



**PENGARUH VITAMIN E DAN PAPARAN SINAR UV TERHADAP
EFEKTIVITAS *IN VITRO* KRIM TABIR SURYA AVOBENZONE DAN
*OCTYL METHOXYCINNAMATE***

SKRIPSI

Oleh

**Galuh Ajeng Probowati
NIM 112210101009**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PENGARUH VITAMIN E DAN PAPARAN SINAR UV TERHADAP
EFEKTIVITAS *IN VITRO* KRIM TABIR SURYA AVOBENZONE DAN
*OCTYL METHOXYCINNAMATE***

SKRIPSI

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

Oleh

**Galuh Ajeng Probowati
NIM 112210101009**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmad, nikmat, cinta, dan karunia-Nya selama hidup penulis, serta kepada junjungan nabi besar Muhammad SAW yang selalu mencintai penulis.
2. Ibunda Dra. Hj. Endah Susiati tercinta yang selalu memberikan doa, kasih sayang, pengorbanan, dan air mata yang selalu menguatkan hidup penulis.
3. Alm.H Soekamto, ibu Rumini, Drs. H. Cucuk Sumartono, dr.Ifrit Bagus A, dan Juniar Fanani, S.AP yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk penulis.
4. Bapak dan Ibu Guru TK Diponegoro, SDS Tamansiswa Dampit, SMPN 1 Turen, SMAN 5 Malang, serta dosen-dosen dan semua pihak yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
5. Teman-teman seperjuangan dan almamater penulis Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTTO

Apakah manusia itu mengira bahwa mereka dibiarkan (saja) mengatakan : “Kami telah beriman”, sedang mereka tidak diuji lagi? Dan sesungguhnya Kami telah menguji orang-orang sebelum mereka, maka sesungguhnya Allah mengetahui orang-orang yang benar dan sesungguhnya Dia mengetahui orang-orang yang dusta.

(Q.S. Al-Ankabut : 2-3)

Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu’.

(Q.S. Al-Baqarah : 45)

...dan jangan kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah, melainkan kaum yang kafir.

(Q.S. Yusuf : 87)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Galuh Ajeng Probowati

NIM : 112210101009

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Vitamin E dan Paparan Sinar UV terhadap Efektivitas *In Vitro* Krim Tabir Surya *Avobenzone* dan *Octyl Methoxycinnamate*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Penulis bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini penulis buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 April 2015

yang menyatakan,

Galuh Ajeng Probowati

NIM 112210101009

SKRIPSI

**PENGARUH VITAMIN E DAN PAPARAN SINAR UV TERHADAP
EFEKTIVITAS *IN VITRO* KRIM TABIR SURYA AVOBENZONE DAN
*OCTYL METHOXYCINNAMATE***

Oleh
Galuh Ajeng Probowati
NIM 112210101009

Pembimbing :

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Vitamin E dan Paparan Sinar UV terhadap Efektivitas *In Vitro* Krim Tabir Surya *Avobenzone* dan *Octyl Methoxycinnamate*” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Kamis, 28 Mei 2015

tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

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

NIP. 198112272006042003

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

NIP. 197910032003122001

Tim Penguji :

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

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

NIP. 198004052005012005

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

NIP. 198401242008011001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember

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

NIP. 197604142002122001

RINGKASAN

Pengaruh Vitamin E dan Paparan Sinar UV terhadap Efektivitas *In Vitro* Krim Tabir Surya *Avobenzone* dan *Octyl Methoxycinnamate*; Galuh Ajeng Probowati; 112210101009; 2015; 130 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Sinar ultraviolet (UV) terbagi menjadi tiga daerah yaitu daerah UV A (320-400 nm), daerah UV B (290-320 nm), dan daerah UV C (200-290 nm). Paparan UV A dapat menyebabkan pencoklatan kulit, paparan UV B dapat menyebabkan eritema dan penuaan dini pada kulit, sedangkan paparan UV C dapat menyebabkan kanker kulit. Secara alami kulit mempunyai daya perlindungan terhadap paparan sinar UV yaitu dengan pembentukan melanin dan penebalan *stratum corneum*. Adanya kontak antara sinar UV dengan kulit yang terlalu lama, menyebabkan daya perlindungan alamiah kulit tidak dapat memberikan perlindungan maksimal. Oleh karena itu, dilakukan berbagai upaya untuk melindungi diri terhadap paparan sinar UV, salah satunya yakni dengan menggunakan perlindungan buatan seperti tabir surya.

Mekanisme kerja tabir surya dibagi menjadi 2 macam, yaitu pemblok fisik (*physical blockers*) dan penyerapan kimia (*chemical absorber*). Tabir surya dengan mekanisme penyerapan kimia terbagi menjadi dua golongan, yaitu anti UV A dan anti UV B. Senyawa anti UV A yang secara luas digunakan adalah *avobenzone*, sedangkan salah satu senyawa anti UV B yang populer dan sangat efektif dalam menghambat UV B adalah *octyl methoxycinnamate*. Kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* merupakan kombinasi anti UV A dan anti UV B yang digunakan secara luas. Namun demikian, kombinasi tersebut mengalami degradasi karena adanya paparan sinar UV. Strategi untuk mengatasi ketidakstabilan kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* adalah dengan penambahan *photoprotective agent* yakni vitamin E.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh vitamin E dan paparan sinar UV terhadap efektivitas *in vitro* krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl*

methoxycinnamate menggunakan analisis statistik *One-Way* Anova. Sediaan tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* diformulasi dalam basis *vanishing cream* yang dimodifikasi. Sediaan krim tabir surya dibuat 4 macam formula yakni F(1), F(2), F(3), dan F(4). Tiap formula terdiri atas bahan aktif kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* (3% : 4%) dengan penambahan vitamin E (0%, 1%, 3%, 4%). Pada sediaan krim tabir surya dilakukan evaluasi meliputi pengujian sifat fisika kimia dan pengujian efektivitas *in vitro*. Pengujian sifat fisika kimia terdiri atas pengujian organoleptis, viskositas, pH, tipe krim, dan daya sebar, sedangkan pengujian efektivitas *in vitro* krim tabir surya terdiri atas pengujian SPF *in vitro*, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi.

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian sifat fisika kimia sediaan krim tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* tanpa penambahan vitamin E dan dengan penambahan vitamin E memenuhi persyaratan yang diharapkan. Pada pengujian efektivitas *in vitro*, data pengujian dan analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan vitamin E pada F(2), F(3), dan F(4) dapat meningkatkan efektivitas *in vitro* krim tabir surya meliputi SPF *in vitro*, % TE, dan % TP jika dibandingkan dengan formula tanpa penambahan vitamin E yakni F(1). Peningkatan efektivitas *in vitro* krim tabir surya diikuti dengan peningkatan kategori produk. Namun, setelah dipaparkan sinar UV selama 120 menit, sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan penambahan vitamin E menunjukkan adanya perbedaan efektivitas *in vitro* jika dibandingkan dengan sebelum paparan sinar UV. Hal ini dikarenakan bahan aktif mengalami fotodegradasi. Konsentrasi vitamin E yang dapat memberikan peningkatan efektivitas *in vitro* sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* yang terbaik meliputi peningkatan nilai SPF, penurunan % TE, dan penurunan % TP adalah vitamin E 3%. Apabila konsentrasi vitamin E ditingkatkan menjadi 4% akan mengalami penurunan efektivitas *in vitro* pada sediaan krim tabir surya. Hal ini dimungkinkan karena terjadi interaksi antara bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan vitamin E.

PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiat Allah SWT atas segala limpahan berkah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Vitamin E dan Paparan Sinar UV terhadap Efektivitas *In Vitro* Krim Tabir Surya *Avobenzone* dan *Octyl Methoxycinnamate*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tak terhingga kepada :

1. Allah SWT, atas ridho dan kuasa-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir untuk mencapai gelar Sarjana Farmasi, serta kepada junjungan nabi besar Muhammad SAW.
2. Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember.
3. Ibu Budipratiwi W., S.Farm., M.Sc., Apt selaku Dosen Pembimbing Utama dan Lusia Oktora R.K.S., S.F., M.Sc., Apt selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu serta memberikan bimbingan, arahan, pikiran, dan saran demi terselesaikannya penulisan skripsi ini.
4. Ibu Lidya Ameliana, S.Si., Apt., M.Farm selaku Dosen Penguji I dan Bapak Dwi Nurahmanto, S.Farm., M.Sc., Apt selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam proses penulisan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Bambang Kuswandi Ph.D selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan akademik selama menempuh perkuliahan di Fakultas Farmasi Universitas Jember.
6. Ibunda Dra. Hj. Endah Susiati, terimakasih selalu memberikan doa, kasih sayang, dan mengajarkan kata cinta dalam hidup penulis, terimakasih tetap berdiri tegar untuk penulis, ayahanda Drs. H. Cucuk Sumartono, terimakasih telah menyayangi, mengajarkan banyak hal, dan mendewasakan pemikiran penulis.

7. Kakak tersayang dr. Ifit Bagus Apriantono, Asih Sukoadi, S.Pd, dan dr. Samirah, terimakasih selalu memberi semangat, motivasi, dan menyayangi penulis.
8. Kakek Alm. Soekamto dan nenek Rumini, terimakasih atas doa, curahan kasih sayang, dan membesarkan penulis hingga dewasa.
9. Juniar Fanani, S.AP , terimakasih telah menjadi teman terkasih, sahabat, kakak teristimewa yang selalu setia mendengar keluh kesah, memberi semangat, menyayangi, dan menjadi bagian hidup penulis.
10. Kakek Thomas Sutji Y.A, terimakasih atas doa, kasih sayang, dan bantuannya selama ini, serta ibu Intiani, terimakasih telah membantu pengerjaan skripsi penulis.
11. Nurul Imamah, terimakasih telah menjadi partner skripsi dan sahabat luar biasa yang selalu memberi semangat dan selalu ada kapanpun penulis membutuhkan.
12. Sahabat terbaik Tintia Lintang, Rima Tri Wulan, Sekar Risti, Dio Alvinda, terimakasih atas semua bantuan dan kegembiraan yang kalian berikan.
13. Ibu Itus, mbak Titin, mbak Dini, mbak Indri, dan mbak Hani, terimakasih telah banyak membantu pengerjaan skripsi penulis di laboratorium.
14. Teman-teman skripsi farmasetika, terimakasih atas bantuan dalam menyusun skripsi ini.
15. Penghuni kost Queen K-30, terimakasih telah menjadi keluarga kedua selama masa kuliah.
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 28 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	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kulit	5
2.1.1 Tinjauan Umum	5
2.1.2 Struktur Kulit	6
2.1.3 Fungsi Kulit	8
2.1.4 Efek Radiasi UV Terhadap Kulit dan Mekanisme Perlindungan Alami Kulit	10

2.2 Krim	12
2.3 Sediaan Tabir Surya	14
2.3.1 Tabir Surya	14
2.3.2 Evaluasi Sediaan Tabir Surya	15
2.4 Tinjauan Bahan Penelitian	17
2.4.1 <i>Avobenzone</i>	17
2.4.2 <i>Octyl methoxycinammate</i>	18
2.4.3 Vitamin E	18
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Rancangan Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.2.1 Alat	20
3.2.2 Bahan	20
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	22
3.4 Prosedur Penelitian	22
3.4.1 Rancangan Formula Sediaan Krim Tabir Surya	22
3.4.2 Pembuatan Sediaan Krim Tabir Surya	22
3.4.3 Evaluasi Sediaan Krim Tabir Surya	23
3.5 Analisis Data	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Pembuatan Krim	29
4.2 Hasil Evaluasi Krim	30
4.2.1 Hasil Pengujian Sifat Fisika Kimia Sediaan Krim Tabir Surya.....	31
4.2.2 Hasil Penentuan Efektivitas Sediaan Krim Tabir Surya	37
BAB 5. PENUTUP	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Jenis kulit berdasarkan riwayat pencoklatan dan sunburn akibat UV	11
Tabel 2.2 Kategori perlindungan berdasarkan nilai % transmisi eritema	16
Tabel 2.3 Kategori perlindungan berdasarkan nilai % transmisi pigmentasi	17
Tabel 3.1 Rancangan formula	22
Tabel 4.1 Hasil pengujian organoleptis krim tabir surya <i>avobenzone</i> dan <i>octyl methoxycinnamate</i>	31
Tabel 4.2 Hasil pengujian viskositas krim tabir surya <i>avobenzone</i> dan <i>octyl methoxycinnamate</i>	33
Tabel 4.3 Hasil pengujian daya sebar krim tabir surya <i>avobenzone</i> dan <i>octyl methoxycinnamate</i>	34
Tabel 4.4 Hasil pengujian pH krim tabir surya	35
Tabel 4.5 Hasil uji <i>Mann-Whitney</i> nilai pH	36
Tabel 4.6 Hasil pengujian nilai SPF sebelum paparan sinar UV	38
Tabel 4.7 Hasil uji LSD nilai SPF sebelum paparan sinar UV	38
Tabel 4.8 Hasil pengujian nilai SPF setelah paparan sinar UV	40
Tabel 4.9 Hasil pengujian SPF sebelum dan setelah paparan sinar UV	41
Tabel 4.10 Hasil pengujian nilai % TE sebelum paparan sinar UV	42
Tabel 4.11 Hasil uji <i>Mann-Whitney</i> nilai % TE sebelum paparan sinar UV ...	43
Tabel 4.12 Hasil pengujian nilai % TE setelah paparan sinar UV	44
Tabel 4.13 Hasil pengujian % TE sebelum dan setelah paparan sinar UV	45
Tabel 4.14 Hasil pengujian nilai % TP sebelum paparan sinar UV	46
Tabel 4.15 Hasil uji <i>Mann-Whitney</i> nilai % TP sebelum paparan sinar UV....	47
Tabel 4.16 Hasil pengujian nilai % TP setelah paparan sinar UV	48
Tabel 4.17 Hasil pengujian % TP sebelum dan setelah paparan sinar UV	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Anatomi kulit	5
Gambar 2.2 Struktur <i>avobenzone</i>	17
Gambar 2.3 Struktur <i>octyl methoxycinnamate</i>	18
Gambar 2.4 Struktur vitamin E	19
Gambar 3.1 Skema langkah kerja penelitian	21
Gambar 4.1 Hasil pembuatan sediaan krim tabir surya <i>avobenzone</i> dan <i>octyl methoxycinnamate</i>	30
Gambar 4.2 Hasil uji tipe krim tabir surya <i>avobenzone</i> dan <i>octyl</i> <i>methoxycinnamate</i>	32

DAFTAR LAMPIRAN

A. SERTIFIKAT ANALISIS.....	57
A.1 Sertifikat analisis <i>avobenzone</i>	57
A.2 Sertifikat analisis <i>octyl methoxycinnamate</i>	58
A.3 Spesifikasi vitamin E.....	59
B. PENGUJIAN VISKOSITAS.....	61
B.1 Hasil pengujian viskositas	61
B.2 Hasil statistik pengujian viskositas.....	61
C. PENGUJIAN DAYA SEBAR.....	62
C.1 Hasil pengujian daya sebar	62
C.2 Hasil statistik pengujian daya sebar	64
D. PENGUJIAN pH.....	65
D.1 Hasil pengujian pH	65
D.2 Hasil statistik pengujian pH	66
E. HASIL PENGUJIAN NILAI SPF.....	71
E.1 Profil serapan krim tabir surya dalam pelarut isopropanol	71
E.2 Tabulasi absorbansi dan nilai SPF.....	73
E.2.1 Sebelum paparan sinar UV	73
E.2.2 Setelah paparan sinar UV	81
E.3 Hasil analisis statistik data SPF	89
E.3.1 <i>One-Way Anova</i>	89
E.3.2 T-Test.....	91
F. HASIL PENGUJIAN NILAI TRANSMISI ERITEMA DAN PIGMENTASI	92
F.1 Profil serapan krim tabir surya dalam pelarut isopropanol	92
F.2 Tabulasi absorbansi dan persen transmisi eritema dan pigmentasi	94
F.2.1 Sebelum paparan sinar UV	94
F.2.2 Setelah paparan sinar UV.....	96

F.3 Hasil analisis statistik persen transmisi eritema	98
F.3.1 <i>One-Way</i> Anova.....	98
F.3.2 T-Test.....	102
F.4 Hasil analisis statistik persen transmisi pigmentasi	103
F.4.1 <i>One-Way</i> Anova.....	103
F.4.2 T-Test.....	108
G. CONTOH PERHITUNGAN.....	109
G.1 Contoh perhitungan preparasi sampel	109
G.2 Contoh perhitungan nilai SPF <i>in vitro</i>	109
G.3 Contoh perhitungan nilai % transmisi eritema	110
G.4 Contoh perhitungan nilai % transmisi pigmentasi	111
H. TABEL TETAPAN FLUKS ERITEMA DAN TETAPAN FLUKS PIGMENTASI	113

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sinar matahari menghasilkan radiasi yang tersusun dari inframerah (>760 nm), cahaya tampak (400-760 nm), dan sinar ultraviolet (200-400 nm) (Perwitasari dkk., 1999). Sinar ultraviolet (UV) terbagi menjadi tiga daerah yaitu daerah UV A (320-400 nm), daerah UV B (290-320 nm), dan daerah UV C (200-290 nm) (Baumann, 2009). Paparan UV A dapat menyebabkan pencoklatan kulit. Respon akut paparan UV B dapat menyebabkan eritema dan edema pada kulit, sedangkan respon kronis paparan UV B adalah penuaan dini pada kulit (Anitha, 2012). Paparan UV C dapat menyebabkan kanker kulit (Jones dan Elizabeth, 2000).

Secara alami kulit mempunyai daya perlindungan terhadap paparan sinar UV yaitu dengan pembentukan melanin dan penebalan *stratum corneum*. Melanin merupakan salah satu pigmen kulit yang dibentuk oleh melanosit di *stratum basale*. Adanya paparan sinar UV akan memicu pembentukan melanin. Selain dengan pembentukan melanin, kulit akan mengalami penebalan pada *stratum corneum*. *Stratum corneum* yang menebal ini akan memantulkan, dan menghamburkan sinar UV (Gadri dkk., 2011). Namun, adanya kontak sinar UV dengan kulit yang terlalu lama, menyebabkan daya perlindungan alamiah kulit tidak dapat memberikan perlindungan maksimal. Oleh karena itu, dilakukan berbagai upaya untuk melindungi diri terhadap paparan sinar UV yakni dengan menggunakan perlindungan buatan seperti tabir surya (Zulkarnain dkk., 2013).

Tabir surya merupakan bahan-bahan kosmetik yang dapat menghambat penetrasi sinar UV ke dalam kulit (Shovyana dan Zulkarnain, 2013). Mekanisme kerja tabir surya dibagi menjadi 2 macam, yaitu pemblok fisik (*physical blockers*) dan penyerapan kimia (*chemical absorber*). Tabir surya pemblok fisik dapat

menghamburkan radiasi sinar UV A maupun UV B, misalnya senyawa anorganik seperti TiO_2 dan ZnO (Shaath, 2005). Senyawa anorganik tersebut terbukti dapat memberikan manfaat mencegah terjadinya kerusakan kulit akibat radiasi sinar matahari, namun efektivitas senyawa ini bergantung pada ketebalan penggunaan, konsentrasi, dan kemampuan terdispersi (Harry, 1982). Tabir surya dengan mekanisme penyerapan kimia terbagi menjadi dua golongan, yaitu anti UV A dan anti UV B (Shaath, 2005). Beberapa contoh senyawa anti UV A antara lain : *benzophenone*, *dibenzoylmethane*, dan *anthranilate*, sedangkan contoh senyawa anti UV B antara lain : turunan PABA, turunan *cinnamate*, dan turunan *salisilate* (Barel dkk., 2009). Senyawa anti UV A yang secara luas digunakan adalah *4-tert-butyl-4'-methoxydibenzoylmethane* (*avobenzone*, *parsol 1789*, *eusolex 9020*) sedangkan salah satu senyawa anti UV B yang populer dan sangat efektif dalam menghambat UV B adalah turunan *cinnamate* yakni *octyl methoxycinnamate* (Shaath, 2005 ; Mturi dan Martincigh, 2008).

Avobenzone merupakan penyerap UV A (320-400 nm) dengan puncak absorpsi pada panjang gelombang 360 nm (Yang dkk., 2007). Berdasarkan FDA *Monograph* (1999) konsentrasi maksimum bahan aktif *avobenzone* adalah 3% b/b. *Octyl methoxycinnamate* merupakan penyerap UV B (290-320 nm) dengan konsentrasi yang umum digunakan adalah 2-7,5% b/b (Rosita dkk., 2010). Pada penelitian Scalia dan Mezzena (2009), digunakan kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan konsentrasi 3% b/b dan 4% b/b.

Kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* merupakan kombinasi anti UV A dan anti UV B yang digunakan secara luas (Shaath, 2005). Namun demikian, kombinasi tersebut mengalami degradasi karena adanya paparan sinar UV (Scalia dan Mezzena, 2009). Penelitian Afonso dkk (2014) menunjukkan bahwa *avobenzone* dalam sediaan krim tabir surya dapat terdegradasi setelah paparan sinar UV yang ditunjukkan dengan penurunan nilai SPF. Pada penelitian Astuti dkk (1996) menunjukkan bahwa paparan sinar UV selama 5 jam dapat menurunkan kadar *octyl*

methoxycinnamate, lebih dari 34% *octyl methoxycinnamate* mengalami degradasi setelah paparan sinar UV dalam waktu satu jam penyinaran awal. Strategi untuk mengatasi ketidakstabilan dari kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* adalah dengan penambahan *photoprotective agent* vitamin E (Scalia dan Mezzena, 2009). Penelitian Khamsiah dkk (2012) membuktikan bahwa penambahan vitamin E dapat meningkatkan nilai SPF *in vitro* sediaan tabir surya. Konsentrasi vitamin E yang digunakan pada sediaan topikal adalah 1-5% (Mukul dkk., 2011).

Sediaan tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* diformulasi dalam bentuk sediaan krim (Scalia dan Mezzena, 2009). Sediaan krim dibagi menjadi 2 tipe, yakni tipe *o/w* dan *w/o*. Sediaan krim tipe *o/w* memiliki beberapa keunggulan apabila dibandingkan dengan tipe *w/o*, antara lain : mudah dicuci oleh air; tidak meninggalkan bekas olesan setelah pemakaian; tidak berminyak; memiliki daya sebar yang baik pada kulit; dan nyaman dipakai (Ansel, 2005). Berdasarkan berbagai keunggulan tersebut, maka dipilih sediaan krim tipe *o/w* sebagai tabir surya.

Efektivitas tabir surya dapat dinyatakan dengan *Sun Protection Factor* (SPF), persentase transmisi eritema (% TE), dan persentase transmisi pigmentasi (% TP). Semakin tinggi nilai SPF dalam sediaan tabir surya, maka semakin baik pula sediaan tabir surya dalam melindungi kulit terhadap paparan sinar UV (Dutra dkk., 2004). % TE merupakan jumlah energi sinar ultraviolet penyebab eritema pada panjang gelombang 292,5 – 337,5 nm, sedangkan % TP merupakan jumlah energi sinar ultraviolet penyebab pigmentasi pada panjang gelombang 322,5 – 372,5 nm (Cumpelik, 1972).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh vitamin E dan paparan sinar UV terhadap efektivitas *in vitro* krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*. Dengan demikian dapat diketahui efek penambahan vitamin E terhadap efektivitas *in vitro* sediaan krim tabir surya, selain itu juga diperoleh data nilai SPF, % TE, dan % TP sebelum dan setelah pemaparan sinar UV.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan vitamin E terhadap efektivitas *in vitro* krim tabir surya (SPF *in vitro*, % TE, dan % TP) menggunakan bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* ?
2. Bagaimana pengaruh paparan sinar UV terhadap efektivitas *in vitro* krim tabir surya (SPF *in vitro*, % TE, dan % TP) menggunakan bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan penambahan vitamin E ?
3. Berapakah konsentrasi vitamin E yang dapat memberikan peningkatan efektivitas *in vitro* sediaan krim tabir surya yang terbaik (peningkatan nilai SPF, penurunan % TE, dan penurunan % TP) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh penambahan vitamin E terhadap efektivitas *in vitro* krim tabir surya (SPF *in vitro*, % TE, dan % TP) menggunakan bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*.
2. Mengetahui pengaruh paparan sinar UV terhadap efektivitas *in vitro* krim tabir surya (SPF *in vitro*, % TE, dan % TP) menggunakan bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan penambahan vitamin E.
3. Mengetahui konsentrasi vitamin E yang dapat memberikan peningkatan efektivitas *in vitro* sediaan krim tabir surya yang terbaik.

1.4 Manfaat Penelitian

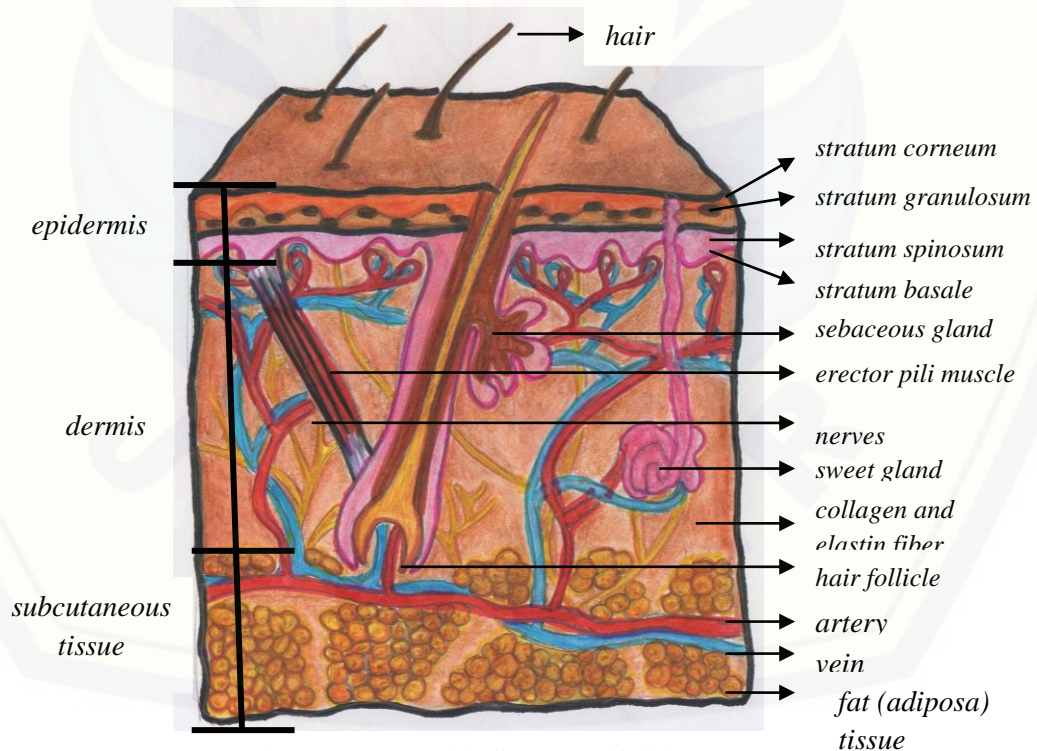
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat dalam formulasi sediaan krim tabir surya serta memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan vitamin E dan paparan sinar UV terhadap efektivitas *in vitro* krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kulit

2.1.1 Tinjauan Umum

Kulit merupakan bagian terluar tubuh manusia yang menutupi seluruh tubuh dan memberikan perlindungan terhadap berbagai jenis rangsangan dari luar dan kerusakan serta mencegah hilangnya kelembaban. Luas permukaan kulit orang dewasa sekitar 1,6 m². Pada kulit terdapat struktur anatomi pelengkap (*skin appendages*) antara lain saluran keringat, folikel rambut, kelenjar apokrin serta kelenjar ekrin (Mitsui, 1997). Kulit memiliki struktur yang sangat kompleks yang terdiri atas banyak komponen, hal ini yang menyebabkan struktur kulit berlapis-lapis (Igarashi dkk., 2005). Struktur kulit dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Anatomi kulit (Igarashi dkk., 2005)

2.1.2 Struktur Kulit

Kulit terbagi menjadi tiga lapisan, yaitu lapisan epidermis, lapisan dermis dan lapisan subkutan (Mitsui, 1997).

a. Epidermis

Epidermis merupakan lapisan kulit yang paling luar dengan ketebalan 0,2 mm. Dari lapisan terdalam, lapisan-lapisan tersebut adalah *stratum basale* (*basal cell layer*), *stratum spinosum* (*prickle cell layer*), *stratum granulosum* (*granular cell layer*), *stratum lucidum* (*clear layer*) and *stratum corneum* (*horny cell layer*) (Igarashi dkk., 2005). Fungsi epidermis adalah sebagai sawar pelindung terhadap bakteri, iritasi kimia, alergi, dan lain lain (Anief, 1997).

