombang 332,5-372,5 nm menghasilkan nilai transmisi pigmentasi. Nilai % TP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.8.

3.5 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan adalah dengan pengujian statistika, pertama yaitu dengan menggunakan uji ANOVA (*Analysis of Varian*) satu arah tingkat kepercayaan 95 %. Syarat uji homogenitas dan normalitas memenuhi persyaratan yaitu harga $p > 0,05$ untuk mengetahui adanya perbedaan yang bermakna pada hasil penelitian yang dilakukan, yakni nilai viskositas, nilai pH, nilai daya sebar, nilai SPF *in vitro*, % transmisi pigmentasi dan % transmisi eritema dalam sediaan *lotion* tabir surya *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* antar formula dengan perbedaan konsentrasi vitamin E yang ditambahkan. Bila terdapat perbedaan bermakna pada uji ANOVA, analisis dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significantly Different*) dengan menggunakan program SPSS. Hasil uji ANOVA satu arah dan LSD dikatakan memiliki perbedaan yang signifikan atau bermakna bila didapatkan harga $p < 0,05$ ($\alpha = 0,05$) (Sudjana, 1996). Jika uji homogenitas dan uji normalitas tidak memenuhi persyaratan, maka dipilih analisis statistika uji Kruskal-Wallis. Kemudian dilanjutkan dengan uji *Man Whitney* jika terdapat perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$) (Sopiyudin, 2004).

Pengujian statistika kedua yang dilakukan adalah menggunakan *t-test* berpasangan untuk membandingkan hasil penelitian yang dilakukan, yakni nilai SPF *in vitro*, % transmisi pigmentasi dan % transmisi eritema dalam sediaan *lotion* tabir surya *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* sebelum dan setelah pemaparan sinar UV. Syarat *t-test* yaitu sebaran data harus normal, sedangkan untuk varians data tidak perlu diuji karena kelompok data berpasangan. Dikatakan memiliki perbedaan antara sebelum dan setelah perlakuan apabila memiliki nilai $p < 0,05$. Jika sebaran data tidak memenuhi persyaratan maka dapat dipilih analisis statistik *Wilcoxon* (Sopiyudin, 2004).

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan *Lotion*

Lotion tabir surya dibuat dalam empat formula, yaitu F1, F2, F3, dan F4. Keempat formula memiliki jumlah bahan aktif dan bahan tambahan yang sama, tetapi jumlah vitamin E yang berbeda sebagai *photoprotective agent*. Bahan aktif tabir surya yang digunakan adalah *chemical absorber* yaitu *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* dengan konsentrasi masing-masing 7% dan 2%. Vitamin E sebagai *photoprotective agent* digunakan dengan konsentrasi 0%, 1%, 3%, dan 5% pada masing-masing formula.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.1 Hasil Pembuatan *Lotion* Tabir Surya (a) Formula 1 (vitamin E 0%); (b) Formula 2 (vitamin E 1%); (c) Formula 3 (vitamin E 3%); Formula 4 (vitamin E 5%)

Sediaan *lotion* dibuat dengan metode peleburan. Proses peleburan dilakukan dengan menggunakan *waterbath* pada suhu 70°C. Bahan-bahan yang digunakan dibagi menjadi dua fase, yaitu fase minyak dan fase air. Fase minyak terdiri atas *octyl methoxycinnamate*, *benzophenone-3*, setil alkohol, asam stearat, dan lanolin dilebur di atas *waterbath* hingga meleleh sempurna. Fase air terdiri atas trietanolamin, gliserin, dan aquadest dipanaskan di atas *waterbath* pada suhu 70°C. Setelah fase minyak meleleh sempurna, kedua fase dicampurkan pada mortir hangat dan diaduk konstan sampai terbentuk konsistensi *lotion* yang mudah mengalir. *Lotion* yang dihasilkan kemudian didinginkan dan ditambahkan vitamin E sambil terus diaduk hingga homogen. Pencampuran kedua fase tersebut menghasilkan *lotion* dengan warna putih, tetapi dengan penambahan vitamin E konsentrasi 3% dan 5% menghasilkan *lotion* berwarna putih agak kekuningan. Hasil pembuatan *lotion* tabir surya yang dibuat dalam empat formula dengan konsentrasi vitamin E yang berbeda-beda dapat dilihat pada gambar 4.1.

4.2 Hasil Evaluasi *Lotion*

4.2.1 Hasil Pengujian Sifat Fisika Kimia Sediaan *Lotion* Tabir Surya

a. Hasil Pengujian Organoleptis

Evaluasi organoleptis dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik yang meliputi pengujian secara visual terhadap warna, tekstur, massa, dan bau *lotion* yang telah dibuat. Pengujian organoleptis perlu dilakukan karena berkaitan dengan penerimaan konsumen terhadap sediaan *lotion* tabir surya secara estetika. Hasil pengujian organoleptis dapat dilihat pada tabel 4.1.

Semua formula *lotion* tabir surya memiliki organoleptis yang relatif sama kecuali pada warna sediaan, formula 1 dan formula 2 memiliki warna putih, sedangkan formula 3 dan formula 4 memiliki warna putih agak kekuningan. Hal ini dikarenakan penambahan vitamin E dengan konsentrasi yang tinggi, yaitu 3% untuk formula 3 dan 5% untuk formula 4. Vitamin E yang digunakan merupakan produk alami yaitu berupa minyak kental berwarna kuning kecoklatan, sehingga dengan penambahan vitamin E konsentrasi tinggi menyebabkan warna *lotion* menjadi putih agak kekuningan (Rowe dkk., 2009). Tekstur, massa, dan bau *lotion*

tabir surya pada masing-masing formula sama dan memenuhi kriteria yang diharapkan. *Lotion* memiliki tekstur lembut, massa *lotion* yang mudah mengalir, dan bau tidak menyengat yaitu bau khas bahan aktif (*octyl methoxycinnamate*). *Octyl methoxycinnamate* memiliki porsi yang relatif besar dalam formula *lotion* tabir surya yaitu 7%, sehingga bau yang dihasilkan oleh *lotion* tabir surya adalah bau khas *octyl methoxycinnamate*.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Organoleptis Sediaan *Lotion* Tabir Surya

Formula	Tekstur	Massa	Bau	Warna
F1	Lembut	<i>Lotion</i>	Khas <i>octyl methoxycinnamate</i>	Putih
F2	Lembut	<i>Lotion</i>	Khas <i>octyl methoxycinnamate</i>	Putih
F3	Lembut	<i>Lotion</i>	Khas <i>octyl methoxycinnamate</i>	Putih kekuningan
F4	Lembut	<i>Lotion</i>	Khas <i>octyl methoxycinnamate</i>	Putih kekuningan

b. Hasil Pengujian Viskositas

Pengujian viskositas bertujuan untuk mengetahui nilai viskositas masing-masing formula *lotion* tabir surya dan memastikan bahwa spesifikasi yang diharapkan telah terpenuhi. Pengujian viskositas dilakukan pada masing-masing replikasi setiap formula. Hasil pengujian viskositas *lotion* tabir surya dapat dilihat pada tabel 4.2 dan data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran A.

Tabel 4.2 Hasil Evaluasi Viskositas Sediaan *Lotion* Tabir Surya

Formula	Viskositas (dPa.s)*
F1	59,6 ± 0,548
F2	59,2 ± 1,924
F3	59,8 ± 2,949
F4	58,8 ± 1,304

*Data disajikan sebagai rerata ± simpangan baku (n=5)

Data hasil pengujian viskositas kemudian dilakukan analisis statistik untuk mengetahui adanya perbedaan bermakna nilai viskositas antara keempat formula sediaan *lotion* tabir surya dengan penambahan vitamin E yang berbeda. Analisis statistik yang dipilih adalah uji *One-Way* ANOVA menggunakan program SPSS 16.0. Pada uji normalitas dan homogenitas diperoleh nilai signifikansi > 0,05 yang artinya distribusi dan varians data normal. Signifikansi yang diperoleh pada uji *One-Way* ANOVA adalah 0,856 ($p > 0,05$). Nilai tersebut menunjukkan bahwa

pada data viskositas sediaan *lotion* tabir surya tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara keempat formula sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjutan yakni uji LSD. Data hasil uji statistik keempat formula selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.1.1.

Viskositas yang terlalu tinggi akan menyebabkan sediaan sulit menyebar ketika diaplikasikan pada kulit, sedangkan viskositas yang terlalu kecil akan menyebabkan kesulitan mengontrol pengeluaran jumlah *lotion* dari *tube*. Spesifikasi viskositas *lotion* yang diharapkan dalam penelitian ini adalah 20-70 dPa.s (Purwaningsih dkk., 2014). Hasil pengujian nilai viskositas sediaan *lotion* tabir surya pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa keempat formula memiliki viskositas yang memenuhi spesifikasi. Berdasarkan hasil uji statistik juga menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi vitamin E yang berbeda pada masing-masing formula tidak memberikan pengaruh bermakna terhadap viskositas sediaan *lotion* tabir surya.

c. Hasil Pengujian pH

Pengujian pH dilakukan untuk mengetahui nilai pH sediaan *lotion* tabir surya dan memastikan bahwa spesifikasi yang diharapkan telah terpenuhi. pH *lotion* sebaiknya memiliki pH yang sesuai dengan pH kulit yaitu 4-6,8 karena jika *lotion* memiliki pH yang terlalu basa maka akan menyebabkan kulit bersisik dan jika terlalu asam maka dapat menimbulkan iritasi (Djuanda, 2007; Setiawan, 2010). Hasil uji pH sediaan *lotion* tabir surya dapat dilihat pada tabel 4.3 dan data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian pH Sediaan *Lotion* Tabir Surya

Formula	pH*
F1	6,68 ± 0,013
F2	6,55 ± 0,009
F3	6,48 ± 0,023
F4	6,45 ± 0,013

*Data disajikan sebagai rerata ± simpangan baku (n=5)

Data hasil pengujian pH kemudian dilakukan analisis statistik untuk mengetahui adanya perbedaan bermakna nilai pH antara keempat formula sediaan

lotion tabir surya dengan penambahan vitamin E yang berbeda. Analisis statistik yang dipilih adalah uji *One-Way* ANOVA menggunakan program SPSS 16.0. Pada uji normalitas diperoleh nilai signifikansi $< 0,05$ yang artinya distribusi data tidak normal. Hasil transformasi data tetap memberikan nilai signifikansi $< 0,05$. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak dapat digunakan uji *One-Way* ANOVA akan tetapi dilakukan uji *Kruskal-Wallis*. Berdasarkan uji *Kruskal-Wallis* diperoleh nilai signifikansi 0,001 ($p < 0,05$). Nilai ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna pada data pH antara keempat formula dan dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*. Nilai signifikansi pada uji *Mann-Whitney* dikatakan berbeda bermakna jika nilainya kurang dari 0,05. Hasil uji statistik keempat formula dapat dilihat pada tabel 4.4 dan data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.1.2.

Tabel 4.4 Hasil Uji *Mann-Whitney* Nilai pH masing-masing Sediaan *Lotion* Tabir Surya

Formula	1	2	3	4
1		BS	BS	BS
2	BS		BS	BS
3	BS	BS		TS
4	BS	BS	TS	

BS = Beda signifikan ($p = < 0,05$) TS = Tidak beda signifikan ($p = > 0,05$)

Berdasarkan hasil pengujian nilai pH, dapat diketahui bahwa semua formula memenuhi kriteria pH yang diharapkan yaitu antara 4-6,8. Formula 4 memiliki pH paling kecil diantara formula lain, hal tersebut dikarenakan pada formula 4 dilakukan penambahan vitamin E yang paling tinggi, yaitu 5%. Vitamin E memiliki pH asam, sehingga semakin tinggi penambahan konsentrasi vitamin E dalam sediaan akan semakin asam sediaan tersebut dan pHnya akan semakin menurun. Nilai pH yang paling tinggi adalah formula 1. Hal tersebut dikarenakan pada formula 1 tidak dilakukan penambahan vitamin E (vitamin E 0%) dibandingkan dengan dengan formula lain yang ditambahkan 1%, 3%, dan 5% vitamin E pada masing-masing formula. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil uji statistik yang menunjukkan bahwa perbedaan penambahan konsentrasi vitamin

E pada semua formula memberikan pengaruh bermakna terhadap nilai pH kecuali antara formula 3 dan 4.

d. Hasil Pengujian Daya Sebar

Pengujian daya sebar dilakukan untuk mengetahui kemampuan menyebar *lotion* tabir surya yang telah dibuat. Daya sebar *lotion* dapat dilihat dari diameter sebar *lotion* (dicatat melalui 5 sisi) terhadap beban yang diberikan secara berkala hingga diperoleh diameter yang konstan. Sediaan *lotion* yang memiliki nilai daya sebar baik berkisar antara 7-16 cm (Voight, 1994). Hasil pengujian daya sebar sediaan *lotion* tabir surya untuk masing-masing formula dapat dilihat pada tabel 4.5 dan data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran C.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Daya Sebar Sediaan *Lotion* Tabir Surya Pada Beban 25 Gram

Formula	Daya Sebar (cm)*
F1	12,06 ± 0,017
F2	11,56 ± 0,086
F3	12,25 ± 0,203
F4	12,10 ± 0,169

*Data disajikan sebagai rerata ± simpangan baku (n=5)

Data hasil pengujian daya sebar kemudian dianalisis statistik untuk mengetahui adanya perbedaan bermakna nilai daya sebar antara keempat formula sediaan *lotion* tabir surya dengan penambahan vitamin E yang berbeda. Analisis statistik yang dipilih adalah uji *One-Way* ANOVA menggunakan program SPSS 16.0. Pada uji normalitas diperoleh nilai signifikansi < 0,05 yang artinya distribusi data tidak normal. Hasil transformasi data memberikan signifikansi > 0,05 pada uji normalitas dan homogenitas yang artinya distribusi dan varians data normal. Nilai signifikansi uji *One-Way* ANOVA adalah 0,418 ($p > 0,05$), artinya pada data daya sebar keempat formula tidak berbeda bermakna sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjutan yakni uji LSD. Data hasil uji statistik keempat formula selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.1.3.

Hasil uji daya sebar pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa keempat formula memiliki daya sebar yang memenuhi spesifikasi yaitu antara 7-16 cm. Berdasarkan hasil uji statistik juga menunjukkan bahwa perbedaan penambahan

konsentrasi vitamin E pada masing-masing formula tidak memberikan pengaruh yang bermakna terhadap nilai daya sebar sediaan *lotion* tabir surya.

4.2.2 Hasil Evaluasi Efektivitas *In Vitro* Sediaan *Lotion* Tabir Surya

Evaluasi terhadap efektivitas sediaan *lotion* tabir surya dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Evaluasi yang dilakukan meliputi perhitungan nilai SPF *in vitro*, nilai % transmisi eritema, dan nilai % transmisi pigmentasi *lotion* tabir surya sebelum dan setelah paparan sinar UV.

Bahan aktif yang digunakan masing-masing memberikan serapan pada panjang gelombang UV-A dan UV-B. *Octyl methoxycinnamate* efektif memberikan serapan sepanjang rentang radiasi UV B (spesifik pada panjang gelombang 280-310 nm) dan *benzophenone-3* efektif memberikan serapan pada rentang radiasi UVA (spesifik pada panjang gelombang 320-360 nm) (Sweetman, 2002).

a. Hasil Penentuan Nilai SPF *In Vitro Lotion* Tabir Surya

1). Hasil Penentuan Nilai SPF *In Vitro Lotion* Tabir Surya Sebelum Paparan Sinar UV

Penentuan nilai SPF *in vitro* dilakukan pada empat formula yaitu, F1, F2, F3, dan F4. Masing-masing formula terdiri atas 5 replikasi. Perhitungan nilai SPF *in vitro* dilakukan berdasarkan metode spektrofotometri, yaitu menggunakan pelarut isopropanol (Petro, 1981). Larutan sediaan *lotion* dalam isopropanol dibuat dengan konsentrasi 10 ppm kemudian diuji pada spektrofotometri UV-Vis. Perhitungan konsentrasi larutan uji untuk penentuan nilai SPF *in vitro* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran H.2. Pengukuran diawali pada panjang gelombang 290 nm sampai panjang gelombang yang dapat memberikan nilai serapan lebih besar atau sama dengan 0,050. Hal ini karena nilai serapan kurang dari 0,050 dianggap tidak menyerap radiasi sinar UV (Petro, 1981). Hasil perhitungan nilai SPF *in vitro* sebelum paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel

4.6. Data nilai SPF *in vitro* sebelum paparan sinar UV selengkapnya dapat dilihat pada lampiran D.2.1.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian SPF *In Vitro* Sediaan *Lotion* Tabir Surya Sebelum Paparan Sinar UV

Replikasi	SPF (<i>Sun Protection Factor</i>)			
	F1	F2	F3	F4
1	17,741	31,239	33,169	160,149
2	16,180	31,748	33,229	163,631
3	17,175	31,925	33,139	166,485
4	16,829	31,677	33,472	166,981
5	16,128	30,313	33,919	165,364
Rata-rata ± SD	16,128 ± 0,682	31,381 ± 0,648	33,386 ± 0,326	164,522 ± 2,762
Kategori	Ultra	Ultra	Ultra	Ultra

Data nilai SPF *in vitro* sediaan *lotion* tabir surya sebelum paparan sinar UV kemudian dianalisis statistik untuk mengetahui adanya perbedaan yang bermakna nilai SPF *in vitro* sebelum paparan sinar UV antar formula dengan perbedaan konsentrasi vitamin E. Analisis statistik yang dipilih adalah uji *One-Way* ANOVA menggunakan program SPSS 16.0. Nilai signifikansi pada uji normalitas adalah $p > 0,05$, artinya distribusi data normal. Pada uji homogenitas nilai signifikansi $< 0,05$ yang menunjukkan bahwa varians data tidak normal. Hasil transformasi data diperoleh uji homogenitas $p = 0,125$ ($p > 0,05$), artinya varians data adalah normal kemudian dilanjutkan uji *One-Way* ANOVA. Berdasarkan uji tersebut diperoleh nilai nilai signifikansi $< 0,05$ ($p = 0,000$). Nilai ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan secara bermakna nilai SPF *in vitro* sebelum paparan sinar UV antar formula dengan perbedaan konsentrasi vitamin E, maka dilanjutkan dengan uji *post hoc* (LSD).

Berdasarkan uji LSD antar masing-masing formula didapatkan nilai signifikansi $p < 0,050$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai SPF *in vitro* sebelum paparan sinar UV antar semua formula memiliki perbedaan yang bermakna. Data hasil uji statistik keempat formula selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.2.

Pada hasil penentuan nilai SPF *in vitro* sebelum paparan sinar UV diketahui bahwa formula 1 (vitamin E 0%) memiliki nilai SPF *in vitro* yang paling kecil

diantara formula yang lain (F2, F3, dan F4). Hal tersebut dikarenakan pada formula F2, F3, dan F4 dilakukan penambahan vitamin E masing-masing yaitu 1%, 3% dan 5%. Vitamin E dapat memberikan serapan pada panjang gelombang UV sehingga semakin tinggi penambahan vitamin E dalam formula akan semakin tinggi pula nilai SPF *in vitro*nya. Pada formula 4 dengan penambahan vitamin E 5% memiliki nilai SPF *in vitro* yang paling tinggi. Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penambahan vitamin E terhadap efektivitas *in vitro* sediaan *lotion* tabir surya dari parameter nilai SPF *in vitro* sebelum paparan sinar UV. Pernyataan tersebut juga didukung oleh hasil analisis statistik yang telah dilakukan. Berdasarkan hasil analisis statistik dapat dinyatakan bahwa perbedaan penambahan konsentrasi vitamin E pada masing-masing formula memberikan pengaruh yang bermakna terhadap nilai SPF *in vitro* sediaan *lotion* tabir surya sebelum paparan sinar UV.

2). Hasil Penentuan Nilai SPF *In Vitro Lotion* Tabir Surya Setelah Paparan Sinar UV

Penentuan nilai SPF *in vitro* setelah paparan sinar UV memiliki cara yang hampir sama dengan penentuan nilai SPF *in vitro* sebelum paparan sinar UV. Perbedaan keduanya adalah pada penentuan nilai SPF *in vitro* setelah paparan sinar UV, terlebih dahulu dilakukan pemaparan sinar UV. Sediaan *lotion* tabir surya dioleskan pada lempeng dengan panjang dan lebar sesuai persyaratan (2 mg sediaan/cm²). Lempeng dengan sediaan *lotion* tabir surya tersebut kemudian dipaparkan di bawah UV lamp (*Chromato-veu C-75*) 365 nm selama 120 menit (Gonzales, 2007). Hasil pengukuran nilai SPF *in vitro* setelah paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.7. Data nilai SPF *in vitro* setelah paparan sinar UV selengkapnya dapat dilihat pada lampiran D.2.2.

