



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

SKRIPSI

Oleh

**Novia Kristanti
NIM 122210101112**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



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

SKRIPSI

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

Oleh

**Novia Kristanti
NIM 122210101112**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

1. Tuhan Yesus yang selalu melimpahkan kasih, berkat, cinta, dan pertolongan-Nya selama hidup penulis.
2. Bapak Sudjono H. M. dan Ibu Sri Harini, yang selalu memberikan doa, pengorbanan, kasih sayang, dan dukungan selama hidup penulis.
3. Bapak dan Ibu Guru SDN 4 Siliragung, SMPN 1 Gambiran, SMAN 1 Gambiran, serta dosen dan segenap civitas akademika Universitas Jember khususnya Fakultas Farmasi, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
4. Teman-teman seperjuangan Farmasi 2012 dan almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTTO

“ Karena itu Aku berkata kepadamu: apa saja yang kamu minta dan doakan, percayalah bahwa kamu telah menerimanya, maka hal itu akan diberikan kepadamu ”

(Markus 11 : 24)

“ Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-Ku mengenai kamu, demikianlah firman Tuhan, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan “

(Yeremia 29 : 11)

“ Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apa pun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan syukur ”

(Filipi 4 : 6)

“ Sebab kamu tahu, bahwa dalam persekutuan dengan Tuhan jerih payahmu tidak sia-sia”

(1 Korintus 15 : 58b)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Novia Kristanti

NIM : 122210101112

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

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

Jember, 09 Juli 2019

Yang menyatakan,

Novia Kristanti

NIM 122210101112

SKRIPSI

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

Oleh

Novia Kristanti

NIM 122210101112

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Lidya Ameliana, S.Si., Apt., M.Farm.

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

PENGESAHAN

Skripsi Berjudul “Pengaruh Vitamin C dan Paparan Sinar Uv terhadap Efektivitas *In Vitro Lotion* Tabir Surya *Benzophenone-3* dan *Octyl Methoxycinnamate* dengan Kombinasi Vitamin E sebagai Fotoprotektor” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Lidya Ameliana, S.Si., Apt., M.Farm
NIP 198004052005012005

Lusia Oktora R.K.S., S.F., M.Sc., Apt
NIP 197910032003122001

Tim Penguji

Dosen Penguji Utama

Dosen Penguji Anggota

Dwi Nurahmanto, S.Farm., M.Sc., Apt
NIP 198401242008011001

Dr. Lina Winarti, S.Farm., M.Sc., Apt
NIP 197910192006042002

Mengesahkan

Dekan,

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

NIP 197604142002122001

RINGKASAN

Pengaruh Vitamin C dan Paparan Sinar UV terhadap Efektivitas *In Vitro* Lotion Tabir Surya *Benzophenone-3* dan *Octyl Methoxycinnamate* dengan Kombinasi Vitamin E sebagai Fotoprotektor; Novia Kristanti, 122210101112; 2019; 140 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember

Matahari memiliki tiga spektrum utama yaitu sinar tampak, sinar ultraviolet dan sinar inframerah. Sinar ultraviolet sendiri terbagi menjadi tiga bagian yaitu UVA (320-440 nm) yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna kulit, UVB (290-320 nm) yang mampu menyebabkan eritema, melanogenesis, dan kerusakan DNA, UVC (200-290 nm) menyebabkan kanker pada kulit. Upaya untuk melindungi kulit dari efek merugikan sinar ultraviolet yaitu dengan menggunakan perlindungan buatan, seperti tabir surya yang dapat menyerap sinar matahari sedikitnya 85% .

Mekanisme tabir surya dibagi menjadi 2, yaitu pemblok fisik (*physical blockers*) seperti TiO₂ dan penyerap kimia (*chemical absorber*) seperti *benzophenone-3* sebagai anti UVA dan *octyl methoxycinnamate* sebagai anti UVB. Kombinasi *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* umum digunakan dalam sediaan tabir surya dan mampu meningkatkan nilai SPF *in vitro* dalam sediaan tabir surya. Namun, kombinasi tersebut dapat mengalami degradasi dengan paparan sinar UV. Ketidakstabilan dari kombinasi tersebut dapat diatasi dengan menambahkan fotoprotektor seperti vitamin E dan antioksidan seperti vitamin C.

Lotion merupakan salah satu emulsi yang digunakan sebagai obat luar dan sediaan *lotion* dipilih pada penelitian ini. Evaluasi sediaan *lotion* terdiri dari evaluasi sifat fisika kimia yaitu dengan pengujian organoleptis, tipe emulsi, viskositas, pH, daya sebar dan efektivitas *in vitro* yang ditentukan dengan nilai SPF *in vitro*, persentase Transmisi Eritema dan persentase Transmisi Pigmentasi. Penentuan efektivitas sediaan tabir surya dapat dilakukan sebelum dan sesudah paparan sinar UV. Pada penelitian ini menggunakan program SPSS 16.0 sebagai analisis statistik datanya.