1. *Stratum basale*

Stratum basale (*basal cell layer*) adalah *sublayer* terdalam epidermis dan terdiri atas satu lapisan sel basal. *Sublayer* ini membentuk batas lapisan epidermis dengan bagian dermis. *Stratum basale* memproduksi keratinosit dan mengandung sekitar 8% air di epidermis. Dengan terjadinya penuaan, lapisan ini menjadi lebih tipis dan kehilangan kemampuan untuk menahan air. Pada lapisan ini juga terdapat melanosit yakni sel yang memproduksi melanin yang merupakan pigmen alami kulit (Igarashi dkk., 2005).

2. *Stratum spinosum*

Stratum spinosum (*prickle cell layer*) terdiri atas 10 sampai 20 lapisan sel yang terletak di atas lapisan sel basal. Sel basal akan mengalami proses keratinisasi yang menyebabkan bentuk lapisan spinosum lebih datar. Ketebalan *sublayer* ini biasanya 50-150 μm (Igarashi dkk., 2005).

3. *Stratum granulosum*

Stratum granulosum (*granular cell layer*) terdiri atas 2 sampai 4 lapisan sel granular. Pada *sublayer* ini keratinosit mengalami keratinisasi menjadi keratin. Lapisan ini banyak mengandung serabut keratin yang memiliki kelembaban yang lebih rendah dibandingkan *stratum spinosum* dan *stratum basale* (Djuanda, 1993).

4. *Stratum lucidum*

Stratum lucidum (*clear layer*) merupakan lapisan epidermis yang terdapat di bawah lapisan *stratum corneum*. Lapisan ini dapat ditemukan di telapak kaki dan telapak tangan (Igarashi dkk., 2005).

5. *Stratum corneum*

Stratum corneum (*horny cell layer*) adalah *sublayer* luar epidermis dengan ketebalan berkisar dari 8 sampai 15 μm . *Sublayer* ini terdiri atas beberapa lapisan heksagonal berbentuk datar dan keras yang disebut *horny cells* atau korneosit. Korneosit merupakan sel-sel mati tanpa organel dan tersusun atas serat keratin. *Sublayer* ini biasanya berisi 10-15% massa air di epidermis, hal ini bergantung pada kondisi kulit (Walters, 2002).

Sublayer ini mencegah dehidrasi yang berlebihan pada jaringan kulit (Igarashi dkk., 2005). Beberapa lapis sel mati berkeratin bersifat sangat hidrofil dan mengembang bila tercelup dalam air, hal ini menjaga agar permukaan kulit tetap halus dan lentur. Bila air yang dikandung *stratum corneum* hilang, kulit akan menjadi kering dan bersisik. Meskipun lapisan film lipid bukan sebagai mantel penutup yang menolak air, tapi dapat membantu menahan air agar tetap tinggal dalam kulit. Bila terjadi dehidrasi *stratum corneum* sampai kira-kira di bawah 10% air maka akan menimbulkan celah dan membuka jalan bagi substansi iritan dan mikroorganisme masuk dalam kulit (Anief, 1997).

Horny cells dikelilingi oleh lipid antar sel. Konstituen utama yakni *ceramide* memainkan peran penting dalam retensi air. *Horny cells* juga mengandung senyawa kimia khusus yang disebut *Natural Moisturizing Factor* (NMF) yang juga memainkan peran penting dalam mempertahankan kelembaban kulit. NMF terdiri atas natrium PCA, spinolipid dan seramid, fosfolipid, asam lemak, gliserol, squalena dan kolesterol. Kulit yang tidak memiliki NMF dan *ceramide* cenderung sangat kering (Igarashi dkk., 2005).

b. Dermis

Dermis memiliki tebal 3-5 mm, merupakan anyaman serabut kolagen dan elastin yang bertanggungjawab untuk sifat-sifat penting dari kulit. Dermis mengandung pembuluh darah, pembuluh limfe, kelenjar lemak (sebasea), kelenjar keringat, otot, serabut saraf, dan korpus pacini. Pada daerah atas dermis terdapat *papillae*, membentuk lapisan papil yang menonjol ke epidermis (Anief, 1997).

c. Subkutan

Lapisan subkutan merupakan lapisan lemak yang terletak di antara kulit dan dasar kulit. Pada lapisan ini terdapat pembuluh darah yang memasok pembuluh darah pada dermis, serat dari dermis akan meluas ke lapisan subkutan. Lapisan subkutan merupakan struktur yang mendasari organ (Igarashi dkk., 2005).

2.1.3 Fungsi Kulit

a. Fungsi proteksi

Serat elastis dermis dan jaringan subkutan berperan untuk mencegah gangguan mekanis dari luar yang diteruskan secara langsung ke dalam tubuh. Permukaan kulit memiliki pH rendah berfungsi untuk melindungi kulit dari bahan kimia yang bersifat toksin. Beberapa bagian tubuh yang mengalami penebalan *stratum corneum* berfungsi untuk melindungi rangsangan dari luar. Selain itu, lapisan *stratum corneum* dan lapisan lipid berfungsi sebagai penahan penetrasi air dari luar dan menahan keluarnya cairan dari dalam tubuh, serta penghalang toksin dari luar (Mitsui, 1997).

Pigmentasi melanin pada lapisan kulit memiliki fungsi sebagai pelindung tubuh dari radiasi sinar ultraviolet. Permukaan kulit seperti lapisan keratohyalin, *horny layer*, dan *granule*, mempunyai peranan sebagai penghambur sinar UV yang dapat membahayakan tubuh (Mitsui, 1997).

b. Pengatur suhu tubuh

Kulit merupakan organ yang menjaga panas badan tetap pada sistem isoterm pada 37⁰ C. Kulit mengatur suhu tubuh dengan mengubah jumlah darah yang

mengalir melalui kulit dengan cara dilatasi dan konstiksi pembuluh darah kulit dan dengan pengeluaran keringat. Pembuluh darah kulit dan kelenjar ekrin bekerja di bawah kontrol autonom. Pusat pengatur suhu tubuh ditemukan di hipotalamus. Ketika suhu tubuh turun maka hipotalamus akan meningkatkan aktivitas saraf vasokonstriktor kulit untuk menyempitkan atau mengerutkan pembuluh darah untuk mencegah panas sehingga kulit akan memucat, sedangkan saat suhu tubuh meningkat maka hipotalamus akan menurunkan aktivitas saraf sehingga pembuluh darah kulit akan berdilatasi untuk meningkatkan hilangnya panas tubuh dan kulit menjadi kemerahan (Anief, 1997).

c. Fungsi sensorik

Pada kulit terdapat beberapa reseptor yang dapat merasakan perubahan lingkungan luar antara lain : *Meissner's corpuscles*, *Merkel discs*, dan *Golgi Mazzoni corpuscles* merupakan respon untuk sensasi sentuhan ; *Paccini corpuscles* untuk merasakan tekanan ; *Krause* untuk sensor dingin ; *Ruffini corpuscles* merupakan sensor suhu ; serta ujung saraf bebas untuk merasakan sensasi sakit. Rangsangan eksternal menstimuli syaraf sensorik tersebut dan mengirimkan stimulus menuju otak melalui *spinal cord* otak, sedangkan otak hipotalamus akan menginterpretasikan rangsangan tersebut (Mitsui, 1997).

d. Fungsi absorpsi

Beberapa jenis senyawa akan diabsorpsi tubuh melalui kulit. Senyawa lipofil dapat diabsorpsi kulit melalui dua jalur absorpsi yakni melalui epidermis dan kelenjar sebaceous pada folikel rambut. Berbagai senyawa steroid seperti hormon wanita, hormon pria adrenokortikosteroid, serta senyawa yang larut lemak seperti vitamin A, D, E, dan K akan diabsorpsi melalui kulit, sedangkan untuk senyawa yang larut air sulit untuk diabsorpsi karena adanya penghalang untuk air dan senyawa larut air yang dibentuk oleh *horny layer*. Absorpsi senyawa dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni kelarutan dalam lemak, usia tiap individu, temperatur kulit, ketersediaan darah pada kulit, dan kelembaban yang berperan pada absorpsi transdermal (Mitsui, 1997).

e. Sawar radiasi

Sinar UV pada panjang gelombang 290-340 nm sangat potensial merusak jaringan biologis. Reaksi kulit normal terhadap sinar matahari seperti *sunburn* dan eritema. Kulit akan mencegah atau mengurangi kerusakan lebih besar dengan pigmentasi (Anief, 1997).

2.1.4 Efek Radiasi UV Terhadap Kulit dan Mekanisme Perlindungan Alami Kulit

Tingkat kerusakan pada kulit akibat paparan radiasi bergantung pada berbagai faktor yang meliputi jenis radiasi, luas kulit yang terkena radiasi, dan karakteristik kualitas kulit seperti tekstur, umur, warna, ketebalan dan lokasi kulit. Bila ditinjau dari segi waktu timbulnya kerusakan pada kulit, maka urutan kerusakan akibat paparan radiasi dapat dikelompokkan dalam 2 periode: yaitu periode awal dan akhir. Pada periode awal efek radiasi segera terjadi dalam waktu 70 - 120 hari setelah terkena paparan radiasi dengan kerusakan berupa eritema kulit sedangkan kerusakan pada periode akhir sebagai efek tertunda yang terjadi dalam waktu 4 - 6 bulan sampai beberapa tahun berupa fibrosis dan nekrosis kulit (Alatas, 1998).

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 (Alatas, 1998).

Tahapan perkembangan gejala eritema dibagi 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. Hal ini terjadi karena pelebaran pembuluh darah dan juga kerusakan pada kapiler-kapiler darah. Bagian kulit yang memerah tersebut mengalami pengkerutan dan mengalami penyembuhan dalam waktu satu bulan. Tingkat kerusakan eritema sangat

bervariasi pada setiap individu, bergantung pada kandungan pigmen, ketebalan kulit, suhu tubuh dan aktivitas individu. Efek radiasi tinggi terhadap pembuluh darah semula terlihat sebagai eritema dan kemudian sebagai haemoragi yang tampak berupa timbulnya lesi-lesi kecil atau besar (Mettler dan Upton, 1995).

Fungsi utama pigmentasi kulit adalah sebagai perlindungan akibat paparan radiasi ultraviolet (Walters, 2002). Pigmentasi yang timbul baik selama atau setelah radiasi merupakan akibat dari meningkatnya kandungan melanin pada sel-sel di membran basal. Merahnya warna kulit yang tidak akan hilang secara sempurna tetapi hanya akan mengalami penurunan intensitas akan diikuti dengan terjadinya pigmentasi yang dapat hilang secara bertahap dalam beberapa hari. Umumnya, radiasi rendah akan mengaktifkan sel melanosit sehingga terjadi hiperpigmentasi, sedangkan dosis yang lebih tinggi akan mengakibatkan matinya sel melanosit sehingga menimbulkan hipopigmentasi (Mettler dan Upton, 1995). Pigmentasi akibat UV terjadi terutama akibat radiasi UV A pada individu yang telah mempunyai pigmen. Pigmentasi akibat UV yang menyebabkan *tanning* dinamakan *facultative skin color* (Park dkk., 2008).

Tabel 2.1 Jenis kulit berdasarkan riwayat pencoklatan dan *sunburn* akibat UV (Field, 2008)

Jenis Kulit	Riwayat Pencoklatan dan <i>Sunburn</i>
I	Mudah terbakar, tidak mengalami <i>tanning</i> (sensitif)
II	Mudah terbakar, <i>tanning</i> minimal (sensitif)
III	Terbakar sedang, <i>tanning</i> bertahap, warna coklat merah (normal)
IV	Terbakar minimal, selalu mengalami <i>tanning</i> , warna coklat sedang (normal)
V	Jarang terbakar, <i>tanning</i> sempurna (tidak sensitif)
VI	Tidak pernah terbakar, mengalami pigmentasi sempurna (tidak sensitif)

Reaksi *tanning* dibagi atas 2 yaitu *tanning* yang terjadi langsung atau cepat, dan *tanning* yang berlangsung lambat. *Tanning* reaksi cepat terjadi dalam waktu 5-10 menit setelah paparan dan menghilang dalam beberapa menit sampai beberapa hari bergantung pada dosis UV dan jenis kulit individu. *Tanning* reaksi lambat terjadi dalam waktu 3-4 hari setelah paparan UV A dan UV B, puncaknya antara 10 hari sampai 4 minggu tergantung jenis radiasi UV dan jenis kulit individu (Park dkk., 2008). Respon akut akibat paparan sinar UV berbeda pada masing-masing individu. Penggolongan jenis kulit berdasarkan riwayat pencoklatan dan *sunburn* akibat UV dapat dilihat pada Tabel 2.1

2.2 Krim

Krim didefinisikan sebagai cairan kental atau emulsi setengah padat baik bertipe air dalam minyak atau minyak dalam air. Krim biasanya digunakan sebagai emolien atau pemakaian obat pada kulit. Istilah krim secara luas digunakan dalam farmasi dan industri kosmetik (Ansel, 2005). Krim merupakan basis yang digunakan sebagai obat luar yang dioleskan ke bagian kulit badan (Anief, 1997).

Sediaan dalam bentuk krim banyak digunakan karena mempunyai beberapa keuntungan diantaranya lebih mudah diaplikasikan, lebih nyaman digunakan pada wajah, tidak lengket dan mudah dicuci dengan air dibandingkan dengan sediaan salep maupun pasta (Sharon dkk., 2013).

Dalam pembuatan krim diperlukan suatu bahan dasar yang harus memenuhi kriteria-kriteria tertentu. Kualitas dasar krim yang diharapkan adalah sebagai berikut :

1. Stabil, krim harus bebas dari inkompatibilitas, stabil pada suhu kamar, dan kelembaban yang ada dalam kamar.
2. Lunak, yaitu semua zat dalam keadaan halus dan seluruh produk menjadi lunak dan homogen.
3. Mudah dipakai, umumnya krim tipe emulsi adalah yang paling mudah dipakai dan dihilangkan dari kulit.

4. Terdistribusi merata, obat harus terdispersi merata melalui basis krim padat atau cair pada penggunaan (Anief, 1997).

Pada sediaan krim terdapat komponen emulsifier yang digunakan untuk mendispersikan fase internal dan fase eksternal. Selain emulsifier, bahan lain yang sering ditambahkan untuk sediaan kosmetika krim antara lain :

1. Emolien : untuk meningkatkan kemampuan daya sebar krim ketika diaplikasikan pada kulit, contohnya isopropil miristat dan minyak silikon.
2. *Moisturizer* dan *humaectan* : untuk mengontrol proses hidrasi kulit, contohnya gliserol dan urea.
3. Peningkat viskositas : digunakan untuk meningkatkan viskositas fase eksternal jika diinginkan, contohnya xanthan gum dan ester selulosa.
4. Bahan aktif : merupakan komponen utama yang ditambahkan untuk tujuan tertentu, contohnya anti UV dan vitamin.
5. Pengawet : digunakan untuk menahan pertumbuhan mikroba pada sediaan.
6. Parfum dan pewarna : untuk tujuan estetika (Barel dkk., 2009)

Formulasi krim ada dua, yaitu sebagai emulsi air dalam minyak (*w/o*), misalnya *cold cream*, dan minyak dalam air (*o/w*), misalnya *vanishing cream*. *Cold cream* adalah sediaan kosmetika yang digunakan untuk maksud memberikan rasa dingin dan nyaman pada kulit, sebagai krim pembersih, berwarna putih dan bebas dari butiran. *Cold cream* mengandung mineral oil dalam jumlah besar. (Yanhendri dan Yenny, 2012). *Vanishing cream* umumnya emulsi dalam air mengandung air dalam presentase yang besar dan asam stearat. Setelah pemakaian krim, air menguap meninggalkan sisa berupa selaput asam stearat yang tipis (Ansel, 2005).

Basis *vanishing cream* memiliki beberapa kelebihan antara lain (Ansel, 2005) :

1. Tidak lengket saat digunakan pada kulit
2. Terdispersi dengan baik saat digunakan pada kulit
3. Mempunyai efek *cooling* karena adanya penguapan dan air sebagai fase luar
4. Tidak tampak setelah dioleskan

Penetrasi krim jenis *w/o* jauh lebih kuat dibandingkan dengan *o/w* karena komponen minyak menjadikan bentuk sediaan bertahan lama di atas permukaan kulit dan mampu menembus lapisan kulit lebih jauh. Namun krim *w/o* kurang disukai secara kosmetik karena komponen minyak yang lama tertinggal di atas permukaan kulit. Krim *o/w* memiliki daya pendingin lebih baik dari krim *w/o*, sementara daya emolien *w/o* lebih besar dari *o/w* (Yanhendri dan Yenny, 2012).

2.3 Sediaan Tabir Surya

2.3.1 Tabir Surya

Banyak agen yang diaplikasikan pada kulit baik sengaja atau tidak sengaja, baik dengan hasil yang menguntungkan ataupun merugikan. Penggunaan produk topikal terbukti memberikan manfaat dengan efek lokal maupun sistemik. Tujuan utama dari sediaan topikal dalam penyerapan senyawa pada kulit antara lain : efek lokal dalam dermatologi (misalnya kortikosteroid untuk dermatitis); untuk transportasi melalui kulit dengan efek sistemik (misalnya, patch nikotin untuk terapi perokok); untuk efek permukaan (misalnya, tabir surya, kosmetik, dan antiinfeksi); serta untuk jaringan yang lebih dalam (misalnya, agen antiinflamasi nonsteroid untuk peradangan otot) (Walters, 2002).

Sediaan topikal tabir surya merupakan sediaan kosmetika yang digunakan untuk maksud menyerap secara efektif sinar matahari terutama di daerah gelombang ultraviolet sehingga dapat mencegah terjadinya gangguan kulit oleh sinar matahari. Tabir surya dapat dibuat dalam berbagai bentuk sediaan seperti krim, lotion, dan salep (Agustin dkk., 2013).

Bahan tabir surya yang ideal harus memiliki sifat sebagai berikut :

1. Harus memiliki absorpsi luas dan kuat di daerah spektrum UV.
2. Tidak menjadi racun, tidak fototoksik, dan tidak meningkatkan kepekaan.
3. Harus fotostabil selama waktu paparan yang diharapkan (Jones dan Elizabeth, 2000).

2.3.2 Evaluasi Sediaan Tabir Surya

Evaluasi untuk mengetahui keefektifan sediaan tabir surya dapat dilakukan dengan beberapa metode yakni penentuan nilai SPF *in vitro*, %TE, dan % TP (Dutra dkk., 2004 ; Cumpelik, 1972). SPF menandakan berapa lama kulit dapat bertahan di bawah paparan matahari sampai kulit menjadi kemerahan (BPOM, 2014).

1. Evaluasi SPF secara In Vitro

SPF secara *in vitro* ditentukan dengan metode spektrofotometri.

Hubungan antara SPF dan spektrofotometri adalah :

$$\text{Log SPF} = \frac{AUC}{\lambda_n - \lambda_1} \times 2 \dots \dots \dots (1)$$

keterangan :

$\lambda_n - \lambda_1$ = interval aktivitas eritemogenik

Secara teoritis persamaan tersebut dapat digunakan untuk memprediksi nilai SPF dengan mengukur luas area di bawah kurva penyerapan dan membaginya dengan interval panjang gelombang yang sesuai. Lapisan ozon dapat menyaring semua panjang gelombang di bawah 290 nm, maka λ_1 adalah panjang gelombang 290 nm, sedangkan λ_n adalah panjang gelombang di atas 290 nm yang mempunyai nilai absorbansi lebih besar atau sama dengan 0,05 (Petro, 1981).

Penandaan kategori produk yang dianjurkan kepada konsumen dalam memilih tipe sediaan tabir surya adalah sebagai berikut (Harry, 1982) :

1. *Minimum Sun Protection Product* : menyediakan nilai SPF 2-4, memberikan perlindungan paling sedikit dari *sunburn*, dapat mengakibatkan *tanning*.
2. *Moderate Sun Protection Product* : menyediakan nilai SPF 4-6, memberikan perlindungan sedang dari *sunburn*, dapat mengakibatkan beberapa *tanning*.
3. *Extra Sun Protection Product* : menyediakan nilai SPF 6-8, memberikan perlindungan ekstra dari *sunburn*, terjadi *tanning* yang terbatas.
4. *Maximal Sun Protection Product* : menyediakan nilai SPF 8-15, memberikan perlindungan maksimal dari *sunburn*, sedikit atau tidak menimbulkan *tanning*.

5. *Ultra Sun Protection Product* : menyediakan nilai SPF 15 atau lebih, memberikan perlindungan yang paling tinggi dari *sunburn* dan tidak mengakibatkan *tanning*.

2. Evaluasi nilai % TE (Cumpelik, 1972)

% TE tabir surya dapat ditentukan dengan cara spektrofotometri yakni mengukur intensitas sinar yang diteruskan oleh sediaan tabir surya pada rentang gelombang eritema. TE dapat dihitung dengan mengukur serapan pada panjang gelombang 292,5 – 337,5 nm interval 5 nm. Dari nilai serapan yang diperoleh, dihitung nilai serapan untuk 1 g/ l/ cm dan T(%) 1 g/l dengan rumus $A = -\log T$. Nilai transmisi eritema dihitung dengan mengalikan nilai transmisi (T) dengan faktor efektivitas eritema (Fe) pada panjang gelombang 292,5 – 337,5 nm.

Berikut merupakan klasifikasi sediaan tabir surya ke dalam beberapa kategori berdasarkan nilai % transmisi eritema, dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.2 Kategori perlindungan berdasarkan nilai % transmisi eritema (Soeratri dkk., 2005)

Kategori sediaan	Nilai % transmisi eritema
<i>Sun Block</i>	<1 %
Proteksi ekstra	1 – 6 %
<i>Suntan</i> reguler	6 - 12 %
<i>Tanning</i> cepat	10 - 18 %

3. Evaluasi Nilai % TP (Cumpelik, 1972)

% TP tabir surya dapat ditentukan dengan cara spektrofotometri yakni mengukur intensitas sinar yang diteruskan oleh sediaan tabir surya pada rentang gelombang pigmentasi. TP dapat dihitung dengan cara mengukur serapan pada panjang gelombang 322,5 – 372,5 nm interval 5 nm. Dari nilai serapan yang diperoleh, dihitung nilai serapan untuk 1 g/ L/ cm dan T(%) 1 g/l dengan rumus $A = -\log T$. Nilai transmisi pigmentasi dihitung dengan mengalikan nilai transmisi (T) dan faktor efektivitas pigmentasi (Fp) pada panjang gelombang 322,5-372,5 nm.

Berikut merupakan klasifikasi sediaan tabir surya ke dalam beberapa kategori berdasarkan nilai % pigmentasi, dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.3 Kategori perlindungan berdasarkan nilai % tansmisi pigmentasi (Soeratri dkk., 2005)

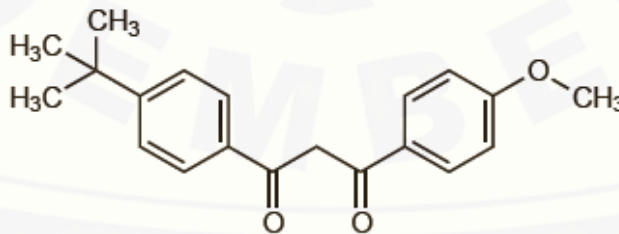
Kategori sediaan	Nilai % pigmentasi
<i>Sun Block</i>	3-40 %
Proteksi ekstra	42-86 %
<i>Suntan</i> reguler	45-86 %
<i>Tanning</i> cepat	45-86 %

2.4 Tinjauan Bahan Penelitian

2.4.1 Avobenzone

Avobenzone merupakan substituen *dibenzoylmethane* yang diaplikasikan untuk sediaan topikal sebagai tabir surya. *Dibenzoylmethanes* menyerap cahaya dalam rentang UV A. Bahan ini dapat dikombinasikan dengan tabir surya lain yang menyerap sinar UV B untuk mencegah kulit terbakar. (Sweetman, 2009).

Avobenzone memiliki absorbansi maksimum pada panjang gelombang 260 nm (Jones dan Elizabeth, 2002). Konsentrasi pemakaian yang diijinkan adalah 3% (FDA Monograph, 1999). Beberapa merk dagang dari *avobenzone* antara lain : Escalol 517, Eusolex 9020, Neo-Heliopan 357, and Parsol 1789. Struktur *avobenzone* dapat dilihat pada gambar 2.2.



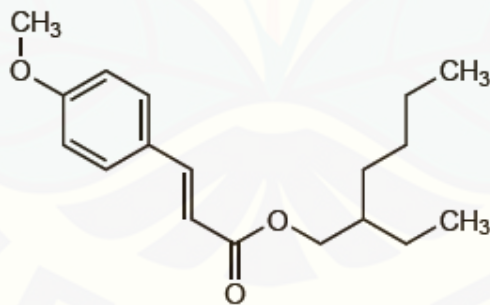
Gambar 2.2 Struktur *avobenzone* (Sweetman, 2009)

2.4.2 *Octyl methoxycinnamate*

Octyl methoxycinnamate merupakan bahan aktif yang tidak larut dalam air dan harus disimpan dalam wadah kedap udara suhu $8^{\circ} - 15^{\circ}\text{C}$. Nama lain dari *octyl methoxycinnamate* adalah *octinoxate*. *Octinoxate* merupakan *cinnamate* tersubstitusi yang digunakan untuk aplikasi topikal sebagai tabir surya. Tabir surya ini secara efektif menyerap cahaya sepanjang rentang UV B dan hanya menyerap sedikit atau tidak pada sinar UV A. Tabir surya *cinnamate* karenanya dapat digunakan untuk mencegah kulit terbakar namun tidak untuk mencegah reaksi fotosensitifitas lain yang terkait dengan cahaya UV A (Sweetman, 2009).

Octyl methoxycinnamate merupakan bahan aktif yang paling banyak digunakan pada formulasi modern dan memiliki absorbansi maksimum 321 nm (Jones dan Elizabeth, 2002). Konsentrasi pemakaian yang diijinkan adalah 7,5% (FDA Monograph, 1999).

Beberapa nama dagang dari *octyl methoxycinnamate* antara lain : Escalol 557, Eusolex 2292, Neo-Heliopan AV, Parsol MCX, Tinosorb OMC, Uvinul MC 80, and Uvinul MC 80 N. Struktur dari *octyl methoxycinnamate* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur *octyl methoxycinnamate* (Sweetman,2009)

2.4.3 Vitamin E

Vitamin E adalah istilah umum yang diterapkan pada sejumlah besar senyawa alami atau sintetis. Zat yang utama adalah *alpha tocopherols* yang merupakan zat

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian eksperimental laboratorik. Tahapan penelitian meliputi: 1. Pembuatan sediaan; 2. Evaluasi sifat fisika kimia sediaan meliputi pengujian organoleptis, pengujian tipe krim, pengujian viskositas, pengujian daya sebar, dan pengukuran pH; 3. Pemaparan sinar UV; 4. Pengujian efektivitas *in vitro* sediaan krim tabir surya (nilai SPF, % TE, dan % TP) dengan pemaparan dan tanpa pemaparan sinar UV; 5. Analisis data.