Analisis statistik dilakukan dengan membandingkan nilai SPF *in vitro* sebelum dan setelah paparan sinar UV untuk mengetahui adanya perbedaan yang bermakna antara nilai SPF *in vitro* sebelum dan setelah paparan sinar UV. Analisis statistik yang dipilih yaitu *t-test* berpasangan menggunakan program SPSS 16.0. Pada uji normalitas memberikan nilai $p > 0,05$ yang artinya adalah

distribusi data normal dan dilanjutkan dengan *t-test* berpasangan. Berdasarkan uji tersebut diperoleh nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$) artinya adalah terdapat perbedaan yang bermakna antara nilai SPF *in vitro* sebelum paparan dan setelah paparan sinar UV pada semua formula. Data uji statistik nilai SPF *in vitro* sebelum dan setelah paparan sinar UV selengkapnya dapat dilihat pada lampiran G.1.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian SPF *In Vitro* Sediaan *Lotion* Tabir Surya Setelah Paparan Sinar UV

Replikasi	SPF (<i>Sun Protection Factor</i>)			
	F1	F2	F3	F4
1	8,810	14,812	18,485	154,149
2	8,506	14,919	19,088	155,167
3	8,598	14,976	19,299	159,509
4	8,585	14,895	19,776	159,858
5	8,265	14,460	19,861	157,352
Rata-rata \pm SD	8,553 \pm 0,197	14,813 \pm 0,206	19,302 \pm 0,559	157,207 \pm 2,542
Kategori	Maksimal	Ultra	Ultra	Ultra

Pada hasil penentuan nilai SPF *in vitro* sebelum dan setelah paparan sinar UV jika dilihat dari proporsi angkanya, terjadi penurunan nilai SPF *in vitro* setelah dilakukan paparan sinar UV. Hal tersebut dikarenakan ketika terjadi paparan sinar UV bahan aktif sediaan *lotion* tabir surya yaitu *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* mengalami fotodegradasi. Menurut Pattanaargson dan Limphong (2000) menyatakan bahwa *octyl methoxycinnamate* mengalami fotodegradasi yaitu dari *E-octyl-p-methoxycinnamate* membentuk *Z-octyl-p-methoxycinnamate* setelah paparan sinar matahari dan hasil degradasinya dapat menurunkan efektivitas *octyl methoxycinnamate* sebagai tabir surya. *Benzophenone-3* dapat mengalami degradasi dengan pemaparan sinar UV. Menurut penelitian Prasetyo (2013) sediaan krim tabir surya yang mengandung *benzophenone-3* mengalami penurunan nilai SPF *in vitro* setelah pemaparan radiasi sinar UV selama 2 jam.

Pada formula 1 (vitamin E 0%) terjadi perubahan kategori setelah dilakukan paparan sinar UV yaitu dari kategori ultra ke maksimal. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada formula tanpa penambahan vitamin E setelah dilakukan paparan sinar UV terjadi penurunan efektivitas *in vitro* dari parameter nilai SPF *in*

vitro sediaan *lotion* tabir surya. Vitamin E pada formula selain dapat meningkatkan nilai SPF *in vitro* karena dapat memberikan serapan pada panjang gelombang UV, juga bersifat sebagai *photoprotective agent*, yaitu dapat melindungi bahan aktif dari proses fotodegradasi oleh radiasi sinar UV (Schueller dan Romanowski, 2001; Mukul dkk., 2011; Khamsiah dkk., 2012). Vitamin E akan menyerap radiasi sinar UV sehingga radiasi sinar UV tidak berinteraksi dengan bahan aktif. Berdasarkan mekanisme tersebut, maka tidak akan terjadi eksitasi elektron karbon bahan aktif menjadi orbital anti-bonding yang cenderung tidak stabil dan memungkinkan untuk berotasi (Connors dkk., 1986).

Tabel 4.8 Persentase Penurunan Nilai SPF *In Vitro* Sediaan *Lotion* Tabir Surya Setelah Paparan Sinar UV dibandingkan dengan Sebelum Paparan Sinar UV

Replikasi	Penurunan nilai SPF (<i>Sun Protection Factor</i>)			
	F1	F2	F3	F4
1	50,341%	52,585%	44,270%	3,747%
2	47,429%	53,008%	42,556%	5,173%
3	49,939%	53,090%	41,763%	4,190%
4	48,987%	52,979%	40,918%	4,266%
5	48,754%	52,298%	41,446%	4,845%
Rata-rata	46,968%	52,902%	42,185%	4,446%

Pada uji statistik formula dengan penambahan vitamin E 1% dan 3% memiliki perbedaan nilai SPF *in vitro* yang bermakna sebelum dan setelah paparan sinar UV. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi vitamin E 1% dan 3% dalam formula belum mampu mencegah proses fotodegradasi bahan aktif *lotion* tabir surya. Setelah paparan sinar UV jika dilihat pada tabel 4.8 terjadi penurunan nilai SPF *in vitro* $\pm 50\%$ jika dibandingkan nilai SPF *in vitro* sebelum paparan sinar UV. Pada formula 4 dengan penambahan vitamin E 5% secara statistik memiliki perbedaan yang bermakna nilai SPF *in vitro* sebelum dan setelah paparan sinar UV. Nilai SPF *in vitro* setelah paparan sinar UV pada formula 4 jika dilihat dari proporsi angka terjadi penurunan kurang dari 10% dibandingkan dengan nilai SPF *in vitro* sebelum paparan. Hal ini menunjukkan bahwa pada penambahan vitamin E konsentrasi maksimum (5%), terbukti lebih baik mencegah proses fotodegradasi bahan aktif sediaan *lotion* tabir surya

dibandingkan formula yang lain, meskipun dikatakan berbeda bermakna dengan analisis statistik. Vitamin E 5% dipilih sebagai konsentrasi maksimum berdasarkan pernyataan Mukul dkk (2011) bahwa konsentrasi vitamin E yang digunakan untuk sediaan kosmetik adalah 1-5%, karena konsentrasi vitamin E yang berlebihan dapat menyebabkan ruam pada kulit, iritasi, gatal, bahkan pembengkakan pada kulit.

b. Hasil Penentuan Nilai % Transmisi Eritema

Nilai % transmisi eritema adalah perbandingan jumlah energi radiasi sinar UV yang diteruskan oleh sediaan tabir surya pada spektrum eritema dengan jumlah tetapan fluks eritema pada tiap panjang gelombang 292,5-337,5 nm. Tetapan fluks eritema didefinisikan sebagai efek dari sejumlah energi pada panjang gelombang tertentu dibandingkan efek eritema pada radiasi 296,7 nm dengan energi yang sama (Cumpelik, 1972).

1). Hasil Penentuan Nilai % Transmisi Eritema Sebelum Paparan Sinar UV

Penentuan % transmisi eritema secara *in vitro* sebelum paparan sinar UV dilakukan dengan metode spektrofotometri yaitu mengamati nilai serapan larutan *lotion* tabir surya dalam pelarut isopropanol. Larutan sediaan *lotion* tabir surya dalam isopropanol dibuat dengan konsentrasi 1g/L dalam kuvet dan diamati serapannya pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm interval pengamatan 5 nm (Cumpelik, 1972). Perhitungan konsentrasi larutan uji untuk penentuan nilai % transmisi eritema dapat dilihat pada lampiran H.3. Hasil uji % transmisi eritema sebelum paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.9. Data nilai % transmisi eritema sebelum paparan sinar UV selengkapnya dapat dilihat pada lampiran E.2.1.

Hasil perhitungan % transmisi eritema sebelum paparan sinar UV selanjutnya dilakukan analisis statistik untuk mengetahui adanya perbedaan yang bermakna nilai % transmisi eritema sebelum paparan sinar UV antar formula dengan perbedaan konsentrasi vitamin E. Analisis statistik yang dipilih adalah uji *One-Way ANOVA* menggunakan program SPSS 16.0. Pada uji normalitas didapatkan signifikansi $> 0,05$ yang artinya distribusi data normal. Hasil uji homogenitas

memberikan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$) yang berarti varians data tidak normal sehingga dilakukan transformasi data. Nilai signifikansi transformasi data tetap $< 0,05$ ($p = 0,003$) sehingga tidak dapat digunakan uji *One-Way ANOVA* akan tetapi dilakukan uji *Kruskal-Wallis*.

Pada uji *Kruskal-Wallis* diperoleh nilai $p = 0,001$ ($p < 0,05$) artinya adalah terdapat perbedaan yang bermakna nilai % transmisi eritema sebelum paparan sinar UV antar formula dengan perbedaan konsentrasi vitamin E. Uji lanjutan untuk mengetahui formula yang berbeda bermakna dipilih uji *Mann-Whitney*. Nilai signifikansi pada uji *Mann-Whitney* dapat dikatakan berbeda bermakna antar formula jika nilainya kurang dari 0,05, setelah dilakukan uji *Mann-Whitney* diketahui nilai signifikansi perbandingan keempat formula yang dapat dilihat pada tabel 4.10 dan data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F3.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Nilai % Transmisi Eritema Sediaan *Lotion* Tabir Surya Sebelum Paparan Sinar UV

Replikasi	% Transmisi Eritema			
	F1	F2	F3	F4
1	0,000060	0,000125	0,000113	0,000021
2	0,000055	0,000184	0,000329	0,000022
3	0,000069	0,000135	0,000071	0,000019
4	0,000055	0,000169	0,000065	0,000022
5	0,000066	0,000167	0,000319	0,000015
Rata-rata \pm SD	0,000061 \pm 0,000006	0,000156 \pm 0,000025	0,000179 \pm 0,000133	0,000019 \pm 0,000003
Kategori	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>

Tabel 4.10 Hasil Uji *Mann-Whitney* Nilai % Transmisi Eritema Sebelum Paparan Sinar UV dengan Perbedaan Konsentrasi Vitamin E yang ditambahkan

Formula	1	2	3	4
1		BS	BS	BS
2	BS		TS	BS
3	BS	TS		BS
4	BS	BS	BS	

BS = Beda signifikan ($p < 0,05$) TS = Tidak beda signifikan ($p > 0,05$)

Menurut Kreps dan Goldenberg (1972) sediaan tabir surya dikategorikan sebagai *total block* apabila nilai % transmisi eritema $< 1\%$. Berdasarkan hasil

penentuan nilai %transmisi eritema sebelum paparan sinar UV pada tabel 4.8 menunjukkan bahwa keempat formula termasuk dalam kategori *total block*. Hasil uji statistik menggunakan *Mann-Whitney* juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna nilai % transmisi eritema pada semua formula dengan perbedaan konsentrasi vitamin E kecuali antara formula 2 dan 3.

Semakin kecil nilai % transmisi eritema maka semakin baik perlindungan tabir surya terhadap proses eritema. Pada formula 2 (vitamin E 1%) dan formula 3 (vitamin E 3%) memiliki nilai % transmisi eritema yang lebih besar daripada formula 1 (vitamin E 0%). Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan vitamin E 1% dan 3% tidak dapat meningkatkan efektivitas *in vitro* sediaan *lotion* tabir surya jika dilihat dari parameter % transmisi eritema. Akan tetapi pada formula 5 (vitamin E 5%) memiliki nilai % transmisi eritema paling kecil diantara formula yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan vitamin E konsentrasi 5% dapat meningkatkan efektivitas *in vitro lotion* tabir surya jika dilihat dari parameter % transmisi eritema. Vitamin E dengan konsentrasi 5% dapat memberikan nilai % transmisi eritema yang paling kecil karena vitamin E memberikan serapan pada panjang gelombang transmisi eritema. Vitamin E menyerap pada panjang gelombang UV B (280-320 nm) dan panjang gelombang maksimum 292 nm (Fryer, 1993).

2). Hasil Penentuan Nilai % Transmisi Eritema Setelah Paparan Sinar UV

Penentuan % transmisi eritema secara *in vitro* setelah paparan sinar UV juga memiliki cara yang hampir sama dengan penentuan nilai % transmisi eritema sebelum paparan sinar UV. Perbedaan keduanya adalah pada penentuan nilai % transmisi eritema setelah paparan sinar UV, terlebih dahulu dilakukan pemaparan sinar UV. Sediaan *lotion* tabir surya dioleskan pada lempeng dengan panjang dan lebar sesuai persyaratan ($2 \text{ mg sediaan/cm}^2$). Lempeng dengan sediaan *lotion* tabir surya tersebut kemudian dipaparkan di bawah UV lamp (*Chromato-veu C-75*) 365 nm selama 120 menit (Gonzales, 2007). Hasil pengukuran nilai % transmisi eritema setelah paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.11. Data nilai %

transmisi eritema setelah paparan sinar UV selengkapnya dapat dilihat pada lampiran E.2.2.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Nilai % Transmisi Eritema Sediaan *Lotion* Tabir Surya Setelah Paparan Sinar UV

Replikasi	% Transmisi Eritema			
	F1	F2	F3	F4
1	0,003680	0,001528	0,001352	0,000153
2	0,003520	0,002001	0,001197	0,000258
3	0,003525	0,002020	0,001151	0,000136
4	0,003569	0,001611	0,000883	0,000129
5	0,002487	0,002322	0,001487	0,000118
Rata-rata \pm SD	0,003316 \pm 0,000476	0,001896 \pm 0,000326	0,001214 \pm 0,000228	0,000159 \pm 0,000057
Kategori	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>

Analisis statistik dilakukan dengan membandingkan nilai % transmisi eritema sebelum dan setelah paparan sinar UV untuk mengetahui adanya perbedaan yang bermakna antara nilai % transmisi eritema sebelum paparan dan setelah paparan sinar UV. Analisis statistik yang dipilih yaitu *t-test* berpasangan menggunakan program SPSS 16.0. Pada uji normalitas diperoleh nilai signifikansi $< 0,05$ yang artinya adalah distribusi data tidak normal. Hasil transformasi data memberikan nilai signifikansi $< 0,05$ yang berarti distribusi data tidak normal. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak dapat digunakan *t-test* berpasangan sehingga dilakukan uji *Wilcoxon*.

Hasil uji *Wilcoxon* menyatakan bahwa semua formula (4 formula masing-masing 5 replikasi) memiliki nilai % transmisi eritema setelah paparan yang lebih besar daripada nilai % transmisi eritema sebelum paparan sinar UV. Tidak terdapat formula yang memiliki nilai % transmisi eritema setelah paparan lebih kecil atau sama dengan nilai % transmisi eritema sebelum paparan sinar UV. Pada uji *Wilcoxon* juga diperoleh nilai signifikansi = 0,000 ($p < 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara nilai % transmisi eritema sebelum paparan dan setelah paparan sinar UV pada semua formula *lotion* tabir surya. Data hasil uji *Wilcoxon* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran G2.

Pada hasil pengujian nilai % transmisi eritema setelah paparan sinar UV tabel 4.11 menunjukkan bahwa semua formula dapat dikategorikan sebagai sediaan

tabir surya dengan efek *total block*. Hal tersebut berarti nilai % transmisi eritema sebelum paparan dan setelah paparan sinar UV tidak mengalami perubahan kategori. Meskipun tidak mengalami perubahan kategori tetapi jika dilihat dari proporsi angkanya, formula 1, 2, dan 3 mengalami peningkatan nilai % transmisi eritema lebih dari 1000% serta formula 4 mengalami peningkatan nilai % transmisi eritema kurang dari 1000%. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil uji statistik bahwa semua formula memiliki nilai % transmisi eritema setelah paparan yang lebih besar daripada nilai % transmisi eritema sebelum paparan sinar UV.

Pada formula 4 setelah paparan sinar UV mengalami peningkatan nilai % transmisi eritema yang paling kecil diantara formula lain ($< 1000\%$). Hal tersebut menunjukkan bahwa pada penambahan vitamin E 5% setelah dilakukan paparan sinar UV masih memiliki efektivitas *in vitro* yang lebih baik dibandingkan formula lain jika dilihat dari parameter % transmisi eritema.

c. Hasil penentuan % transmisi pigmentasi

Efektivitas sediaan tabir surya selain dinyatakan dengan nilai SPF *in vitro* dan nilai % transmisi eritema, juga dinyatakan dengan nilai % transmisi pigmentasi. % transmisi pigmentasi adalah perbandingan jumlah energi sinar UV yang diteruskan oleh sediaan tabir surya pada spektrum pigmentasi dengan jumlah tetapan fluks pigmentasi pada tiap panjang gelombang dalam rentang 332,5–372,5 nm (Soeratri dkk., 2005). Tetapan fluks pigmentasi didefinisikan sebagai efek dari sejumlah energi pada panjang gelombang tertentu dibandingkan efek pigmentasi pada radiasi 296,7 nm dengan energi yang sama (Cumpelik, 1972).

1). Hasil Penentuan Nilai % Transmisi Pigmentasi Sebelum Paparan Sinar UV

Penentuan nilai % transmisi pigmentasi sebelum paparan sinar UV dilakukan dengan cara yang sama seperti penentuan % transmisi eritema sebelum paparan sinar UV, tetapi berbeda pada panjang gelombang pengamatannya. Pada penentuan nilai % transmisi pigmentasi pengukuran serapan dilakukan pada panjang gelombang 332,5–372,5 nm (Cumpelik, 1972). Hasil pengujian nilai % transmisi pigmentasi sebelum paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.12 dan data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran H.4.

Hasil uji nilai % transmisi pigmentasi sebelum paparan sinar UV kemudian dilakukan analisis statistik untuk mengetahui adanya perbedaan yang bermakna nilai % transmisi pigmentasi antar formula dengan perbedaan konsentrasi vitamin E. Analisis statistik yang dipilih adalah uji *One-way* ANOVA menggunakan program SPSS 16.0. Pada uji normalitas dan homogenitas diperoleh nilai signifikansi $> 0,05$, artinya adalah distribusi dan varians data normal. Berdasarkan hasil uji *One-Way* ANOVA diperoleh nilai $p = 0,000$, karena nilai $p < 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan secara bermakna nilai % transmisi pigmentasi sebelum paparan sinar UV antar formula dengan perbedaan konsentrasi vitamin E. Data hasil uji statistik antara keempat formula selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F4.

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Nilai % Transmisi Pigmentasi Sediaan *Lotion* Tabir Surya Sebelum Paparan Sinar UV

Replikasi	% Transmisi Pigmentasi			
	F1	F2	F3	F4
1	1,376	6,394	8,956	9,716
2	1,440	7,928	9,492	10,495
3	1,386	6,928	9,499	8,992
4	1,333	7,279	8,752	8,817
5	1,438	7,006	9,789	9,352
Rata-rata \pm SD	1,395 \pm 0,114	7,107 \pm 0,560	9,298 \pm 0,428	9,474 \pm 0,667
Kategori	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>

Menurut Kreps dan Goldenberg (1972) sediaan tabir surya dikategorikan sebagai *total block* apabila nilai % transmisi pigmentasi dibawah 40%. Berdasarkan tabel nilai % transmisi pigmentasi sebelum paparan sinar UV semua formula tergolong dalam kategori *total block*. Hasil uji analisis statistik juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna nilai % transmisi pigmentasi sebelum paparan sinar UV antara keempat formula.

Berdasarkan hasil penentuan nilai % transmisi pigmentasi sebelum paparan sinar UV formula dengan penambahan vitamin E (F2, F3, dan F4) memiliki nilai % transmisi pigmentasi yang lebih tinggi dibandingkan formula tanpa penambahan vitamin E (F1 = vitamin E 0%). Hal tersebut dikarenakan vitamin E tidak memberikan serapan pada rentang panjang gelombang transmisi pigmentasi

sehingga dengan penambahan vitamin E tidak dapat meningkatkan efektivitas in vitro sediaan *lotion* tabir surya jika dilihat dari parameter % transmisi pigmentasi.