Sediaan *lotion* dibuat sebanyak 5 macam formula yaitu F1, F2, F3, F4, dan F5 yang didalamnya terdapat kandungan vitamin E sebesar 5% dan vitamin C dengan masing-masing konsentrasi sebesar 0%, 1%, 2,5%, 5% dan 10%. Nilai SPF sebelum paparan sinar UV secara berurutan adalah 13,4742; 16,4545; 26,4188; 22,2878; 18,8386; yang memiliki perbedaan signifikan. Nilai SPF setelah paparan sinar UV secara berurutan adalah 9,1636; 13,4177; 18,4064; 14,2258; 10,0932. Konsentrasi vitamin C mampu memberikan peningkatan terhadap nilai SPF, terbukti dengan nilai SPF pada masing-masing formula meningkat. Hasil analisis statistik nilai SPF sebelum dan setelah paparan sinar UV menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada tiap formula.

Nilai persen transmisi eritema sebelum paparan sinar UV dari kelima formula adalah 0,00205; 0,002269; 0,00195; 0,00227; 0,0023 sedangkan nilai persen eritema setelah paparan sinar UV dari kelima formula adalah 0,00418; 0,00426; 0,0035; 0,00393; 0,00432. Kelima formula memiliki kategori yang sama yaitu *Total Block*. Hasil analisis statistik nilai persen eritema sebelum dan setelah paparan sinar UV menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan.

Nilai persen transmisi pigmentasi sebelum paparan sinar UV dari kelima formula adalah 10,0493; 13,1491; 9,4384; 10,7456; 14,5307 sedangkan nilai persen pigmentasi setelah paparan sinar UV dari kelima formula adalah 12,3552; 14,3939; 11,0634; 13,5432; 14,6739. Kelima formula memiliki kategori yang sama yaitu *Total Block*. Hasil analisis statistik nilai persen pigmentasi sebelum dan setelah paparan sinar UV menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan. Berdasarkan hasil penentuan nilai transmisi eritema dan pigmentasi baik yang sebelum maupun setelah paparan sinar UV menunjukkan bahwa nilai yang memenuhi persyaratan.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan YME atas kasih dankarunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Vitamin C dan Paparan Sinar UV Terhadap Efektivitas *In Vitro Lotion* Tabir Surya *Benzophenone-3* dan *Octyl Methoxycinnamate* dengan Kombinasi Vitamin E Sebagai Fotoprotektor”. 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. Tuhan Yesus, atas kasih-Nya dan lawatan-Nya yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi.
2. Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M. Farm selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember.
3. Ibu Lidya Ameliana, S. Si., Apt., M. Farm, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Lusia Oktora R. K. S., S. F., M. Sc., Apt selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu serta dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan, dorongan, perhatian, dan saran kepada penulis demi terselesaikannya penulisan skripsi ini.
4. Bapak Dwi Nurahmanto, S. Farm., M. Sc., Apt selaku Dosen Penguji I dan Ibu Dr. Lina Winarti, S. Farm., M. Sc., Apt selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan saran dalam proses penulisan skripsi ini.
5. Ibu Nia Kristiningrum, S. Farm., Apt., M. Farm selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan tidak hanya bimbingan akademik melainkan juga motivasi diri kepada penulis selama menempuh perkuliahan di Fakultas Farmasi Universitas Jember.
6. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan, saran dan kritik kepada penulis.