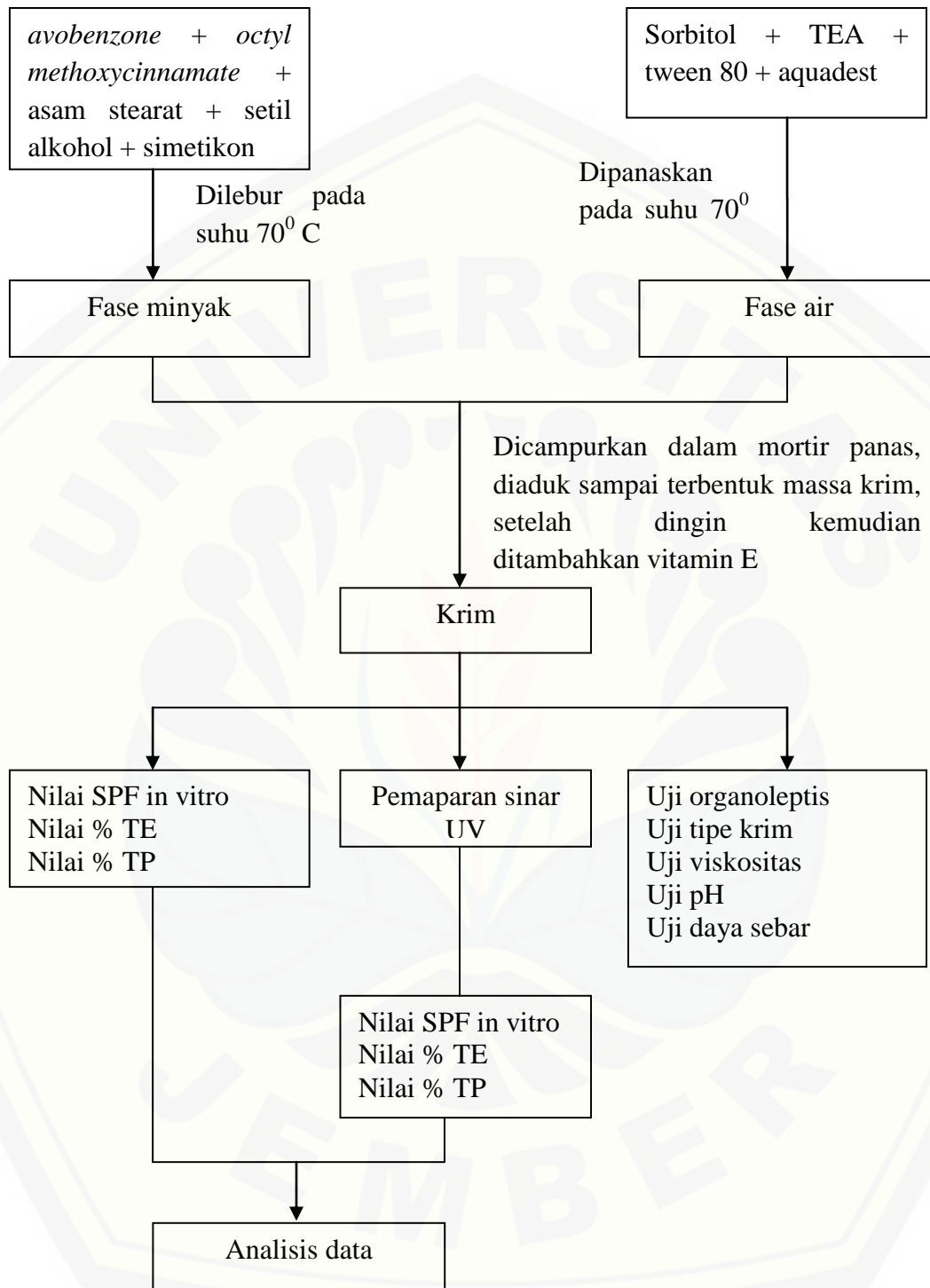
3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis (*Genesys 10S*), mikroskop (*Olympus DP21*), alat penguji viskositas (*Viscotester VT 04*), neraca digital (*Adventure Ohaus*), *waterbath* (*Memmert*), pH meter digital (*Elmetron CP-502*), mortar dan stamper, alat uji daya sebar ekstensometer, lampu UV Chromato-vue c-75, alat-alat gelas, dan program perangkat lunak (*software*) SPSS 18.0 sebagai pengolah data.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *avobenzone* (Vivimed Labs Ltd), *octyl methoxycinnamate* (Chemspec Chemicals Pvt.Ltd), vitamin E (BASF The Chemical Company), asam stearat (PT.Bratachem), setil alcohol (PT. Bratachem), simetikon (PT. Bratachem), sorbitol 70% (PT. Bratachem), TEA (PT. Bratachem), tween 80 (PT. Bratachem), aquadest (PT. Makmur Sejati), *methylene blue*, isopropanol (PT. Bratachem).



Gambar 3.1 Skema langkah kerja penelitian

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Farmasi Bagian Farmasetika dan Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember. Waktu penelitian dimulai pada bulan Desember 2014– April 2015. Skema kerja dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Rancangan Formula Sediaan Krim Tabir Surya

Pada penelitian kali ini dibuat 4 macam formula sediaan krim dalam basis *vanishing cream* yang dimodifikasi, yang terdiri atas formula (1), formula (2), formula (3), dan formula (4). Tiap formula terdiri atas bahan aktif kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan perbandingan konsentrasi (3% : 4%) (Scalia dan Mezzena, 2009) dengan penambahan vitamin E (0% , 1%, 3%, 4%).

Adapun rancangan formula dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rancangan formula

Bahan	Fungsi	F(1) %	F(2) %	F(3) %	F(4) %
<i>Avobenzone</i>	<i>Chemical absorber</i>	3	3	3	3
<i>Octyl Methoxycinnamate</i>	<i>Chemical absorber</i>	4	4	4	4
Vitamin E	<i>Antioxidant</i>	0	1	3	4
Asam Stearat	<i>Emulsifying agent</i>	14	14	14	14
Setil alcohol	<i>Stiffening agent</i>	2	2	2	2
Tween 80	<i>Emulsifying agent</i>	6	6	6	6
Sorbitol 70%	<i>Humectant</i>	3	3	3	3
TEA	<i>Emulsifying agent</i>	2	2	2	2
Simetikon	<i>Antifoaming agent</i>	0,1	0,1	0,1	0,1
Aquadest	<i>Solvent</i>	65,90	64,90	62,90	61,90
Total		100	100	100	100

3.4.2 Pembuatan Sediaan Krim Tabir Surya

Avobenzone, *octyl methoxycinnamate*, asam stearat, setil alkohol, dan simetikon dilebur di atas *waterbath* pada suhu 70°C sampai diperoleh fase minyak.

Sorbitol, tween 80, TEA, dan aquadest dipanaskan di atas *waterbath* pada suhu 70⁰C sampai menjadi fase air. Fase minyak dan fase air pada suhu yang sama dicampurkan dengan cara memasukkan keduanya pada mortir panas dan diaduk konstan hingga terbentuk masa krim berwarna putih, kemudian massa krim tersebut ditambahkan vitamin E.

3.4.3 Evaluasi Sediaan Krim Tabir Surya

Evaluasi sediaan krim tabir surya meliputi pengujian sifat fisika kimia yang terdiri atas pengujian organoleptis, viskositas, pH, tipe krim, dan daya sebar. Pengujian efektivitas *in vitro* krim tabir surya terdiri atas pengujian SPF, % TE, dan % TP.

3.4.3.1 Evaluasi Sifat Fisika Kimia Sediaan Krim Tabir Surya

1. Pengujian Organoleptis

Uji organoleptis terdiri atas pengamatan visual terhadap warna, tekstur, dan bau sediaan. Bentuk sediaan yang diharapkan berupa massa krim berwarna putih susu, bertekstur lembut, dan berbau tidak menyengat.

2. Pengujian Tipe Krim

Pengujian tipe krim dilakukan dengan metode pewarnaan menggunakan *methylene blue*. Krim ditimbang 0,1 gram diletakkan di atas *object glass*, kemudian ditetesi dengan *methylene blue* dan diamati menggunakan mikroskop. *Methylene blue* akan terlarut pada fase air. Jika warna biru terdispersi merata, maka krim termasuk tipe *o/w*. Krim yang diharapkan yaitu krim tipe minyak dalam air (*o/w*) (Agustin dkk., 2013)

3. Pengujian viskositas

Pengujian viskositas menggunakan alat *Viscotester VT-04*. Spindel dipilih dan dicelupkan ke dalam krim yang telah dibuat. Hasil viskositas krim dapat dilihat dari angka yang ditunjukkan oleh alat. Indeks angka yang dilihat disesuaikan dengan *spindle* yang dipakai. Nilai viskositas yang diharapkan adalah 50 dPa.s sampai 150 dPa.s (Lachman *et al.*, 1994).

4. Pengujian Daya Sebar

Pengujian daya sebar krim dilakukan dengan menggunakan alat ekstensometer yang terdiri atas dua lempeng kaca bulat. Pada lempeng bawah terdapat skala pengukuran diameter. Krim dengan berat 1 gram diletakkan di pusat antara dua lempeng kaca bulat, selanjutnya diberi beban seberat 5 gram diletakkan di pusat antara dua lempeng kaca bulat dan didiamkan selama 1 menit. Setiap 1 menit beban ditambah dengan interval 5 gram. Hal ini hingga diperoleh diameter sebar krim yang konstan. Diameter krim yang diinginkan adalah sebesar 5-7cm (Garg dkk., 2002).

5. Pengukuran pH

Pengukuran pH sediaan dilakukan dengan pH meter digital. Elektroda dicuci terlebih dahulu menggunakan aquadest, dikeringkan, dan dikalibrasi dengan larutan standar pH 7, pH 4, dan pH 10. Sebanyak 1 gram sediaan dilarutkan ke dalam aqua bebas CO₂ sampai 10 ml. Elektroda dimasukkan ke dalamnya, dan dicatat pH yang terukur (Rosita dkk., 2010). pH untuk suatu sediaan topikal biasanya sama dengan pH kulit yakni antara 4,5-7 (Wasitaatmaja, 1997).

3.4.3.2 Penentuan Efektivitas Sediaan Krim Tabir Surya

1. Penentuan Nilai SPF *in vitro*

Nilai SPF diperoleh menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis dengan larutan blanko menggunakan pelarut isopropanol. Tahapan kerja dalam menentukan nilai SPF *in vitro* krim tabir surya tanpa pemaparan sinar UV adalah sebagai berikut :

- a. Ditimbang sebanyak 28,5 mg sediaan setara dengan 2 mg bahan aktif tabir surya, kemudian ditambahkan isopropanol pada labu ukur 10 ml sampai tanda batas, dikocok sampai larut dan homogen sehingga diperoleh larutan (a) dengan konsentrasi 200 ppm.

- b. Larutan (a) dipipet 0,5 ml, dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml, ditambahkan isopropanol sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen sehingga diperoleh larutan (b) dengan konsentrasi 10 ppm (Petro, 1981).
- c. Larutan (b) diamati menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 290 nm sampai panjang gelombang yang menunjukkan nilai serapan lebih besar atau sama dengan 0,05, rentang pengamatan (interval) 1 nm.

Tahapan kerja dalam menentukan nilai SPF *in vitro* krim tabir surya dengan pemaparan sinar UV 365 nm selama 120 menit adalah sebagai berikut:

- a. Ditimbang sebanyak 28,5 mg sediaan setara dengan 2 mg bahan aktif tabir surya, kemudian dioleskan pada permukaan lempeng dengan lebar 2,5 cm dan panjang 5,7 cm, dan dipaparkan pada sinar UV 365 nm selama 120 menit. Penelitian Gonzalez dkk (2007) membuktikan bahwa beberapa sediaan tabir surya yang diaplikasikan 2 mg/cm² mengalami degradasi setelah dipaparkan 120 menit.
- b. Setelah dipaparkan 120 menit, sediaan krim pada lempeng dimasukkan labu ukur 10 ml, kemudian ditambahkan isopropanol sampai tanda batas, dikocok sampai larut dan homogen sehingga diperoleh larutan (a) dengan konsentrasi 200 ppm.
- c. Larutan (a) dipipet 0,5 ml, dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml, ditambahkan isopropanol sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen sehingga diperoleh larutan (b) dengan konsentrasi 10 ppm (Petro, 1981).
- d. Larutan (b) diamati menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 290 nm sampai panjang gelombang yang menunjukkan nilai serapan lebih besar atau sama dengan 0,05, 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, selanjutnya dapat dihitung area di bawah kurva (AUC) dengan rumus :

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

keterangan :

AUC = luas daerah dibawah kurva serapan

Ap = serapan pada panjang gelombang setelah

Ap-a = serapan pada panjang gelombang sebelum

Nilai SPF dapat dihitung menggunakan persamaan (1). Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran G.1.

2. Penentuan Nilai % TE

Tahapan kerja dalam menentukan nilai % TE krim tabir surya tanpa pemaparan sinar UV adalah sebagai berikut :

- a. Ditimbang sebanyak 28,5 mg sediaan setara dengan 2 mg bahan aktif tabir surya, kemudian ditambahkan isopropanol pada labu ukur 10 ml sampai tanda batas, dikocok sampai larut dan homogen.
- b. Larutan (a) dipipet 0,5 ml, dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml, ditambahkan isopropanol sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen.
- c. Larutan (b) diamati pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang pengamatan (interval) 5 nm.

Tahapan kerja dalam menentukan nilai % TE krim tabir surya dengan pemaparan sinar UV 365 nm selama 120 menit adalah sebagai berikut :

- a. Ditimbang sebanyak 28,5 mg sediaan setara dengan 2 mg bahan aktif tabir surya, kemudian dioleskan pada permukaan lempeng dengan lebar 2,5 cm dan panjang 5,7 cm, dan dipaparkan pada sinar UV 365 nm selama 120 menit.
- b. Setelah dipaparkan 120 menit, sediaan krim pada lempeng dimasukkan labu ukur 10 ml, kemudian ditambahkan isopropanol sampai tanda batas, dikocok sampai larut dan homogen.
- c. Larutan (a) dipipet 0,5 ml, dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml, ditambahkan isopropanol sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen.
- d. Larutan (b) diamati pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang pengamatan (interval) 5 nm.

Dari nilai absorbansi yang diperoleh, dapat dihitung nilai serapan untuk 1g/l. Nilai serapan ini selanjutnya dikonversikan menjadi nilai T dengan rumus :

$$A = -\log T \dots\dots\dots(3)$$

Perkalian antara nilai transmisi dengan faktor efektivitas eritema (Fe) pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm menghasilkan nilai transmisi eritema dengan rumus (Cumpelik, 1972) :

$$\% \text{ Transmisi eritema} = \frac{\sum(T \times Fe)}{\sum Fe} \dots\dots\dots(4)$$

keterangan :

T = nilai % transmisi

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

3. Penentuan nilai % TP

Penentuan nilai % TP dilakukan cara yang sama dengan penentuan % TE. TP dapat dihitung menggunakan metode spektrofotometri yaitu dengan cara mengukur serapan pada panjang gelombang 332,5-372,5 nm interval 5 nm. Dari nilai absorbansi, dapat dihitung nilai serapan untuk 1g/l, kemudian dapat dihitung T dengan menggunakan persamaan (3).

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

$$\% \text{ Transmisi Pigmentasi} = \frac{\sum T \times Fp}{\sum Fp} \dots\dots\dots(5)$$

keterangan :

T	= nilai % transmisi
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.

3.5 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan adalah analisis statistika, yakni menguji apakah terdapat perbedaan yang bermakna pada hasil penelitian yang dilakukan, meliputi nilai SPF *in vitro*, % transmisi eritema dan % transmisi pigmentasi pada sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* antar formula dengan perbedaan konsentrasi vitamin E. Pada penelitian ini terdapat lebih dari 2 populasi dan memperhitungkan satu faktor, sehingga digunakan uji statistika yang disebut Analisis Variansi (ANOVA) satu arah menggunakan program SPSS (Zar, 1999).

Persyaratan uji ANOVA memiliki yang harus dipenuhi pada analisis variansi ini yakni data berdistribusi normal dan data mempunyai variansi yang relatif sama. Uji normalitas dan uji homogenitas memenuhi persyaratan uji apabila nilai signifikansi $> 0,05$ (Zar, 1999). Apabila terdapat perbedaan bermakna pada uji ANOVA, analisis dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significantly Different*). Data hasil uji ANOVA satu arah dan LSD dikatakan berbeda secara bermakna bila nilai signifikansi $< 0,05$. Jika uji normalitas dan homogenitas tidak memenuhi persyaratan, maka dipilih analisis statistika uji Kruskal-Wallis, apabila terdapat perbedaan yang bermakna kemudian dilanjutkan uji Mann-Whitney. Uji ANOVA satu arah memiliki tingkat kepercayaan 95% (Sudjana, 1996).

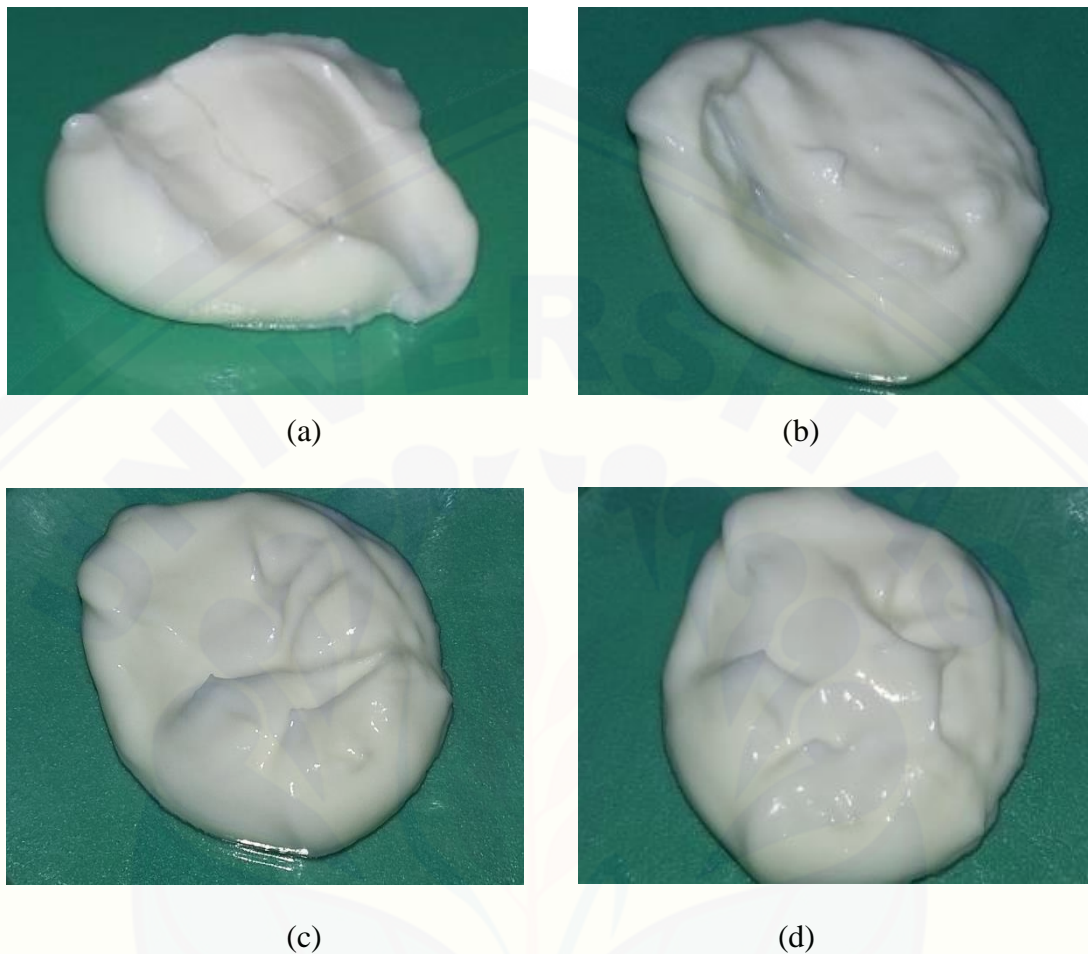
Selain menggunakan uji ANOVA, penelitian ini juga menggunakan t-test untuk menganalisis data yang terdiri atas 2 populasi, yakni membandingkan antara sediaan yang tidak dipaparkan dan dipaparkan sinar UV. T-test bertujuan untuk menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara sediaan yang tidak dipaparkan dan dipaparkan sinar UV (Zar, 1999).

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan Krim

Krim tabir surya dibuat 4 formula yakni formula (1), (2), (3), dan (4) dengan menggunakan bahan aktif dan bahan tambahan yang sama. Bahan aktif yang digunakan adalah *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dalam jumlah yang sama pada masing-masing formula yakni 3% dan 4% , sedangkan jumlah vitamin E yang digunakan berbeda tiap formula yakni 0%, 1%, 3%, dan 4%.

Krim dibuat dengan metode peleburan menggunakan *waterbath*. Basis sediaan krim terdiri dari dua fase, yakni fase minyak dan fase air. Fase minyak terdiri dari asam stearat, setil alkohol, simetikon, *avobenzone*, dan *octyl methoxycinnamate* dilebur pada suhu 70⁰C hingga melebur sempurna, sedangkan fase air terdiri dari tween 80, sorbitol, TEA, dan aquadest dicampur pada suhu 70⁰C hingga tercampur sempurna. Setelah fase minyak dan fase air melebur sempurna, kedua fase tersebut dicampurkan pada mortir panas hingga terbentuk massa krim. Penggunaan mortir panas bertujuan untuk menjaga suhu kedua fase agar tetap sama sehingga tidak mempercepat pengerasan pada fase minyak. Krim yang dihasilkan selanjutnya didinginkan pada suhu ruang. Setelah dingin, krim ditambahkan vitamin E kemudian diaduk hingga homogen. Hasil pencampuran tersebut menghasilkan krim dengan warna putih kekuningan. Warna kuning disebabkan karena penambahan vitamin E yang berwarna kuning pekat. Hasil sediaan krim tabir surya dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil pembuatan sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*

(a) F(1) konsentrasi vitamin E 0%; (b) F(2) konsentrasi vitamin E 1%; (c) F(3) konsentrasi vitamin E 3%; (d) F(4) konsentrasi vitamin E 4%

4.2 Hasil Evaluasi Krim

Krim yang telah dihasilkan selanjutnya dievaluasi meliputi evaluasi sifat fisika kimia dan evaluasi efektivitas *in vitro* krim tabir surya. Evaluasi sifat fisika kimia terdiri dari evaluasi organoleptis, tipe krim, viskositas, daya sebar, dan pH. Evaluasi efektivitas krim tabir surya terdiri dari penentuan nilai SPF *in vitro*, nilai % transmisi eritema, dan nilai % transmisi pigmentasi.

4.2.1 Hasil Pengujian Sifat Fisika Kimia Sediaan Krim Tabir Surya

a. Hasil Pengujian Organoleptis

Pengujian organoleptis mempunyai tujuan mengetahui karakteristik fisika untuk dibandingkan dengan kriteria yang diinginkan. Pengujian dilakukan secara visual meliputi bentuk, warna, dan bau krim. Sediaan krim yang diharapkan berupa krim dengan tekstur lembut, warna putih dan bau tidak menyengat. Hasil pengujian organoleptis dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian organoleptis sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*

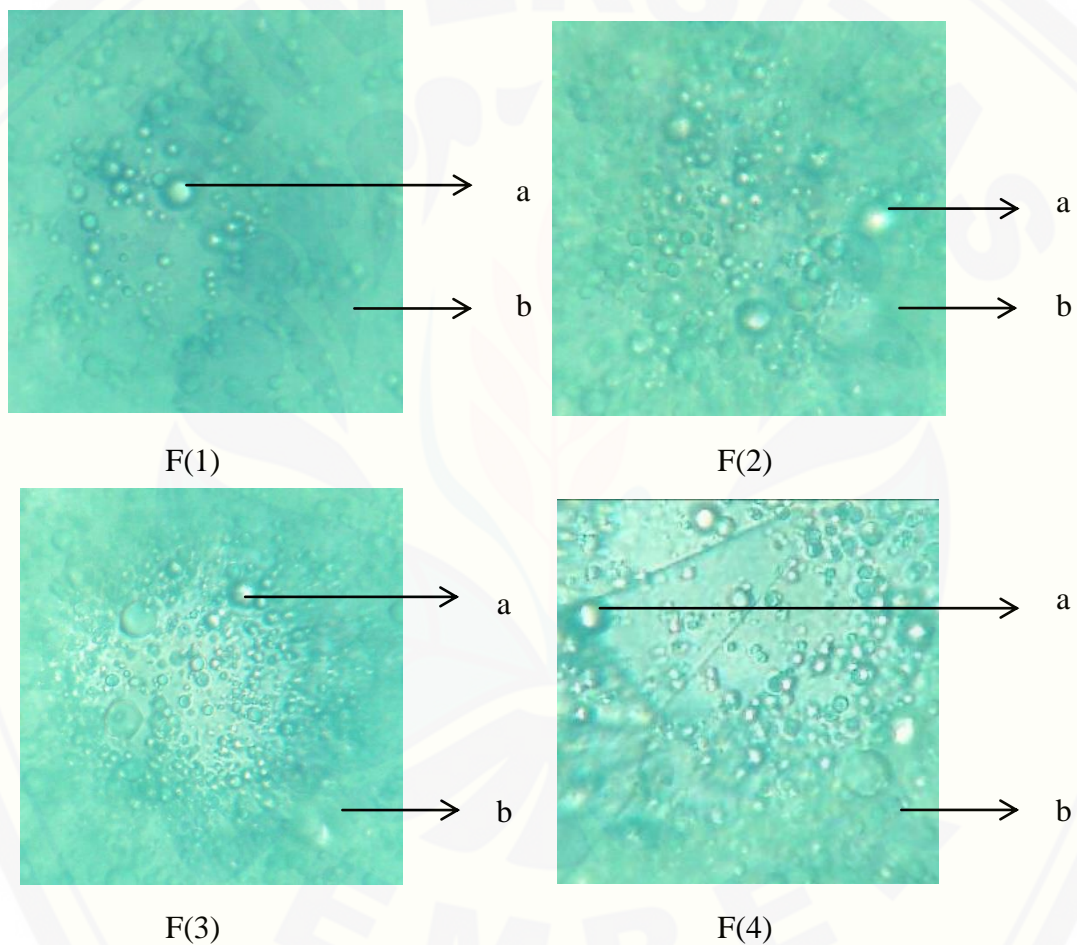
Formula	Bentuk	Warna	Bau	Tekstur
F(1)	Krim	Putih	Tidak berbau	Lembut
F(2)	Krim	Kuning lemah	Tidak berbau	Lembut
F(3)	Krim	Kuning lemah	Tidak berbau	Lembut
F(4)	Krim	Kuning lemah	Tidak berbau	Lembut

Hasil sediaan krim pada semua formula memiliki bentuk, bau, dan tekstur yang sama, namun memiliki warna yang berbeda. Pada F(1) menunjukkan warna putih, sedangkan F(2), F(3), dan F(4) menunjukkan warna kuning lemah. Namun demikian, warna kuning lemah yang dihasilkan ini masih dapat diterima konsumen. Perbedaan warna ini dikarenakan penambahan vitamin E yang menyebabkan krim berwarna putih kekuningan. Semakin besar jumlah vitamin E yang ditambahkan, maka warna sediaan krim semakin kuning. Vitamin E memiliki warna kuning pekat, sehingga mempengaruhi hasil akhir sediaan krim.

b. Hasil Pengujian Tipe Krim

Pengujian tipe krim dilakukan untuk mengetahui tipe emulsi sediaan krim tabir surya yang dihasilkan. Pengujian dilakukan dengan metode pewarnaan menggunakan pewarna *methylene blue*. *Methylene blue* merupakan zat warna padat yang larut dalam air, sehingga hanya akan mewarnai emulsi minyak dalam air. Tipe krim yang diharapkan pada sediaan tabir surya adalah tipe minyak dalam air (*o/w*). Hal ini dikarenakan bahan aktif yang digunakan yakni *avobenzone* dan *octyl*

methoxycinnamate larut dalam fase minyak, sehingga bahan aktif akan terdistribusi merata pada fase minyak yang merupakan fase internal. Fase ini akan ditahan oleh fase air yang merupakan fase eksternal untuk tetap pada permukaan kulit, hal ini menyebabkan bahan aktif tidak terpenetrasi dalam kulit dan mampu memberikan perlindungan maksimal. Hasil pengamatan secara mikroskopis tipe krim dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil uji tipe krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* perbesaran 40X dilihat menggunakan mikroskop *Olympus DP21*

(a) Fase minyak; (b) Fase air

Berdasarkan gambar 4.2, dapat diketahui bahwa tidak ada perbedaan antara F(1), (2), (3), dan (4). Keempat formula memiliki tipe *o/w*, hal ini dapat dilihat dari *methylene blue* yang terdistribusi pada fase luar. *Methylene blue* bersifat polar yang akan terlarut dalam fase pendispersi, sehingga akan dengan mudah terdistribusi dalam fase air yang merupakan fase luar krim tabir surya. Sediaan krim tabir surya jika dilihat menggunakan mikroskop *Olympus DP21* pada perbesaran mikroskop 40X, ditemukan banyak droplet-droplet. Droplet-droplet tersebut merupakan fase terdispersi pada sediaan krim, sehingga droplet-droplet tersebut akan tetap berwarna putih bening karena *methylene blue* tidak dapat larut pada fase minyak.

c. Hasil Pengujian Viskositas

Pengujian viskositas krim tabir surya bertujuan untuk mengetahui tingkat kekentalan sediaan krim tabir surya yang telah dibuat. Rentang viskositas yang diharapkan yakni antara 50 dPa.s sampai 150 dPa.s (Lachman dkk., 1994). Pengujian viskositas dilakukan menggunakan *Viscotester VT-04* dengan *spindle* nomor 2. Hasil pengujian viskositas sediaan krim tabir surya dapat dilihat pada tabel 4.2. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B.1. Hasil pengujian viskositas dalam tabel 4.2 menunjukkan bahwa keempat formula memiliki viskositas pada rentang yang diinginkan.