2). Hasil Penentuan Nilai % Transmisi Pigmentasi Setelah Paparan Sinar UV

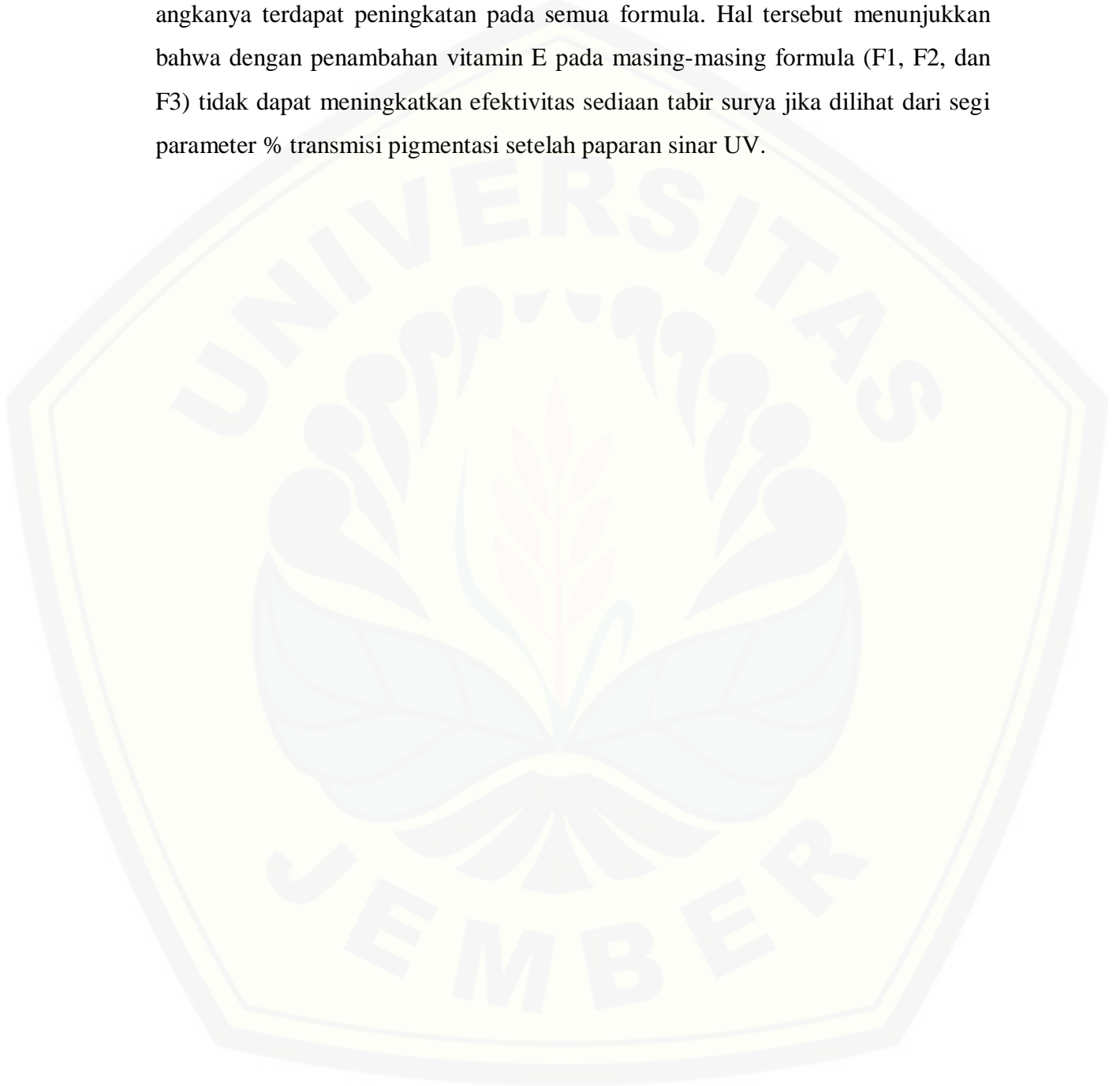
Penentuan nilai % transmisi pigmentasi setelah paparan sinar UV dilakukan dengan cara yang sama seperti penentuan % transmisi eritema setelah paparan sinar UV. Pengukuran serapan nilai % transmisi pigmentasi setelah paparan sinar UV dilakukan pada panjang gelombang 332,5–372,5 nm (Cumpelik, 1972). Hasil uji nilai % transmisi pigmentasi setelah paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.13. Data nilai % transmisi pigmentasi setelah paparan sinar UV selengkapnya dapat dilihat pada lampiran E.2.2.

Tabel 4.13 Hasil Pengujian % Transmisi Pigmentasi Sediaan *Lotion* Tabir Surya Setelah Paparan Sinar UV

Replikasi	% Transmisi Pigmentasi			
	F1	F2	F3	F4
1	14,759	16,424	16,217	14,854
2	14,313	16,989	14,713	15,562
3	14,738	17,394	14,967	16,399
4	14,258	16,321	13,823	15,953
5	14,870	18,075	15,116	15,823
Rata-rata ± SD	14,588 ± 0,281	17,041 ± 0,724	14,967 ± 0,860	15,718 ± 0,570
Kategori	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>

Analisis statistik dilakukan dengan membandingkan nilai % transmisi pigmentasi sebelum dan setelah paparan sinar UV untuk mengetahui adanya perbedaan yang bermakna antara nilai % transmisi pigmentasi sebelum dan setelah paparan sinar UV. Analisis statistik yang dipilih adalah *t-test* berpasangan. Pada uji normalitas diperoleh nilai signifikansi $> 0,05$ yang berarti distribusi data normal. Berdasarkan hasil *t-test* berpasangan diperoleh nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$) artinya adalah terdapat perbedaan yang bermakna nilai % transmisi pigmentasi sebelum dan setelah paparan sinar UV. Data *t-test* berpasangan nilai % transmisi pigmentasi sebelum dan setelah paparan sinar UV selengkapnya dapat dilihat pada lampiran G3.

Semakin kecil nilai % transmisi pigmentasi maka semakin baik perlindungan tabir surya terhadap proses pigmentasi. Berdasarkan data hasil perhitungan nilai % transmisi pigmentasi sebelum dan setelah paparan sinar UV jika dilihat dari angkanya terdapat peningkatan pada semua formula. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan vitamin E pada masing-masing formula (F1, F2, dan F3) tidak dapat meningkatkan efektivitas sediaan tabir surya jika dilihat dari segi parameter % transmisi pigmentasi setelah paparan sinar UV.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan vitamin E mempengaruhi efektivitas *in vitro lotion* tabir surya dari parameter SPF *in vitro*, semakin tinggi konsentrasi vitamin E yang ditambahkan, nilai SPF *in vitro* semakin meningkat, dan juga mempengaruhi efektivitas *in vitro lotion* tabir surya dari parameter nilai % transmisi eritema, pada penambahan konsentrasi vitamin E 5% memiliki nilai % transmisi eritema paling kecil, akan tetapi tidak mempengaruhi efektivitas *in vitro lotion* tabir surya dari parameter % transmisi pigmentasi.
2. Paparan sinar UV pada formula *lotion* tabir surya dengan penambahan vitamin E mempengaruhi efektivitas *in vitro*nya. Adanya paparan sinar UV menyebabkan penurunan nilai SPF *in vitro*, meningkatkan nilai % transmisi eritema dan nilai % transmisi pigmentasinya.
3. Konsentrasi vitamin E yang dapat memberikan efektivitas *in vitro lotion* tabir surya terbaik dari segi SPF *in vitro* dan nilai % transmisi eritema adalah konsentrasi vitamin E 5%. Pada penambahan vitamin E 5% memberikan nilai SPF *in vitro* yang paling tinggi dan nilai % transmisi eritema yang paling kecil.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Perlu dilakukan pengujian nilai SPF *in vivo lotion* tabir surya untuk menjamin efektivitasnya.
2. Perlu dilakukan uji pengaruh penambahan vitamin E dan paparan sinar UV terhadap stabilitas sediaan *lotion* tabir surya untuk menjamin mutu sediaan.

3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kombinasi *photoprotective agent* dalam sediaan *lotion* tabir surya.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustin R., Oktadefitri Y., dan Lucida P. 2013. Formulasi Krim Tabir Surya dari Kombinasi Etil p-Metoksisinamat dengan Katekin. *Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Terkini Sains Farmasi dan Klinik III Fakultas Farmasi Universitas Andalas*. ISSN: 2339-2592.
- Alatas, Z. 1998. Efek Radiasi Pada Kulit. *Buletin Alara. Pusat Standardisasi dan Penelitian Keselamatan Radiasi Badan Tenaga Atom Nasional, Jakarta*. Vol 2. No.1: 27-31.
- Alonso L dan Fuchs E. 2003. *Stem Cells of the Skin Epithelium*. USA : Proc Natl Acad Sci.
- Anonim. 2009. *Naturakos*. Badan POM Republik Indonesia. ISSN 1907-6606. Vol.IV/No 11.
- Ansel HC. 2005. *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Astuti, R. 1997. Fotostabilitas Oktimetoksisinamat dan Pengaruhnya terhadap Fotostabilitas Triptofan. Yogyakarta : *Tesis*, Program Pascasarjana Universitas Gajah Mada.
- Barel, A.O., Marc P., dan Howard I.M. 2001. *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. Third Edition. New York : Informa Healthcare USA, Inc.
- Barel, A.O., Marc P., dan Howard I.M. 2009. *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. Third Edition. New York : Informa Healthcare USA, Inc.
- Baumann, L. 2009. *Cosmetic Dermatology Principles and Practice*. USA : McGraw-Hill Companies, Inc.
- Connors K.A, Amidon G.L. Stella V.J. 1986. *Chemical Stability of Pharmaceuticals Second Edition*. USA : John Wiley and Sons, Inc.
- Cumpelik, B.M. 1972. Analytical Procedures and Evaluation Of Sunscreen. *Journal of Society of Cosmetic Chemist*. Vol.2: 333-345.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1979. *Farmakope Indonesia ed III*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Ditjen POM. 1985. *Formularium Kosmetika Indonesia*. Jakarta: Departemen Kesehatan Indonesia.
- Djuanda, A. 2007. *Ilmu Penyakit Kulit Dan Kelamin*. Jakarta: FKUI.

- Draelos, D.Z., dan Thaman, L.A. 2006. *Cosmetic Formulation of Skin Care Products*. Vol.30. New York : Taylor and Francis Group, LLC.
- Dutra, E.a.,Oliveira, D.A.G.C., Kedor H.E.R.M., dan Santoro, M.I.R.M. 2004. Determination of Sun Protection Factor (SPF) of Sun Screen by Ultraviolet Spectroscopy. *Brilian Journal of Pharmaceutical Science*. Vol. 40: 3.
- Edlich, R.F., Cox M.J., dan Nichter L.S. 2004. Photoprotection by Sunscreen With Topical Antioxidants and Systemic Antioxidants to Reduce Sun Exposure. *J Long-Term Eff of Med Implants*. Vol 4: 317.
- Food and Drug Administration (FDA). 2003. *Guidance for Industry Photosafety Testing*, Pharmacology Toxicology Coordinating Committee in the Centre for Drug Evaluation and Research (CDER) at the FDA.
- Fryer, M.J. 1993. Evidence For The Photoprotective Effects Of Vitamin E. *Photochemistry and Phoholohiolugy*, Vol.58. No.2 : 304-312.
- Gonzalez H., Tarras W.N., Stromdahl B., Juzeniene A. Moan J., Larko O., Rosen A., dan Wennberg M. 2007. Photostability of Commercial Sunscreens upon Sun Exposure and Irradiation by Ultraviolet Lamps. *BMC Dermatology*. Vol: 7(1). DOI: 10.1186/1471-5945-7-1.
- Harry, R.G. 1982. *Harry's Cosmeticology*. Seventh Edition. London : Leonard Hill Book.
- James D., Berger T.G., dan Elston D.M. 2006. *Andrews' Diseases of the Skin: Clinical Dermatology*. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Khamsiah N., Lai NS, Nurfarhanim M., Aimi AR.N, Syazwan M.CS., dan Goon JA. 2012. Photoprotective Measures of Selected Sunscreens and Their Antioxidant Adjuvantation Effects in the Malaysian Climate. *Med and Health* Vol.7(2): 84-96.
- Kreps, S.I., dan Goldemberg, R.L. 1972. Suntan Preparation . Dalam Balsam M.S., and Sagarin E. *Cosmetic Science and Technology 2nd Edition*. New York : John Wiley and Sons Inc.
- Laranjeira M.T., Oliveira D.S.C., Ferreira V.S, dan Oliveira D.R.T.S. 2011. Analytical Determination of Benzophenone-3 in Sunscreen Preparations Using Boron-Doped Diamond Electrodes. *American Journal of analytical Chemistry*. Vol 2: 383-391.
- Lim H.W. dan Draelos Z.D. 2009. *Clinical Guide to sun screen and Photoprotection*. New York: Informa Healthcare USA, Inc.

- Mitsui, T. 1997. *New Cosmetic Science*. Amsterdam: Elsevier Science B.V.
- Mollet H., dan Grubenmann A. 2001. *Formulation Technology: Emulsions, Suspensions, Solid Forms*. Verlag: Wiley.
- Mukul, S., Surabhi K., dan Atul N. 2011. Cosmetical For Skin: An Overview. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. Vol.4 ISSN-0974-2441.
- Ningrum, D. 2008. Pengaruh Asam Glikolat Terhadap Stabilitas Fitokimia dan Efektivitas Sediaan Tabir Surya Kombinasi Oksibenzon Oktil Metoksisinamat dalam Gel Metil Selulosa 4000. Surabaya : *Skripsi*, Universitas Airlangga.
- Pattanaargson, S dan P. Limphong. 2000. Stability of Octyl Methoxycinnamate and Identification of its Photo-degradation Product. *International Journal of Cosmetic Science*. Vol.23: 153-160.
- Petro, A.J. 1981. Correlation of Spectrofotometric Data With Sun Screen Protection Factor. *International Journal of Cosmetic Science*. Vol.3: 185-196.
- Prasetyo, A. B. 2013. Optimasi Kombinasi pH dan Paparan Sinar UV Terhadap Efektifitas Benzofenon dalam Krim Tabir Surya Secara In Vitro. Jember : *Skripsi*, Fakultas Farmasi Universitas Jember.
- Purwaningsih .S, Salamah .E, dan Budiarti T.A. 2014. Formulasi Skin Lotion dengan Penambahan Karagenan dan antioksidan Alami dari *Rhizophora mucronata* Lamk. *J.Akuatika*. Vol: 5(1). ISSN 0853-2532
- Rowe, R.C., Sheskey, P.J., dan Waller, P.J. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipient 6th Edition*. London: Pharmaceutical Press and American Pharmaceutical Association.
- Scalia S. dan Mezzena M. 2010. Photostabilization Effect of Quercetin on the UV Filter Combination, Butyl Methoxydibenzoylmethane – Octyl Methoxycinnamate. *Photochem Photobiol*. Vol 2: 273.
- Schueller R., dan Romanowski P. 2001. *Multifunctional Cosmetics*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Serpone N., Salinaro A., Emeline A.V., Horikoshi S., Hadaka H., dan Zhao J. 2002. An In Vitro Systematic Spectroscopic Examination of The Photostabilities of a Random Set of Commercial Sunscreen Lotions and Their Chemical UVB/UVA Active Agents. *Photochem Photobiol Sci*. Vol 1: 970.

- Setiawan T. 2010. Uji Stabilitas dan Penentuan Nilai SPF Krim Tabir Surya yang Mengandung Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camelia sinensis* L.) Oktimetoksisinamat dan Titanium Dioksida. Depok : *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program studi Farmasi.
- Soeratri I., Ifansyah N., dan Fitrianingrum D. 2005^a. Penentuan Stabilitas Sediaan Krim Tabir Surya dari Bahan Ekstrak Rimpang Kencur (*Kaempferia galanga* L.). *Berk. Penel. Hayati*:Vol.10: 103–105.
- Soeratri I., Ifansyah N., Soemiati, dan Epipit. 2005^b. Penentuan Prosentase Transmisi Eritema dan Pigmentasi Beberapa Minyak Atsiri. *Berk. Penel. Hayati*:Vol.10: 117–121.
- Sopiyudin D.M. 2004. *Statistika Untuk Kedokteran Dan Kesehatan*. Jakarta : PT. Arkans.
- Sudjana. 1996. *Metode Statistika*. Bandung: PT. Tarsito Bandung.
- Sweetman, S.C. 2002. *Martindale*. Edisi 33. London: Pharmaceutical Press.
- Tahir I., Yuliasuti I., dan Juminah. 2002. Analisis aktivitas Perlindungan Sinar UV secara In Vitro dan In Vivo dari Beberapa Senyawa Ester Sinamat Produk Reaksi Kondensasi Benzaldehida Tersubstitusi dan Alkil Asetat. *Makalah Seminar Nasional Kimia XI Universitas Gajah Mada, Yogyakarta*.
- Tranggono, R.I dan Latifah, F. 2007. *Buku Pegangan Ilmu pengetahuan Kosmetik*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- USP. 2007. *USP NF 2007 with Suppliment (United State Pharmacopeia/National Formulary)*. United States: United States Pharmacopeia.
- Voight, R. 1994. *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Walters, K.A. 2002. *Dermatological and Transdermal Formulation*. New York : Merce Dekker Inc.
- Zulkarnain A.K, Susanti M., dan Lathifa A.N. 2013. Stabilitas Fisik Sediaan Lotion O/W dan W/O Ekstrak Buah Mahkota Dewa sebagai Tabir Surya dan Uji Iritasi Primer pada Kelinci. *Trad.Med,J*.Vol.18(3): 141-150. ISSN: 1410-5918.
- Zulkarnain I. 2003. Kosmesetika Pemutih Kulit dan Permasalahannya. *Berkala Ilmu Penyakit Kulit dan Kelamin*. Vol.15: 1.

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN**A**

Abs : absorbansi
ANOVA : *analysis of varians*
AUC : *area under curve*

C

C : celcius
cm : centimeter
CV : *coefficient variation*

D

dPa.s. : *deciPascal.second*

F

F : formula

G

g : gram

L

l : liter

M

M : massa
mg : milligram
mL : milliliter

N

nm : nanometer

P

pH : *power of hydrogen*

ppm : *part per million*

S

SD : standar deviasi

SPF : *sun protection factor*

T

t : waktu

TE : transmisi eritema

TP : transmisi pigmentasi

U

Uv : ultraviolet

Uv- Vis : ultraviolet-visible

LAMPIRAN

A. Hasil Pengujian Viskositas

Replikasi	Viskositas			
	F1	F2	F3	F4
1	58	60	60	60
2	59	59	61	57
3	60	56	60	60
4	61	60	63	59
5	60	61	55	58
Rata-rata ± SD	59,6 ± 0,548	59,2 ± 1,924	59,8 ± 2,949	58,8 ± 1,304

B. Hasil Pengujian pH

Replikasi	pH			
	F1	F2	F3	F4
1	6,67	6,54	6,48	6,45
2	6,68	6,55	6,44	6,44
3	6,7	6,56	6,49	6,47
4	6,67	6,56	6,49	6,44
5	6,67	6,56	6,5	6,44
Rata-rata ± SD	6,68 ± 0,013	6,55 ± 0,009	6,48 ± 0,023	6,45 ± 0,013

C. Hasil Pengujian Daya Sebar *Lotion*C.1 Tabulasi Hasil Diameter Sebar *Lotion* pada pengujian Daya Sebar *Lotion* F1

Beban (gram)	Daya sebar					Rata-rata ±SD
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	
5	9,5	9,9	9,1	9,5	9,4	
	9,6	9,4	9,4	9,7	9,5	
	9,7	9,3	9,7	9,8	9,7	
	10	9,5	9,5	9,6	9,6	
	9,9	9,6	9,6	9,6	9,7	
10	10,5	10,4	10,6	10,2	10,4	
	10,6	10,5	10,6	10,3	10,6	
	10,6	10,5	10,7	10,4	10,6	
	10,8	10,6	10,5	10,3	10,5	
	10,6	10,6	10,6	10,3	10,7	
15	11	11,2	11,2	11,1	11,1	
	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	
	10,9	11,3	11	11	11,3	
	11,3	11,4	11	11,2	11,2	
	11,3	11	11,3	11,3	11,4	
20	12	12	12,1	12,1	12	
	12	12,4	12	12	12	
	11,8	12	12	12	12,1	
	12,1	12	12	12,1	12	
	12	11,9	12	12	12,1	
25	12,1	12	12,2	12	12	
	12	12,4	12	12	12	
	12	12	12	12,1	12,1	
	12,2	12	12	12	12	
	12	12	12	12,1	12,1	
					12,06 ± 0,017	