Tabel 4.2 Hasil pengujian viskositas sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*

Formula	Viskositas (dPa.s)*
F(1)	125 ± 3,536
F(2)	125 ± 3,536
F(3)	124 ± 2,236
F(4)	124 ± 2,236

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

Nilai viskositas sediaan krim tabir surya yang diperoleh, dilakukan analisis statistik yakni *One-Way ANOVA*. Uji ini dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan yang bermakna pada nilai viskositas masing-masing formula dengan

berbagai konsentrasi vitamin E. Pada uji normalitas data nilai viskositas diperoleh signifikansi $< 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa data tidak terdistribusi normal. Pada uji homogenitas memiliki nilai signifikansi $> 0,05$ yang menunjukkan bahwa variansi data homogen. Hal ini tidak memenuhi salah satu syarat uji *One-Way ANOVA* yaitu data harus terdistribusi normal, oleh karena itu dilakukan transformasi data. Setelah dilakukan transformasi data, data tetap tidak terdistribusi normal, sehingga dipilih uji *Kruskal-Wallis* untuk analisis data viskositas.

Pada uji *Kruskal-Wallis* diperoleh nilai signifikansi = 0,923 ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan secara bermakna pada nilai viskositas krim tabir surya dengan penambahan berbagai konsentrasi vitamin E. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B.2.

d. Hasil Pengujian Daya Sebar

Pengujian daya sebar pada sediaan krim tabir surya bertujuan untuk mengetahui kemampuan penyebaran sediaan krim dengan penambahan beban sebesar 5 gram tiap menit menggunakan ekstensometer. Hasil pengujian daya sebar rata-rata untuk masing-masing formula dapat dilihat pada tabel 4.3. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran C.1. Pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa sediaan pada keempat formula memenuhi persyaratan yang diharapkan yakni 5-7 cm sehingga memiliki kemampuan menyebar yang baik.

Tabel 4.3 Hasil pengujian daya sebar sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*

Formula	Daya Sebar (cm)*
F(1)	6,74 ± 0,055
F(2)	6,72 ± 0,084
F(3)	6,72 ± 0,055
F(4)	6,70 ± 0,071

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

Nilai daya sebar sediaan krim tabir surya yang diperoleh, dilakukan analisis statistik yakni *One-Way ANOVA*. Uji ini dilakukan untuk mengetahui adanya

perbedaan yang bermakna pada nilai daya sebar masing-masing formula dengan berbagai konsentrasi vitamin E. Pada uji normalitas data nilai daya sebar diperoleh signifikansi $< 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa data tidak terdistribusi normal. Pada uji homogenitas memiliki nilai signifikansi $> 0,05$ yang menunjukkan bahwa variansi data homogen. Hal ini tidak memenuhi salah satu syarat uji *One-Way* ANOVA yaitu data harus terdistribusi normal, oleh karena itu dilakukan transformasi data. Setelah dilakukan transformasi data, data tetap tidak terdistribusi normal, sehingga dipilih uji *Kruskal-Wallis* untuk analisis data daya sebar.

Pada uji *Kruskal-Wallis* diperoleh nilai signifikansi = 0,761 ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan secara bermakna pada nilai daya sebar krim tabir surya dengan penambahan berbagai konsentrasi vitamin E. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran C.2.

e. Hasil Pengujian pH

Pengujian pH pada sediaan krim tabir surya bertujuan untuk mengetahui sediaan krim tabir surya telah memenuhi spesifikasi pH yang diharapkan. Hasil pengujian pH dari keempat formula dapat dilihat pada tabel 4.4. Menurut Wasitaatmaja (1997), pH untuk suatu sediaan topikal sama dengan pH kulit yakni antara 4,5-7. Pada tabel 4.4 dapat diketahui bahwa keempat formula memenuhi persyaratan pH yang ditetapkan. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran D.1.

Tabel 4.4 Hasil pengujian pH sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*

Formula	pH*
F(1)	6,89 ± 0,015
F(2)	6,80 ± 0,045
F(3)	6,55 ± 0,008
F(4)	6,47 ± 0,010

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

Nilai pH sediaan krim tabir surya yang diperoleh, dilakukan analisis statistik yakni *One-Way* ANOVA. Uji ini dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan yang

bermakna pada nilai pH masing-masing formula dengan penambahan berbagai konsentrasi vitamin E. Pada uji normalitas data nilai pH diperoleh signifikansi $< 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa data tidak terdistribusi normal. Pada uji homogenitas memiliki nilai signifikansi $< 0,05$ yang menunjukkan bahwa variansi data tidak homogen. Hal ini tidak memenuhi syarat uji *One-Way ANOVA*, oleh karena itu dilakukan transformasi data. Setelah dilakukan transformasi data, data tetap tidak terdistribusi normal, sehingga dipilih uji *Kruskal-Wallis* untuk analisis data pH.

Pada uji *Kruskal-Wallis* diperoleh nilai signifikansi = 0,000 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan secara bermakna pada nilai pH krim tabir surya dengan berbagai konsentrasi vitamin E. Selanjutnya dilakukan analisis *post hoc* uji *Kruskal-Wallis* adalah uji *Mann-Whitney* untuk mengetahui formula yang berbeda secara bermakna. Hasil uji *Mann-Whitney* menunjukkan nilai pH berbeda bermakna pada keempat formula dengan nilai signifikansi $< 0,05$. Hasil uji *Mann-Whitney* nilai daya sebar dapat dilihat pada tabel 4.5. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran D.2.

Tabel 4.5 Hasil uji *Mann-Whitney* nilai pH

FORMULA	F(1)	F(2)	F(3)	F(4)
F(1)		BB	BB	BB
F(2)	BB		BB	BB
F(3)	BB	BB		BB
F(4)	BB	BB	BB	

BB = Berbeda Bermakna ($p = < 0,05$) TBB = Tidak Berbeda Bermakna ($p = > 0,05$)

Pada F(1) memiliki nilai pH tertinggi, sedangkan pada F(4) memiliki pH terendah. Hal ini disebabkan karena vitamin E yang digunakan pada penelitian memiliki pH 6. Berdasarkan data pengujian pH dan analisis statistik, dapat dinyatakan bahwa penambahan vitamin E dari konsentrasi kecil hingga konsentrasi terbesar berpengaruh terhadap perubahan pH. Semakin besar penambahan konsentrasi vitamin E, maka nilai pH akan mengalami penurunan secara bermakna.

4.2.2 Hasil Penentuan Efektivitas Sediaan Krim Tabir Surya

Evaluasi terhadap efektivitas sediaan krim tabir surya dilakukan secara *in vitro* menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pengujian efektivitas *in vitro* krim tabir surya terdiri atas pengujian nilai SPF *in vitro*, pengujian nilai % transmisi eritema, dan pengujian nilai % transmisi pigmentasi.

Bahan aktif anti UV yang digunakan adalah *chemical absorber* yakni *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*. Tabir surya *chemical absorber* bekerja dengan mengabsorpsi sinar UV, sehingga elektron senyawa tersebut akan mengalami eksitasi dari keadaan elektron dasar ke keadaan elektron dengan tingkatan energi lebih tinggi. Hal ini menunjukkan adanya reaksi kimia karena terjadi transfer energi, oleh karena itu bahan aktif yang digunakan harus larut pada sediaan.

a. Hasil Pengujian Nilai SPF

Pengujian SPF dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan metode spektrofotometri (Petro, 1981). Perhitungan nilai SPF secara *in vitro* dilakukan sebelum dan setelah paparan sinar UV.

1) Pengujian nilai SPF *in vitro* sebelum paparan sinar UV

Pengujian nilai SPF *in vitro* sebelum paparan sinar UV dilakukan pada sediaan krim yang dilarutkan isopropanol dengan konsentrasi 10 ppm. Larutan diamati menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 290 nm sampai panjang gelombang yang menunjukkan nilai serapan lebih besar atau sama dengan 0,05 dengan rentang pengamatan (interval) 1 nm. Hasil pengujian nilai SPF *in vitro* dapat dilihat pada tabel 4.6. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran E.2.1.

Nilai SPF *in vitro* sediaan krim tabir surya sebelum paparan yang diperoleh, dilakukan analisis statistik yakni *One-Way ANOVA* menggunakan SPSS 16.0. Uji ini dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan nilai SPF *in vitro* dengan penambahan vitamin E pada berbagai konsentrasi. Syarat pengujian ANOVA untuk lebih dari 2 kelompok tidak berpasangan yakni data terdistribusi normal dan data mempunyai variansi yang relatif sama dengan nilai signifikansi $> 0,05$. Pada uji normalitas dan

homogenitas data nilai SPF *in vitro* sebelum paparan pada keempat formula diperoleh signifikansi $> 0,05$. Hal ini memenuhi persyaratan uji *One-Way* ANOVA.

Tabel 4.6 Hasil pengujian nilai SPF sebelum paparan sinar UV

Replikasi	SPF (<i>Sun Protection Factor</i>)			
	F(1)	F(2)	F(3)	F(4)
1	11,7297	16,9233	31,4217	18,8720
2	13,2990	17,0731	33,4865	19,9461
3	10,0996	17,6813	31,4680	18,1556
4	10,6971	16,3158	31,3661	18,6782
5	12,7011	16,3829	31,6256	19,2963
Rata-rata \pm	11,7053 \pm	16,8753 \pm	31,8736 \pm	18,9686 \pm
SD	1,3343	0,5582	1,2834	0,6737
Kategori	<i>Maximal</i>	<i>Ultra</i>	<i>Ultra</i>	<i>Ultra</i>

Berdasarkan uji *One-Way* ANOVA diperoleh nilai signifikansi = 0,000 ($p < 0,05$). Nilai ini menunjukkan bahwa paling tidak terdapat dua kelompok yang memiliki perbedaan secara bermakna pada nilai SPF *in vitro* sebelum paparan dengan adanya penambahan berbagai konsentrasi vitamin E. Selanjutnya dilakukan analisis *post hoc* (*LSD*) untuk menunjukkan kelompok yang memiliki perbedaan secara bermakna. Berdasarkan analisis *post hoc* (*LSD*) diperoleh nilai signifikansi $< 0,05$ pada masing-masing formula. Nilai tersebut menunjukkan bahwa adanya perbedaan secara bermakna nilai SPF *in vitro* sebelum paparan pada semua formula dengan penambahan berbagai konsentrasi vitamin E. Hasil uji *LSD* nilai SPF sebelum paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.7. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran E.3.1

Tabel 4.7 Hasil uji *LSD* nilai SPF sebelum paparan sinar UV

FORMULA	F(1)	F(2)	F(3)	F(4)
F(1)		BB	BB	BB
F(2)	BB		BB	BB
F(3)	BB	BB		BB
F(4)	BB	BB	BB	

BB = Berbeda Bermakna ($p = < 0,05$) TBB = Tidak Berbeda Bermakna ($p = > 0,05$)

Berdasarkan data pengujian SPF *in vitro* sebelum paparan sinar UV dan analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan nilai SPF pada semua formula. Pada formula dengan penambahan vitamin E yakni F(2), F(3), dan F(4) mengalami peningkatan nilai SPF dan peningkatan kategori produk sediaan tabir surya jika dibandingkan formula tanpa penambahan vitamin E yakni F(1). Peningkatan nilai SPF tersebut dikarenakan vitamin E dapat memberikan absorpsi pada rentang panjang gelombang sinar UV (Martha dkk., 2013). Pada F(3) konsentrasi vitamin E 3%, menunjukkan sediaan krim yang memiliki nilai SPF tertinggi dengan kategori *Ultra Sun Protection Product*. Namun, pada F(4) mengalami penurunan nilai SPF *in vitro*. Hal ini dimungkinkan karena terjadi interaksi antara bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan vitamin E. Pada penelitian Scalia dan Mezzena (2009) membuktikan bahwa penambahan *photoprotective agent* antioksidan quersetin pada konsentrasi > 0,5% b/b yakni 1% b/b mengalami interaksi pada sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* yang ditunjukkan dengan peningkatan fotodegradasi bahan aktif. Hal ini diperkuat penelitian sebelumnya oleh Damiani dkk (2006) yang menunjukkan bahwa *octyl methoxycinnamate* menghambat efek *photoprotective agent stabilizer octocrylene* pada *avobenzone*.

2) Pengujian nilai SPF *in vitro* setelah paparan sinar UV

Penentuan nilai SPF *in vitro* setelah paparan dilakukan dengan cara yang sama seperti pada penentuan nilai SPF *in vitro* sebelum paparan. Penentuan nilai SPF *in vitro* setelah paparan terlebih dahulu ditimbang sebanyak 28,5 mg, kemudian dioleskan pada permukaan lempeng dengan lebar 2,5 cm dan panjang 5,7 cm, dan dipaparkan pada sinar UV 365 nm selama 120 menit. Penelitian Gonzalez dkk (2007) membuktikan bahwa beberapa sediaan tabir surya yang diaplikasikan 2 mg/cm² mengalami degradasi setelah dipaparkan 120 menit. Hasil pengukuran nilai SPF *in vitro* setelah paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.8. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran E.2.2.

Tabel 4.8 Hasil pengujian nilai SPF setelah paparan sinar UV

Replikasi	SPF (<i>Sun Protection Factor</i>)			
	F(1)	F(2)	F(3)	F(4)
1	7,1114	11,8818	23,0451	13,4318
2	6,8154	12,4702	23,2621	13,8660
3	7,3458	11,6347	22,6129	13,1390
4	7,5375	11,8881	23,5127	13,0443
5	7,3219	12,2421	22,1460	13,6117
Rata-rata ±	7,2264 ±	12,0295 ±	22,9158 ±	13,4186 ±
SD	0,2749	0,3305	0,5425	0,3376
Kategori	<i>Extra</i>	<i>Maximal</i>	<i>Ultra</i>	<i>Maximal</i>

Nilai SPF *in vitro* sediaan krim tabir surya sebelum dan setelah paparan yang diperoleh dilakukan analisis statistika yaitu uji T berpasangan. Uji T berpasangan dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan yang bermakna dari hasil penelitian yaitu antara nilai SPF *in vitro* sebelum dan setelah dipaparkan sinar UV. Syarat uji T berpasangan yakni sebaran data harus normal, namun variansi data tidak perlu diuji karena kelompok data berpasangan. Pada hasil uji normalitas dengan menggunakan *Shapiro-Wilk*, diperoleh nilai signifikansi $> 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa data terdistribusi normal, selanjutnya dilakukan uji T berpasangan. Berdasarkan uji T berpasangan diperoleh nilai signifikansi = 0,000 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara nilai SPF *in vitro* sebelum dan setelah paparan pada semua formula tabir surya. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran E.3.2.

Berdasarkan data pengujian SPF *in vitro* setelah paparan UV menunjukkan perubahan kategori setelah dilakukan paparan sinar UV selama 120 menit. Pada F(1) terjadi perubahan kategori yaitu dari *Maximal* menjadi *Extra*, sedangkan F(2) dan F(4) dari *Ultra* menjadi *Maximal*. Namun, pada F(3) tidak terjadi perubahan kategori walaupun mengalami penurunan nilai SPF *in vitro*. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada F(3) penambahan vitamin E 3% lebih mampu mempertahankan nilai SPF dibandingkan formula lainnya setelah dipaparkan sinar UV meskipun pada data statistik menunjukkan adanya perbedaan secara bermakna untuk keempat formula.

Tabel 4.9 Hasil pengujian nilai SPF sebelum dan setelah paparan sinar UV

Formula	SPF (<i>Sun Protection Factor</i>)	
	Sebelum paparan sinar UV	Setelah paparan sinar UV
F (1)	11,7053 ± 1,3343	7,2264 ± 0,2749
F(2)	16,8753 ± 0,5582	12,0295 ± 0,3305
F(3)	31,8736 ± 1,2834	22,9158 ± 0,5425
F(4)	18,9686 ± 0,6737	13,4186 ± 0,3376

Penurunan nilai SPF dan perubahan kategori produk disebabkan karena bahan aktif mengalami fotodegradasi. Pada penelitian Afonso dkk (2014) menunjukkan bahwa *avobenzone* dalam sediaan krim tabir surya dapat terdegradasi setelah paparan sinar UV yang ditunjukkan dengan penurunan nilai SPF. Penelitian Astuti dkk (1996) menunjukkan bahwa paparan sinar UV selama 5 jam dapat menurunkan kadar *octyl methoxycinnamate*, lebih dari 34% *octyl methoxycinnamate* mengalami degradasi setelah paparan sinar UV dalam waktu satu jam penyinaran awal. Pattanaargson dan Lymphong (2000) menyatakan bahwa *octyl methoxycinnamate* mengalami fotodegradasi yakni *E-octyl-p-methoxycinnamate* membentuk *Z-octyl-p-methoxycinnamate* setelah paparan sinar UV dan hasil degradasinya dapat menurunkan efektivitas *octyl methoxycinnamate* sebagai tabir surya. Connors dkk (1986) menyatakan bahwa adanya paparan sinar UV akan menyebabkan elektron karbon-karbon bahan aktif tereksitasi menjadi orbital *anti bonding* yang memungkinkan untuk berotasi.

Strategi untuk mengatasi fotodegradasi dari bahan aktif kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* adalah dengan penambahan antioksidan vitamin E (Scalia dan Mezzena, 2009). Vitamin E merupakan *photoprotective agent* dengan bentuk tereduksi, sehingga ketika sinar UV berinteraksi dengan bahan aktif, maka akan dihalangi oleh vitamin E. Vitamin E tidak hanya berperan meningkatkan nilai SPF *in vitro*, namun juga bersifat mencegah fotodegradasi bahan aktif akibat terpapar sinar UV. Hasil pengujian SPF sebelum dan setelah paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.9.

b. Hasil Pengujian Nilai % Transmisi Eritema

Persen transmisi eritema merupakan jumlah energi sinar ultraviolet penyebab eritema pada panjang gelombang 292,5 – 337,5 nm. Pengukuran nilai % TE juga dilakukan sebelum dan setelah paparan.

1) Pengujian nilai % TE sebelum paparan sinar UV

Pengujian nilai % TE sebelum paparan sinar UV dilakukan pada sediaan krim yang dilarutkan isopropanol dengan konsentrasi 1g/l, kemudian diamati pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm dengan rentang pengamatan (interval) 5 nm (Cumpelik, 1972). Hasil uji % TE sebelum paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.10. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.2.1.

Tabel 4.10 Hasil pengujian % TE sebelum paparan sinar UV

Replikasi	% Transmisi Eritema			
	F1	F2	F3	F4
1	0,0034775	0,0003589	0,0000127	0,0001773
2	0,0018029	0,0003336	0,0000084	0,0001604
3	0,0055606	0,0002072	0,0000063	0,0002871
4	0,0050455	0,0004476	0,0000109	0,0003758
5	0,0019591	0,0002618	0,0000110	0,0001621
Rata-rata ±	0,0356911 ±	0,0001560 ±	0,0000099 ±	0,0002326 ±
SD	0,0017223	0,0000923	0,0000025	0,0000958
Kategori	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>

Nilai % TE sediaan krim tabir surya sebelum paparan yang diperoleh, dilakukan analisis statistika yakni *One-Way* ANOVA. Uji ini dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan nilai % TE yang bermakna dengan penambahan berbagai konsentrasi vitamin E pada masing-masing formula. Pada uji normalitas data nilai % TE diperoleh signifikansi $> 0,05$ yang menunjukkan bahwa data terdistribusi normal, sedangkan uji homogenitas memiliki nilai signifikansi $< 0,05$ yang menunjukkan bahwa variansi data tidak homogen. Hal ini tidak memenuhi salah satu syarat uji *One-Way* ANOVA, oleh karena itu dilakukan transformasi data.

Setelah dilakukan transformasi data, data tetap tidak homogen, sehingga dipilih uji *Kruskal-Wallis* untuk analisis data % TE sebelum paparan sinar UV.

Pada uji *Kruskal-Wallis* diperoleh nilai signifikansi = 0,001 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa paling tidak terdapat dua kelompok yang memiliki perbedaan secara bermakna pada nilai % TE krim tabir surya dengan berbagai konsentrasi vitamin E. Selanjutnya dilakukan analisis *post hoc* uji *Kruskal-Wallis* yakni uji *Mann-Whitney* untuk mengetahui formula yang memiliki perbedaan secara bermakna. Hasil uji *Mann-Whitney* nilai % TE menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna pada semua formula kecuali antara F(2) dan F(4). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian vitamin E 1% dan 4% tidak memiliki perbedaan yang bermakna untuk mencegah eritema. Hasil uji *Mann-Whitney* nilai % TE sebelum paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.11. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.3.1.

Tabel 4.11 Hasil uji *Mann-Whitney* nilai % TE sebelum paparan sinar UV

FORMULA	F(1)	F(2)	F(3)	F(4)
F(1)		BB	BB	BB
F(2)	BB		BB	TBB
F(3)	BB	BB		BB
F(4)	BB	TBB	BB	

BB = Berbeda Bermakna ($p = < 0,05$) TBB = Tidak Berbeda Bermakna ($p = > 0,05$)

Berdasarkan data pengujian % TE sebelum paparan sinar UV dan analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan % TE yang bermakna pada formula tanpa penambahan vitamin E dan formula dengan penambahan vitamin E. Pada pengujian nilai % TE sebelum paparan sinar UV menunjukkan bahwa keempat formula memiliki kategori % TE yang sama yakni *Total Block* karena memiliki nilai transmisi eritema $< 1\%$ (Soeratri dkk., 2005). Formula dengan penambahan vitamin E yakni F(2), F(3), dan F(4) menunjukkan nilai persen transmisi eritema yang lebih kecil jika dibandingkan formula tanpa penambahan vitamin E yakni F(1). Hal ini dikarenakan vitamin E dapat memberikan absorbansi pada panjang gelombang sinar UV B.

Vitamin E memiliki panjang gelombang maksimum 292 nm. Pada F(3) menunjukkan nilai % TE terkecil jika dibandingkan dengan formula lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan penambahan vitamin E konsentrasi 3% mampu mencegah terjadinya eritema paling minimal jika dibandingkan dengan formula lainnya.

1) Pengujian nilai % TE setelah paparan sinar UV

Penentuan nilai % TE setelah paparan, dilakukan dengan cara yang sama seperti penentuan nilai % TE sebelum paparan. Penentuan nilai % TE setelah terlebih dahulu ditimbang sebanyak 28,5 mg, kemudian dioleskan pada permukaan lempeng dengan lebar 2,5 cm dan panjang 5,7 cm, dan dipaparkan pada sinar UV 365 nm selama 120 menit. Penelitian Gonzalez dkk (2007) membuktikan bahwa beberapa sediaan tabir surya yang diaplikasikan 2 mg/cm² mengalami degradasi setelah dipaparkan 120 menit. Hasil pengukuran nilai % TE setelah paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.12. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.2.2.

Tabel 4.12 Hasil pengujian % TE setelah paparan sinar UV

Replikasi	% Transmisi Eritema			
	F1	F2	F3	F4
1	0,0456127	0,0011527	0,0000507	0,0010007
2	0,0466254	0,0009078	0,0000449	0,0023813
3	0,0332412	0,0018203	0,0000490	0,0006080
4	0,0330375	0,0033654	0,0000481	0,0009373
5	0,0413286	0,0022341	0,0000553	0,0025291
Rata-rata ± SD	0,0399681 ±	0,0018962 ±	0,0000796 ±	0,0014913 ±
	0,0065444	0,0009756	0,0000038	0,0008940
Kategori	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>

Nilai % TE sediaan krim tabir surya sebelum dan setelah paparan yang diperoleh, dilakukan analisis statistika yaitu uji T berpasangan. Uji T berpasangan dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan yang bermakna antara nilai % TE sebelum dan setelah dipaparkan sinar UV. Pada hasil uji normalitas dengan menggunakan *Shapiro-Wilk* diperoleh nilai signifikansi > 0,05. Hal ini menunjukkan

bahwa data terdistribusi normal, selanjutnya dilakukan uji T berpasangan. Berdasarkan uji T berpasangan diperoleh nilai signifikansi = 0,000 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara nilai % TE sebelum dan setelah paparan pada semua formula yang ditunjukkan dengan peningkatan nilai % TE. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.3.2.

Tabel 4.13 Hasil pengujian nilai % TE sebelum dan setelah paparan sinar UV

Formula	% Transmisi Eritema	
	Sebelum paparan sinar UV	Setelah paparan sinar UV
F (1)	0,0356911 ± 0,0017223	0,0399681 ± 0,0065444
F(2)	0,0001560 ± 0,0000923	0,0018962 ± 0,0009756
F(3)	0,0000099 ± 0,0000025	0,0000796 ± 0,0000038
F(4)	0,0002326 ± 0,0000958	0,0014913 ± 0,0008940

Berdasarkan data pengujian nilai % TE setelah paparan sinar UV menunjukkan tidak adanya perubahan kategori pada keempat formula yakni *Total Block*. Nilai % TE pada F(3) dengan konsentrasi vitamin E 3% setelah paparan juga memiliki nilai % TE terkecil sama seperti sebelum paparan. Vitamin E dengan konsentrasi 3% pada sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl* mampu mencegah terjadinya eritema paling minimal jika dibandingkan dengan formula lainnya setelah paparan sinar UV. Hasil pengujian %TE sebelum dan setelah paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.13.

c. Hasil Pengujian Nilai % Transmisi Pigmentasi

Persen transmisi pigmentasi merupakan jumlah energi sinar ultraviolet penyebab pigmentasi pada panjang gelombang 322,5 – 372,5 nm. Pengukuran nilai % TP juga dilakukan sebelum dan setelah paparan.

1) Pengujian nilai % TP sebelum paparan sinar UV.

Pengujian nilai % TP sebelum paparan sinar UV dilakukan sama seperti pengujian % TE (Cumpelik, 1972). Hasil uji % TP sebelum paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.14. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.2.1.

Tabel 4.14 Hasil pengujian % TP sebelum paparan sinar UV

Replikasi	% Transmisi Pigmentasi			
	F1	F2	F3	F4
1	0.0153814	0,0041631	0,0009363	0,0040051
2	0.0093803	0,0045952	0,0007635	0,0031835
3	0.0251019	0,0040622	0,0006194	0,0033996
4	0.0178872	0,0042495	0,0008355	0,0025497
5	0.0115388	0,0052435	0,0008225	0,0030885
Rata-rata ±	0,0158579 ±	0,0044627 ±	0,0007954	0,0032453 ±
SD	0,0061321	0,0004803	± 0,0001164	0,0013576
Kategori	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>

Selain nilai SPF *in vitro* dan % TE, nilai % TP sediaan krim tabir surya sebelum paparan yang diperoleh juga dilakukan analisis statistika *One-Way* ANOVA. Uji ini dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan nilai % TP yang dengan penambahan berbagai konsentrasi vitamin E pada masing-masing formula. Uji normalitas data % TP sebelum paparan diperoleh signifikansi $> 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa data terdistribusi normal, selanjutnya dilakukan uji homogenitas. Pada uji homogenitas diperoleh nilai signifikansi $< 0,05$ yang menunjukkan bahwa variansi data tidak homogen. Hal ini tidak memenuhi salah satu syarat uji *One-Way* ANOVA, oleh karena itu dilakukan transformasi data. Setelah dilakukan transformasi data, data tetap tidak homogen, sehingga dipilih uji *Kruskal-Wallis* untuk analisis data % TP sebelum paparan sinar UV.

Pada uji *Kruskal-Wallis* diperoleh nilai signifikansi = 0,000 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa paling tidak terdapat dua kelompok yang memiliki perbedaan secara bermakna pada nilai % TP krim tabir surya dengan berbagai konsentrasi vitamin E. Selanjutnya dilakukan analisis *post hoc* uji *Kruskal-Wallis* adalah uji *Mann-Whitney* untuk mengetahui formula yang memiliki perbedaan secara bermakna. Pada uji *Mann-Whitney* diperoleh nilai % TP terdapat perbedaan yang bermakna antara semua formula dengan nilai signifikansi 0,009 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian vitamin E 0%, 1%, 3% dan 4% pada masing-masing formula memiliki perbedaan yang bermakna untuk mencegah pigmentasi. Hasil uji *Mann-*

Whitney nilai % TP sebelum paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.15. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.4.1.

Tabel 4.15 Hasil uji *Mann-Whitney* nilai % TP sebelum paparan sinar UV

FORMULA	F(1)	F(2)	F(3)	F(4)
F(1)		BB	BB	BB
F(2)	BB		BB	BB
F(3)	BB	BB		BB
F(4)	BB	BB	BB	

BB = Berbeda Bermakna ($p < 0,05$) TBB = Tidak Berbeda Bermakna ($p > 0,05$)

Berdasarkan data pengujian % TP sebelum paparan sinar UV dan analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan % TP yang bermakna pada formula tanpa penambahan vitamin E dan formula dengan penambahan vitamin E. Pada pengujian nilai % TP menunjukkan bahwa keempat formula memiliki kategori % TP yang sama yakni *Total Block* karena memiliki nilai transmisi pigmentasi $< 40\%$ (Soeratri dkk., 2005). Formula dengan penambahan vitamin E yakni F(2), F(3), dan F(4) menunjukkan nilai persen transmisi pigmentasi yang lebih kecil jika dibandingkan formula tanpa penambahan vitamin E yakni F(1). Hal ini dikarenakan vitamin E dapat memberikan absorbansi pada panjang gelombang sinar UV. Pada F(3) memiliki nilai % TP terkecil jika dibandingkan dengan formula lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan penambahan vitamin E konsentrasi 3% mampu mencegah terjadinya pigmentasi paling minimal jika dibandingkan dengan formula lainnya. Semakin kecil nilai % TP maka semakin baik perlindungan tabir surya.

2) Pengujian nilai % TP setelah paparan sinar UV

Penentuan nilai % TP setelah paparan, dilakukan dengan cara yang sama seperti penentuan nilai % TP sebelum paparan. Penentuan nilai % TP setelah terlebih dahulu ditimbang sebanyak 28,5 mg, kemudian dioleskan pada permukaan lempeng dengan lebar 2,5 cm dan panjang 5,7 cm, dan dipaparkan pada sinar UV 365 nm selama 120 menit. Penelitian Gonzalez dkk (2007) membuktikan bahwa beberapa

sediaan tabir surya yang diaplikasikan 2 mg/cm^2 mengalami degradasi setelah dipaparkan 120 menit. Hasil pengukuran nilai % TP setelah paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.16. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.2.2.

Tabel 4.16 Hasil pengujian % TP setelah paparan sinar UV

Replikasi	% Transmisi Pigmentasi			
	F1	F2	F3	F4
1	0,1001866	0,0182671	0,0019878	0,0114455
2	0,1168608	0,0165038	0,0018280	0,0078768
3	0,0895780	0,0201529	0,0020455	0,0124194
4	0,0719628	0,0132831	0,0016551	0,0120088
5	0,0821023	0,0131344	0,0022616	0,0084052
Rata-rata \pm	0,0921381 \pm	0,0162683 \pm	0,0019556 \pm	0,0104311 \pm
SD	0,0172504	0,0030771	0,0002288	0,0021272
Kategori	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>	<i>Total block</i>

Nilai % TP sediaan krim tabir surya sebelum dan setelah paparan yang diperoleh dilakukan analisis statistika yakni uji T berpasangan. Uji T berpasangan dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan yang bermakna antara nilai % TP sebelum dan setelah dipaparkan sinar UV. Pada hasil uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk*, diperoleh nilai signifikansi $> 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa data terdistribusi normal, selanjutnya dilakukan uji T berpasangan. Berdasarkan uji T berpasangan diperoleh nilai signifikansi = 0,000 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara nilai % TP sebelum dan setelah paparan yang ditunjukkan dengan peningkatan % TP. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.4.2.

Tabel 4.17 Hasil pengujian nilai % TP sebelum dan setelah paparan sinar UV

Formula	% Transmisi Pigmentasi	
	Sebelum paparan sinar UV	Setelah paparan sinar UV
F (1)	0,0158579 \pm 0,0061321	0,0921381 \pm 0,0172504
F(2)	0,0044627 \pm 0,0004803	0,0162683 \pm 0,0030771
F(3)	0,0007954 \pm 0,0001164	0,0019556 \pm 0,0002288
F(4)	0,0032453 \pm 0,0013576	0,0104311 \pm 0,0021272

Berdasarkan data pengujian nilai % TP setelah paparan sinar UV menunjukkan tidak adanya perubahan kategori yakni *Total Block*. Nilai % TP pada F(3) dengan konsentrasi vitamin E 3% setelah paparan memiliki nilai % TP terkecil jika dibandingkan dengan formula lainnya. Vitamin E dengan konsentrasi 3% pada sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* lebih mampu mencegah terjadinya pigmentasi paling minimal jika dibandingkan dengan formula lainnya setelah paparan sinar UV. Hasil pengujian nilai % TP sebelum dan setelah paparan sinar UV dapat dilihat pada tabel 4.17.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Penambahan vitamin E pada sediaan krim tabir surya bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dapat meningkatkan efektivitas *in vitro* krim tabir surya meliputi peningkatan nilai SPF *in vitro*, penurunan % transmisi eritema, dan penurunan % transmisi pigmentasi.
2. Sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan penambahan vitamin E antara sebelum dan setelah dipaparkan sinar UV menunjukkan adanya perbedaan efektivitas *in vitro* meliputi nilai SPF *in vitro*, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi.
3. Konsentrasi vitamin E yang dapat memberikan peningkatan efektivitas *in vitro* sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* yang terbaik meliputi peningkatan nilai SPF *in vitro*, penurunan % transmisi eritema, dan penurunan % transmisi pigmentasi adalah vitamin E 3%.

5.2 Saran

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

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai interaksi yang terjadi pada krim tabir surya dengan bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan penambahan konsentrasi vitamin E lebih dari 3%.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai *photoprotective agent* selain vitamin E untuk meningkatkan efektivitas *in vitro* krim tabir surya dengan bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* setelah paparan sinar UV.

3. Perlu dilakukan pengujian pengaruh vitamin E dan paparan sinar UV terhadap efektivitas *in vivo* krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* untuk menjamin efektivitasnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Afonso, S., Horita, K., Silva, J.P.S., Almeida, I.F., Amaral, M.H., Lobao, P.A., Costa, P.C., Miranda, M.S., Esteves da Silva, J.C.G., dan Lobo, J.M.S. 2014. Photodegradation of avobenzone: Stabilization effect of antioxidants. *Journal of Photochemistry and Photobiology B : Biology*, vol 140 : 36–40.
- Agustin.R., Oktadefitri.Y., dan Lucida.H. 2013. Formulasi Krim Tabir Surya dari Kombinasi Etil p–Metoksisinamat dengan Katekin. *Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Terkini Sains Farmasi dan Klinik III 2013* ISSN: 2339-2592.
- Alatas, Z. 1998. Efek Radiasi Kulit. *Pusat Standardisasi dan Penelitian Keselamatan Radiasi Badan Tenaga Atom Nasional : Buletin ALARA 2 (1) : 27 – 31.*
- Anief, M. 1997. *Formulasi Obat Topikal Dengan Dasar Penyakit Kulit*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Anitha, T. 2012. Medical Plants Used in Skin Protection. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, vol 5: 35-38.
- Ansel, H. 2005. *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi Edisi Keempat*. Jakarta : UI Press.
- Astuti, R., Mursyidi, A., dan Sumarno. 1996. Fotostabilitas Oktimetoksisinamat dan Pengaruhnya terhadap Stabilitas Triptofan. *Jurnal Farmasi Indonesia VII (4)*.
- Barel.A.O., Paye, M., dan Maibach.H.I. 2009. *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. New York London : Taylor and Francis Group.
- Baumann, L. 2009. *Cosmetic Dermatology Principles and Practice*. USA : McGraw-Hill Companies, Inc.
- BPOM RI. 2014. *Seri Swamedikasi: Pencegahan Gangguan Kulit Karena Sinar Matahari*. Jakarta: BPOM RI.
- British Pharmacopoeia.2009. *British Pharmacopoeia*. London : The Stationery Office on behalf of the Medicines and Healthcare products Regulatory Agency (MHRA).

- Connors, K.A., Amidon, G.L., dan Stella, V.J. 1986. *Stabilitas Kimiawi Sediaan Farmasi Edisi Kedua*. Fakultas Farmasi Universitas Wisconsin.
- Cumpelik, B.M. 1972. Analytical Procedures and Evaluation Of Sunscreen, *J.Soc. Cosmet. Chemist*, vol 2 : 333-345.
- Damiani, T., Rosati, L., Castagna, R., Carloni, P., Greci, L. 2006. Changes in ultraviolet absorbance and hence in protective efficacy against lipid peroxidation of organic sunscreens after UVA irradiation. *Elsvier Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, vol 82 : 204–213.
- Djuanda, A. 1993. *Ilmu Penyakit Kulit dan Kedokteran edisi 3* . Jakarta : Fakultas Kedokteran UI.
- Dutra, E.A., Oliveira, D.A.G.C., Kedor-Hackmann, E.R.M., dan Santoro, M.I.R.M. 2004. Determination of Sun Protection Factor (SPF) of Sunscreens by Ultraviolet Spectrophotometry. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. vol.40, n. 3: 381-385.
- FDA Monograph. 1999. *FDA Sunscreen Monograph*. Federal Register vol 64 : 27666-27693.
- Field.S.W. 2008. Sunscreens : Mechanisms of Action, Use, and Excipients. *IJPC Rx-Triad A Publication of The International Journal of Pharmaceutical Compounding*, vol 10 : 1-2.
- Gadri, A., Darijono, S.T., Mauludin .R., dan Iwo, M.I. 2011. Formulasi Sediaan Tabir Surya dengan Bahan Aktif Nanopartikel Cangkang Telur Ayam Broiler. *Jurnal Matematika & Sains, JMS* vol 17 : 89-97.
- Garg,A., Anggarwal,D., Garg,S., dan Sigla,A.K. 2002. Spreading of Semisolid Formulation : AnUpdate. *Pharmaceutical Tecnology* : 84-105. <http://pharmtech.com>.
- Gonzalez, H., Wahlberg, N.T., Stromdahl, B., Juzeniene, A., Moan, J., Larko, O., Rosen, A., dan Wennberg, A.M. 2007. Photostability of Commercial Sunscreens Upon Sun Exposure and Irradiation by Ultraviolet Lamps. *Biomed Central BMC Dermatology* : 1-9.
- Harry, R.G. 1982. Harry's Cosmeticology. *The Principles and Practice of Modern Cosmetic*. Seventh Edition. London : Leonard Hill Book.

- Igarashi, T., Nishino, K., dan Nayar, S.K. 2005. *The Appearance of Human Skin*. New York : Department of Computer Science Columbia University.
- Jones., dan Elizabeth.A. 2000. *A Spectroscopic Study of Sunscreens*. Durham E-Theses,Durham University.
- Khamsiah, N., Lai, N.S., Nurfarhanim, M., Mohd, Syazwan, C.S., dan Goon, J.A. 2012. Photoprotective Measures of Selected Sunscreens and Their Antioxidant Adjuvantion Effects in the Malaysian Climate. *Med & Health* 7(2): 84-96.
- Lachman , L., Lieberman, H.A., dan Kanig, J.L. 1994. *Teori dan Praktek Farmasi Industri II*. Edisi ketiga, Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Martha, S.A., Karwur, F.F., dan Rondonuwu, F.S. 2013. Metode Purifikasi Vitamin E dari Minyak Kelapa Sawit. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS* : 1-8.
- Mettler, F.A., dan Upton A.C. 1995. *Medical effects of ionizing radiation*. 2nd edition. Philadelphia : W.B. Saunders Company.
- Mitsui, T. 1997. *New Cosmetics Science*. Amsterdam : Elsevier Science B.V.
- Mturi, G.J., dan Martincigh, B.S. 2008. Photostability of the Sunscreening Agent 4-tert-butyl-4'-methoxydibenzoylmethane(Avobenzone) in Solvents of Different Polarity and Proticity. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 200 : 410-420.
- Mukul, S., Surabhi.K., dan Atul.N. 2011. Cosmeceuticals For The Skin : An Overview. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* vol.4 Issue 2 : 1-6.
- Park, H.Y., Pongpudpunth, M., Lee, J., dan Yaar, M . 2008. *Biology of Melanocyte*. Dalam: Fitzpatrick's TB, Wolff Klaus, editor. *Dermatology in general medicine*. Edisi ke 7. New York: McGraw-Hill.
- Pattanaargson, S., dan Limphong, P. 2000. Stability of Octyl Methoxycinnamate and Identification of Its Photo-degradation Product. *International Journal of Cosmetic Science* 23 : 153-160.
- Perwitasari, I., Chandra, D.K., Etnawati, dan Suyoto. 1999. Peran Tabir Surya Kombinasi Sinamat dan Benzofenon pada Perubahan Warna Kulit Konstitutif


- Akibat Paparan UV-B. *Kumpulan Jurnal Kosmetik Medik. FKU - UGM Yogyakarta.*
- Petro, A.J. 1980. Correlation of Spectrophotometric Data with Sunscreen Protection Factors. *International Journal of Cosmetic Science* 3 : 185-196.
- Rosita, N., Purwanti, P., dan Agustin. 2010. Stabilitas Fisik dan Efektivitas Sediaan Tabir Surya Kombinasi Oksibenson dan Oktil Metoksisinamat dengan Penambahan Asam Glikolat. *Majalah Ilmu Kefarmasian Vol VII, No.2* : 16 - 26.
- Scalia, S., dan Mezzena, M. 2009. Photostabilization Effect of Quercetin on the UV Filter Combination, Butyl Methoxydibenzoylmethane-Octyl Methoxycinnamate. *Photochemistry and Photobiology*, vol 86 : 273-278.
- SCCNFP. 2001. *Opinion of The Scientific Committee On Cosmetic Products and Non-Food Products Intended for Consumers concerning The Use of Alpha-Tocopherol Acetate in Cosmetic Products.* SCCNFP/0494/01.
- Shaath .N.A. 2005. *Sunscreen Regulation and Commercial Development Third Edition.* New York U.S.A : Alpha Research and Development White Plains.
- Sharon.N., Anam.S., dan Yuliet. 2013. Formulasi Krim Antioksidan Ekstrak Etanol Bawang Hutan (*Eleutherine palmifolia L. Merr*). *Online Jurnal of Natural Science*, Vol 2 (3) :111-122.
- Shovyana, H.H., dan Zulkarnain, A.K. 2013. Stabilitas Fisik dan Aktivitas Krim W/O Ekstrak Etanolik Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpha (scheff.) Boerl.*) sebagai Tabir Surya. *Trad. Med. J Vol.* 18(2) : 109-117.
- Soeratri.W., Ifansyah.N., Soemiati., dan Epipit. 2005. Penentuan Prosentase Transmisi Eritema dan Pigmentasi Beberapa Minyak Atsiri. *Berk Penel Hayati* vol 10 : 117-121.
- Sudjana. 1996. *Metode Statistika.* Bandung: P.T. Tarsito Bandung.
- Sweetman.S.C. 2009. *Martindale.* Thirty-Sixth Edition. London: Pharmaceutical Press.
- Walters.K.A. 2002. *Dermatological and Transdermal Formulations.* New York : Marcedl Ekkerin, Inc.

- Wasitatmaja, S.M. 1997. *Penuntun Ilmu Kosmetik Medik*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Yang, J., Wiley, C.J., Godwin, D.A., dan Felton, L.A.,. 2007. Influence of hydroxypropyl- β -cyclodextrin on Transdermal Penetration and Photostability of Avobenzone. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 69 : 605-612.
- Yanhendri., dan Yenny.S.W. 2012. Berbagai Bentuk Sediaan Topikal dalam Dermatologi. *Bagian Ilmu Kesehatan Kulit dan Kelamin FK-Universitas Andalas CDK-194* vol. 39 no.6 : 423-430.
- Zar, J. 1999. *Biostatistical Analysis 4th ed*. Upper Saddle River. N.J. Prentice Hall.
- 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.

LAMPIRAN

A.SERTIFIKAT ANALISIS

A.1 Sertifikat analisis avobenzone



Vivimed

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Product Name		AVIS [AVOBENZONE USP]	
Batch Number		ABN0213087	Batch Size
Mfg Date		Feb.2013	A R.No.
Exp Date		Jan.2018	VLL/FG/130315
		Page No.	1 of 1

S.No	Tests	Specifications	Results
1.	Appearance	Crystalline powder	Crystalline powder
2.	Color	White to pale yellow	Pale yellow
3.	Odor	Slightly aromatic	Complies
4.	Solubility	Insoluble in water. Soluble in Acetone & hot methanol	Complies
5.	Identification a. IR	The IR absorption spectrum of the sample should be concordant with AVIS standard.	Complies
	b. UV	Absoptivities at 360nm do not differ by more than 3.0%	Less than 3.0%
6.	Melting Range (in °C)	81.0°C to 86.0°C	84.3°C to 85.8°C
7.	Loss on drying (Dry it in vacuum at 70°C for 4 hrs)	Not more than 0.50% w/w	0.06% w/w
8.	UV-Absorbance (E1% soln.in abs. Ethanol) 1 cm cell at 357 ± 2 nm	1100 –1180	1149
9.	Heavy Metals	Not more than 20 ppm	Less than 20 ppm
10.	Impurities (by GC) Individual impurity	Not more than 3.0%	0.49%
	Sum of the impurities	Not more than 4.5%	0.80%
11.	Assay by GC	Not less than 95.0% and Not more than 105.0% w/w on dried basis	99.13% w/w


Remarks: The product Complies as per the above specification.

Compiled by	Checked by	Approved by
Date <i>Smc</i> 28/02/13	Date <i>dl</i> 28/02/13	Date <i>(Signature)</i> 28/02/13

Vivimed Labs Ltd (Unit I)
78/A Kothar Industrial Area, Bidar, 585403, Karnataka, India
T: +91 (0) 8482 232043, +91 (0) 8482 320396, F: +91 (0) 8482 232436
info@vivimedlabs.com, www.vivimedlabs.com

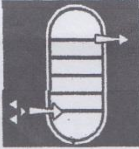
Vivimed Labs Ltd (Head Office)
Veeranna Towers, Hobbalsiguda, Hyderabad, A.P. 500 007, India
T: +91 (0) 40-2717 6065/6, F: +91 (0) 40-2715 2599
info@vivimedlabs.com, www.vivimedlabs.com

A.2 Sertifikat analisis *octyl methoxycinnamate*



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 $E_{1cm}^{1\%}$ (in Methanol)	Min 835 at $310 \pm 2nm$	852 @ 309.0nm
Lovibond Color $5^{1/4}$ cell (Y+5R)	≤ 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.

[Signature]
Compiled by
Analyst

[Signature]
Checked by
Sr. Executive Q.C

[Signature]
Approved by
Gen. Manager Q.A

A.3 Spesifikasi vitamin E

DL-alpha-tocopherol

Human Nutrition

The Chemical Company

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

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



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

B. PENGUJIAN VISKOSITAS

B.1 Hasil pengujian viskositas

Replikasi	Viskositas (dPa's)			
	F(1)	F(2)	F(3)	F(4)
1	130	125	125	130
2	125	120	120	125
3	125	125	125	125
4	120	130	125	120
5	125	125	125	120
Rata-rata ± SD	125 ± 3,536	125 ± 3,536	124 ± 2,236	124 ± 2,236

B.2 Hasil statistik pengujian viskositas

Test of Homogeneity of Variances

viskositas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.447	3	16	.723

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
viskositas konsentrasi 0%	.300	5	.161	.883	5	.325
viskositas konsentrasi 1%	.300	5	.161	.883	5	.325
viskositas konsentrasi 3%	.473	5	.001	.552	5	.000
viskositas konsentrasi 4%	.231	5	.200*	.881	5	.314

a. Lilliefors Significance Correction

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

Warnings

The regression slope of the spread vs.level plot for viskositas*formula cannot be computed because there are not enough unique spread/level pairs.

Test Statistics^{a,b}

	viskositas
Chi-Square	.481
df	3
Asymp. Sig.	.923

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
formula

C. PENGUJIAN DAYA SEBAR**C.1 Hasil pengujian daya sebar**

a. Tabulasi hasil diameter sebar krim pada pengujian daya sebar krim F(1)

Beban yang diberikan (g)	Daya sebar (cm)				
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5
0	5,4	5,3	5,5	5,3	5,4
5	5,7	5,7	5,8	5,7	5,6
10	5,8	5,9	5,9	5,7	5,8
15	6	6,1	6	5,9	6,1
20	6,3	6,2	6,3	6,2	6,3
25	6,5	6,6	6,4	6,4	6,4
30	6,7	6,7	6,6	6,7	6,7
35	6,8	6,7	6,7	6,7	6,8
40	6,8	6,7	6,7	6,7	6,8

b. Tabulasi hasil diameter sebar krim pada pengujian daya sebar krim F(2)

Beban yang diberikan (g)	Daya sebar (cm)				
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5
0	5,4	5,2	5,4	5,4	5,3
5	5,5	5,5	5,7	5,6	5,6
10	5,8	5,7	5,8	6	5,9
15	6,1	6,1	6,2	6,1	6
20	6,3	6,4	6,3	6,5	6,2
25	6,4	6,5	6,6	6,6	6,4
30	6,5	6,6	6,6	6,7	6,5
35	6,7	6,6	6,7	6,8	6,8
40	6,7	6,6	6,7	6,8	6,8

c. Tabulasi hasil diameter sebar krim pada pengujian daya sebar krim F(3)

Beban yang diberikan (g)	Daya sebar (cm)				
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5
0	5,3	5,3	5,4	5,4	5,3
5	5,6	5,4	5,6	5,6	5,5
10	5,8	5,6	5,8	5,7	5,7
15	6,1	5,9	6	6,1	6
20	6,4	6,1	6,2	6,3	6,2
25	6,5	6,4	6,4	6,5	6,5
30	6,7	6,5	6,6	6,7	6,6
35	6,7	6,7	6,7	6,8	6,8
40	6,7	6,7	6,7	6,8	6,8

d. Tabulasi hasil diameter sebar krim pada pengujian daya sebar krim F(4)

Beban yang diberikan (g)	Daya sebar (cm)				
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5
0	5,4	5,3	5,3	5,4	5,2
5	5,5	5,6	5,5	5,5	5,4
10	5,7	5,9	5,9	5,8	5,6
15	6,2	6	6,2	6	5,8
20	6,3	6,3	6,3	6,3	6
25	6,5	6,4	6,5	6,5	6,3
30	6,6	6,6	6,7	6,6	6,4
35	6,8	6,7	6,7	6,7	6,6
40	6,8	6,7	6,7	6,7	6,6

C.2 Hasil statistik pengujian daya sebar

Tests of Normality

formula		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
daya_sebar	konsentrasi 0%	.367	5	.026	.684	5	.006
	konsentrasi 1%	.231	5	.200*	.881	5	.314
	konsentrasi 3%	.367	5	.026	.684	5	.006
	konsentrasi 4%	.300	5	.161	.883	5	.325

a. Lilliefors Significance Correction

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

Test of Homogeneity of Variances

daya_sebar

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.396	3	16	.758

Test Statistics^{a,b}

	daya_sebar
Chi-Square	1.166
df	3
Asymp. Sig.	.761

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: formula

D. PENGUJIAN pH**D.1 Hasil pengujian pH**

Replikasi	pH			
	F(1)	F(2)	F(3)	F(4)
1	6,91	6,85	6,56	6,46
2	6,90	6,84	6,55	6,48
3	6,89	6,78	6,54	6,47
4	6,87	6,79	6,55	6,46
5	6,90	6,74	6,54	6,48
Rata-rata ± SD	6,89 ± 0,015	6,80 ± 0,045	6,55 ± 0,008	6,47 ± 0,010

D.2 Hasil statistik pengujian pH

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pH konsentrasi 0%	.452	5	.001	.581	5	.000
konsentrasi 1%	.212	5	.200*	.936	5	.635
konsentrasi 3%	.231	5	.200*	.881	5	.314
konsentrasi 4%	.241	5	.200*	.821	5	.119

a. Lilliefors Significance Correction

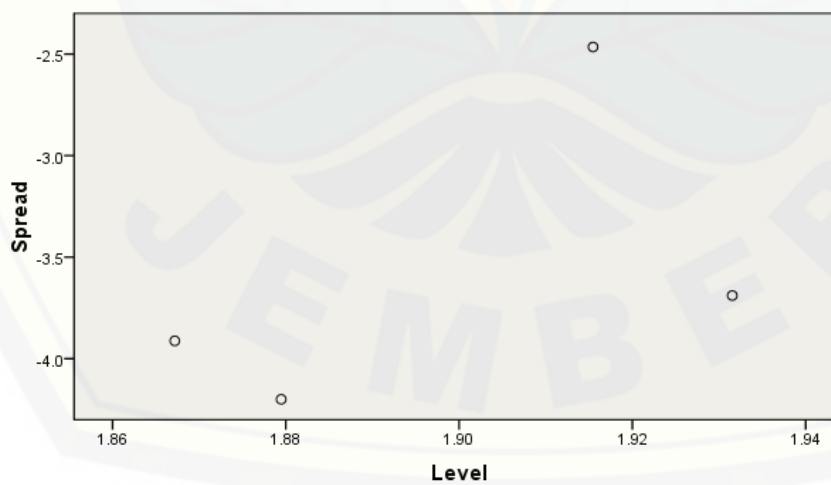
*. This is a lower bound of the true significance.