C.2 Tabulasi Hasil Diameter Sebar *Lotion* pada pengujian Daya Sebar *Lotion* F2

Beban (gram)	Daya sebar					Rata – rata ± SD
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	
5	8,9	8,8	8,2	8,5	8,5	
	8,9	8,9	8,4	8,6	8,8	
	8,8	8,8	8,4	8,8	8,7	
	8,8	8,7	8,5	8,9	8,7	
	8,8	8,6	8,5	8,8	8,8	
10	9,5	9,4	9,3	9,4	9,4	
	9,5	9,5	9,5	9,5	9,6	
	9,4	9,2	9,5	9,9	9,5	
	9,6	9,2	9,2	9,7	9,5	
	9,6	9,2	9,3	9,7	9,5	
15	10,5	10,6	10,4	10,6	10,8	
	10,5	10,7	10,6	10,7	10,8	
	10,6	10,6	10,6	10,8	10,7	
	10,7	10,1	10,5	10,7	10,7	
	10,7	10,1	10,4	10,6	10,7	
20	11,5	11,6	11,3	11,5	11,5	
	11,5	11,6	11,5	11,6	11,5	
	11,4	11,6	11,5	11,6	11,5	
	11,7	11,4	11,4	11,8	11,6	
	11,7	11,5	11,3	11,7	11,6	
25	11,5	11,6	11,3	11,5	11,5	
	11,5	11,6	11,5	11,6	11,5	
	11,5	11,6	11,6	11,7	11,5	
	11,7	11,5	11,5	11,8	11,6	
	11,7	11,5	11,3	11,8	11,6	11,56 ± 0,086

C.3 Tabulasi Hasil Diameter Sebar *Lotion* pada pengujian Daya Sebar *Lotion* F3

Beban (gram)	Daya sebar					Rata – rata ± SD
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	
5	9,6	9,2	9,5	9,8	9,1	
	9,8	9,2	9,7	9,7	9,2	
	9,7	9,1	9,7	9,8	9,2	
	9,7	9	9,7	9,9	9,1	
	9,6	9	9,9	9,8	9	
10	10,5	10,3	10,7	10,8	10,2	
	10,8	10,4	10,7	10,8	10,3	
	10,9	10,2	10,8	10,9	10,2	
	10,8	10,2	10,6	10,9	10,2	
	10,9	10,1	10,8	10,8	10,2	
15	11,3	11,4	11,5	11,7	11,1	
	11,5	11,3	11,4	11,6	11,2	
	11,6	11,4	11,3	11,8	11,1	
	11,7	11,3	11,4	11,7	11,1	
	11,6	11,2	11,5	11,8	11,1	
20	12,3	12,1	12,3	12,5	12,1	
	12,3	12	12,4	12,5	12	
	12,4	12	12,4	12,4	12	
	12,5	12	12,4	12,3	12,1	
	12,5	12	12,5	12,3	12	
25	12,3	12,1	12,3	12,5	12,1	
	12,3	12	12,4	12,5	12	
	12,4	12	12,4	12,4	12	
	12,5	12	12,4	12,3	12,1	
	12,5	12	12,5	12,3	12	12,25 ± 0,203

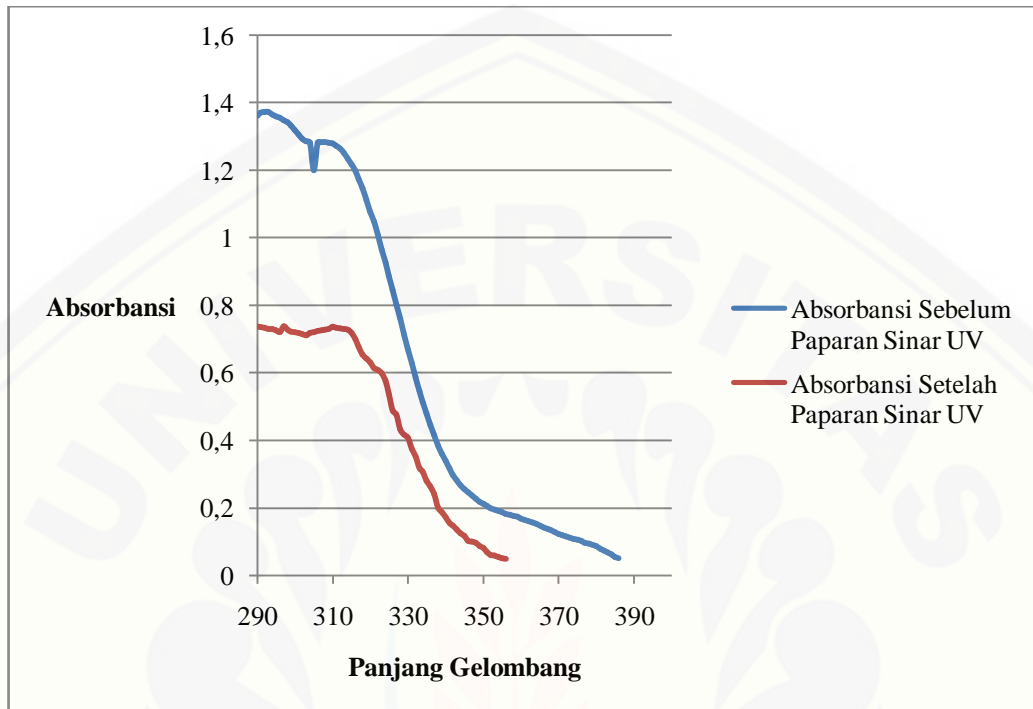
C.4 Tabulasi Hasil Diameter Sebar *Lotion* pada pengujian Daya Sebar *Lotion* F4

Beban (gram)	Daya sebar					Rata – rata ± SD
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	
5	9,3	9,0	9,0	9,4	9,6	
	9,4	9,0	9,0	9,4	9,6	
	9,4	8,9	9,3	9,5	9,7	
	9,3	8,9	9,1	9,7	9,7	
	9,0	9,0	9,1	9,6	9,6	
10	10,3	10,1	10,1	10,3	10,5	
	10,3	10	10,1	10,3	10,5	
	10,4	10	10,3	10,3	10,6	
	10,3	10,1	10,3	10,5	10,4	
	10,2	10	10,2	10,4	10,6	
15	11,1	11	11	11,4	11,3	
	11	11,2	10,9	11,5	11,4	
	11,2	11	11,1	11,6	11,5	
	11,2	11	11	11,5	11,4	
	11,2	11,1	11,2	11,6	11,6	
20	12	11,9	12	12,3	12,3	
	12	12,1	11,9	12,3	12,4	
	12	11,9	12	12,2	12,4	
	12,1	11,9	12	12,1	12,3	
	12	11,9	12	12,2	12,2	
25	12	11,9	12	12,3	12,3	
	12	12,1	11,9	12,3	12,4	
	12	11,9	12	12,2	12,4	
	12,1	11,9	12	12,1	12,3	
	12	11,9	12	12,2	12,2	12,10 ± 0,169

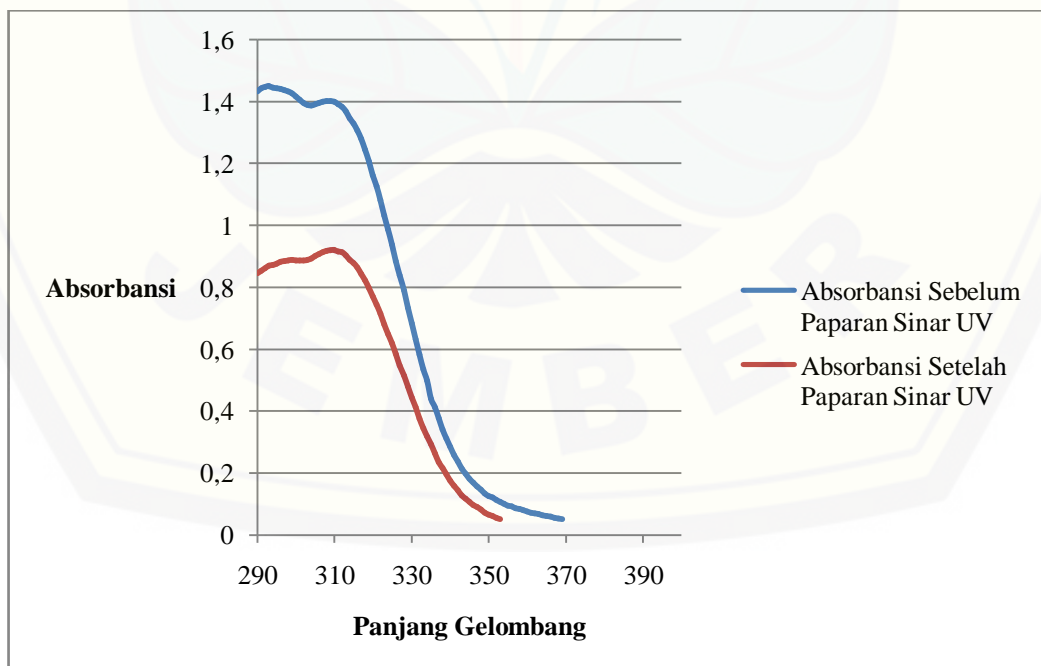
D. Hasil Pengujian Nilai SPF *In Vitro*

D.1 Profil Serapan *Lotion* Tabir Surya dalam Pelarut Isopropanol

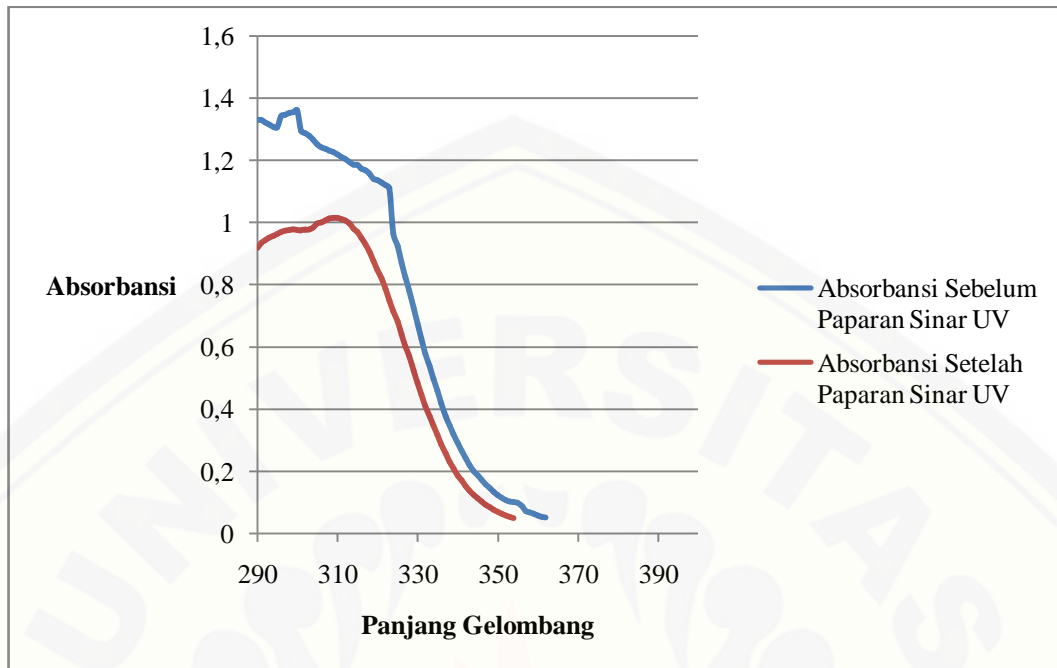
a. Formula 1 sebelum dan setelah paparan sinar UV



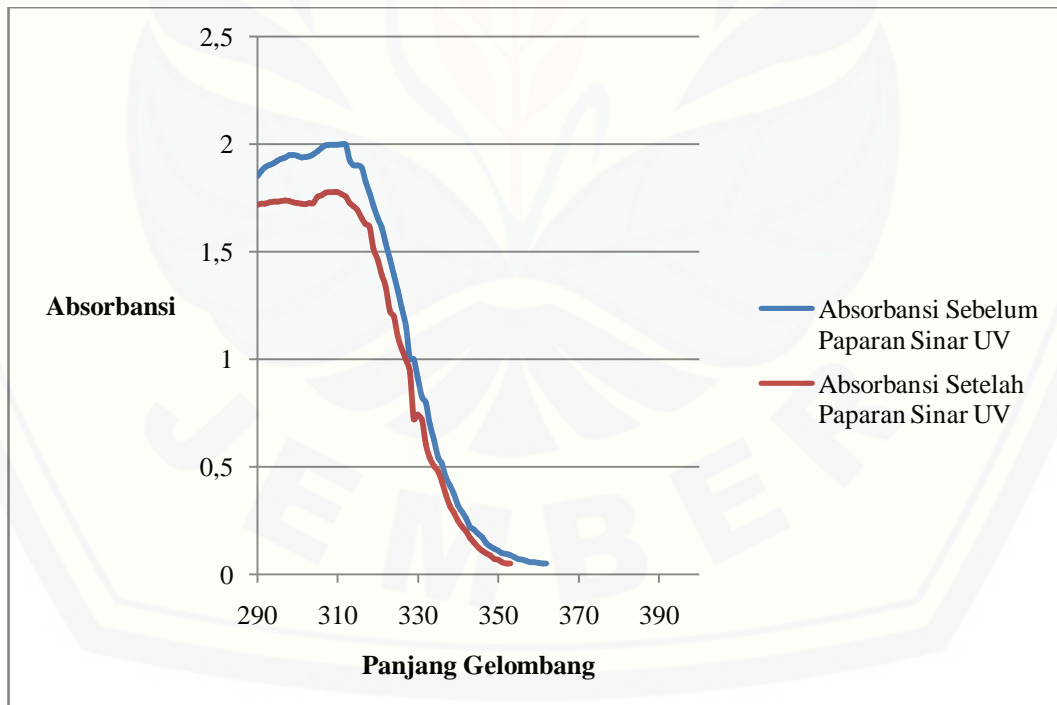
b. Formula 2 sebelum dan setelah paparan sinar UV



c. Formula 3 sebelum dan setelah paparan sinar UV



d. Formula 4 sebelum dan setelah paparan sinar UV



D.2 Tabulasi Absorbansi dan Nilai SPF *In Vitro*D.2.1 Tabulasi Absorbansi dan Nilai SPF *In Vitro* Sebelum Paparan Sinar UV

a. Formula 1

Panjang gel	Absorbansi					Panjang gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	1,362	1,359	1,35	1,358	1,355	323	0,965	0,898	0,954	0,942	0,966
291	1,371	1,361	1,357	1,365	1,352	324	0,927	0,861	0,916	0,890	0,889
292	1,373	1,363	1,360	1,368	1,363	325	0,888	0,823	0,876	0,880	0,872
293	1,373	1,366	1,357	1,369	1,36	326	0,846	0,783	0,833	0,716	0,802
294	1,366	1,363	1,351	1,360	1,356	327	0,802	0,742	0,792	0,672	0,766
295	1,360	1,360	1,346	1,357	1,354	328	0,760	0,703	0,751	0,666	0,720
296	1,355	1,353	1,34	1,352	1,351	329	0,714	0,656	0,703	0,714	0,679
297	1,348	1,348	1,334	1,343	1,499	330	0,670	0,616	0,66	0,670	0,655
298	1,342	1,345	1,327	1,340	1,490	331	0,630	0,575	0,62	0,579	0,592
299	1,333	1,337	1,318	1,331	1,387	332	0,586	0,534	0,576	0,566	0,544
300	1,320	1,330	1,306	1,322	1,300	333	0,546	0,494	0,539	0,545	0,513
301	1,307	1,318	1,292	1,312	1,255	334	0,514	0,463	0,506	0,512	0,473
302	1,293	1,309	1,280	1,303	1,249	335	0,479	0,429	0,470	0,481	0,431
303	1,286	1,298	1,272	1,295	1,247	336	0,446	0,397	0,438	0,463	0,397
304	1,281	1,278	1,268	1,284	1,242	337	0,416	0,367	0,405	0,410	0,358
305	1,201	1,266	1,267	1,280	1,236	338	0,384	0,338	0,376	0,398	0,334
306	1,282	1,255	1,268	1,276	1,224	339	0,360	0,314	0,352	0,321	0,317
307	1,283	1,242	1,269	1,272	1,219	340	0,339	0,293	0,332	0,312	0,298
308	1,284	1,237	1,270	1,271	1,216	341	0,317	0,272	0,308	0,301	0,284
309	1,282	1,216	1,269	1,262	1,213	342	0,298	0,253	0,290	0,289	0,277
310	1,279	1,206	1,265	1,259	1,210	343	0,282	0,236	0,273	0,287	0,264
311	1,273	1,199	1,259	1,248	1,209	344	0,267	0,028	0,259	0,261	0,231
312	1,264	1,196	1,250	1,234	1,199	345	0,256	0,023	0,246	0,250	0,222
313	1,252	1,190	1,237	1,230	1,188	346	0,246	0,198	0,236	0,244	0,214
314	1,234	1,177	1,221	1,212	1,177	347	0,237	0,194	0,228	0,231	0,201
315	1,218	1,169	1,204	1,204	1,165	348	0,227	0,187	0,219	0,222	0,195
316	1,199	1,155	1,186	1,193	1,159	349	0,218	0,182	0,210	0,213	0,187
317	1,174	1,149	1,159	1,188	1,144	350	0,212	0,177	0,203	0,210	0,171
318	1,147	1,127	1,134	1,176	1,125	351	0,207	0,172	0,197	0,201	0,168
319	1,114	1,120	1,102	1,165	1,118	352	0,200	0,169	0,193	0,198	0,164
320	1,078	1,007	1,065	1,102	1,109	353	0,195	0,156	0,188	0,189	0,152
321	1,048	1,000	1,036	1,065	1,102	354	0,191	0,148	0,183	0,187	0,147
322	1,009	0,976	0,996	1,003	0,988	355	0,187	0,143	0,178	0,178	0,143

356	0,182	0,135	0,176	0,176	0,138	372	0,116	0,081	0,11	0,108	0,08
357	0,180	0,132	0,170	0,176	0,136	373	0,113	0,078	0,106	0,102	0,079
358	0,176	0,130	0,169	0,176	0,129	374	0,109	0,076	0,103	0,101	0,075
359	0,174	0,127	0,166	0,172	0,127	375	0,106	0,074	0,099	0,100	0,073
360	0,169	0,124	0,162	0,166	0,127	376	0,102	0,071	0,096	0,098	0,071
361	0,165	0,119	0,157	0,163	0,118	377	0,097	0,066	0,091	0,096	0,069
362	0,161	0,116	0,153	0,16	0,115	378	0,095	0,066	0,09	0,089	0,068
363	0,157	0,113	0,150	0,154	0,113	379	0,091	0,061	0,086	0,085	0,067
364	0,531	0,109	0,145	0,149	0,112	380	0,087	0,06	0,081	0,083	0,067
365	0,148	0,105	0,141	0,147	0,109	381	0,080	0,056	0,075	0,078	0,065
366	0,143	0,101	0,137	0,141	0,099	382	0,075	0,053	0,070	0,067	0,059
367	0,138	0,098	0,131	0,139	0,098	383	0,069		0,064	0,062	0,055
368	0,134	0,094	0,127	0,132	0,098	384	0,062		0,058	0,059	0,053
369	0,129	0,091	0,123	0,128	0,089	385	0,056		0,052	0,053	
370	0,124	0,087	0,117	0,122	0,087	386	0,051			0,05	
371	0,120	0,084	0,114	0,111	0,084						

b. Formula 2

Panjang gel	Absorbansi					Panjang gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	1,407	1,433	1,440	1,417	1,422	326	0,834	0,885	0,878	0,787	0,855
291	1,410	1,444	1,450	1,420	1,429	327	0,786	0,839	0,831	0,784	0,814
292	1,412	1,448	1,456	1,426	1,43	328	0,742	0,790	0,781	0,781	0,769
293	1,410	1,450	1,456	1,419	1,428	329	0,689	0,734	0,725	0,722	0,722
294	1,404	1,445	1,451	1,414	1,423	330	0,642	0,684	0,677	0,679	0,666
295	1,399	1,443	1,448	1,410	1,421	331	0,596	0,634	0,627	0,653	0,622
296	1,395	1,441	1,446	1,402	1,419	332	0,548	0,584	0,575	0,622	0,562
297	1,387	1,437	1,440	1,401	1,417	333	0,505	0,536	0,529	0,608	0,519
298	1,381	1,433	1,437	1,399	1,413	334	0,468	0,498	0,491	0,548	0,487
299	1,371	1,427	1,429	1,39	1,410	335	0,429	0,541	0,449	0,470	0,431
300	1,359	1,416	1,418	1,377	1,402	336	0,392	0,414	0,409	0,413	0,401
301	1,346	1,405	1,407	1,368	1,400	337	0,356	0,378	0,372	0,392	0,371
302	1,332	1,395	1,441	1,359	1,387	338	0,323	0,341	0,336	0,375	0,325
303	1,325	1,39	1,390	1,35	1,385	339	0,295	0,312	0,307	0,322	0,300
304	1,321	1,388	1,389	1,334	1,385	340	0,270	0,285	0,282	0,281	0,276
305	1,321	1,391	1,390	1,332	1,381	341	0,244	0,259	0,254	0,251	0,251
306	1,322	1,395	1,393	1,330	1,380	342	0,222	0,237	0,231	0,232	0,227
307	1,322	1,399	1,397	1,327	1,373	343	0,202	0,215	0,210	0,211	0,221
308	1,323	1,402	1,398	1,325	1,369	344	0,186	0,198	0,193	0,198	0,191
309	1,320	1,402	1,399	1,322	1,365	345	0,171	0,182	0,178	0,187	0,181
310	1,316	1,399	1,395	1,319	1,363	346	0,159	0,169	0,166	0,165	0,156
311	1,309	1,392	1,388	1,318	1,359	347	0,148	0,158	0,154	0,157	0,148
312	1,299	1,383	1,378	1,316	1,348	348	0,136	0,147	0,143	0,147	0,139
313	1,285	1,369	1,363	1,305	1,344	349	0,125	0,135	0,132	0,136	0,131
314	1,264	1,347	1,342	1,298	1,338	350	0,116	0,127	0,124	0,128	0,122
315	1,247	1,329	1,323	1,295	1,323	351	0,109	0,121	0,116	0,117	0,114
316	1,225	1,307	1,300	1,283	1,279	352	0,102	0,113	0,109	0,109	0,104
317	1,195	1,279	1,268	1,28	1,259	353	0,096	0,107	0,103	0,098	0,100
318	1,166	1,244	1,238	1,259	1,234	354	0,089	0,101	0,097	0,087	0,091
319	1,130	1,207	1,199	1,234	1,18	355	0,084	0,096	0,092	0,086	0,086
320	1,091	1,163	1,155	1,216	1,149	356	0,078	0,092	0,087	0,084	0,083
321	1,058	1,128	1,120	1,200	1,112	357	0,076	0,086	0,084	0,078	0,081
322	1,014	1,082	1,072	1,163	1,066	358	0,071	0,084	0,079	0,071	0,075
323	0,965	1,031	1,022	1,118	1,016	359	0,068	0,081	0,076	0,069	0,072
324	0,923	0,987	0,978	0,999	0,953	360	0,064	0,077	0,073	0,063	0,069
325	0,88	0,940	0,931	0,877	0,922	361	0,061	0,073	0,069	0,061	0,067

362	0,058	0,070	0,066	0,06	0,065	366	0,059	0,059	0,055	0,051	0,052
363	0,055	0,068	0,064	0,06	0,061	367	0,056	0,056	0,052	0,050	0,052
364	0,052	0,064	0,060	0,053	0,059	368	0,054	0,054	0,050	0,096	0,050
365		0,062	0,058	0,051	0,053	369	0,052	0,052			



c. Formula 3

Panjang gel	Absorbansi					Panjang gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	1,331	1,361	1,31	1,308	1,451	327	0,825	0,760	0,846	0,866	0,725
291	1,33	1,36	1,309	1,307	1,424	328	0,781	0,661	0,795	0,833	0,602
292	1,323	1,349	1,308	1,305	1,412	329	0,725	0,616	0,743	0,757	0,599
293	1,317	1,337	1,306	1,303	1,398	330	0,676	0,574	0,690	0,726	0,565
294	1,309	1,329	1,305	1,302	1,383	331	0,628	0,522	0,642	0,679	0,525
295	1,308	1,321	1,119	1,299	1,372	332	0,580	0,487	0,593	0,668	0,454
296	1,344	1,361	1,289	1,299	1,383	333	0,538	0,476	0,550	0,568	0,432
297	1,347	1,363	1,302	1,288	1,392	334	0,496	0,451	0,506	0,542	0,413
298	1,353	1,375	1,34	1,273	1,399	335	0,460	0,415	0,468	0,489	0,401
299	1,356	1,379	1,35	1,262	1,412	336	0,419	0,34	0,428	0,434	0,334
300	1,362	1,379	1,362	1,261	1,431	337	0,378	0,313	0,386	0,411	0,321
301	1,296	1,358	1,281	1,258	1,452	338	0,349	0,285	0,385	0,342	0,290
302	1,287	1,349	1,278	1,256	1,392	339	0,320	0,257	0,325	0,301	0,249
303	1,279	1,336	1,266	1,233	1,353	340	0,290	0,235	0,295	0,278	0,231
304	1,267	1,333	1,255	1,232	1,334	341	0,267	0,214	0,270	0,265	0,210
305	1,253	1,32	1,245	1,231	1,33	342	0,243	0,193	0,246	0,243	0,191
306	1,242	1,309	1,243	1,231	1,303	343	0,222	0,176	0,223	0,238	0,169
307	1,238	1,293	1,242	1,226	1,292	344	0,201	0,163	0,205	0,221	0,161
308	1,232	1,289	1,242	1,22	1,288	345	0,188	0,157	0,160	0,213	0,156
309	1,227	1,26	1,241	1,216	1,257	346	0,174	0,148	0,152	0,193	0,144
310	1,220	1,259	1,239	1,212	1,256	347	0,160	0,134	0,151	0,180	0,129
311	1,212	1,256	1,237	1,211	1,254	348	0,148	0,128	0,141	0,171	0,123
312	1,205	1,251	1,233	1,211	1,25	349	0,135	0,119	0,130	0,142	0,114
313	1,195	1,249	1,231	1,199	1,246	350	0,125	0,109	0,121	0,124	0,101
314	1,187	1,238	1,229	1,19	1,233	351	0,117	0,107	0,110	0,119	0,100
315	1,186	1,234	1,226	1,173	1,232	352	0,107	0,099	0,103	0,111	0,091
316	1,174	1,23	1,223	1,165	1,229	353	0,103	0,097	0,097	0,103	0,089
317	1,169	1,23	1,223	1,156	1,227	354	0,102	0,080	0,092	0,101	0,078
318	1,157	1,219	1,216	1,155	1,218	355	0,099	0,072	0,080	0,090	0,071
319	1,142	1,189	1,205	1,15	1,216	356	0,089	0,069	0,071	0,081	0,067
320	1,138	1,18	1,166	1,133	1,182	357	0,074	0,068	0,068	0,071	0,065
321	1,129	1,177	1,129	1,131	1,179	358	0,069	0,061	0,065	0,065	0,060
322	1,120	1,166	1,048	1,126	1,167	359	0,065	0,059	0,063	0,060	0,056
323	1,110	1,149	1,009	1,113	1,153	360	0,059	0,057	0,056	0,055	0,055
324	0,966	1,109	0,991	1,105	1,112	361	0,055	0,055	0,055	0,053	0,053
325	0,925	0,902	0,949	0,990	0,901	362	0,052	0,052	0,050	0,050	0,050
326	0,872	0,860	0,894	0,984	0,846						

d. Formula 4

Panjang gel	Absorbansi					Panjang gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	1,851	1,841	1,853	1,852	1,824	327	1,153	1,163	1,168	1,179	1,177
291	1,876	1,868	1,878	1,856	1,83	328	1,003	1,092	1,091	1,100	1,155
292	1,894	1,885	1,896	1,858	1,833	329	1,001	1,001	1,007	1,008	1,124
293	1,904	1,897	1,906	1,860	1,878	330	0,919	0,921	0,929	0,932	0,942
294	1,912	1,907	1,917	1,881	1,891	331	0,826	0,845	0,826	0,832	0,839
295	1,925	1,918	1,927	1,901	1,909	332	0,798	0,771	0,778	0,802	0,768
296	1,934	1,928	1,937	1,911	1,92	333	0,700	0,702	0,710	0,720	0,712
297	1,938	1,936	1,948	1,921	1,928	334	0,624	0,647	0,645	0,701	0,644
298	1,949	1,944	1,952	1,930	1,937	335	0,547	0,582	0,587	0,618	0,580
299	1,951	1,94	1,953	1,931	1,937	336	0,515	0,522	0,525	0,568	0,524
300	1,946	1,937	1,948	1,94	1,93	337	0,452	0,465	0,468	0,471	0,471
301	1,940	1,937	1,942	1,941	1,934	338	0,412	0,412	0,418	0,421	0,416
302	1,942	1,939	1,944	1,949	1,943	339	0,372	0,368	0,373	0,385	0,364
303	1,944	1,949	1,946	1,951	1,945	340	0,322	0,324	0,332	0,336	0,321
304	1,953	1,963	1,955	1,954	1,959	341	0,290	0,190	0,292	0,297	0,291
305	1,967	1,979	1,970	1,964	1,977	342	0,261	0,290	0,264	0,259	0,275
306	1,982	1,994	1,986	1,983	1,993	343	0,222	0,258	0,232	0,333	0,231
307	1,996	1,999	1,999	1,997	1,997	344	0,209	0,229	0,211	0,216	0,216
308	1,998	2,000	2,000	1,999	1,999	345	0,189	0,205	0,191	0,189	0,200
309	1,999	2,000	2,000	1,999	2,000	346	0,174	0,187	0,172	0,168	0,176
310	1,997	2,001	2,001	2,001	2,000	347	0,147	0,167	0,157	0,153	0,157
311	2,000	2,000	2,000	1,998	1,998	348	0,132	0,152	0,142	0,144	0,144
312	1,999	1,995	1,999	1,995	1,997	349	0,121	0,137	0,127	0,125	0,131
313	1,926	1,973	1,978	1,977	1,988	350	0,111	0,122	0,117	0,118	0,121
314	1,903	1,944	1,952	1,959	1,953	351	0,100	0,112	0,108	0,104	0,111
315	1,902	1,922	1,922	1,924	1,934	352	0,095	0,103	0,099	0,096	0,101
316	1,891	1,889	1,893	1,889	1,883	353	0,089	0,094	0,091	0,093	0,091
317	1,826	1,84	1,846	1,84	1,834	354	0,082	0,086	0,086	0,087	0,072
318	1,774	1,787	1,793	1,791	1,783	355	0,072	0,079	0,079	0,074	0,071
319	1,716	1,731	1,736	1,729	1,734	356	0,070	0,075	0,074	0,072	0,070
320	1,657	1,672	1,677	1,678	1,670	357	0,064	0,077	0,07	0,071	0,065
321	1,613	1,609	1,615	1,623	1,610	358	0,058	0,065	0,066	0,064	0,061
322	1,543	1,539	1,548	1,556	1,535	359	0,056	0,061	0,063	0,061	0,053
323	1,465	1,463	1,468	1,487	1,48	360	0,055	0,057	0,059	0,058	0,052
324	1,394	1,392	1,397	1,400	1,388	361	0,052	0,054	0,055	0,053	0,051
325	1,321	1,321	1,330	1,325	1,334	362	0,050	0,050	0,052	0,052	0,050
326	1,242	1,140	1,245	1,257	1,288	363			0,050		

D.2.2 Tabulasi Absorbansi dan SPF *In Vitro* Setelah Paparan Sinar UV

a. Formula 1

Panjang gel	Absorbansi					Panjang gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0,738	0,704	0,708	0,719	0,727	324	0,577	0,519	0,527	0,542	0,531
291	0,736	0,709	0,714	0,716	0,732	325	0,54	0,501	0,503	0,524	0,503
292	0,734	0,712	0,716	0,716	0,734	326	0,489	0,472	0,475	0,510	0,479
293	0,731	0,714	0,714	0,711	0,730	327	0,476	0,447	0,450	0,492	0,456
294	0,73	0,714	0,716	0,700	0,734	328	0,432	0,416	0,422	0,422	0,428
295	0,726	0,716	0,718	0,690	0,734	329	0,417	0,398	0,399	0,412	0,403
296	0,722	0,717	0,717	0,684	0,730	330	0,408	0,368	0,376	0,398	0,377
297	0,739	0,718	0,719	0,667	0,732	331	0,376	0,341	0,343	0,351	0,350
298	0,728	0,715	0,718	0,702	0,730	332	0,352	0,320	0,323	0,323	0,326
299	0,723	0,710	0,713	0,710	0,726	333	0,318	0,299	0,298	0,298	0,305
300	0,721	0,708	0,714	0,713	0,725	334	0,308	0,279	0,278	0,278	0,282
301	0,719	0,707	0,710	0,716	0,722	335	0,281	0,261	0,258	0,262	0,263
302	0,716	0,707	0,710	0,717	0,720	336	0,264	0,241	0,237	0,234	0,242
303	0,712	0,711	0,713	0,717	0,723	337	0,241	0,215	0,217	0,213	0,220
304	0,72	0,715	0,717	0,720	0,726	338	0,201	0,205	0,201	0,200	0,205
305	0,722	0,717	0,722	0,722	0,729	339	0,188	0,187	0,184	0,183	0,189
306	0,725	0,719	0,726	0,726	0,734	340	0,172	0,167	0,169	0,161	0,173
307	0,726	0,720	0,731	0,731	0,738	341	0,155	0,154	0,156	0,152	0,160
308	0,729	0,722	0,733	0,733	0,740	342	0,148	0,144	0,143	0,141	0,148
309	0,731	0,727	0,734	0,734	0,740	343	0,137	0,133	0,132	0,130	0,135
310	0,737	0,725	0,733	0,733	0,739	344	0,125	0,126	0,122	0,121	0,126
311	0,734	0,724	0,730	0,730	0,736	345	0,117	0,115	0,114	0,111	0,118
312	0,732	0,722	0,725	0,725	0,732	346	0,103	0,101	0,105	0,102	0,109
313	0,731	0,714	0,719	0,719	0,725	347	0,100	0,099	0,097	0,092	0,101
314	0,729	0,702	0,708	0,708	0,713	348	0,097	0,091	0,090	0,088	0,094
315	0,719	0,688	0,699	0,694	0,704	349	0,088	0,086	0,083	0,080	0,086
316	0,700	0,683	0,688	0,69	0,694	350	0,081	0,076	0,077	0,070	0,080
317	0,677	0,671	0,672	0,671	0,677	351	0,071	0,07	0,071	0,067	0,075
318	0,655	0,650	0,654	0,651	0,659	352	0,061	0,065	0,066	0,060	0,069
319	0,644	0,635	0,637	0,637	0,641	353	0,060	0,059	0,061	0,055	0,064
320	0,632	0,614	0,618	0,612	0,623	354	0,056	0,058	0,057	0,052	0,061
321	0,615	0,593	0,598	0,600	0,010	355	0,052	0,052	0,051	0,050	0,056
322	0,610	0,587	0,573	0,582	0,582	356	0,050				0,051
323	0,599	0,544	0,551	0,568	0,556						

c. Formula 2

Panjang gel	Absorbansi					Panjang gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0,846	0,824	0,848	0,831	0,828	322	0,716	0,717	0,718	0,720	0,699
291	0,855	0,839	0,860	0,836	0,838	323	0,681	0,692	0,684	0,698	0,665
292	0,863	0,844	0,867	0,847	0,845	324	0,650	0,665	0,653	0,646	0,635
293	0,870	0,848	0,874	0,853	0,852	325	0,620	0,632	0,621	0,611	0,605
294	0,873	0,852	0,876	0,856	0,854	326	0,585	0,591	0,587	0,576	0,570
295	0,877	0,859	0,882	0,861	0,859	327	0,549	0,561	0,553	0,542	0,536
296	0,884	0,868	0,888	0,868	0,865	328	0,516	0,532	0,521	0,512	0,504
297	0,886	0,872	0,889	0,873	0,868	329	0,479	0,491	0,48	0,472	0,466
298	0,888	0,888	0,892	0,876	0,869	330	0,444	0,453	0,446	0,441	0,433
299	0,889	0,891	0,892	0,881	0,871	331	0,413	0,427	0,412	0,408	0,402
300	0,888	0,892	0,892	0,874	0,869	332	0,377	0,373	0,378	0,370	0,367
301	0,888	0,894	0,901	0,865	0,869	333	0,346	0,352	0,347	0,348	0,333
302	0,888	0,895	0,901	0,868	0,869	334	0,318	0,333	0,320	0,326	0,310
303	0,889	0,896	0,894	0,870	0,870	335	0,293	0,298	0,292	0,297	0,284
304	0,894	0,898	0,899	0,874	0,877	336	0,265	0,266	0,265	0,265	0,250
305	0,902	0,903	0,905	0,880	0,882	337	0,236	0,234	0,237	0,243	0,231
306	0,909	0,908	0,913	0,883	0,890	338	0,216	0,211	0,216	0,217	0,208
307	0,915	0,912	0,919	0,890	0,896	339	0,196	0,197	0,196	0,201	0,190
308	0,919	0,916	0,924	0,900	0,900	340	0,175	0,181	0,175	0,197	0,169
309	0,920	0,921	0,926	0,901	0,902	341	0,160	0,171	0,160	0,176	0,154
310	0,921	0,917	0,925	0,898	0,902	342	0,144	0,151	0,143	0,154	0,139
311	0,917	0,918	0,911	0,893	0,897	343	0,128	0,132	0,129	0,136	0,124
312	0,914	0,916	0,917	0,891	0,894	344	0,118	0,117	0,118	0,114	0,112
313	0,904	0,906	0,908	0,883	0,884	345	0,107	0,105	0,108	0,106	0,102
314	0,890	0,898	0,894	0,866	0,870	346	0,097	0,098	0,097	0,097	0,092
315	0,880	0,887	0,883	0,862	0,867	347	0,090	0,087	0,089	0,089	0,088
316	0,865	0,872	0,868	0,849	0,846	348	0,082	0,081	0,081	0,078	0,077
317	0,843	0,855	0,847	0,828	0,825	349	0,073	0,072	0,073	0,067	0,069
318	0,823	0,832	0,826	0,810	0,803	350	0,067	0,063	0,067	0,065	0,063
319	0,798	0,811	0,801	0,801	0,779	351	0,062	0,060	0,062	0,059	0,058
320	0,771	0,782	0,773	0,799	0,753	352	0,056	0,052	0,056	0,053	0,052
321	0,745	0,753	0,746	0,757	0,728	353	0,052	0,050	0,051		

c. Formula 3

Panjang gel	Absorbansi					Panjang gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0,920	0,934	0,924	0,961	0,946	323	0,750	0,756	0,762	0,817	0,787
291	0,935	0,948	0,943	0,969	0,952	324	0,715	0,721	0,725	0,778	0,747
292	0,945	0,958	0,952	0,975	0,957	325	0,682	0,686	0,693	0,742	0,722
293	0,952	0,965	0,954	0,981	0,969	326	0,641	0,648	0,626	0,708	0,680
294	0,958	0,970	0,961	0,985	0,972	327	0,603	0,61	0,618	0,665	0,740
295	0,964	0,975	0,966	0,993	0,979	328	0,571	0,573	0,608	0,627	0,603
296	0,971	0,981	0,973	0,996	0,985	329	0,525	0,531	0,590	0,592	0,562
297	0,974	0,985	0,976	0,998	0,988	330	0,485	0,490	0,538	0,547	0,536
298	0,977	0,988	0,98	1,003	0,991	331	0,448	0,454	0,468	0,506	0,501
299	0,978	0,989	0,982	1,018	0,994	332	0,411	0,427	0,443	0,469	0,498
300	0,977	0,987	0,979	1,016	0,996	333	0,378	0,383	0,419	0,428	0,435
301	0,976	0,986	0,976	1,015	0,997	334	0,347	0,354	0,387	0,393	0,391
302	0,978	0,987	0,980	1,016	0,997	335	0,318	0,323	0,334	0,361	0,354
303	0,979	0,988	0,980	1,017	0,999	336	0,286	0,291	0,293	0,332	0,312
304	0,985	0,994	0,986	1,023	1,000	337	0,259	0,260	0,264	0,299	0,280
305	0,998	1,001	1,000	1,030	1,011	338	0,232	0,237	0,241	0,272	0,251
306	1,001	1,009	1,002	1,033	1,019	339	0,21	0,215	0,227	0,244	0,222
307	1,008	1,016	1,010	1,045	1,122	340	0,187	0,193	0,193	0,221	0,108
308	1,013	1,021	1,017	1,050	1,130	341	0,171	0,175	0,176	0,197	0,191
309	1,016	1,024	1,020	1,053	1,131	342	0,154	0,150	0,158	0,180	0,165
310	1,016	1,023	1,022	1,053	1,128	343	0,138	0,141	0,145	0,163	0,154
311	1,011	1,019	1,019	1,048	1,116	344	0,125	0,129	0,134	0,145	0,141
312	1,007	1,015	1,011	1,044	1,010	345	0,114	0,118	0,117	0,133	0,121
313	0,997	1,005	1,000	1,033	1,005	346	0,103	0,106	0,108	0,122	0,112
314	0,982	0,999	0,988	1,018	1,000	347	0,094	0,098	0,098	0,111	0,100
315	0,970	0,977	0,972	1,005	0,988	348	0,086	0,089	0,088	0,103	0,091
316	0,953	0,961	0,969	0,988	0,961	349	0,078	0,081	0,077	0,093	0,080
317	0,930	0,937	0,935	0,964	0,948	350	0,071	0,075	0,076	0,084	0,074
318	0,906	0,913	0,911	0,939	0,922	351	0,065	0,069	0,069	0,078	0,071
319	0,878	0,886	0,894	0,911	0,885	352	0,059	0,063	0,057	0,071	0,065
320	0,850	0,857	0,862	0,881	0,853	353	0,054	0,058	0,053	0,066	0,061
321	0,820	0,827	0,847	0,851	0,822	354	0,051	0,054	0,050	0,061	0,055
322	0,787	0,794	0,798	0,961	0,946	355				0,057	0,050