Test of Homogeneity of Variances

pH

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
7.107	3	16	.003

Spread vs. Level Plot of pH by formula



* Plot of LN of Spread vs LN of Level

Slope = 13.782 Power for transformation = -12.782

Test Statistics^{a,b}

	pH
Chi-Square	17.925
df	3
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
formula

Mann-Whitney Test

Ranks

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
pH	konsentrasi 0%	5	8.00	40.00
	konsentrasi 1%	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	pH
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: formula

Ranks

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
pH	konsentrasi 0%	5	8.00	40.00
	konsentrasi 3%	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	pH
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.635
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: formula

Ranks

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
pH	konsentrasi 0%	5	8.00	40.00
	konsentrasi 4%	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	pH
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.635
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: formula

Ranks

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

Test Statistics^b

	pH
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: formula

Ranks

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

Test Statistics^b

	pH
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: formula

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
pH	konsentrasi 3%	5	8.00	40.00
	konsentrasi 4%	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	pH
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.643
Asymp. Sig. (2-tailed)	.008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

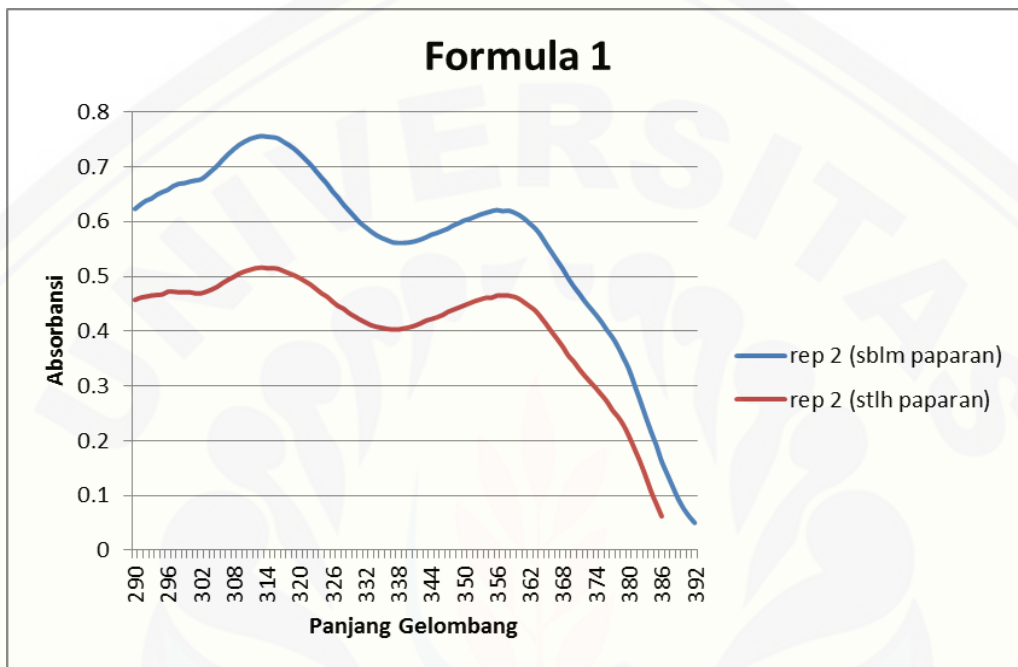
a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: formula

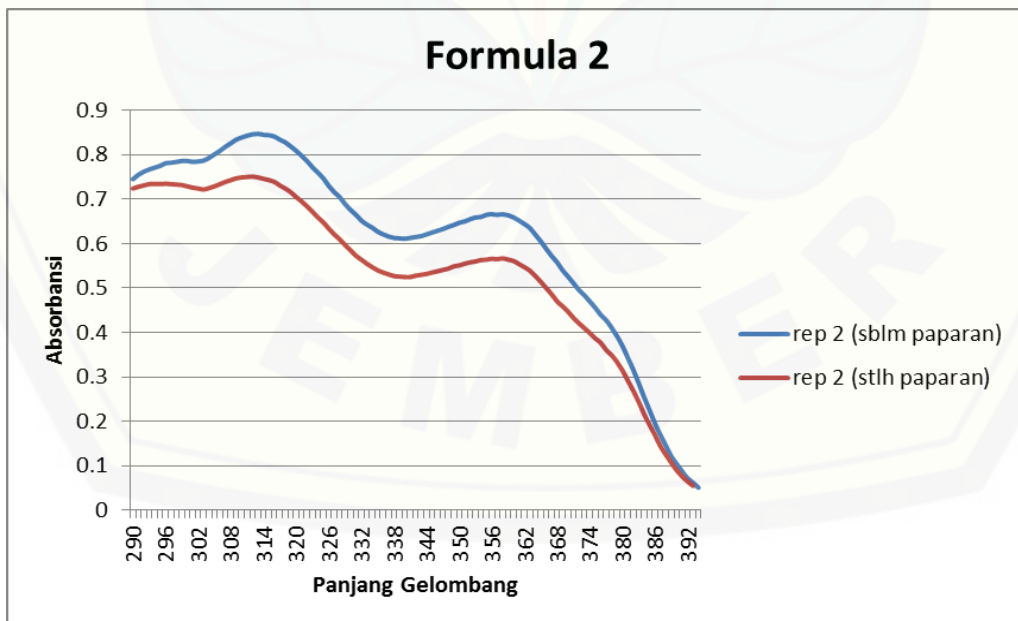
E. HASIL PENGUJIAN NILAI SPF

E.1 Profil serapan krim tabir surya dalam pelarut isopropanol

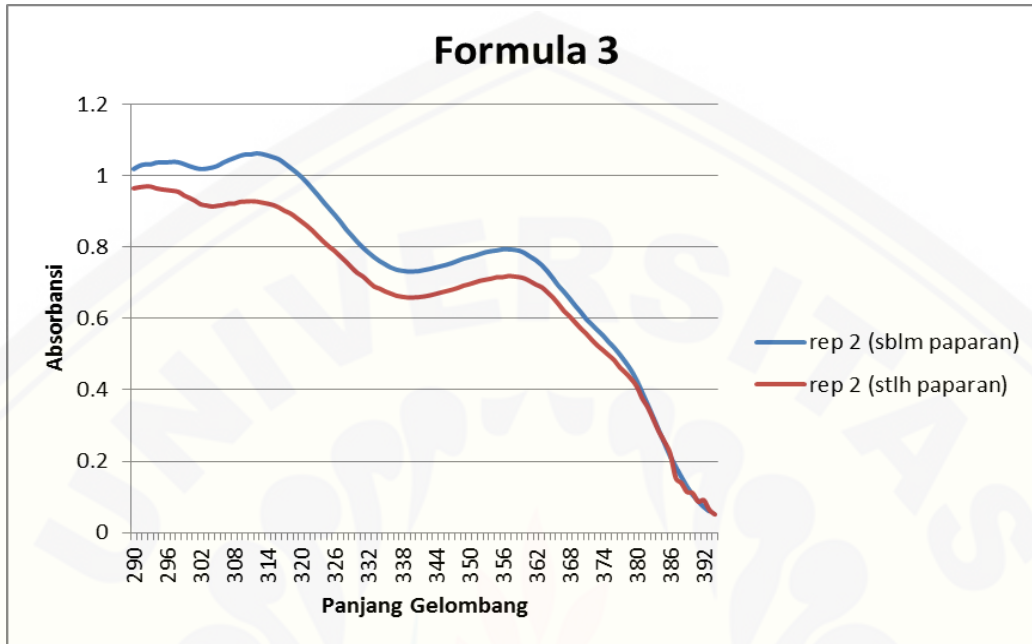
a. Formula F(1) sebelum dan setelah paparan sinar UV



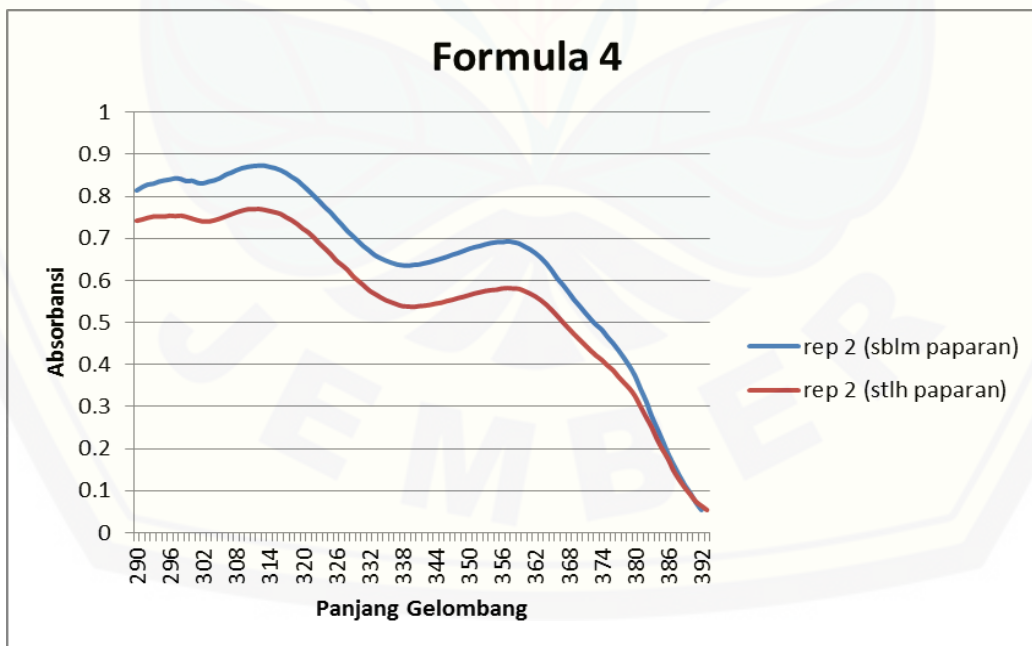
b. Formula F(2) sebelum dan setelah paparan sinar UV



c. Formula F(3) sebelum dan setelah paparan sinar UV



d. Formula F(4) sebelum dan setelah paparan sinar UV



E.2 Tabulasi Absorbansi dan Nilai SPF

E.2.1 Sebelum paparan sinar UV

E.2.1.1 Formula 1

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0.574	0.623	0.558	0.574	0.627	321	0.676	0.714	0.628	0.65	0.692
291	0.584	0.631	0.563	0.579	0.638	322	0.667	0.704	0.618	0.647	0.684
292	0.59	0.638	0.568	0.582	0.641	323	0.656	0.692	0.608	0.642	0.679
293	0.595	0.642	0.572	0.584	0.648	324	0.644	0.68	0.597	0.637	0.662
294	0.602	0.649	0.578	0.589	0.653	325	0.633	0.669	0.589	0.635	0.657
295	0.607	0.654	0.581	0.589	0.657	326	0.621	0.655	0.578	0.629	0.642
296	0.614	0.658	0.584	0.592	0.659	327	0.61	0.644	0.567	0.622	0.631
297	0.62	0.665	0.59	0.596	0.662	328	0.599	0.631	0.557	0.615	0.628
298	0.625	0.669	0.593	0.597	0.665	329	0.587	0.62	0.547	0.611	0.614
299	0.626	0.67	0.595	0.599	0.668	330	0.576	0.609	0.537	0.597	0.601
300	0.628	0.673	0.597	0.601	0.668	331	0.567	0.598	0.528	0.591	0.592
301	0.632	0.675	0.597	0.605	0.669	332	0.558	0.59	0.52	0.584	0.586
302	0.635	0.677	0.598	0.613	0.671	333	0.55	0.582	0.513	0.573	0.573
303	0.642	0.684	0.605	0.618	0.677	334	0.543	0.575	0.508	0.567	0.561
304	0.651	0.693	0.612	0.62	0.679	335	0.539	0.57	0.503	0.551	0.557
305	0.66	0.702	0.62	0.625	0.684	336	0.535	0.566	0.499	0.538	0.543
306	0.671	0.713	0.629	0.629	0.688	337	0.531	0.562	0.497	0.526	0.539
307	0.681	0.723	0.638	0.635	0.693	338	0.53	0.561	0.496	0.517	0.539
308	0.691	0.732	0.646	0.648	0.697	339	0.531	0.561	0.496	0.503	0.524
309	0.699	0.74	0.652	0.655	0.706	340	0.531	0.562	0.497	0.497	0.525
310	0.705	0.746	0.657	0.655	0.712	341	0.533	0.564	0.5	0.502	0.531
311	0.709	0.751	0.662	0.66	0.725	342	0.536	0.567	0.502	0.504	0.537
312	0.713	0.754	0.664	0.663	0.731	343	0.539	0.571	0.506	0.507	0.54
313	0.715	0.756	0.666	0.668	0.74	344	0.543	0.576	0.51	0.511	0.546
314	0.715	0.755	0.665	0.665	0.751	345	0.547	0.579	0.514	0.514	0.549
315	0.714	0.754	0.664	0.663	0.749	346	0.55	0.583	0.517	0.517	0.553
316	0.712	0.752	0.661	0.661	0.745	347	0.554	0.587	0.521	0.521	0.555
317	0.707	0.746	0.657	0.658	0.739	348	0.56	0.593	0.526	0.525	0.559
318	0.701	0.74	0.651	0.655	0.726	349	0.564	0.597	0.529	0.528	0.561
319	0.695	0.733	0.645	0.653	0.715	350	0.568	0.602	0.534	0.537	0.563
320	0.686	0.724	0.637	0.652	0.709	351	0.572	0.605	0.537	0.541	0.567

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
352	0.576	0.609	0.541	0.543	0.576	373	0.418	0.442	0.394	0.405	0.431
353	0.579	0.613	0.544	0.544	0.579	374	0.407	0.43	0.382	0.392	0.424
354	0.581	0.616	0.547	0.546	0.581	375	0.393	0.417	0.371	0.381	0.415
355	0.584	0.619	0.549	0.55	0.582	376	0.38	0.402	0.358	0.367	0.408
356	0.585	0.621	0.55	0.55	0.587	377	0.366	0.389	0.346	0.349	0.391
357	0.587	0.619	0.551	0.552	0.591	378	0.352	0.372	0.331	0.335	0.387
358	0.586	0.62	0.55	0.553	0.594	379	0.334	0.352	0.315	0.318	0.364
359	0.583	0.617	0.548	0.548	0.587	380	0.314	0.331	0.294	0.299	0.342
360	0.578	0.612	0.543	0.547	0.576	381	0.286	0.303	0.271	0.278	0.316
361	0.572	0.605	0.537	0.534	0.562	382	0.26	0.275	0.246	0.247	0.294
362	0.564	0.596	0.53	0.53	0.559	383	0.232	0.246	0.22	0.226	0.258
363	0.554	0.587	0.522	0.528	0.542	384	0.206	0.218	0.197	0.203	0.22
364	0.542	0.574	0.511	0.515	0.537	385	0.18	0.192	0.171	0.194	0.187
365	0.527	0.558	0.497	0.5	0.521	386	0.154	0.162	0.147	0.165	0.176
366	0.513	0.543	0.482	0.493	0.519	387	0.131	0.139	0.124	0.141	0.148
367	0.499	0.528	0.471	0.487	0.504	388	0.109	0.116	0.105	0.114	0.134
368	0.484	0.513	0.458	0.473	0.493	389	0.088	0.094	0.088	0.097	0.097
369	0.47	0.496	0.442	0.459	0.482	390	0.072	0.076	0.072	0.064	0.074
370	0.456	0.481	0.43	0.431	0.477	391	0.058	0.062	0.057	0.05	0.056
371	0.442	0.468	0.418	0.42	0.465	392		0.05			
372	0.429	0.454	0.404	0.412	0.458						

E.2.1.2 Formula 2

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0.723	0.745	0.75	0.739	0.76	321	0.797	0.798	0.803	0.743	0.787
291	0.734	0.755	0.76	0.741	0.77	322	0.785	0.786	0.792	0.738	0.775
292	0.741	0.762	0.766	0.743	0.777	323	0.772	0.772	0.777	0.724	0.76
293	0.749	0.767	0.773	0.748	0.785	324	0.759	0.76	0.764	0.717	0.745
294	0.753	0.771	0.777	0.748	0.789	325	0.746	0.747	0.751	0.706	0.734
295	0.758	0.775	0.78	0.749	0.792	326	0.73	0.73	0.735	0.694	0.716
296	0.763	0.781	0.784	0.75	0.795	327	0.717	0.716	0.72	0.687	0.703
297	0.768	0.782	0.788	0.756	0.799	328	0.705	0.705	0.71	0.679	0.69
298	0.771	0.784	0.791	0.761	0.801	329	0.69	0.689	0.694	0.664	0.675
299	0.773	0.786	0.793	0.765	0.799	330	0.676	0.676	0.68	0.657	0.662
300	0.771	0.786	0.79	0.76	0.798	331	0.665	0.665	0.668	0.641	0.648
301	0.772	0.784	0.79	0.769	0.795	332	0.652	0.652	0.656	0.638	0.638
302	0.774	0.785	0.791	0.772	0.796	333	0.643	0.643	0.645	0.627	0.627
303	0.777	0.787	0.793	0.775	0.798	334	0.635	0.636	0.637	0.619	0.62
304	0.783	0.793	0.798	0.781	0.802	335	0.627	0.627	0.63	0.604	0.612
305	0.791	0.801	0.806	0.786	0.807	336	0.622	0.621	0.623	0.697	0.605
306	0.801	0.809	0.815	0.789	0.815	337	0.617	0.616	0.619	0.584	0.601
307	0.811	0.818	0.824	0.782	0.823	338	0.614	0.613	0.615	0.576	0.598
308	0.82	0.826	0.832	0.785	0.828	339	0.613	0.612	0.614	0.562	0.597
309	0.827	0.834	0.84	0.792	0.835	340	0.612	0.611	0.614	0.559	0.597
310	0.833	0.839	0.845	0.796	0.839	341	0.614	0.613	0.614	0.574	0.598
311	0.837	0.843	0.849	0.807	0.841	342	0.617	0.615	0.617	0.589	0.601
312	0.841	0.846	0.852	0.814	0.843	343	0.619	0.617	0.62	0.592	0.603
313	0.842	0.847	0.853	0.825	0.843	344	0.623	0.621	0.62	0.605	0.607
314	0.841	0.845	0.851	0.813	0.84	345	0.626	0.625	0.627	0.617	0.61
315	0.841	0.844	0.85	0.809	0.838	346	0.631	0.629	0.631	0.624	0.614
316	0.838	0.841	0.847	0.792	0.834	347	0.635	0.633	0.634	0.627	0.618
317	0.832	0.834	0.841	0.786	0.826	348	0.639	0.638	0.639	0.631	0.622
318	0.826	0.828	0.834	0.775	0.818	349	0.643	0.642	0.644	0.635	0.627
319	0.816	0.819	0.825	0.761	0.809	350	0.649	0.647	0.648	0.639	0.631
320	0.807	0.809	0.814	0.758	0.799	351	0.653	0.65	0.652	0.641	0.635

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
352	0.657	0.655	0.657	0.658	0.638	374	0.472	0.47	0.471	0.483	0.449
353	0.661	0.659	0.659	0.661	0.643	375	0.458	0.456	0.457	0.476	0.435
354	0.664	0.66	0.663	0.669	0.645	376	0.443	0.44	0.443	0.469	0.42
355	0.667	0.665	0.665	0.673	0.648	377	0.429	0.428	0.426	0.447	0.406
356	0.667	0.666	0.665	0.674	0.648	378	0.413	0.411	0.411	0.426	0.389
357	0.669	0.665	0.668	0.677	0.649	379	0.395	0.392	0.393	0.413	0.37
358	0.668	0.666	0.667	0.663	0.649	380	0.372	0.37	0.371	0.389	0.359
359	0.667	0.664	0.665	0.659	0.646	381	0.344	0.343	0.343	0.354	0.343
360	0.662	0.659	0.66	0.652	0.641	382	0.317	0.316	0.315	0.347	0.305
361	0.655	0.652	0.654	0.647	0.633	383	0.287	0.286	0.286	0.318	0.279
362	0.646	0.644	0.645	0.643	0.624	384	0.254	0.254	0.253	0.283	0.243
363	0.638	0.635	0.636	0.637	0.615	385	0.226	0.225	0.225	0.247	0.202
364	0.624	0.62	0.621	0.631	0.601	386	0.197	0.195	0.197	0.206	0.185
365	0.609	0.605	0.607	0.628	0.586	387	0.169	0.169	0.169	0.178	0.145
366	0.592	0.588	0.59	0.615	0.56	388	0.146	0.145	0.145	0.155	0.138
367	0.576	0.572	0.574	0.607	0.553	389	0.123	0.121	0.122	0.132	0.121
368	0.56	0.558	0.558	0.589	0.537	390	0.104	0.104	0.103	0.113	0.102
369	0.544	0.54	0.541	0.573	0.52	391	0.086	0.087	0.087	0.095	0.093
370	0.528	0.526	0.526	0.541	0.506	392	0.073	0.072	0.072	0.082	0.076
371	0.513	0.511	0.511	0.527	0.49	393	0.061	0.062	0.062	0.076	0.064
372	0.497	0.496	0.496	0.514	0.476	394	0.05	0.051	0.051	0.059	0.051
373	0.485	0.484	0.484	0.494	0.463						

E.2.1.3 Formula 3

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	1.002	1.019	1.009	1.024	1.024	321	0.962	0.981	0.969	0.975	0.971
291	1.01	1.028	1.017	1.032	1.031	322	0.948	0.963	0.955	0.96	0.954
292	1.014	1.032	1.021	1.036	1.035	323	0.928	0.945	0.935	0.939	0.936
293	1.014	1.032	1.021	1.036	1.033	324	0.91	0.926	0.917	0.921	0.918
294	1.017	1.037	1.024	1.038	1.037	325	0.892	0.908	0.899	0.904	0.898
295	1.018	1.038	1.025	1.039	1.038	326	0.874	0.89	0.881	0.883	0.881
296	1.016	1.038	1.023	1.04	1.036	327	0.856	0.871	0.863	0.865	0.86
297	1.02	1.039	1.027	1.04	1.038	328	0.838	0.85	0.845	0.847	0.843
298	1.017	1.038	1.024	1.038	1.035	329	0.819	0.833	0.826	0.828	0.825
299	1.011	1.033	1.018	1.033	1.027	330	0.801	0.815	0.808	0.81	0.808
300	1.008	1.027	1.015	1.027	1.025	331	0.786	0.799	0.793	0.794	0.792
301	1.001	1.022	1.008	1.021	1.019	332	0.772	0.785	0.779	0.779	0.778
302	0.999	1.019	1.006	1.015	1.013	333	0.759	0.772	0.766	0.767	0.764
303	1	1.02	1.007	1.018	1.015	334	0.748	0.761	0.755	0.755	0.755
304	1.004	1.023	1.011	1.022	1.017	335	0.74	0.752	0.747	0.746	0.746
305	1.008	1.028	1.015	1.026	1.022	336	0.731	0.743	0.738	0.739	0.737
306	1.017	1.037	1.024	1.034	1.03	337	0.725	0.737	0.732	0.732	0.731
307	1.024	1.044	1.031	1.04	1.037	338	0.721	0.734	0.728	0.729	0.728
308	1.03	1.05	1.037	1.047	1.043	339	0.72	0.732	0.727	0.727	0.725
309	1.036	1.056	1.043	1.052	1.047	340	0.719	0.732	0.726	0.726	0.726
310	1.04	1.06	1.047	1.055	1.051	341	0.719	0.733	0.726	0.727	0.726
311	1.041	1.06	1.048	1.057	1.052	342	0.722	0.736	0.729	0.729	0.729
312	1.042	1.063	1.049	1.057	1.053	343	0.726	0.739	0.733	0.733	0.732
313	1.04	1.061	1.047	1.055	1.052	344	0.73	0.743	0.737	0.737	0.736
314	1.036	1.057	1.043	1.051	1.047	345	0.733	0.747	0.74	0.741	0.74
315	1.032	1.052	1.039	1.046	1.042	346	0.738	0.751	0.745	0.745	0.744
316	1.025	1.046	1.032	1.039	1.036	347	0.743	0.756	0.75	0.75	0.748
317	1.015	1.035	1.022	1.029	1.025	348	0.747	0.762	0.754	0.755	0.755
318	1.004	1.023	1.011	1.016	1.013	349	0.752	0.768	0.759	0.76	0.759
319	0.992	1.011	0.999	1.005	1.001	350	0.758	0.772	0.765	0.765	0.764
320	0.978	0.997	0.985	0.99	0.987	351	0.762	0.776	0.769	0.77	0.769

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
352	0.766	0.781	0.773	0.774	0.774	374	0.543	0.552	0.55	0.546	0.547
353	0.771	0.786	0.778	0.779	0.778	375	0.526	0.534	0.533	0.529	0.53
354	0.774	0.789	0.781	0.782	0.782	376	0.509	0.518	0.516	0.513	0.513
355	0.775	0.791	0.782	0.784	0.784	377	0.492	0.499	0.499	0.495	0.497
356	0.778	0.794	0.785	0.784	0.783	378	0.471	0.478	0.478	0.474	0.474
357	0.779	0.794	0.786	0.784	0.786	379	0.448	0.455	0.455	0.45	0.451
358	0.778	0.793	0.785	0.783	0.784	380	0.417	0.427	0.424	0.419	0.425
359	0.774	0.79	0.781	0.781	0.781	381	0.387	0.392	0.394	0.389	0.391
360	0.767	0.783	0.774	0.773	0.773	382	0.352	0.358	0.359	0.354	0.357
361	0.759	0.773	0.766	0.766	0.765	383	0.319	0.322	0.326	0.316	0.319
362	0.748	0.763	0.755	0.755	0.755	384	0.282	0.285	0.289	0.284	0.284
363	0.735	0.75	0.742	0.744	0.742	385	0.248	0.25	0.255	0.247	0.249
364	0.718	0.733	0.725	0.726	0.725	386	0.212	0.214	0.219	0.215	0.214
365	0.701	0.713	0.708	0.708	0.707	387	0.184	0.184	0.191	0.184	0.185
366	0.679	0.692	0.686	0.686	0.685	388	0.157	0.156	0.164	0.153	0.157
367	0.662	0.675	0.669	0.668	0.668	389	0.131	0.129	0.138	0.13	0.131
368	0.645	0.656	0.652	0.649	0.65	390	0.108	0.106	0.115	0.106	0.11
369	0.624	0.636	0.631	0.629	0.63	391	0.089	0.088	0.096	0.087	0.087
370	0.6	0.618	0.607	0.613	0.613	392	0.072	0.072	0.079	0.071	0.074
371	0.587	0.598	0.594	0.593	0.594	393	0.061	0.06	0.068	0.06	0.062
372	0.572	0.583	0.579	0.577	0.577	394			0.05		0.05
373	0.556	0.567	0.563	0.561	0.562						

E.2.1.4 Formula 4

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0.759	0.814	0.771	0.731	0.809	321	0.829	0.814	0.784	0.791	0.81
291	0.773	0.822	0.78	0.735	0.818	322	0.816	0.801	0.775	0.782	0.797
292	0.783	0.828	0.785	0.74	0.824	323	0.8	0.788	0.761	0.776	0.784
293	0.791	0.83	0.788	0.748	0.826	324	0.785	0.774	0.749	0.754	0.772
294	0.797	0.835	0.791	0.75	0.831	325	0.769	0.762	0.736	0.742	0.758
295	0.802	0.838	0.795	0.753	0.834	326	0.753	0.747	0.724	0.739	0.743
296	0.81	0.84	0.795	0.76	0.836	327	0.737	0.733	0.712	0.725	0.729
297	0.813	0.843	0.799	0.761	0.839	328	0.724	0.718	0.699	0.713	0.713
298	0.817	0.841	0.801	0.768	0.86	329	0.706	0.706	0.689	0.708	0.701
299	0.818	0.836	0.798	0.773	0.832	330	0.691	0.693	0.676	0.691	0.689
300	0.818	0.837	0.796	0.771	0.833	331	0.676	0.681	0.666	0.685	0.677
301	0.817	0.832	0.792	0.772	0.827	332	0.663	0.671	0.657	0.672	0.668
302	0.816	0.831	0.79	0.774	0.827	333	0.652	0.66	0.65	0.668	0.656
303	0.821	0.835	0.793	0.775	0.831	334	0.642	0.653	0.642	0.652	0.649
304	0.827	0.838	0.798	0.789	0.834	335	0.635	0.647	0.638	0.643	0.642
305	0.834	0.843	0.802	0.793	0.839	336	0.627	0.642	0.634	0.638	0.638
306	0.844	0.851	0.811	0.807	0.847	337	0.62	0.638	0.63	0.624	0.634
307	0.854	0.856	0.816	0.815	0.852	338	0.617	0.636	0.63	0.615	0.632
308	0.862	0.862	0.822	0.821	0.858	339	0.615	0.635	0.63	0.61	0.631
309	0.87	0.867	0.827	0.822	0.863	340	0.615	0.637	0.632	0.601	0.633
310	0.876	0.87	0.832	0.829	0.865	341	0.615	0.638	0.635	0.605	0.634
311	0.879	0.872	0.833	0.835	0.868	342	0.618	0.641	0.639	0.612	0.637
312	0.884	0.873	0.835	0.838	0.869	343	0.62	0.644	0.642	0.617	0.64
313	0.884	0.873	0.835	0.838	0.869	344	0.623	0.648	0.647	0.62	0.644
314	0.882	0.87	0.833	0.84	0.866	345	0.628	0.652	0.651	0.623	0.649
315	0.882	0.867	0.83	0.845	0.863	346	0.631	0.656	0.656	0.635	0.652
316	0.878	0.862	0.826	0.84	0.858	347	0.636	0.661	0.661	0.641	0.657
317	0.87	0.855	0.821	0.838	0.85	348	0.64	0.665	0.666	0.648	0.661
318	0.862	0.846	0.813	0.824	0.841	349	0.645	0.67	0.67	0.653	0.666
319	0.853	0.838	0.805	0.819	0.823	350	0.648	0.675	0.675	0.657	0.671
320	0.842	0.826	0.795	0.804	0.823	351	0.653	0.679	0.679	0.661	0.675