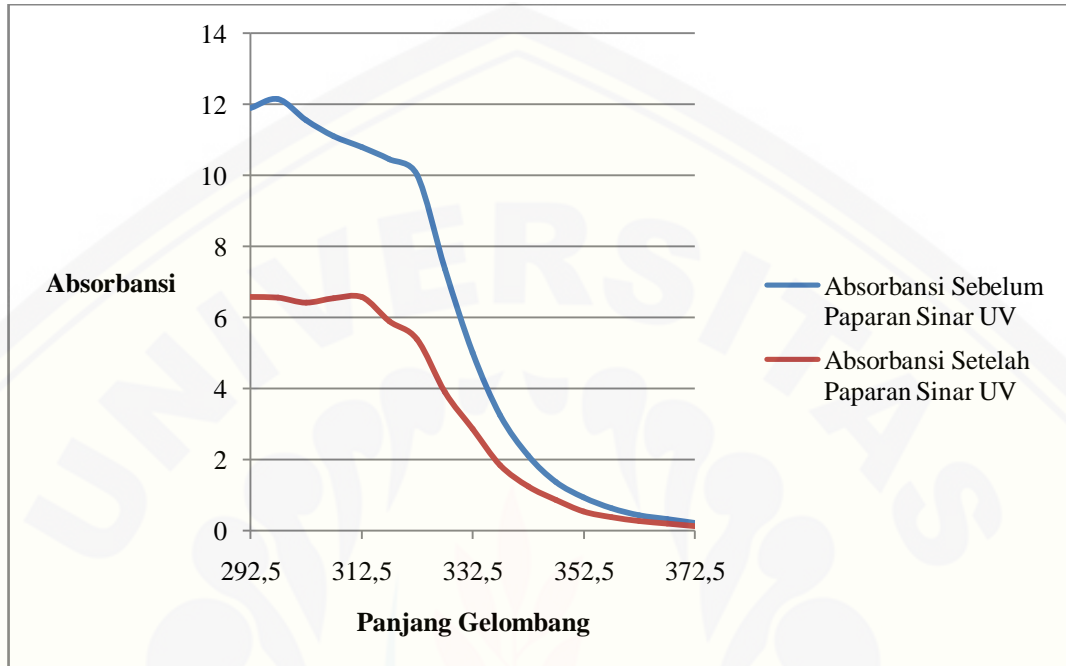
d. Formula 4

Panjang gel	Absorbansi					Panjang gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	1,719	1,613	1,625	1,622	1,621	323	1,224	1,110	1,348	1,110	1,238
291	1,724	1,621	1,604	1,625	1,654	324	1,200	1,090	1,289	1,092	1,212
292	1,725	1,622	1,614	1,626	1,665	325	1,109	1,069	1,239	1,088	1,155
293	1,729	1,627	1,622	1,632	1,678	326	1,053	1,043	1,188	1,052	1,08
294	1,734	1,629	1,628	1,634	1,688	327	0,999	1,000	1,009	1,000	1,005
295	1,734	1,631	1,648	1,638	1,699	328	0,944	0,999	0,988	1,000	0,944
296	1,736	1,632	1,658	1,642	1,711	329	0,723	0,991	0,906	0,981	0,864
297	1,738	1,644	1,674	1,647	1,719	330	0,743	0,990	0,799	0,973	0,792
298	1,735	1,655	1,684	1,657	1,726	331	0,718	0,984	0,739	0,968	0,727
299	1,729	1,657	1,688	1,66	1,729	332	0,605	0,951	0,677	0,947	0,657
300	1,726	1,690	1,692	1,663	1,725	333	0,541	0,823	0,607	0,843	0,597
301	1,723	1,694	1,704	1,685	1,722	334	0,503	0,713	0,593	0,816	0,542
302	1,722	1,712	1,719	1,713	1,722	335	0,481	0,701	0,382	0,766	0,489
303	1,727	1,722	1,728	1,725	1,726	336	0,432	0,689	0,360	0,720	0,432
304	1,727	1,727	1,735	1,73	1,736	337	0,373	0,617	0,304	0,688	0,382
305	1,756	1,739	1,738	1,735	1,747	338	0,317	0,513	0,292	0,616	0,337
306	1,763	1,744	1,744	1,738	1,762	339	0,287	0,501	0,279	0,576	0,299
307	1,776	1,746	1,745	1,745	1,774	340	0,249	0,492	0,245	0,499	0,253
308	1,778	1,747	1,749	1,750	1,782	341	0,220	0,301	0,213	0,311	0,230
309	1,778	1,77	1,756	1,757	1,787	342	0,201	0,212	0,184	0,224	0,202
310	1,778	1,748	1,749	1,752	1,785	343	0,171	0,138	0,173	0,143	0,175
311	1,769	1,741	1,736	1,742	1,777	344	0,149	0,122	0,143	0,111	0,155
312	1,756	1,735	1,719	1,732	1,767	345	0,125	0,111	0,127	0,102	0,137
313	1,728	1,724	1,704	1,723	1,746	346	0,112	0,105	0,102	0,097	0,121
314	1,713	1,714	1,68	1,704	1,719	347	0,099	0,1	0,101	0,093	0,109
315	1,694	1,711	1,659	1,700	1,696	348	0,089	0,093	0,091	0,081	0,095
316	1,655	1,703	1,654	1,688	1,664	349	0,074	0,083	0,079	0,078	0,084
317	1,628	1,700	1,651	1,668	1,620	350	0,069	0,07	0,068	0,07	0,075
318	1,617	1,523	1,643	1,536	1,575	351	0,058	0,061	0,056	0,058	0,068
319	1,515	1,423	1,637	1,435	1,52	352	0,053	0,055	0,052	0,055	0,061
320	1,464	1,376	1,633	1,388	1,467	353	0,053	0,051	0,050	0,051	0,055
321	1,394	1,237	1,621	1,248	1,410	354		0,05		0,050	
322	1,339	1,160	1,471	1,164	1,349						

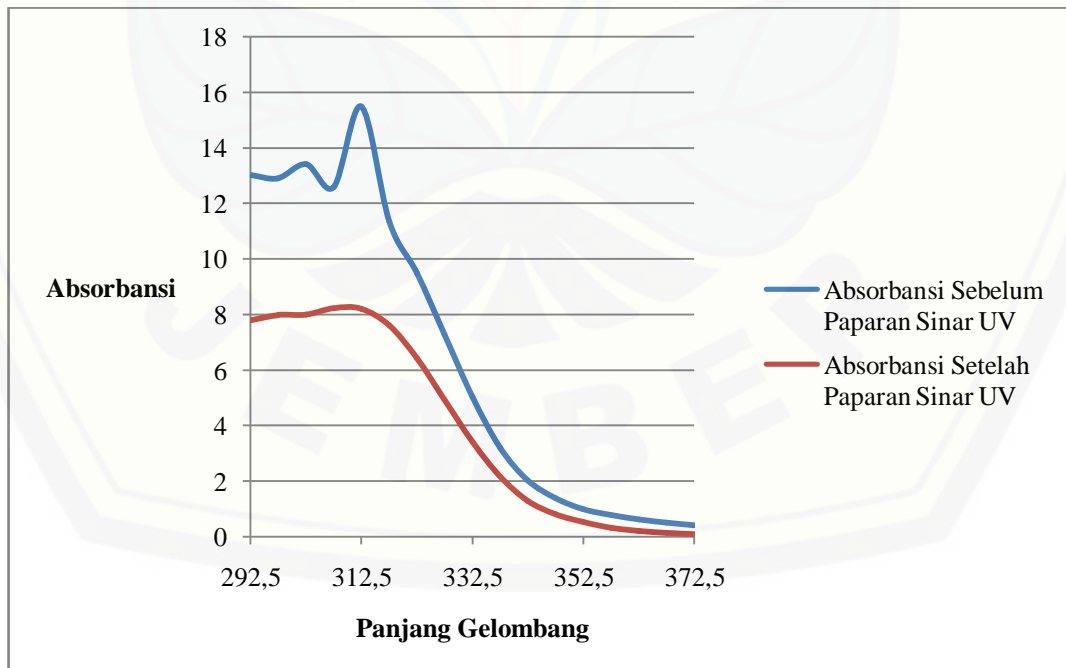
E. Hasil Pengujian Nilai % Transmisi Eritema dan % Transmisi Pigmentasi

E.1. Profil Serapan Tabir Surya dalam Pelarut Isopropanol

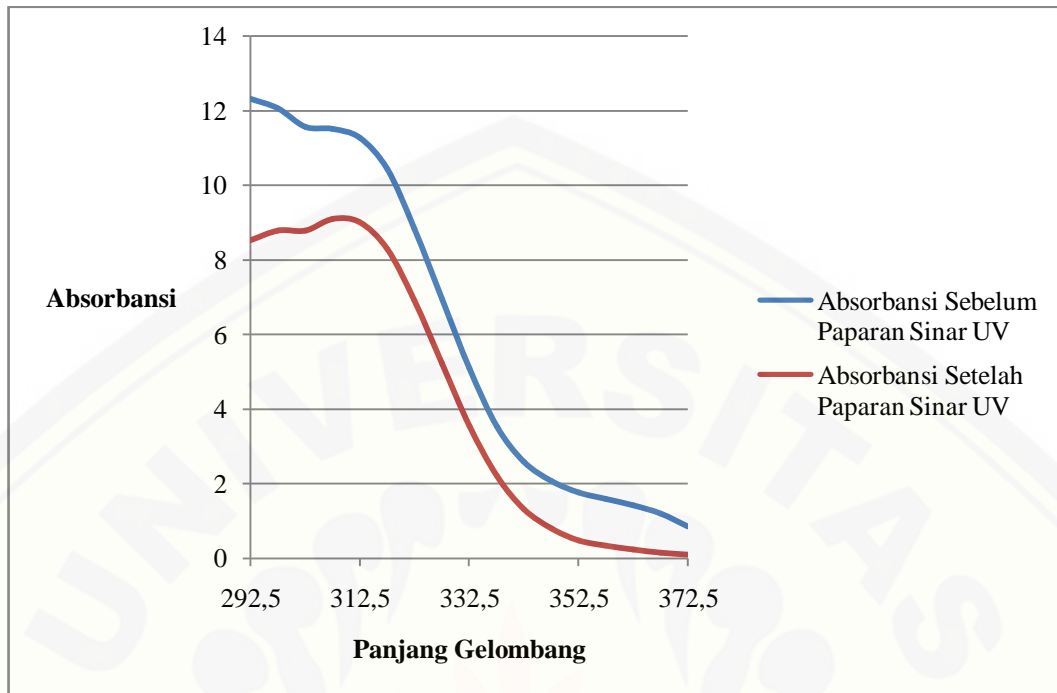
a. Formula 1 sebelum dan setelah paparan sinar UV



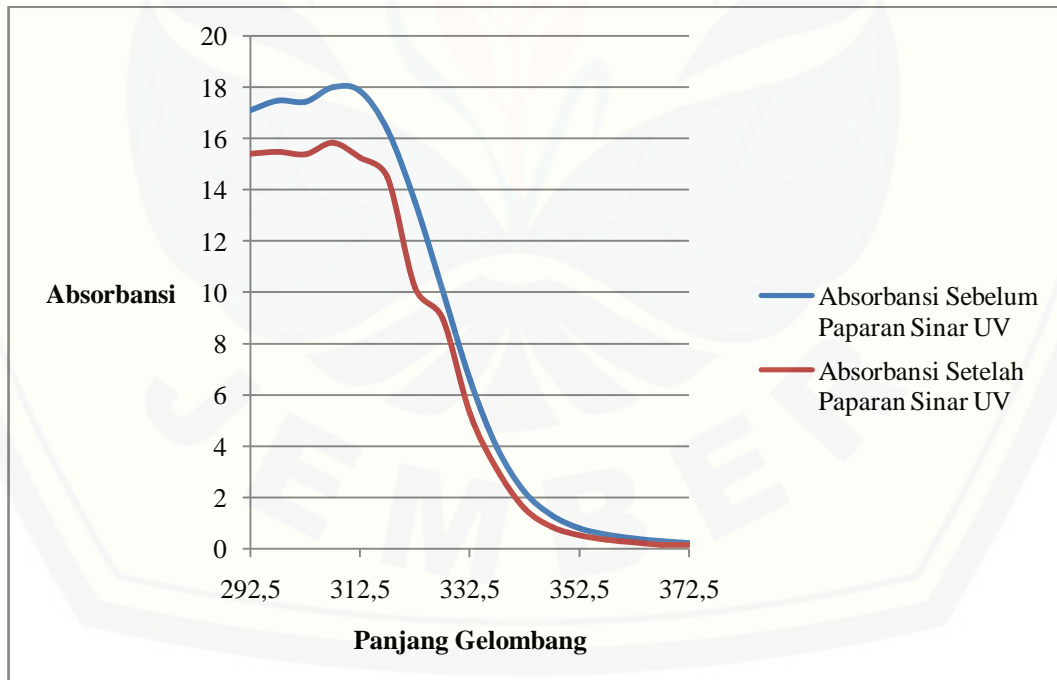
b. Formula 2 sebelum dan setelah paparan sinar UV



c. Formula 3 sebelum dan setelah paparan sinar UV



d. Formula 4 sebelum dan setelah paparan sinar UV



E.2. Tabulasi Absorbansi Nilai % Transmisi Eritema dan % Transmisi Pigmentasi

E.2.1 Tabulasi Absorbansi Nilai % Transmisi Eritema dan % Transmisi

Pigmentasi Sebelum Paparan Sinar UV

a. Formula 1

Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L					Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	1,368	1,363	1,355	1,367	1,361	337,5	0,393	0,398	0,387	0,399	0,388
297,5	1,340	1,345	1,327	1,341	1,492	342,5	0,288	0,279	0,281	0,288	0,284
302,5	1,285	1,281	1,272	1,297	1,242	347,5	0,231	0,227	0,224	0,227	0,229
307,5	1,279	1,269	1,266	1,271	1,217	352,5	0,196	0,198	0,187	0,192	0,189
312,5	1,252	1,250	1,240	1,231	1,191	357,5	0,177	0,164	0,17	0,176	0,166
317,5	1,158	1,149	1,146	1,179	1,157	362,5	0,158	0,147	0,151	0,156	0,157
322,5	0,982	0,992	0,972	0,979	0,981	367,5	0,134	0,136	0,128	0,134	0,132
327,5	0,773	0,773	0,766	0,668	0,775	372,5	0,095	0,098	0,108	0,102	0,097
332,5	0,565	0,558	0,554	0,557	0,571						

b. Formula 2

Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L					Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	1,446	1,409	1,452	1,423	1,428	337,5	0,356	0,338	0,352	0,383	0,342
297,5	1,432	1,381	1,434	1,399	1,414	342,5	0,226	0,214	0,223	0,221	0,225
302,5	1,489	1,325	1,388	1,356	1,385	347,5	0,154	0,144	0,150	0,152	0,142
307,5	1,397	1,32	1,393	1,325	1,369	352,5	0,109	0,098	0,106	0,104	0,102
312,5	1,720	1,288	1,366	1,313	1,345	357,5	0,086	0,075	0,082	0,075	0,079
317,5	1,260	1,183	1,255	1,277	1,247	362,5	0,069	0,058	0,065	0,060	0,063
322,5	1,054	0,989	1,049	1,145	1,109	367,5	0,055	0,045	0,051	0,050	0,051
327,5	0,808	0,760	0,805	0,782	0,793	372,5	0,045	0,036	0,041	0,042	0,047
332,5	0,558	0,526	0,555	0,616	0,548						

c. Formula 3

Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L					Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	1,320	1,345	1,306	1,303	1,408	337,5	0,311	0,398	0,385	0,387	0,317
297,5	1,348	1,37	1,328	1,284	1,395	342,5	0,189	0,279	0,239	0,240	0,188
302,5	1,283	1,339	1,271	1,247	1,361	347,5	0,131	0,227	0,148	0,176	0,126
307,5	1,233	1,289	1,241	1,221	1,288	352,5	0,098	0,198	0,099	0,108	0,101
312,5	1,198	1,247	1,231	1,199	1,247	357,5	0,064	0,164	0,065	0,068	0,063
317,5	1,161	1,223	1,218	1,155	1,218	362,5	0,05	0,147	0,049	0,05	0,048
322,5	1,113	1,156	1,037	1,119	1,157	367,5	0,038	0,136	0,035	0,036	0,035
327,5	0,817	0,752	0,824	0,858	0,719	372,5	0,025	0,098	0,021	0,026	0,024
332,5	0,556	0,481	0,551	0,607	0,448						

d. Formula 4

Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L					Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	1,899	1,897	1,898	1,857	1,854	337,5	0,438	0,398	0,443	0,438	0,455
297,5	1,941	1,940	1,948	1,922	1,931	342,5	0,239	0,279	0,252	0,247	0,251
302,5	1,936	1,926	1,941	1,948	1,942	347,5	0,143	0,227	0,148	0,148	0,149
307,5	1,998	1,999	1,999	1,996	1,996	352,5	0,085	0,198	0,093	0,095	0,097
312,5	1,982	1,981	1,998	1,987	1,989	357,5	0,059	0,164	0,067	0,069	0,063
317,5	1,814	1,809	1,822	1,808	1,805	362,5	0,042	0,147	0,05	0,052	0,050
322,5	1,504	1,501	1,501	1,527	1,503	367,5	0,031	0,136	0,038	0,039	0,034
327,5	1,122	1,118	1,123	1,131	1,163	372,5	0,022	0,098	0,029	0,028	0,026
332,5	0,734	0,728	0,742	0,762	0,739						

E.2.2 Tabulasi Absorbansi Nilai % Transmisi Eritema dan % Transmisi Pigmentasi Setelah Paparan Sinar UV

a. Formula 1

Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L					Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	0,731	0,712	0,713	0,736	0,714	337,5	0,205	0,210	0,21	0,212	0,221
297,5	0,728	0,716	0,715	0,73	0,669	342,5	0,138	0,139	0,138	0,140	0,136
302,5	0,713	0,708	0,708	0,72	0,716	347,5	0,097	0,095	0,094	0,095	0,090
307,5	0,726	0,720	0,729	0,738	0,731	352,5	0,060	0,062	0,062	0,063	0,065
312,5	0,730	0,717	0,718	0,725	0,720	357,5	0,043	0,045	0,044	0,046	0,042
317,5	0,655	0,662	0,661	0,667	0,665	362,5	0,031	0,033	0,031	0,033	0,031
322,5	0,599	0,562	0,559	0,564	0,578	367,5	0,023	0,024	0,022	0,023	0,022
327,5	0,432	0,428	0,437	0,441	0,469	372,5	0,015	0,017	0,015	0,017	0,014
332,5	0,318	0,310	0,311	0,313	0,338						

b. Formula 2

Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L					Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	0,865	0,845	0,866	0,848	0,846	337,5	0,241	0,228	0,228	0,242	0,222
297,5	0,886	0,882	0,889	0,974	0,865	342,5	0,143	0,147	0,137	0,148	0,133
302,5	0,887	0,893	0,890	0,868	0,86	347,5	0,089	0,084	0,085	0,087	0,081
307,5	0,914	0,913	0,921	0,892	0,897	352,5	0,059	0,051	0,051	0,053	0,048
312,5	0,912	0,910	0,911	0,887	0,887	357,5	0,037	0,035	0,034	0,036	0,033
317,5	0,845	0,848	0,838	0,825	0,815	362,5	0,024	0,025	0,023	0,027	0,021
322,5	0,713	0,712	0,699	0,799	0,681	367,5	0,015	0,015	0,014	0,018	0,013
327,5	0,547	0,551	0,531	0,529	0,517	372,5	0,010	0,01	0,009	0,011	0,008
332,5	0,378	0,364	0,362	0,359	0,352						

c. Formula 3

Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L					Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	0,947	0,961	0,952	0,993	0,959	337,5	0,245	0,251	0,251	0,266	0,238
297,5	0,976	0,988	0,977	1,017	0,989	342,5	0,147	0,153	0,151	0,159	0,148
302,5	0,976	0,988	0,979	1,016	0,997	347,5	0,089	0,095	0,092	0,099	0,087
307,5	1,010	1,019	1,012	1,048	1,124	352,5	0,054	0,06	0,055	0,063	0,057
312,5	1,000	1,009	1,000	1,007	1,006	357,5	0,038	0,042	0,041	0,046	0,042
317,5	0,920	0,927	0,928	0,953	0,938	362,5	0,026	0,030	0,031	0,033	0,032
322,5	0,767	0,774	0,778	0,797	0,769	367,5	0,017	0,022	0,024	0,024	0,022
327,5	0,581	0,588	0,601	0,605	0,592	372,5	0,011	0,015	0,014	0,017	0,013
332,5	0,395	0,400	0,419	0,412	0,415						

d. Formula 4

Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L					Panjang gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	1,711	1,623	1,603	1,627	1,654	337,5	0,345	0,998	0,350	0,352	0,357
297,5	1,720	1,651	1,662	1,651	1,706	342,5	0,175	0,553	0,178	0,182	0,190
302,5	1,708	1,718	1,707	1,718	1,705	347,5	0,095	0,320	0,097	0,093	0,100
307,5	1,759	1,744	1,73	1,746	1,760	352,5	0,059	0,168	0,051	0,055	0,055
312,5	1,250	1,727	1,697	1,727	1,737	357,5	0,039	0,100	0,034	0,036	0,037
317,5	1,608	1,681	1,629	1,592	1,586	362,5	0,029	0,055	0,023	0,026	0,024
322,5	1,131	1,134	1,142	1,139	1,300	367,5	0,019	0,038	0,016	0,017	0,016
327,5	0,998	0,998	0,988	0,999	0,959	372,5	0,017	0,025	0,011	0,010	0,011
332,5	0,585	0,553	0,651	0,891	0,621						

E.3 Nilai Tetap Fluks Eritema dan Pigmentasi (Cumpelik 1972)

Panjang gelombang	Tetapan Fluks Eritema (Fe)	Tetapan Fluks Pigmentasi (Fp)
292,5	1,139	
297,5	6,51	
302,5	10	
307,5	3,577	
312,5	0,973	
317,5	0,567	
322,5	0,455	1,079
327,5	0,289	1,02
332,5	0,129	0,936
337,5	0,0456	0,798
342,5		0,669
347,5		0,57
352,5		0,488
357,5		0,456
362,5		0,356
367,5		0,31
372,5		0,26
TOTAL	23,6846	6,942

F. Hasil Analisis *One-Way* ANOVA dengan Program SPSS

F.1 Hasil Analisis *One-Way* ANOVA Uji Fisika Kimia *Lotion* Tabir Surya

F.1.1 Hasil Analisis *One-Way* ANOVA Uji Viskositas

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Viskositas	Formula 1	.237	5	.200 [*]	.961	5	.814
	Formula 2	.261	5	.200 [*]	.859	5	.223
	Formula 3	.327	5	.086	.888	5	.346
	Formula 4	.221	5	.200 [*]	.902	5	.421

a. Lilliefors Significance Correction
 *. This is a lower bound of the true significance.

b. Uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Viskositas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.684	3	16	.575

c. Uji *One-Way* ANOVA

ANOVA

Viskositas

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.950	3	.983	.255	.856
Within Groups	61.600	16	3.850		
Total	64.550	19			

F.1.2 Hasil Analisis *One-Way* ANOVA Uji pH

a. Uji normalitas

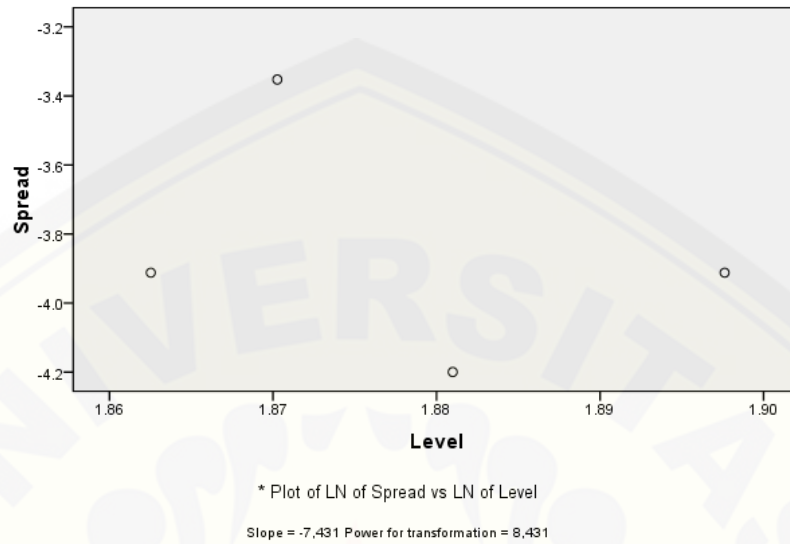
Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
pH	Formula 1	.330	5	.079	.735	5	.021
	Formula 2	.349	5	.046	.771	5	.046
	Formula 3	.300	5	.161	.813	5	.103
	Formula 4	.330	5	.079	.735	5	.021

a. Lilliefors Significance Correction

b. Hasil transformasi

Spread vs. Level Plot of pH by Formula



Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
tm_pH Formula 1	.330	5	.079	.735	5	.021
Formula 2	.349	5	.046	.771	5	.046
Formula 3	.300	5	.160	.813	5	.102
Formula 4	.330	5	.079	.735	5	.021

a. Lilliefors Significance Correction

c. Uji alternatif (*Kruskal-Wallis*)

Kruskal-Wallis

Ranks

	Formula	N	Mean Rank
pH	Formula 1	5	18.00
	Formula 2	5	13.00
	Formula 3	5	7.30
	Formula 4	5	3.70
	Total	20	

Test Statistics^{a,b}

	pH
Chi-Square	17.243
df	3
Asymp. Sig.	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Formula

d. Uji *Mann-Whitney*

Mann-Whitney

Ranks

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
pH	Formula 1	5	8.00	40.00
	Formula 2	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	pH
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.677
Asymp. Sig. (2-tailed)	.007
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Mann-Whitney

Ranks

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
pH	Formula 1	5	8.00	40.00
	Formula 3	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	pH
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.652
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Mann-Whitney**Ranks**

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
pH	Formula 1	5	8.00	40.00
	Formula 4	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	pH
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.677
Asymp. Sig. (2-tailed)	.007
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Mann-Whitney**Ranks**

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
pH	Formula 2	5	8.00	40.00
	Formula 3	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	pH
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.652
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Mann-Whitney**Ranks**

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
pH	Formula 2	5	8.00	40.00
	Formula 4	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	pH
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.677
Asymp. Sig. (2-tailed)	.007
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Mann-Whitney**Ranks**

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
pH	Formula 3	5	7.30	36.50
	Formula 4	5	3.70	18.50
	Total	10		

Test Statistics^b

	pH
Mann-Whitney U	3.500
Wilcoxon W	18.500
Z	-1.946
Asymp. Sig. (2-tailed)	.052
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.056 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

F.1.3 Hasil Analisis *One-Way* ANOVA Uji Daya Sebar

a. Uji normalitas

Tests of Normality

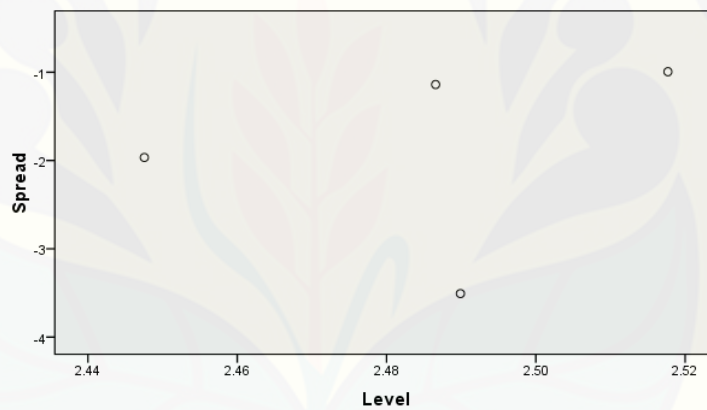
Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Daya_Sebar Formula 1	.231	5	.200 [*]	.881	5	.314
Formula 2	.208	5	.200 [*]	.967	5	.854
Formula 3	.367	5	.026	.701	5	.010
Formula 4	.324	4	.	.840	4	.197

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Hasil Transformasi

Spread vs. Level Plot of Daya_Sebar by Formula



* Plot of LN of Spread vs LN of Level
Slope = 10,182 Power for transformation = -9,182

Tests of Normality^{b,c,d}

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
tm_daya_sebar Formula 2	.473	5	.001	.552	5	.000

a. Lilliefors Significance Correction

b. tm_daya_sebar is constant when Formula = Formula 1. It has been omitted.

c. tm_daya_sebar is constant when Formula = Formula 3. It has been omitted.

d. tm_daya_sebar is constant when Formula = Formula 4. It has been omitted.

c. Uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

tm_dava_sebar

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
7.111	3	16	.003

d. Uji *One-Way* ANOVA**ANOVA**

tm_dava_sebar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.150	3	.050	1.000	.418
Within Groups	.800	16	.050		
Total	.950	19			

F.2 Hasil Analisis *One-Way* ANOVA Formula *Lotion* Tabir Surya dengan Parameter SPF *In Vitro*

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Konsentrasi VitE		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai_SPF	0%	.222	5	.200 [*]	.925	5	.560
	1%	.276	5	.200 [*]	.849	5	.191
	3%	.285	5	.200 [*]	.825	5	.128
	5%	.220	5	.200 [*]	.896	5	.388

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Nilai_SPF

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
6.133	3	16	.006

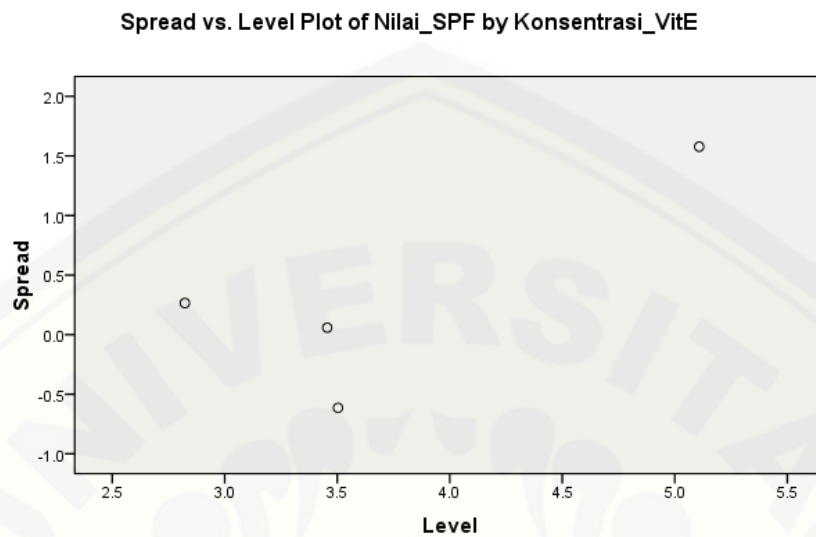
c. Uji ANOVA

ANOVA

Nilai_SPF

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	71541.338	3	23847.113	1.106E4	.000
Within Groups	34.490	16	2.156		
Total	71575.829	19			

d. Hasil Transformasi



Test of Homogeneity of Variances

tm_spf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.223	3	16	.125

ANOVA

tm_spf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	228.921	3	76.307	1.343E4	.000
Within Groups	.091	16	.006		
Total	229.012	19			

e. Uji Post Hoc (LSD)

Post Hoc

Multiple Comparisons

tm_spf
LSD

(I) Konsentrasi_Vit E	(J) Konsentrasi_Vit E	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	1%	-1.50221 [*]	.04768	.000	-1.6033	-1.4011
	3%	-1.67861 [*]	.04768	.000	-1.7797	-1.5775
	5%	-8.72686 [*]	.04768	.000	-8.8279	-8.6258
1%	0%	1.50221 [*]	.04768	.000	1.4011	1.6033
	3%	-.17640 [*]	.04768	.002	-.2775	-.0753
	5%	-7.22466 [*]	.04768	.000	-7.3257	-7.1236
3%	0%	1.67861 [*]	.04768	.000	1.5775	1.7797
	1%	.17640 [*]	.04768	.002	.0753	.2775
	5%	-7.04826 [*]	.04768	.000	-7.1493	-6.9472
5%	0%	8.72686 [*]	.04768	.000	8.6258	8.8279
	1%	7.22466 [*]	.04768	.000	7.1236	7.3257
	3%	7.04826 [*]	.04768	.000	6.9472	7.1493

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

F.3 Hasil Analisis *One-Way* ANOVA Formula *Lotion* Tabir Surya dengan Parameter Nilai % Transmisi Eritema

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Konsentrasi VitE	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Persen_Eritema	0%	.227	5	.200 [*]	.883	5	.323
	1%	.271	5	.200 [*]	.908	5	.457
	3%	.291	5	.194	.779	5	.054
	5%	.258	5	.200 [*]	.831	5	.141

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Persen_Eritema

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
50.745	3	16	.000

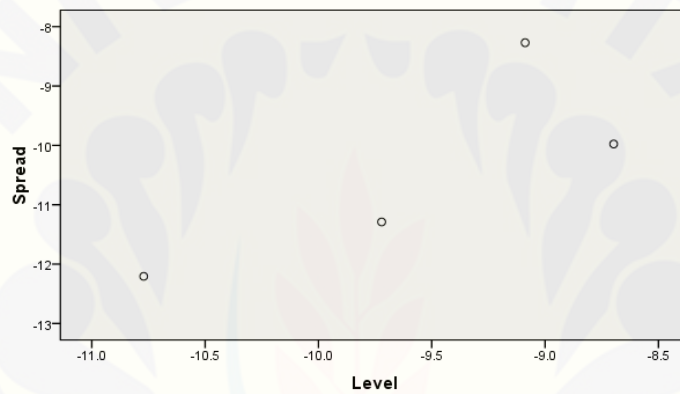
c. Uji ANOVA

ANOVA

Persen Eritema					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	3	.000	6.262	.005
Within Groups	.000	16	.000		
Total	.000	19			

d. Hasil Transformasi

Spread vs. Level Plot of Persen_Eritema by Konsentrasi_VitE



* Plot of LN of Spread vs LN of Level
Slope = 1,505 Power for transformation = -.505

Test of Homogeneity of Variances

tr eritema

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
7.075	3	16	.003

ANOVA

tr eritema

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	66805.639	3	22268.546	57.843	.000
Within Groups	6159.711	16	384.982		
Total	72965.351	19			

e. Uji Kruskal Wallis

Kruskal-Wallis

Ranks

	Ko...	N	Mean Rank
Persen_Eritema	0%	5	8.40
	1%	5	16.00
	3%	5	14.60
	5%	5	3.00
	Total	20	

Test Statistics^{a,b}

	Persen_Eritema
Chi-Square	15.412
df	3
Asymp. Sig.	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Konsentrasi_VitE

f. Uji Mann Whitney (Masing-masing formula)

Mann-Whitney

Ranks

	Ko...	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Persen_Eritema	0%	5	3.00	15.00
	1%	5	8.00	40.00
Total		10		

Test Statistics^b

	Persen_Eritema
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.619
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi_VitE

Mann-Whitney**Ranks**

	Ko...	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Persen_Eritema	0%	5	3.40	17.00
	3%	5	7.60	38.00
Total		10		

Test Statistics^b

	Persen_Eritema
Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	17.000
Z	-2.200
Asymp. Sig. (2-tailed)	.028
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.032 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi_ViTE

Mann-Whitney**Ranks**

	Ko...	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Persen_Eritema	0%	5	8.00	40.00
	5%	5	3.00	15.00
Total		10		

Test Statistics^b

	Persen_Eritema
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.627
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi_ViTE

Mann-Whitney**Ranks**

	Ko...	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Persen_Eritema	1%	5	6.00	30.00
	3%	5	5.00	25.00
Total		10		

Test Statistics^b

	Persen_Eritema
Mann-Whitney U	10.000
Wilcoxon W	25.000
Z	-.522
Asymp. Sig. (2-tailed)	.602
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.690 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi_ViTE

Mann-Whitney**Ranks**

	Ko...	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Persen_Eritema	1%	5	8.00	40.00
	5%	5	3.00	15.00
Total		10		

Test Statistics^b

	Persen_Eritema
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.619
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi_ViTE

Mann-Whitney

Ranks

	Ko...	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Persen_Eritema	3%	5	8.00	40.00
	5%	5	3.00	15.00
Total		10		

Test Statistics^b

	Persen_Eritema
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.619
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Konsentrasi_VitE

F.4 Hasil Analisis *One-Way* ANOVA Formula *Lotion* Tabir Surya dengan Parameter % Transmisi Pigmentasi

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Konsentrasi VitE	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Persen_Pigmentasi	0%	.230	5	.200 [*]	.910	5	.466
	1%	.177	5	.200 [*]	.973	5	.897
	3%	.275	5	.200 [*]	.917	5	.508
	5%	.173	5	.200 [*]	.935	5	.631

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Persen Pigmentasi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.040	3	16	.059

c. Uji ANOVA

ANOVA

Persen_Pigmentasi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	213.500	3	71.167	303.072	.000
Within Groups	3.757	16	.235		
Total	217.258	19			

d. Uji Post Hoc (LSD)

Post Hoc

Multiple Comparisons

Persen_Pigmentasi
LSD

(I) Konsentrasi_Vit E	(J) Konsentrasi_Vit E	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	1%	-5.709893E0'	...	.000	-6.35959274	-5.06019507
	3%	-7.902937E0'	...	.000	-8.55263669	-7.25323901
	5%	-8.079831E0'	...	.000	-8.72953044	-7.43013276
1%	0%	5.709893902'	...	.000	5.06019507	6.35959274
	3%	-2.193043E0'	...	.000	-2.84274278	-1.54334511
	5%	-2.369937E0'	...	.000	-3.01963653	-1.72023886
3%	0%	7.902937851'	...	.000	7.25323901	8.55263669
	1%	2.193043948'	...	.000	1.54334511	2.84274278
	5%	-.176893749	...	.572	-.82659259	.47280509
5%	0%	8.079831600'	...	.000	7.43013276	8.72953044
	1%	2.369937698'	...	.000	1.72023886	3.01963653
	3%	.176893749	...	.572	-.47280509	.82659259

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

G. Hasil Analisis T-Test Berpasangan dengan Program SPSS

G.1 Hasil Analisis T-Test Berpasangan Nilai SPF *In Vitro* Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
SPF_sebelum	1	.222	5	.200 [*]	.925	5	.560
	2	.276	5	.200 [*]	.849	5	.191
	3	.285	5	.200 [*]	.825	5	.128
	4	.220	5	.200 [*]	.896	5	.388
SPF_sesudah	1	.209	5	.200 [*]	.958	5	.796
	2	.299	5	.164	.805	5	.088
	3	.202	5	.200 [*]	.934	5	.622
	4	.217	5	.200 [*]	.907	5	.448

a. Lilliefors Significance Correction

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

e. T-test berpasangan

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 SPF_sebelum	6.1524E1	20	6.13771037E1	1.37243376E1
SPF_sesudah	4.9968E1	20	6.36546584E1	1.42336143E1

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 SPF_sebelum & SPF_sesudah	20	.999	.000

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 SPF_sebelum - SPF_sesudah	1.1555E1	4.026217898	.900289691	9.671639170	1.34402951E1	12.836	19	.000

G.2 Hasil Analisis *T-Test* Berpasangan Nilai % Transmisi Eritema Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Formula		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ERITEMA_sebelum	1	.227	5	.200 [*]	.883	5	.323
	2	.271	5	.200 [*]	.908	5	.457
	3	.291	5	.194	.779	5	.054
	4	.260	4	.	.827	4	.161
ERITEMA_sesudah	1	.344	5	.053	.760	5	.037
	2	.226	5	.200 [*]	.924	5	.559
	3	.191	5	.200 [*]	.976	5	.913
	4	.355	4	.	.770	4	.059