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	RR2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
352	0.657	0.682	0.683	0.666	0.678	373	0.479	0.494	0.495	0.541	0.49
353	0.661	0.686	0.687	0.669	0.682	374	0.465	0.483	0.482	0.513	0.479
354	0.664	0.689	0.691	0.674	0.685	375	0.451	0.466	0.467	0.497	0.462
355	0.666	0.691	0.691	0.678	0.687	376	0.437	0.451	0.449	0.481	0.447
356	0.666	0.691	0.695	0.681	0.687	377	0.418	0.434	0.435	0.476	0.43
357	0.669	0.693	0.695	0.685	0.689	378	0.402	0.416	0.417	0.468	0.413
358	0.668	0.691	0.693	0.681	0.687	379	0.384	0.396	0.396	0.435	0.392
359	0.665	0.688	0.69	0.674	0.684	380	0.36	0.373	0.371	0.417	0.369
360	0.66	0.681	0.683	0.671	0.676	381	0.332	0.342	0.343	0.392	0.338
361	0.652	0.674	0.676	0.665	0.67	382	0.303	0.313	0.311	0.356	0.309
362	0.643	0.665	0.667	0.662	0.661	383	0.27	0.277	0.28	0.317	0.273
363	0.634	0.654	0.655	0.658	0.65	384	0.241	0.248	0.246	0.294	0.244
364	0.618	0.64	0.639	0.651	0.635	385	0.211	0.218	0.217	0.276	0.214
365	0.604	0.623	0.624	0.645	0.618	386	0.184	0.187	0.186	0.257	0.183
366	0.585	0.604	0.605	0.637	0.6	387	0.156	0.161	0.159	0.224	0.157
367	0.57	0.589	0.59	0.628	0.583	388	0.129	0.136	0.133	0.206	0.132
368	0.554	0.572	0.573	0.614	0.568	389	0.108	0.113	0.112	0.197	0.109
369	0.537	0.554	0.555	0.592	0.55	390	0.086	0.094	0.091	0.154	0.09
370	0.552	0.539	0.54	0.587	0.535	391	0.072	0.072	0.076	0.103	0.068
371	0.505	0.523	0.524	0.573	0.519	392	0.057	0.054	0.063	0.076	0.05
372	0.49	0.508	0.509	0.568	0.504	393			0.051	0.055	

E.2.2 Setelah paparan sinar UV

E.2.2.1 Formula 1

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0.439	0.457	0.471	0.468	0.445	321	0.509	0.491	0.516	0.518	0.516
291	0.444	0.461	0.475	0.476	0.451	322	0.503	0.485	0.509	0.512	0.51
292	0.448	0.463	0.478	0.477	0.454	323	0.495	0.477	0.501	0.506	0.508
293	0.451	0.465	0.481	0.48	0.457	324	0.487	0.469	0.494	0.501	0.495
294	0.455	0.466	0.482	0.481	0.462	325	0.481	0.463	0.487	0.497	0.487
295	0.458	0.467	0.485	0.485	0.465	326	0.471	0.454	0.477	0.483	0.478
296	0.464	0.472	0.488	0.487	0.47	327	0.463	0.446	0.469	0.479	0.47
297	0.466	0.472	0.49	0.493	0.473	328	0.457	0.441	0.462	0.465	0.465
298	0.468	0.471	0.492	0.494	0.473	329	0.449	0.433	0.454	0.453	0.456
299	0.469	0.471	0.491	0.493	0.474	330	0.441	0.427	0.447	0.449	0.448
300	0.47	0.471	0.49	0.491	0.477	331	0.435	0.421	0.44	0.445	0.445
301	0.47	0.469	0.49	0.49	0.477	332	0.429	0.416	0.43	0.441	0.436
302	0.471	0.469	0.489	0.489	0.478	333	0.424	0.411	0.429	0.435	0.431
303	0.477	0.472	0.493	0.495	0.48	334	0.42	0.408	0.425	0.428	0.426
304	0.483	0.476	0.499	0.501	0.486	335	0.417	0.406	0.423	0.425	0.424
305	0.489	0.481	0.504	0.504	0.495	336	0.415	0.404	0.42	0.41	0.422
306	0.498	0.488	0.512	0.51	0.503	337	0.414	0.403	0.42	0.41	0.42
307	0.505	0.494	0.519	0.514	0.511	338	0.414	0.403	0.419	0.412	0.42
308	0.512	0.499	0.525	0.519	0.519	339	0.416	0.405	0.421	0.417	0.424
309	0.519	0.505	0.531	0.524	0.525	340	0.417	0.407	0.423	0.425	0.424
310	0.523	0.509	0.536	0.531	0.529	341	0.42	0.41	0.426	0.427	0.427
311	0.527	0.512	0.538	0.545	0.534	342	0.424	0.414	0.43	0.436	0.431
312	0.53	0.515	0.541	0.546	0.537	343	0.428	0.419	0.434	0.438	0.434
313	0.532	0.516	0.542	0.549	0.539	344	0.432	0.422	0.438	0.442	0.38
314	0.533	0.515	0.542	0.551	0.54	345	0.436	0.425	0.44	0.446	0.443
315	0.533	0.515	0.542	0.553	0.54	346	0.44	0.429	0.446	0.449	0.447
316	0.531	0.514	0.541	0.551	0.537	347	0.445	0.435	0.451	0.452	0.452
317	0.529	0.51	0.537	0.547	0.536	348	0.45	0.439	0.455	0.457	0.456
318	0.525	0.506	0.533	0.538	0.532	349	0.454	0.443	0.46	0.461	0.46
319	0.52	0.502	0.529	0.524	0.527	350	0.458	0.447	0.464	0.467	0.465
320	0.515	0.497	0.522	0.521	0.522	351	0.462	0.451	0.468	0.672	0.468

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
352	0.465	0.455	0.472	0.476	0.472	370	0.353	0.344	0.359	0.374	0.36
353	0.469	0.458	0.475	0.479	0.476	371	0.339	0.33	0.344	0.359	0.346
354	0.472	0.461	0.478	0.483	0.478	372	0.326	0.318	0.331	0.341	0.333
355	0.474	0.461	0.478	0.484	0.481	373	0.316	0.307	0.319	0.327	0.323
356	0.474	0.465	0.481	0.484	0.481	374	0.304	0.296	0.309	0.314	0.311
357	0.476	0.465	0.482	0.486	0.483	375	0.292	0.284	0.296	0.291	0.299
358	0.476	0.465	0.481	0.482	0.484	376	0.28	0.272	0.284	0.285	0.287
359	0.474	0.463	0.479	0.475	0.481	377	0.267	0.256	0.268	0.271	0.274
360	0.469	0.459	0.475	0.474	0.476	378	0.253	0.244	0.255	0.253	0.26
361	0.463	0.452	0.469	0.463	0.47	379	0.237	0.229	0.239	0.234	0.244
362	0.456	0.445	0.461	0.458	0.463	380	0.216	0.209	0.22	0.217	0.231
363	0.448	0.437	0.453	0.443	0.455	381	0.194	0.186	0.196	0.201	0.215
364	0.437	0.425	0.442	0.433	0.444	382	0.171	0.163	0.171	0.187	0.181
365	0.422	0.412	0.429	0.427	0.429	383	0.14	0.137	0.145	0.134	0.145
366	0.407	0.398	0.412	0.413	0.414	384	0.115	0.109	0.116	0.107	0.121
367	0.395	0.385	0.4	0.407	0.402	385	0.091	0.085	0.092	0.075	0.093
368	0.381	0.371	0.385	0.398	0.388	386	0.068	0.062	0.069	0.059	0.065
369	0.365	0.355	0.371	0.386	0.372						

E.2.2.2 Formula 2

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0.711	0.724	0.648	0.577	0.619	321	0.682	0.695	0.671	0.679	0.684
291	0.714	0.728	0.656	0.587	0.63	322	0.671	0.684	0.661	0.67	0.676
292	0.717	0.731	0.663	0.593	0.633	323	0.658	0.672	0.649	0.659	0.671
293	0.719	0.734	0.667	0.598	0.64	324	0.647	0.659	0.637	0.647	0.654
294	0.719	0.734	0.672	0.605	0.645	325	0.634	0.648	0.626	0.636	0.649
295	0.719	0.734	0.675	0.61	0.649	326	0.623	0.634	0.612	0.624	0.634
296	0.719	0.735	0.68	0.617	0.651	327	0.611	0.621	0.6	0.613	0.623
297	0.718	0.734	0.68	0.623	0.654	328	0.6	0.61	0.59	0.602	0.62
298	0.718	0.733	0.682	0.628	0.657	329	0.586	0.597	0.578	0.59	0.606
299	0.715	0.732	0.681	0.629	0.66	330	0.575	0.585	0.566	0.579	0.593
300	0.712	0.729	0.68	0.631	0.66	331	0.566	0.573	0.556	0.57	0.584
301	0.709	0.726	0.678	0.635	0.661	332	0.555	0.564	0.546	0.561	0.578
302	0.706	0.724	0.677	0.638	0.663	333	0.547	0.555	0.538	0.553	0.565
303	0.706	0.722	0.678	0.645	0.639	334	0.54	0.547	0.532	0.546	0.553
304	0.709	0.725	0.683	0.654	0.671	335	0.534	0.54	0.525	0.542	0.549
305	0.713	0.729	0.686	0.663	0.676	336	0.527	0.535	0.52	0.538	0.535
306	0.717	0.734	0.694	0.674	0.68	337	0.524	0.531	0.515	0.534	0.531
307	0.722	0.739	0.701	0.684	0.685	338	0.522	0.527	0.514	0.533	0.531
308	0.726	0.743	0.705	0.694	0.689	339	0.52	0.526	0.514	0.534	0.516
309	0.73	0.747	0.71	0.702	0.698	340	0.52	0.525	0.514	0.534	0.517
310	0.732	0.749	0.714	0.708	0.704	341	0.521	0.525	0.515	0.536	0.523
311	0.733	0.75	0.715	0.712	0.717	342	0.522	0.528	0.517	0.539	0.529
312	0.733	0.751	0.718	0.716	0.723	343	0.525	0.53	0.519	0.542	0.532
313	0.733	0.749	0.718	0.718	0.732	344	0.527	0.532	0.523	0.546	0.538
314	0.729	0.746	0.715	0.718	0.743	345	0.53	0.535	0.525	0.55	0.541
315	0.727	0.743	0.714	0.717	0.741	346	0.533	0.538	0.529	0.553	0.545
316	0.722	0.739	0.71	0.715	0.737	347	0.535	0.541	0.532	0.557	0.547
317	0.716	0.731	0.704	0.71	0.731	348	0.539	0.544	0.536	0.563	0.551
318	0.709	0.724	0.698	0.704	0.718	349	0.543	0.549	0.54	0.567	0.553
319	0.7	0.716	0.69	0.698	0.707	350	0.547	0.551	0.543	0.571	0.555
320	0.691	0.705	0.681	0.689	0.701	351	0.551	0.555	0.547	0.575	0.559

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
352	0.553	0.558	0.55	0.579	0.568	373	0.407	0.41	0.4	0.421	0.423
353	0.556	0.56	0.553	0.582	0.571	374	0.397	0.399	0.388	0.41	0.416
354	0.558	0.563	0.556	0.584	0.573	375	0.387	0.387	0.377	0.396	0.407
355	0.56	0.564	0.558	0.587	0.574	376	0.374	0.377	0.365	0.383	0.4
356	0.562	0.566	0.557	0.588	0.579	377	0.361	0.61	0.349	0.369	0.383
357	0.563	0.565	0.56	0.59	0.583	378	0.347	0.349	0.337	0.355	0.379
358	0.562	0.567	0.559	0.589	0.586	379	0.332	0.334	0.321	0.337	0.356
359	0.56	0.564	0.557	0.586	0.579	380	0.313	0.315	0.302	0.317	0.334
360	0.556	0.561	0.552	0.581	0.568	381	0.29	0.292	0.278	0.289	0.308
361	0.549	0.554	0.546	0.575	0.554	382	0.267	0.269	0.254	0.263	0.286
362	0.543	0.547	0.538	0.567	0.551	383	0.244	0.244	0.226	0.235	0.25
363	0.536	0.539	0.53	0.557	0.534	384	0.215	0.216	0.201	0.209	0.212
364	0.523	0.527	0.517	0.545	0.529	385	0.19	0.192	0.177	0.183	0.179
365	0.51	0.514	0.505	0.53	0.513	386	0.169	0.169	0.153	0.157	0.168
366	0.496	0.5	0.49	0.516	0.511	387	0.145	0.144	0.129	0.134	0.14
367	0.483	0.486	0.477	0.502	0.496	388	0.123	0.125	0.108	0.112	0.126
368	0.471	0.47	0.463	0.487	0.485	389	0.107	0.107	0.089	0.085	0.089
369	0.456	0.459	0.45	0.473	0.474	390	0.088	0.09	0.074	0.073	0.066
370	0.445	0.447	0.437	0.459	0.469	391	0.076	0.076	0.06	0.058	0.054
371	0.431	0.433	0.423	0.445	0.457	392	0.065	0.065			
372	0.417	0.421	0.411	0.432	0.45	393	0.055	0.055			

E.2.2.3 Formula 3

Pjg.ge 1	Absorbansi					Pjg.ge 1	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0.962	0.965	0.957	0.957	0.953	321	0.857	0.86	0.852	0.858	0.847
291	0.966	0.968	0.961	0.961	0.957	322	0.843	0.846	0.838	0.844	0.835
292	0.967	0.97	0.962	0.963	0.958	323	0.828	0.83	0.823	0.829	0.819
293	0.967	0.97	0.962	0.962	0.958	324	0.813	0.815	0.808	0.816	0.804
294	0.963	0.965	0.958	0.958	0.953	325	0.799	0.801	0.794	0.803	0.79
295	0.96	0.962	0.955	0.956	0.951	326	0.784	0.789	0.779	0.787	0.775
296	0.957	0.96	0.952	0.954	0.947	327	0.77	0.774	0.765	0.773	0.761
297	0.953	0.958	0.948	0.948	0.944	328	0.756	0.759	0.751	0.759	0.747
298	0.95	0.955	0.945	0.944	0.941	329	0.739	0.743	0.734	0.743	0.73
299	0.942	0.945	0.937	0.938	0.932	330	0.724	0.728	0.719	0.73	0.716
300	0.935	0.938	0.93	0.93	0.926	331	0.713	0.718	0.708	0.718	0.705
301	0.927	0.93	0.922	0.921	0.917	332	0.699	0.704	0.694	0.705	0.69
302	0.918	0.92	0.913	0.913	0.907	333	0.689	0.69	0.684	0.696	0.682
303	0.914	0.917	0.909	0.908	0.905	334	0.681	0.684	0.676	0.687	0.672
304	0.912	0.914	0.907	0.906	0.904	335	0.673	0.676	0.668	0.68	0.664
305	0.913	0.916	0.908	0.907	0.904	336	0.667	0.67	0.662	0.673	0.658
306	0.915	0.918	0.91	0.909	0.905	337	0.661	0.664	0.656	0.669	0.653
307	0.918	0.922	0.913	0.913	0.909	338	0.658	0.661	0.653	0.665	0.65
308	0.922	0.922	0.917	0.916	0.912	339	0.656	0.659	0.651	0.664	0.647
309	0.924	0.927	0.919	0.919	0.914	340	0.656	0.659	0.651	0.663	0.647
310	0.925	0.928	0.92	0.92	0.916	341	0.656	0.66	0.65	0.665	0.648
311	0.926	0.929	0.921	0.921	0.917	342	0.659	0.662	0.654	0.668	0.65
312	0.925	0.928	0.92	0.921	0.916	343	0.662	0.665	0.657	0.671	0.653
313	0.923	0.925	0.918	0.919	0.915	344	0.666	0.669	0.661	0.676	0.657
314	0.918	0.922	0.913	0.915	0.909	345	0.67	0.673	0.665	0.68	0.662
315	0.914	0.918	0.909	0.912	0.904	346	0.674	0.677	0.669	0.684	0.665
316	0.908	0.911	0.903	0.906	0.897	347	0.678	0.681	0.673	0.689	0.669
317	0.9	0.902	0.895	0.899	0.89	348	0.683	0.686	0.678	0.694	0.674
318	0.891	0.895	0.886	0.89	0.891	349	0.689	0.692	0.684	0.699	0.68
319	0.88	0.884	0.875	0.88	0.87	350	0.693	0.696	0.688	0.704	0.684
320	0.868	0.872	0.863	0.868	0.858	351	0.698	0.701	0.693	0.709	0.689

Pjg.ge 1	Absorbansi					Pjg.ge 1	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R11	R2	R3	R4	R5
352	0.703	0.706	0.698	0.714	0.694	373	0.522	0.524	0.517	0.532	0.513
353	0.706	0.709	0.701	0.717	0.696	374	0.508	0.511	0.503	0.517	0.499
354	0.71	0.712	0.705	0.722	0.702	375	0.494	0.497	0.489	0.504	0.485
355	0.713	0.716	0.708	0.725	0.704	376	0.48	0.483	0.475	0.488	0.473
356	0.713	0.716	0.708	0.726	0.705	377	0.46	0.463	0.455	0.471	0.455
357	0.716	0.719	0.711	0.729	0.707	378	0.445	0.448	0.44	0.454	0.439
358	0.715	0.718	0.71	0.729	0.706	379	0.429	0.431	0.424	0.437	0.425
359	0.714	0.716	0.709	0.728	0.705	380	0.404	0.41	0.399	0.412	0.434
360	0.709	0.712	0.704	0.723	0.7	381	0.373	0.376	0.368	0.381	0.367
361	0.702	0.704	0.69	0.716	0.692	382	0.348	0.351	0.343	0.355	0.339
362	0.693	0.695	0.688	0.708	0.65	383	0.314	0.317	0.309	0.32	0.305
363	0.685	0.688	0.68	0.699	0.676	384	0.279	0.282	0.274	0.283	0.27
364	0.671	0.674	0.666	0.685	0.663	385	0.251	0.254	0.246	0.255	0.242
365	0.655	0.659	0.65	0.668	0.648	386	0.218	0.221	0.213	0.223	0.209
366	0.639	0.641	0.634	0.651	0.63	387	0.186	0.153	0.181	0.191	0.177
367	0.62	0.621	0.615	0.632	0.614	388	0.162	0.139	0.157	0.162	0.153
368	0.604	0.606	0.599	0.614	0.597	389	0.136	0.114	0.131	0.138	0.127
369	0.587	0.589	0.582	0.599	0.579	390	0.111	0.111	0.106	0.113	0.102
370	0.569	0.572	0.564	0.58	0.562	391	0.095	0.087	0.09	0.094	0.086
371	0.553	0.557	0.648	0.563	0.544	392	0.08	0.091	0.075	0.079	0.071
372	0.536	0.54	0.531	0.546	0.527	393	0.066	0.064	0.061	0.064	0.057
						394	0.054	0.051	0.052	0.052	0.05

E.2.2.4 Formula 4

Pjg.ge 1	Absorbansi					Pjg.ge 1	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0.662	0.734	0.742	0.686	0.73	321	0.73	0.723	0.714	0.71	0.719
291	0.672	0.715	0.745	0.694	0.711	322	0.719	0.719	0.702	0.7	0.715
292	0.68	0.704	0.749	0.701	0.7	323	0.705	0.706	0.688	0.687	0.702
293	0.688	0.698	0.752	0.708	0.693	324	0.692	0.692	0.676	0.675	0.688
294	0.694	0.697	0.752	0.71	0.693	325	0.678	0.678	0.663	0.663	0.674
295	0.7	0.701	0.752	0.714	0.697	326	0.664	0.669	0.648	0.649	0.665
296	0.703	0.705	0.754	0.72	0.7	327	0.651	0.657	0.637	0.638	0.653
297	0.708	0.708	0.753	0.72	0.704	328	0.64	0.651	0.626	0.626	0.647
298	0.711	0.712	0.754	0.722	0.706	329	0.625	0.643	0.611	0.612	0.639
299	0.712	0.713	0.751	0.721	0.709	330	0.612	0.631	0.599	0.6	0.627
300	0.712	0.714	0.747	0.72	0.71	331	0.6	0.625	0.588	0.591	0.621
301	0.713	0.71	0.743	0.717	0.706	332	0.589	0.613	0.576	0.58	0.609
302	0.71	0.71	0.74	0.715	0.706	333	0.579	0.609	0.568	0.572	0.605
303	0.716	0.715	0.74	0.718	0.711	334	0.572	0.597	0.56	0.565	0.593
304	0.721	0.725	0.743	0.723	0.721	335	0.564	0.586	0.553	0.558	0.582
305	0.728	0.73	0.747	0.728	0.726	336	0.558	0.574	0.548	0.553	0.57
306	0.738	0.741	0.752	0.734	0.737	337	0.553	0.568	0.543	0.549	0.564
307	0.746	0.57	0.757	0.741	0.566	338	0.551	0.564	0.539	0.548	0.56
308	0.753	0.765	0.762	0.746	0.761	339	0.549	0.557	0.538	0.546	0.553
309	0.761	0.787	0.766	0.752	0.783	340	0.549	0.549	0.537	0.547	0.545
310	0.767	0.798	0.769	0.755	0.795	341	0.55	0.55	0.539	0.548	0.546
311	0.77	0.798	0.769	0.757	0.795	342	0.552	0.552	0.54	0.551	0.548
312	0.774	0.805	0.77	0.76	0.801	343	0.555	0.554	0.542	0.554	0.55
313	0.775	0.812	0.768	0.759	0.808	344	0.558	0.559	0.545	0.556	0.555
314	0.774	0.809	0.765	0.757	0.805	345	0.562	0.567	0.547	0.561	0.564
315	0.773	0.796	0.762	0.755	0.792	346	0.565	0.575	0.551	0.564	0.572
316	0.77	0.78	0.758	0.751	0.776	347	0.569	0.587	0.554	0.568	0.583
317	0.765	0.773	0.75	0.745	0.769	348	0.572	0.589	0.558	0.572	0.585
318	0.757	0.769	0.743	0.38	0.765	349	0.577	0.58	0.561	0.575	0.576
319	0.75	0.767	0.734	0.73	0.763	350	0.582	0.582	0.565	0.58	0.579
320	0.74	0.754	0.723	0.72	0.75	351	0.585	0.585	0.569	0.583	0.581

Pjg.gel	Absorbansi					Plg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
352	0.588	0.588	0.572	0.586	0.584	373	0.428	0.473	0.421	0.427	0.468
353	0.592	0.598	0.575	0.59	0.594	374	0.416	0.451	0.411	0.416	0.447
354	0.595	0.602	0.577	0.593	0.599	375	0.404	0.438	0.398	0.402	0.434
355	0.594	0.604	0.578	0.595	0.6	376	0.391	0.41	0.387	0.387	0.406
356	0.599	0.61	0.581	0.595	0.606	377	0.374	0.399	0.371	0.375	0.395
357	0.599	0.61	0.582	0.597	0.606	378	0.361	0.387	0.357	0.36	0.383
358	0.598	0.599	0.581	0.597	0.596	379	0.343	0.359	0.343	0.343	0.354
359	0.595	0.596	0.58	0.594	0.592	380	0.322	0.346	0.325	0.323	0.342
360	0.59	0.594	0.575	0.59	0.59	381	0.297	0.318	0.3	0.297	0.314
361	0.585	0.591	0.569	0.583	0.587	382	0.272	0.297	0.275	0.27	0.293
362	0.576	0.584	0.562	0.575	0.58	383	0.241	0.268	0.251	0.243	0.264
363	0.567	0.576	0.553	0.566	0.572	384	0.214	0.237	0.222	0.215	0.233
364	0.554	0.532	0.542	0.553	0.528	385	0.188	0.208	0.197	0.188	0.204
365	0.54	0.529	0.529	0.539	0.525	386	0.165	0.186	0.175	0.165	0.182
366	0.524	0.526	0.515	0.523	0.522	387	0.137	0.156	0.147	0.138	0.151
367	0.51	0.521	0.5	0.509	0.516	388	0.116	0.138	0.126	0.116	0.133
368	0.496	0.519	0.486	0.496	0.515	389	0.095	0.104	0.107	0.097	0.1
369	0.481	0.517	0.472	0.479	0.513	390	0.079	0.095	0.091	0.078	0.09
370	0.466	0.514	0.459	0.467	0.51	391	0.062	0.072	0.074	0.064	0.068
371	0.453	0.497	0.446	0.452	0.493	392	0.052	0.064	0.064	0.051	0.06
372	0.439	0.486	0.433	0.439	0.482	393		0.051	0.054		0.051

E.3 Hasil analisis statistik data SPF

E.3.1 *One-Way* Anova

a. Test normalitas anova

Tests of Normality

FORMULA	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SPF_sebelumpaparan konsentrasi 0%	.175	5	.200*	.956	5	.779
SPF_sebelumpaparan konsentrasi 1%	.211	5	.200*	.926	5	.567
SPF_sebelumpaparan konsentrasi 3%	.278	5	.200*	.917	5	.513
SPF_sebelumpaparan konsentrasi 4%	.272	4	.	.939	4	.650

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Test homogenitas anova

Test of Homogeneity of Variances

SPF_sebelumpaparan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.098	3	16	.379

c. Test anova

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1064.730	3	354.910	338.478	.000
Within Groups	16.777	16	1.049		
Total	1081.507	19			

d. Test post hoc

Multiple Comparisons

SPF_sebelumpaparan

LSD

(I) FORMULA	(J) FORMULA	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
konsentrasi 0%	konsentrasi 1%	-5.1699800*	.6476256	.000	-6.542885	-3.797075
	konsentrasi 3%	-19.8510800*	.6476256	.000	-21.223985	-18.478175
	konsentrasi 4%	-7.2843400*	.6476256	.000	-8.657245	-5.911435
konsentrasi 1%	konsentrasi 0%	5.1699800*	.6476256	.000	3.797075	6.542885
	konsentrasi 3%	-14.6811000*	.6476256	.000	-16.054005	-13.308195
	konsentrasi 4%	-2.1143600*	.6476256	.005	-3.487265	-.741455
konsentrasi 3%	konsentrasi 0%	19.8510800*	.6476256	.000	18.478175	21.223985
	konsentrasi 1%	14.6811000*	.6476256	.000	13.308195	16.054005
	konsentrasi 4%	12.5667400*	.6476256	.000	11.193835	13.939645
konsentrasi 4%	konsentrasi 0%	7.2843400*	.6476256	.000	5.911435	8.657245
	konsentrasi 1%	2.1143600*	.6476256	.005	.741455	3.487265
	konsentrasi 3%	-12.5667400*	.6476256	.000	-13.939645	-11.193835

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

E.3.2 T-Test

a. Test normalitas T-Test

Tests of Normality

FORMULA		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SPF_sebelumpaparan	konsentrasi 0%	.175	5	.200*	.956	5	.779
	konsentrasi 1%	.211	5	.200*	.926	5	.567
	konsentrasi 3%	.278	5	.200*	.917	5	.513
	konsentrasi 4%	.169	5	.200*	.988	5	.972
SPF_setelahpaparan	konsentrasi 0%	.236	5	.200*	.952	5	.753
	konsentrasi 1%	.259	5	.200*	.944	5	.695
	konsentrasi 3%	.194	5	.200*	.964	5	.832
	konsentrasi 4%	.196	5	.200*	.956	5	.781

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. T-Test

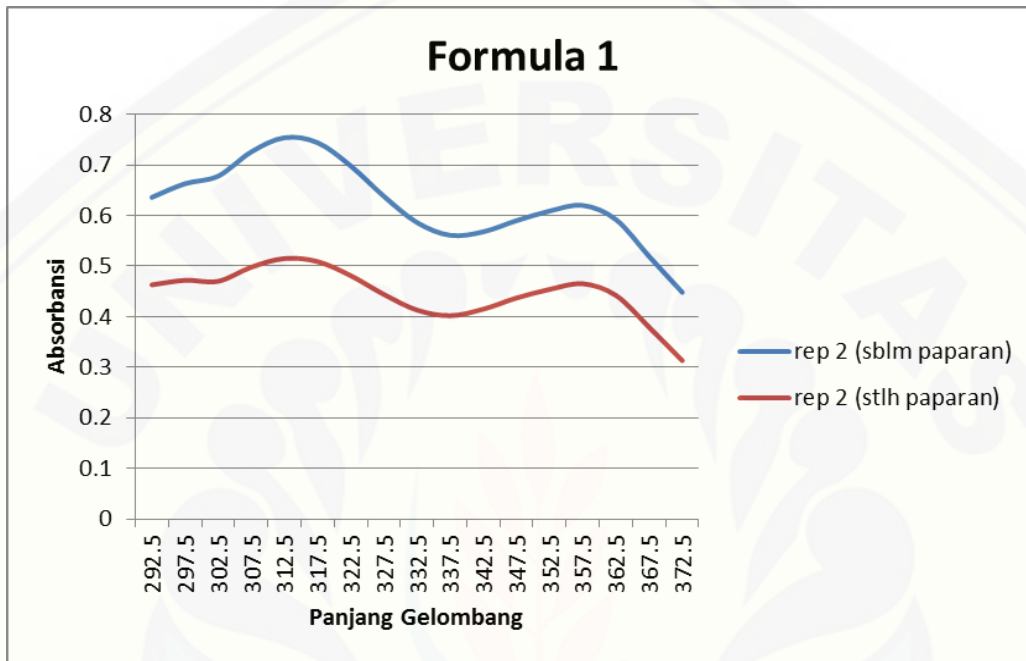
Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 SPF_sebelumpaparan - SPF_setelahpaparan	5.8856250E0	1.9445122	.4348061	4.9755653	6.7956847	13.536	19	.000