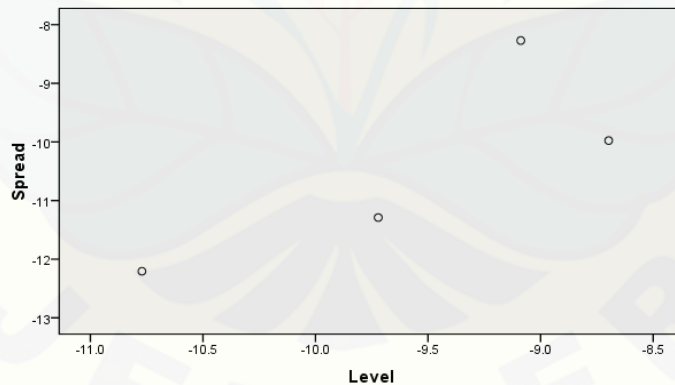
a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Transformasi data

ERITEMA_sebelum

Spread vs. Level Plot of ERITEMA_sebelum by Formula

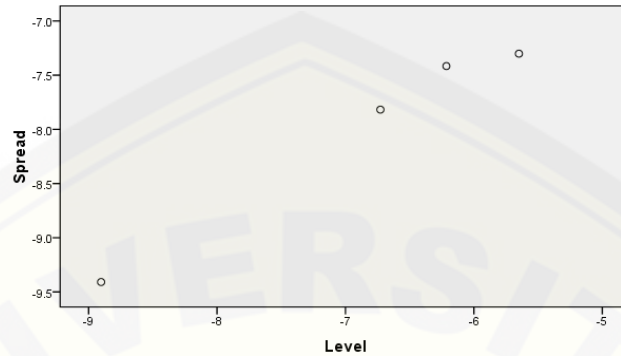


* Plot of LN of Spread vs LN of Level

Slope = 1,505 Power for transformation = -.505

ERITEMA_sesudah

Spread vs. Level Plot of ERITEMA_sesudah by Formula



* Plot of LN of Spread vs LN of Level
Slope = ,679 Power for transformation = ,321

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
tm_sebelum	1	.232	5	.200 [*]	5	.311
	2	.290	5	.195	5	.377
	3	.245	5	.200 [*]	5	.193
	4	.268	5	.200 [*]	5	.076
tm_sesudah	1	.354	5	.040	5	.027
	2	.237	5	.200 [*]	5	.546
	3	.207	5	.200 [*]	5	.846
	4	.318	5	.110	5	.064

a. Lilliefors Significance Correction

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

c. Uji Wilcoxon

Wilcoxon Signed Ranks

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
ERITEMA_sesudah - ERITEMA_sebelum	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	20 ^b	10.50	210.00
	Ties	0 ^c		
	Total	20		

a. ERITEMA_sesudah < ERITEMA_sebelum

b. ERITEMA_sesudah > ERITEMA_sebelum

c. ERITEMA_sesudah = ERITEMA_sebelum

Test Statistics^b

	ERITEMA_sesudah - ERITEMA_sebelum
Z	-3.920 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

G.3. Hasil Analisis *T-Test* Berpasangan Nilai % Transmisi Pigmentasi Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
PIGMENTASI_sebelum	1	.230	5	.200 [*]	.910	5	.466
	2	.179	5	.200 [*]	.972	5	.889
	3	.256	5	.200 [*]	.805	5	.089
	4	.249	4	.	.921	4	.543
PIGMENTASI_sesudah	1	.303	5	.150	.838	5	.160
	2	.187	5	.200 [*]	.957	5	.789
	3	.231	5	.200 [*]	.964	5	.834
	4	.171	4	.	.987	4	.939

a. Lilliefors Significance Correction

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

a. *T-test* berpasangan

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 PIGMENTASI_sebelum	6.7684E0	20	3.342672693	.747444337
PIGMENTASI_sesudah	1.5573E1	20	1.126013411	.251784253

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 PIGMENTASI_sebelum & PIGMENTASI_sesudah	20	.323	.165

Paired Samples Test

	Paired Differences						t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1 PIGMENTASI_sebelum - PIGMENTASI_sesudah	-8.804E0	3.163708819	.707426798	-1.0285540E1	-7.324217745	-12.446	19	.000	

H. Contoh Perhitungan

H.1 Contoh Perhitungan Preparasi Sampel

Lotion mengandung 9% bahan aktif tabir surya, sehingga dalam 100 g sediaan mengandung 9 g bahan aktif tabir surya. Preparasi sampel untuk pengujian nilai SPF *in vitro*, % transmisi eritema dan % transmisi pigmentasi sebelum dan setelah paparan sinar UV dilakukan bersamaan, sehingga perlakuannya harus sama (penimbangan dan pengenceran sama). Dilakukan penimbangan sampel *lotion* tabir surya sebanyak 22,2 mg yang mengandung 1,998 mg bahan aktif. Hal tersebut dilakukan untuk memenuhi kriteria pengujian nilai SPF *in vitro lotion* tabir surya konsentrasi 10 ppm. Preparasi sampel dengan paparan sinar UV untuk mendapatkan nilai absorbansi optimal dilakukan dengan mengoleskan sediaan yaitu 2 mg/cm^2 (Gonzales dkk, 2007). Dari persyaratan tersebut, maka dapat dihitung luas permukaan bidang untuk perlakuan paparan sinar UV yaitu sebesar :

$$\frac{22,2 \text{ mg}}{2 \text{ mg/cm}^2} = 11,1 \text{ cm}$$

Lebar lempeng 2,5 cm, maka panjang lempeng sebesar :

$$\frac{11,1 \text{ cm}}{2,5 \text{ cm}} = 4,44 \text{ cm}$$

H.2 Contoh Perhitungan Nilai SPF *In Vitro*

Contoh perhitungan dilakukan pada formula 1 replikasi 1 sebelum paparan sinar UV.

- a. Penimbangan sampel *lotion* tabir surya 22,2 mg. *Lotion* tabir surya mengandung 9% bahan aktif, sehingga dalam 22,2 mg terkandung 1,998 mg bahan aktif. *Lotion* yang telah ditimbang tersebut kemudian diencerkan menggunakan pelarut isopropanol hingga konsentrasinya 9,99 ppm.

$$\frac{1,998 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ppm} = 199,8 \text{ ppm}$$

$$\frac{0,5 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 198 \text{ ppm} = 9,99 \text{ ppm}$$

- b. Nilai absorbansi pada 9,99 ppm diubah menjadi 10 ppm

Contoh besar absorbansi = 1,361

$$\frac{10 \text{ ppm}}{9,9 \text{ ppm}} \times 1,361 = 1,362$$

c. AUC

$$[AUC]_{\lambda_{p-a}}^{\lambda_p} = \frac{A_{p-a} + A_p}{2} (\lambda_p - \lambda_{p-a})$$

$$[AUC]_{\lambda_{p-a}}^{\lambda_p} = \frac{1,362 + 1,371}{2} (291 - 290)$$

$$= 1,367$$

d. SPF

$$\text{Log SPF} = \frac{\text{AUC}}{\lambda_n - \lambda_1} \times 2$$

$$\text{Log SPF} = \frac{59,95095095}{386 - 290} \times 2$$

$$= 1,248978145$$

$$\text{SPF} = 17,741$$

H.3 Contoh Perhitungan Nilai % Transmisi Eritema

a. Penimbangan sampel *lotion* tabir surya 22,2 mg. *Lotion* yang telah ditimbang tersebut kemudian diencerkan menggunakan pelarut isopropanol hingga sampel dalam kuvet 0,111 g/l.

$$\frac{22,2 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ppm} = 2220 \text{ ppm} = 2,22 \text{ g/L}$$

$$\frac{0,5 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 2220 \text{ ppm} = 111 \text{ ppm} = 0,111 \text{ g/L}$$

b. Nilai absorbansi pada 0,111 g/l diubah menjadi 1g/l

$$\text{Contoh absorbansi} = 1,368$$

$$\frac{1 \text{ g/l}}{0,111 \text{ g/l}} \times 1,368 = 12,324$$

c. Nilai absorbansi pada 1 g/l dikonversi menjadi nilai % transmisi

$$(10^{-12,324}) \times 100\% = 4,739 \times 10^{-11}$$

d. Nilai % transmisi eritema dihitung dengan rumus

$$\% \text{ Te} = T \times \text{Fe}$$

$$= 4,739 \times 10^{-11} \times 1,139 \mu \text{ W/cm}^2$$

$$= 5,398 \times 10^{-11}$$

Selanjutnya nilai % transmisi eritema dari panjang gelombang 292,5-337,5 nm dihitung seperti cara di atas.

- e. Selanjutnya nilai % transmisi eritema dihitung berdasarkan rumus

$$\% Te = \frac{\sum (T.Fe)}{\sum Fe}$$

Sehingga, formula ini memiliki nilai % transmisi eritema sebesar 0,000060%

H.4 Contoh Perhitungan Nilai % Transmisi Pigmentasi

- a. Penimbangan sampel *lotion* tabir surya 22,2 mg. *Lotion* yang telah ditimbang tersebut kemudian diencerkan menggunakan pelarut isopropanol hingga sampel dalam kuvet 0,111 g/l.

$$\frac{22,2 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ppm} = 2220 \text{ ppm} = 2,22 \text{ g/L}$$

$$\frac{0,5 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 2220 \text{ ppm} = 111 \text{ ppm} = 0,111 \text{ g/L}$$

- b. Nilai absorbansi pada 0,111 g/l diubah menjadi 1 g/l

Contoh absorbansi = 0,982

$$\frac{1 \text{ g/l}}{0,111 \text{ g/l}} \times 0,982 = 8,847$$

- c. Nilai absorbansi pada 1 g/l dikonversi menjadi nilai % transmisi

$$(10^{-8,847}) \times 100\% = 1,423 \times 10^{-7}$$

- d. Nilai % transmisi pigmentasi dihitung dengan rumus

$$\begin{aligned} \% Tp &= T \times Fp \\ &= 1,423 \times 10^{-7} \times 1,079 \mu \text{ W/cm}^2 \\ &= 1,535 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

Selanjutnya nilai % transmisi pigmentasi dari panjang gelombang 332,5-372,5 nm dihitung seperti cara di atas.


- e. Selanjutnya nilai % transmisi pigmentasi dihitung berdasarkan rumus

$$\% Tp = \frac{\sum (T.Fp)}{\sum Fp}$$

Sehingga, formula ini memiliki nilai % transmisi pigmentasi sebesar 1,376%

I. Sertifikat Analisis Bahan

I.1 Sertifikat Analisis *Octyl Methoxycinnamate*




DNV
CERTIFIED COMPANY
ISO
9001:2008

Chemspec Chemicals Pvt. Ltd.

(A Govt. Recognised Star Export House)

Factory : Plot No. 3-C. MIDC Taloja, Tal. Panvel, Dist. Raigad - 410208 (Maharashtra) India
Tel.: 0091-22-2740 1932, 2740 1935, 2741 0570
Fax.: 0091-22-27410578



February 4, 2015

CERTIFICATE OF ANALYSIS

PRODUCT NAME : OCTYL METHOXYCINNAMATE (OMCX)
 BATCH NO. : MX # 0870114
 QUANTITY : 2350.0 Kg
 DATE OF MFG : January- 2015
 BEST BEFORE : January - 2017

Test	Specification	Result
Appearance	Pale Yellow, Slightly Yellow Oily Liquid	Pale Yellow Oily Liquid
Odour	Practically Odourless	Complies
Solubility	Soluble in Ethanol, Propylene glycol Iso-Propanol	Confirms
Purity (By G.L.C.)	98 %Min.	98.67 %
Acid Value	1.0Max	0.16
Refractive Index η_d^{20}	1.5420-1.5480	1.5425
Specific Gravity d_4^{20}	1.008-1.020	1.009
UV Specific Extinction $E_{1\%}^{1\text{cm}}$ (in Methanol)	Min 835 at 310 \pm 2nm	852 @ 309.0nm
Lovibond Color 5 ¹⁴ cell (Y+5R)	\leq 2.0	1.6
Identification	Infrared Spectrum should match with that of Standard	Complies


Remark :- Material PASSES with respect to above specification as well as meets the requirements of USP.

PCD
Compiled by
Analyst

W. J. P.
Checked by
Sr. Executive Q.C

T. J. M.
Approved by
Gen. Manager Q.A

I.2 Sertifikat Analisis *Benzophenone-3*


Thornhill
 Advanced Research Inc.

CERTIFICATE OF ANALYSIS

PRODUCT : UVASCREEN BZP 3
LOT NO : 11124003
QUANTITY : 1000 KG
CAS No. : 131-57-7
CHEMICAL NAME : 2-Hydroxy-4-methoxybenzophenone
MOLECULAR WT : 228.24
DESCRIPTION : Yellowish crystalline powder.

Test Item	Specifications	Result
Appearance	As above	Conforms
Odor	Practically odorless	Conforms
Purity (HPLC)%	99.0 % min.	99.8 %
Melting point	62 - 65 °C min.	62.7 – 63.3 °C
Loss on Drying	0.5 % max	0.14 %
Residue on ignition	0.10 % max	0.03 %
Heavy Metal (ppm)	5 max	Conforms
UV absorbance E285	630 min.	653
UV absorbance E325	400min	431
Transmittance T %	93.0 % min.	98.1%

Date of examination: January 29, 2014
 Minimum Self-Life: January 29, 2016

Dr. Samuel Escargo

 QC Services Analytics


This document has been produced electronically and is valid without a signature.

8000 Bathurst St. Unit 1 P.O. Box 30012, New Westminister Vaughan, ON , L4J 0C6 Canada
 Toll Free Tel: +1(905) 482-1823 info@thornhill-ar.com www.thornhill-ar.com

I.3 Spesifikasi Vitamin E

DL-alpha-tocopherol

Human Nutrition



BASF
The Chemical Company

Chemical names
Vitamin E, DL- α -tocopherol, all-rac-alpha-tocopherol, racemic 5,7,8-trimethyltocol

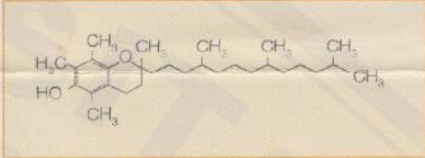
EU designation
Alpha-tocopherol E 307

CAS No.	10191-41-0
EINECS No.	233-466-0

Product number
10082596

Units
1 mg of DL- α -tocopherol = 0.74 D- α -TE
= 1.10 former USP units

Description
Clear, colorless or yellow to brown, virtually odorless, viscous oil.



C₂₉H₅₀O₂ **Molar mass 430.7 g/mol**

Specifications

Identification (GC):	conforms
Appearance:	conforms
Assay (Ph.Eur.):	96.0-102.0%
Assay (USP/FCC):	96.0-102.0%
Optical rotation:	-0.01° to +0.01°
Acidity (USP/FCC):	conforms
Related substances (Ph.Eur.; impurity A):	≤ 0.5 Area-%
Related substances (Ph.Eur.; impurity B):	≤ 1.5 Area-%
Related substances (Ph.Eur.; impurity D+E in sum):	≤ 1.0 Area-%
Related substances (Ph.Eur.; any other impurity max. 0.25 Area-% each):	conforms
Related substances (Ph.Eur.; total impurities):	≤ 2.5 Area-%
Lead (FCC, E307; max. 2 mg/kg):	conforms
Specific absorbance (E307; at max. 292 nm in ethanol 72.0-76.0):	conforms
Refractive index (E307; 1,503-1,507):	conforms
Sulphated ash (E307; max. 0.1%):	conforms
Mercury (E307; max. 1 mg/kg):	conforms
Arsenic (E307; max. 3 mg/kg):	conforms
Heavy metals (E307; max. 10 mg/kg):	conforms

Products for the Dietary Supplement, Beverage and Food Industries – Technical Information May 2005

1

Human Nutrition


BASF
The Chemical Company

Unless otherwise stated, the methods of analysis can be found in the Ph.Eur.

Solubility

Soluble in hydrocarbons, chlorinated hydrocarbons, alcohol, fats and oils; insoluble in water.

Monographs

The product complies with the current "all-rac-alpha-tocopherol" Ph.Eur., "Vitamin E" USP, "all-rac-alpha-tocopherol" FCC monographs as well as the "E307" EC directives on food additives.

Stabilization/Stability

DL- α -tocopherol is sensitive to oxidizing agents, turning dark when exposed to air and light. Stored in the unopened original packaging at room temperature (max. 25°C), the product is stable for up to 24 months.

Standard packaging

5, 25, 50 and 190 kg.
Please see appendix I for further information.

Storage

The product should be stored tightly sealed in a dry place, protected from light at max. 25°C. Once opened, it is recommended to flush the packaging with an inert gas and to use the remaining contents as quickly as possible.

Applications

Dietary supplements:

DL- α -tocopherol is used mainly as an antioxidant in preparations containing fat (ointments, creams and oils). The Vitamin E acetate is more stable and therefore preferred as an active ingredient.

Pharmaceutical products:

EU Drug Master File is available.

Sterilization of the final product is required for parenteral use. Further information can be found in the book "Functions and Applications of BASF Pharmaceutical Excipients".

Food products:

DL- α -tocopherol is used as an antioxidant to increase the stability of fats (oils, margarine, baking and frying fats, fish oil) and fatty products (ready-made desserts containing cream, soup powders, cocoa, dietetic and frozen products, potato crisps, essences and chewing gum) and to protect vitamin A and carotene in oils and other food products. Regular quantities are between 200 and 500 mg/kg of fat and up to 1,000 mg/kg is used in essences and chewing gum. By adding tocopherol, the shelf life of meat products sensitive to oxidation (particularly pork and turkey) can be improved. The acetate is more stable and therefore preferred for the fortification of food products with vitamin E.

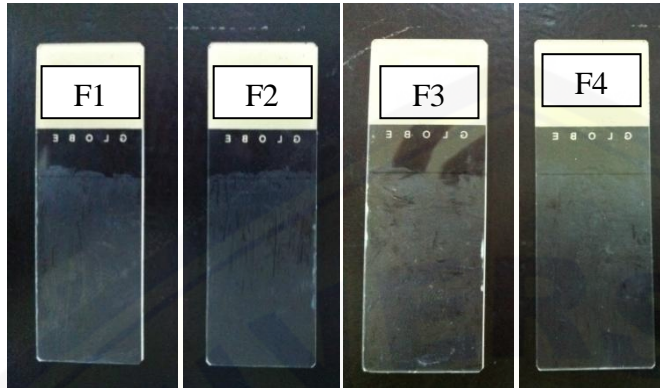
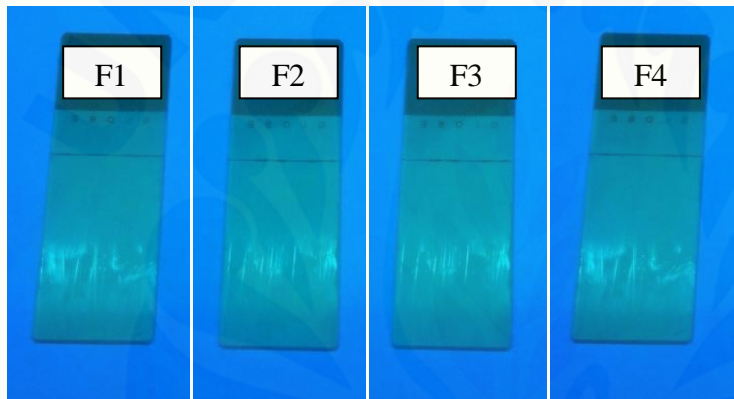
Cosmetics:

The product is used as an antioxidant and active ingredient in cosmetic preparations containing fat, e.g. creams, ointments, emulsions, body and face oils and decorative cosmetics such as lipstick etc.

Note

DL-alpha-tocopherol must be handled in accordance with the Safety Data Sheet.

The data contained in this publication are based on our current knowledge and experience. In view of the many factors that may affect processing and application of our product, these data do not relieve processors from carrying out their own investigations and tests; neither do these data imply any guarantee of certain properties, nor the suitability of the product for a specific purpose. Any descriptions, drawings, photographs, data, proportions, weights etc. given herein may change without prior information and do not constitute the agreed contractual quality of the product. It is the responsibility of the recipient of our products to ensure that any proprietary rights and existing laws and legislation are observed.
January 2006

J. Dokumentasi Preparasi Sampel Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV**a. Sebelum Paparan Sinar UV****b. Saat Paparan Sinar UV****c. Setelah Paparan Sinar UV**