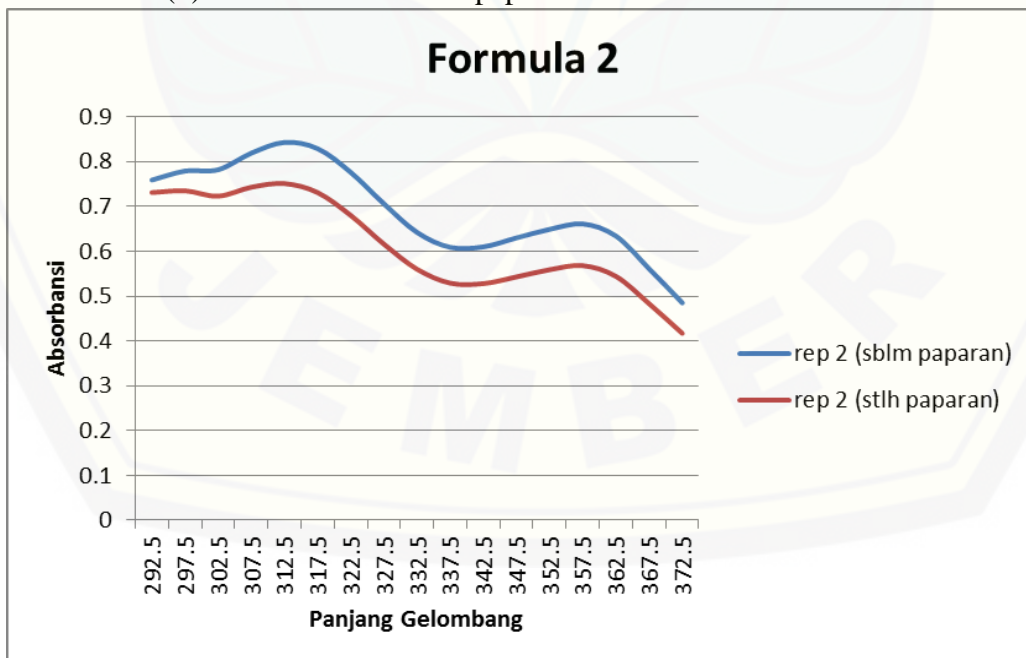
F. HASIL PENGUJIAN NILAI TRANSMISI ERITEMA DAN PIGMENTASI

F.1 Profil serapan krim tabir surya dalam pelarut isopropanol

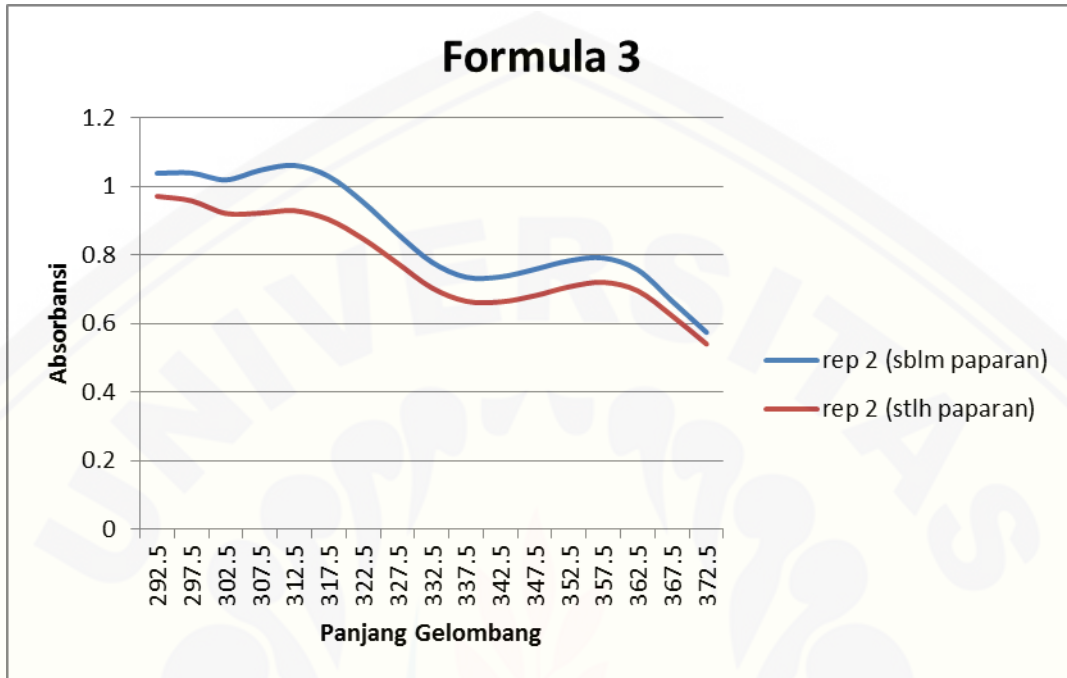
a. Formula F(1) sebelum dan setelah paparan sinar UV



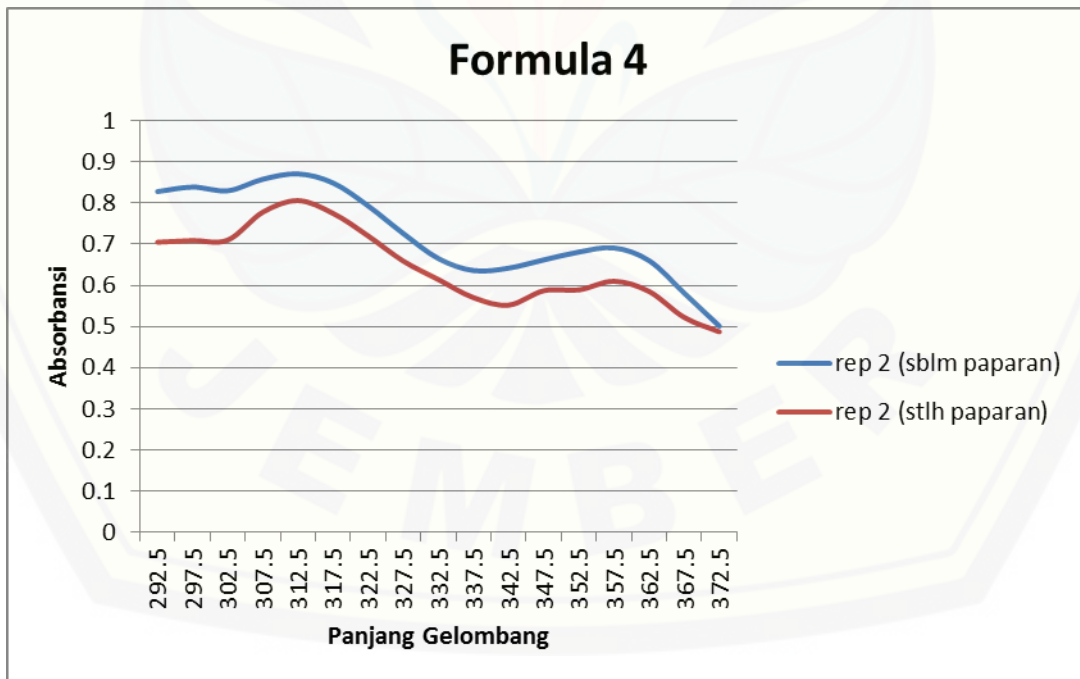
b. Formula F(2) sebelum dan setelah paparan sinar UV



c. Formula F(3) sebelum dan setelah paparan sinar UV



d. Formula F(4) sebelum dan setelah paparan sinar UV



F.2 TABULASI ABSORBANSI PERSEN TRANSMISI ERITEMA DAN PIGMENTASI

F.2.1 Sebelum paparan sinar UV

F.2.1.1 Formula 1

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292.5	0.592	0.636	0.578	0.583	0.642	337.5	0.53	0.561	0.497	0.528	0.54
297.5	0.621	0.663	0.597	0.597	0.663	342.5	0.537	0.568	0.504	0.505	0.538
302.5	0.638	0.678	0.606	0.615	0.673	347.5	0.556	0.59	0.524	0.523	0.556
307.5	0.686	0.726	0.646	0.637	0.694	352.5	0.574	0.609	0.542	0.544	0.578
312.5	0.713	0.754	0.667	0.664	0.732	357.5	0.585	0.62	0.552	0.553	0.591
317.5	0.704	0.744	0.656	0.655	0.74	362.5	0.559	0.592	0.527	0.531	0.56
322.5	0.66	0.698	0.615	0.649	0.684	367.5	0.49	0.519	0.463	0.49	0.505
327.5	0.604	0.638	0.565	0.623	0.632	372.5	0.423	0.448	0.4	0.414	0.459
332.5	0.55	0.586	0.518	0.597	0.587						

F.2.1.2 Formula 2

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292.5	0.75	0.759	0.774	0.745	0.785	337.5	0.614	0.609	0.618	0.585	0.603
297.5	0.773	0.779	0.795	0.757	0.805	342.5	0.617	0.61	0.619	0.59	0.605
302.5	0.778	0.782	0.796	0.773	0.8	347.5	0.636	0.63	0.637	0.628	0.624
307.5	0.817	0.819	0.834	0.784	0.831	352.5	0.656	0.649	0.657	0.659	0.643
312.5	0.842	0.843	0.857	0.818	0.847	357.5	0.668	0.661	0.668	0.678	0.653
317.5	0.83	0.829	0.842	0.788	0.828	362.5	0.641	0.634	0.641	0.644	0.625
322.5	0.778	0.776	0.788	0.739	0.77	367.5	0.568	0.561	0.567	0.609	0.551
327.5	0.71	0.706	0.717	0.687	0.7	372.5	0.491	0.485	0.491	0.517	0.474
332.5	0.647	0.642	0.652	0.639	0.636						

F.2.1.3 Formula 3

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292.5	1.016	1.038	1.072	1.037	1.04	337.5	0.721	0.735	0.751	0.729	0.729
297.5	1.018	1.039	1.076	1.038	1.039	342.5	0.721	0.736	0.749	0.729	0.73
302.5	0.996	1.019	1.054	1.016	1.016	347.5	0.742	0.758	0.772	0.751	0.751
307.5	1.024	1.047	1.083	1.042	1.041	352.5	0.765	0.783	0.794	0.773	0.773
312.5	1.038	1.061	1.096	1.054	1.052	357.5	0.776	0.791	0.807	0.785	0.786
317.5	1.008	1.029	1.063	1.022	1.022	362.5	0.741	0.756	0.77	0.749	0.749
322.5	0.935	0.954	0.983	0.947	0.945	367.5	0.652	0.665	0.676	0.658	0.659
327.5	0.845	0.862	0.886	0.854	0.856	372.5	0.563	0.574	0.585	0.569	0.571
332.5	0.762	0.779	0.798	0.773	0.773						

F.2.1.4 Formula 4

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292.5	0.793	0.828	0.785	0.742	0.825	337.5	0.621	0.636	0.629	0.625	0.634
297.5	0.823	0.839	0.797	0.762	0.839	342.5	0.621	0.642	0.639	0.613	0.638
302.5	0.825	0.83	0.79	0.775	0.828	347.5	0.64	0.662	0.66	0.641	0.658
307.5	0.865	0.858	0.818	0.816	0.852	352.5	0.662	0.681	0.682	0.667	0.679
312.5	0.889	0.871	0.833	0.838	0.87	357.5	0.671	0.691	0.692	0.686	0.691
317.5	0.873	0.849	0.815	0.839	0.85	362.5	0.641	0.66	0.66	0.663	0.662
322.5	0.812	0.793	0.765	0.782	0.798	367.5	0.565	0.581	0.58	0.629	0.584
327.5	0.733	0.726	0.704	0.726	0.73	372.5	0.487	0.501	0.501	0.568	0.506
332.5	0.661	0.665	0.651	0.673	0.669						

F.2.2 Setelah paparan sinar UV

F.2.2.1 Formula 1

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292.5	0.45	0.463	0.479	0.478	0.455	337.5	0.412	0.402	0.419	0.411	0.421
297.5	0.467	0.472	0.49	0.494	0.473	342.5	0.423	0.415	0.43	0.437	0.433
302.5	0.473	0.47	0.492	0.49	0.479	347.5	0.445	0.437	0.452	0.453	0.453
307.5	0.509	0.498	0.524	0.514	0.513	352.5	0.462	0.454	0.471	0.478	0.473
312.5	0.53	0.515	0.542	0.547	0.538	357.5	0.474	0.465	0.482	0.487	0.484
317.5	0.526	0.509	0.537	0.548	0.537	362.5	0.45	0.442	0.457	0.459	0.465
322.5	0.497	0.481	0.506	0.514	0.511	367.5	0.386	0.379	0.393	0.408	0.403
327.5	0.458	0.444	0.466	0.48	0.472	372.5	0.32	0.313	0.325	0.342	0.335
332.5	0.425	0.413	0.432	0.513	0.436						

F.2.2.2 Formula 2

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292.5	0.719	0.731	0.662	0.595	0.635	337.5	0.522	0.529	0.515	0.536	0.532
297.5	0.72	0.735	0.681	0.623	0.654	342.5	0.523	0.528	0.517	0.541	0.53
302.5	0.707	0.723	0.677	0.639	0.665	347.5	0.536	0.543	0.533	0.559	0.547
307.5	0.726	0.743	0.704	0.684	0.687	352.5	0.552	0.559	0.55	0.581	0.569
312.5	0.733	0.751	0.717	0.717	0.723	357.5	0.562	0.568	0.559	0.592	0.584
317.5	0.714	0.731	0.702	0.711	0.732	362.5	0.539	0.544	0.54	0.569	0.552
322.5	0.665	0.68	0.655	0.672	0.678	367.5	0.478	0.483	0.471	0.502	0.497
327.5	0.604	0.616	0.595	0.615	0.625	372.5	0.413	0.417	0.406	0.435	0.451
332.5	0.55	0.56	0.542	0.562	0.579						

F.2.1.3 Formula 3

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292.5	0.967	0.971	0.962	0.964	0.959	337.5	0.661	0.665	0.695	0.669	0.653
297.5	0.954	0.958	0.949	0.948	0.944	342.5	0.659	0.663	0.656	0.668	0.651
302.5	0.919	0.921	0.914	0.914	0.908	347.5	0.705	0.681	0.655	0.689	0.67
307.5	0.919	0.922	0.914	0.914	0.909	352.5	0.717	0.707	0.674	0.71	0.695
312.5	0.926	0.929	0.92	0.922	0.917	357.5	0.694	0.72	0.711	0.731	0.709
317.5	0.902	0.903	0.896	0.89	0.891	362.5	0.694	0.695	0.689	0.709	0.651
322.5	0.844	0.847	0.839	0.845	0.836	367.5	0.621	0.622	0.616	0.632	0.614
327.5	0.771	0.776	0.765	0.774	0.762	372.5	0.537	0.54	0.532	0.547	0.528
332.5	0.67	0.704	0.695	0.706	0.691						

F.2.1.4 Formula 4

Pjg.gel	Absorbansi					Pjg.gel	Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292.5	0.685	0.705	0.758	0.705	0.702	337.5	0.551	0.57	0.548	0.548	0.565
297.5	0.711	0.709	0.762	0.723	0.705	342.5	0.553	0.552	0.548	0.551	0.549
302.5	0.714	0.71	0.749	0.719	0.707	347.5	0.57	0.587	0.562	0.569	0.585
307.5	0.751	0.571	0.768	0.746	0.567	352.5	0.59	0.589	0.578	0.587	0.585
312.5	0.774	0.806	0.777	0.76	0.802	357.5	0.598	0.61	0.587	0.597	0.607
317.5	0.762	0.775	0.756	0.743	0.77	362.5	0.571	0.585	0.563	0.571	0.581
322.5	0.711	0.72	0.702	0.693	0.717	367.5	0.503	0.522	0.498	0.502	0.516
327.5	0.645	0.659	0.637	0.63	0.655	372.5	0.434	0.487	0.432	0.433	0.483
332.5	0.584	0.614	0.578	0.576	0.61						

F.3 Hasil analisis statistik persen transmisi eritema

F.3.1 *One-Way* Anova

a. Test normalitas anova

Tests of Normality

FORMULA		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ERITEMA_sebelum paparan	konsentrasi 0%	.225	5	.200*	.886	5	.338
	konsentrasi 1%	.202	5	.200*	.921	5	.534
	konsentrasi 3%	.263	5	.200*	.937	5	.645
	konsentrasi 4%	.318	5	.110	.818	5	.113

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Test *Kruskal Wallis*

Test Statistics^{a,b}

	ERITEMA_sebel umpaparan
Chi-Square	16.554
Df	3
Asymp. Sig.	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: FORMULA

c. Test *Mann-Whitney*

Ranks

	FORMULA	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ERITEMA_sebelumpaparan	konsentrasi 0%	5	8.00	40.00
	konsentrasi 1%	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	ERITEMA_sebelumpaparan
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: FORMULA

Ranks

	FORMULA	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ERITEMA_sebelumpaparan	konsentrasi 0%	5	8.00	40.00
	konsentrasi 3%	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	ERITEMA_sebelumpaparan
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: FORMULA

Ranks

	FORMULA	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ERITEMA_sebelumpaparan	konsentrasi 0%	5	8.00	40.00
	konsentrasi 4%	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	ERITEMA_sebelumpaparan
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

Ranks

	FORMULA	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ERITEMA_sebelumpaparan	konsentrasi 1%	5	8.00	40.00
	konsentrasi 3%	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	ERITEMA_sebelumpaparan
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

Ranks

FORMULA	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ERITEMA_sebelumpaparan konsentrasi 1%	5	6.80	34.00
konsentrasi 4%	5	4.20	21.00
Total	10		

Test Statistics^b

	ERITEMA_sebelumpaparan
Mann-Whitney U	6.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-1.358
Asymp. Sig. (2-tailed)	.175
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.222 ^a

Ranks

FORMULA	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ERITEMA_sebelumpaparan konsentrasi 3%	5	3.00	15.00
konsentrasi 4%	5	8.00	40.00
Total	10		

Test Statistics^b

	ERITEMA_sebelumpaparan
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

F..3.2 T-Test

a. Test normalitas T-Test

Tests of Normality

FORMULA		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ERITEMA_sebelumpaparan	konsentrasi 0%	.225	5	.200*	.886	5	.338
	konsentrasi 1%	.202	5	.200*	.921	5	.534
	konsentrasi 3%	.263	5	.200*	.937	5	.645
	konsentrasi 4%	.318	5	.110	.818	5	.113
ERITEMA_setelahpaparan	konsentrasi 0%	.248	5	.200*	.842	5	.172
	konsentrasi 1%	.177	5	.200*	.942	5	.683
	konsentrasi 3%	.190	5	.200*	.972	5	.886
	konsentrasi 4%	.308	5	.135	.826	5	.131

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. T-Test

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 ERITEMA_sebelum paparan - ERITEMA_setelah paparan	9.8074760400E-3	.0161861700	.0036193376	-.0173828368	-.0022321153	-2.710	19	.014

F.4 Hasil statistik analisis persen transmisi pigmentasi

F.4.1 *One-Way* Anova

a. Test Normalitas

Tests of Normality

FORMULA	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
PIGMENTASI_sebelumpaparan	konsentrasi 0%	.170	5	.200*	.954	5	.763
	konsentrasi 1%	.271	5	.200*	.857	5	.219
	konsentrasi 3%	.192	5	.200*	.959	5	.803
	konsentrasi 4%	.185	5	.200*	.976	5	.912

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Test *Kruskal Wallis*

Test Statistics^{a,b}

	PIGMENTASI_s ebelumpaparan
Chi-Square	17.857
Df	3
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: FORMULA

c. Test *Mann-Whitney*

Ranks

FORMULA	N	Mean Rank	Sum of Ranks
PIGMENTASI_sebelumpapa konsentrasi 0%	5	8.00	40.00
ran konsentrasi 1%	5	3.00	15.00
Total	10		

Test Statistics^b

	PIGMENTASI_s ebelumpaparan
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

Ranks

FORMULA	N	Mean Rank	Sum of Ranks
PIGMENTASI_sebelumpaparan konsentrasi 0%	5	8.00	40.00
PIGMENTASI_sebelumpaparan konsentrasi 3%	5	3.00	15.00
Total	10		

Test Statistics^b

	PIGMENTASI_sebelumpaparan
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

Ranks

FORMULA	N	Mean Rank	Sum of Ranks
PIGMENTASI_sebelumpaparan konsentrasi 0%	5	8.00	40.00
PIGMENTASI_sebelumpaparan konsentrasi 4%	5	3.00	15.00
Total	10		

Test Statistics^b

	PIGMENTASI_sebelumpaparan
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

Ranks

FORMULA	N	Mean Rank	Sum of Ranks
PIGMENTASI_sebelumpapa konsentrasi 1%	5	8.00	40.00
ran konsentrasi 3%	5	3.00	15.00
Total	10		

Test Statistics^b

	PIGMENTASI_s ebelumpaparan
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

Ranks

FORMULA	N	Mean Rank	Sum of Ranks
PIGMENTASI_sebelumpapa konsentrasi 1%	5	8.00	40.00
ran konsentrasi 4%	5	3.00	15.00
Total	10		

Test Statistics^b

	PIGMENTASI_s ebelumpaparan
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

Ranks

FORMULA	N	Mean Rank	Sum of Ranks
PIGMENTASI_sebelumpaparan konsentrasi 3%	5	3.00	15.00
konsentrasi 4%	5	8.00	40.00
Total	10		

Test Statistics^b

	PIGMENTASI_s ebelumpaparan
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.611
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

F.4.2 T-Test

a. Test normalitas T-Test

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
FORMULA		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
an	PIGMENTASI_sebelumpaparan konsentrasi 0%	.170	5	.200*	.954	5	.763
	PIGMENTASI_sebelumpaparan konsentrasi 1%	.271	5	.200*	.857	5	.219
	PIGMENTASI_sebelumpaparan konsentrasi 3%	.192	5	.200*	.959	5	.803
	PIGMENTASI_sebelumpaparan konsentrasi 4%	.185	5	.200*	.976	5	.912
n	PIGMENTASI_setelahpaparan konsentrasi 0%	.159	5	.200*	.983	5	.949
	PIGMENTASI_setelahpaparan konsentrasi 1%	.232	5	.200*	.912	5	.482
	PIGMENTASI_setelahpaparan konsentrasi 3%	.156	5	.200*	.992	5	.985
	PIGMENTASI_setelahpaparan konsentrasi 4%	.291	5	.192	.827	5	.132

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. T-Test

	Paired Differences						t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1 PIGMENTASIsblm paparan - PIGMENTASIssetelah paparan	2.41130	.0326081813	.0072914110	.0393741531	.0088519559	-3.307	19	.004	

G. CONTOH PERHITUNGAN

G.1 Contoh Perhitungan Preparasi Sampel

Krim mengandung 7% bahan aktif tabir surya, sehingga dalam 100 g sediaan mengandung 7 g bahan aktif tabir surya. Preparasi sampel untuk pengujian nilai SPF *in vitro*, % TE dan % TP sebelum dan setelah paparan sinar UV dilakukan bersamaan, sehingga perlakuannya harus sama (penimbangan dan pengenceran sama). Dilakukan penimbangan sampel krim tabir surya sebanyak 28,5 mg yang mengandung 1,995 mg bahan aktif hingga diperoleh konsentrasi 9,975 ppm. Hal tersebut dilakukan untuk memenuhi kriteria pengujian nilai SPF *in vitro* krim tabir surya konsentrasi 10 ppm. Preparasi sampel dengan paparan sinar UV untuk mendapatkan nilai absorbansi optimal dilakukan dengan mengoleskan sediaan yaitu 2 mg/cm² (Gonzales dkk, 2007). Dari persyaratan tersebut, maka dapat dihitung luas permukaan bidang untuk perlakuan paparan sinar UV yaitu sebesar :

$$\frac{28,5 \text{ mg}}{2 \text{ mg/cm}^2} = 14,25 \text{ cm}$$

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

$$\frac{14,25 \text{ cm}}{2,5 \text{ cm}} = 5,7 \text{ cm}$$

G.2 Contoh Perhitungan Nilai SPF *In Vitro*

Contoh perhitungan dilakukan pada formula 1 replikasi 1 sebelum paparan sinar UV. Penimbangan sampel krim sebesar 28,5 mg. Dalam 28,5 mg krim terkandung 7% bahan aktif anti UV, sehingga dalam 28,5 mg terkandung 1,995 mg bahan aktif. Krim yang telah ditimbang tersebut diencerkan dengan isopropanol hingga konsentrasinya 9,975 ppm. Nilai absorbansi pada 9,975 ppm diubah menjadi 10 ppm.

Contoh besar absorbansi = 0,574

$$\frac{10 \text{ ppm}}{9,975 \text{ ppm}} \times 0,574 = 0,575439$$

AUC

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

$$[AUC]_{290}^{291} = \frac{0,575439 + 0,585464}{2} (291 - 290)$$

$$= 0,580451$$

SPF

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

$$\text{Log SPF} = \frac{53,9989}{391 - 290} \times 2$$

$$\text{SPF} = 11,7297$$

G.3 Contoh Perhitungan Nilai Persen Transmisi Eritema

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

Penimbangan sampel krim sebesar 28,5 mg. Dalam 28,5 mg krim terkandung 7% bahan aktif anti UV, sehingga dalam 28,5 mg terkandung 1,995 mg bahan aktif. Krim yang telah ditimbang tersebut diencerkan dengan isopropanol sehingga sampel dalam kuvet sebesar 0,1425 g/l. Nilai absorbansi pada pada 0,1425 g/l diubah menjadi 1 g/l.

Contoh nilai absorbansi sebesar 0,592

$$\frac{1 \text{ g/l}}{0,1425 \text{ g/l}} \times 0,592 = 4,154386$$

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

$$A = -\log T$$

$$4,154386 = -\log T$$

$$T = 0,007008322 \%$$

Selanjutnya dihitung T x Fe untuk nilai % transmisi eritema

$$\begin{aligned} T \times Fe &= 0,007008322 \times 1,139 \mu \text{ W/cm}^2 \\ &= 0,007982479 \% \mu \text{ W/cm}^2 \end{aligned}$$

Selanjutnya, nilai % transmisi eritema dihitung berdasarkan rumus.

$$\% \text{ Transmisi eritema} = \frac{\sum(T \times Fe)}{\sum Fe}$$

Sehingga, formula ini memiliki nilai % transmisi eritema sebesar 0,00034775.

G.4 Contoh Perhitungan Nilai Persen Transmisi Pigmentasi

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

Penimbangan sampel krim sebesar 28,5 mg. Dalam 28,5 mg krim terkandung 7% bahan aktif anti UV, sehingga dalam 28,5 mg terkandung 1,995 mg bahan aktif. Krim yang telah ditimbang tersebut diencerkan dengan isopropanol sehingga sampel dalam kuvet sebesar 0,1425 g/l. Nilai absorbansi pada pada 0,1425 g/l diubah menjadi 1 g/l.

Contoh nilai absorbansi sebesar 0,592

$$\frac{1 \text{ g/l}}{0,1425 \text{ g/l}} \times 0,592 = 4,154386$$

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

$$A = -\log T$$

$$4,154386 = -\log T$$

$$T = 0,007008322 \%$$

Selanjutnya dihitung $T \times F_p$ untuk nilai % transmisi pigmentasi

$$\begin{aligned} T \times F_e &= 0,007008322 \times 1,079 \mu \text{ W/cm} \\ &= 0,002520243 \mu \text{ W/cm}^2 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk nilai % transmisi pigmentasi dihitung berdasarkan rumus

$$\% \text{ Transmisi Pigmentasi} = \frac{\sum(T \times F_p)}{\sum F_p}$$

Sehingga, formula ini memiliki nilai % transmisi pigmentasi sebesar 0,0154.

H. TABEL TETAPAN FLUKS ERITEMA DAN TETAPAN FLUKS PIGMENTASI

Absorbansi	Tetapan Fluks Eritema	Tetapan Fluks Pigmentasi
292,5	1,1390	-
297,5	6,5100	-
302,5	10,0000	-
307,5	3,5770	-
312,5	0,9734	-
317,5	0,5670	-
322,5	0,4550	1,0790
327,5	0,2890	1,0200
332,5	0,1290	0,9360
337,5	0,0456	0,7980
342,5	-	0,6690
347,5	-	0,5700
352,5	-	0,4880
357,5	-	0,4560
362,5	-	0,3560
367,5	-	0,3100
372,5	-	0,2600