7. Ayahanda Sudjono H. M. dan Ibunda Sri Harini terimakasih selalu memberikan doa, kasih sayang, pengorbanan, perhatian, tenaga, dan pikiran kepada penulis, terimakasih untuk selalu ada bagi penulis.
8. Bapak Pendeta Meidy Rumenser, S. Th dan Ibu Jenny Theresia, S. Th terimakasih selalu mendoakan, memberi siraman rohani, menjadi orang tua rohani dan perhatian kepada penulis.
9. Elivia Rosa Anggraini, S. Farm., Apt (Elip), Sendy Puspitosari, S. Farm., Apt (Ncen), dan Gede Yoga Wijaya telah menjadi sahabat terbaik yang selalu ada untuk penulis, terimakasih atas semua keceriaan, bantuan, perhatian, kasih sayang dan pelajarannya kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan Ciwi - Ciwi Surya Bersinar, Herlita Putri Silalahi, S. Farm., Apt, Siti Uswatun Hasanah, S. Farm., dan Sendy Puspitosari, S. Farm., Apt yang selalu memberi semangat, tenaga, pikiran, dan meluangkan waktu untuk membantu penulisan skripsi ini.
11. Teman-teman Pejuang Akhir Faridatul Hasanah, S. Farm., Dhita Oktavia W, S. Farm., Nanda Suryaning R, S. Farm., Annisa Ragdha E.N, Diah Nurmalasari, S. Farm., Mas'uliatin Nasucha dan Novialda Nitiyacasari, S. Farm yang telah memberikan bantuan baik tenaga maupun pikiran kepada penulis.
12. Keluarga besar UKMKK Filadelfia Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah mengajarkan arti solidaritas, kepemimpinan, kepedulian, dan banyak hal kepada penulis.
13. Keluarga besar Petrok Rolass yang telah berjuang bersama-sama baik suka maupun duka demi gelar Sarjana Farmasi, terimakasih atas kekompakan, kekeluargaan, semangat, bantuan, dan perhatian kepada penulis.
14. Ibu Itus, Mbak Titin, Mbak Hani, Ibu Wayan, dan Mbak Indri, terimakasih telah banyak membantu pengerjaan skripsi di laboratorium.
15. Seluruh civitas akademika dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Hanya doa yang dapat penulis ucapkan semoga segala kebaikan yang diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Tuhan. Penulis juga

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

Jember, 09 Juli 2019

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.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>Lotion</i>	6
2.2 Tabir Surya.....	6
2.2.1 Tinjauan Tabir Surya.....	6
2.2.2 Efektivitas Tabir Surya.....	7
2.3 Radiasi Matahari.....	10
2.4 Kulit.....	11
2.4.1 Anatomi Kulit.....	12
2.4.2 Fungsi Kulit.....	14
2.4.3 Respon Kulit terhadap Paparan Sinar UV	15

2.4.4 Mekanisme Perlindungan Alami Kulit.....	16
2.5 Tinjauan Bahan Penelitian.....	17
2.5.1 <i>Benzophenone-3</i>	17
2.5.2 <i>Octyl methoxycinnamate</i>	16
2.5.3 Vitamin E	18
2.5.4 Vitamin C	19
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	21
3.4 Prosedur Penelitian	22
3.4.1 Rancangan Formula Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya	22
3.4.2 Pembuatan Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	22
3.4.3 Evaluasi Sediaan <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	23
3.4.4 Penentuan Nilai SPF <i>in vitro</i>	24
3.4.5 Penentuan Nilai Persen Transmisi Eritema (%TE).....	25
3.4.6 Penentuan Nilai Persen Transmisi Pigmentasi (%TP).....	27
3.5 Analisis Data	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Hasil Pembuatan <i>Lotion</i> Tabir Surya	28
4.2 Hasil Evaluasi <i>Lotion</i> Tabir Surya	29
4.2.1 Hasil Pengujian Sifat Fisika Kimia <i>Lotion</i> Tabir Surya...29	
4.2.2 Hasil Penentuan Efektivitas <i>Lotion</i> Tabir Surya	35
BAB 5. PENUTUP.....	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	50
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	54
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Kulit	11
Gambar 2.2 Struktur Epidermis	12
Gambar 2.3 Struktur <i>Benzophenone-3</i>	17
Gambar 2.4 Struktur <i>Octyl Methoxycinnamate</i>	17
Gambar 2.5 Struktur Vitamin E	18
Gambar 2.6 Struktur Vitamin C	19
Gambar 3.1 Skema Langkah Kerja Penelitian	21
Gambar 4.1 Hasil Pembuatan <i>Lotion</i> Tabir Surya	28
Gambar 4.2 Hasil Uji Tipe <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	30

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Bahan Tabir Surya	7
Tabel 2.2 Kategori Produk Tabir Surya	8
Tabel 2.3 Kategori Tabir Surya berdasarkan Nilai %TE dan Nilai %TP.....	10
Tabel 3.1 Rancangan Formula	22
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Organoleptis <i>Lotion</i> Tabir Surya	29
Tabel 4.2 Hasil Pengujian pH <i>Lotion</i> Tabir Surya.....	31
Tabel 4.3 Hasil Uji LSD Nilai pH.....	32
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Viskositas <i>Lotion</i> Tabir Surya	33
Tabel 4.5 Hasil Uji LSD Nilai Viskositas	33
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Daya Sebar <i>Lotion</i> Tabir Surya	34
Tabel 4.7 Hasil Uji <i>Mann-Whitney</i> Nilai Daya Sebar.....	35
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Nilai SPF Sebelum Paparan Sinar UV	36
Tabel 4.9 Hasil Uji LSD Nilai SPF <i>In Vitro</i> Sebelum Paparan Sinar UV	37
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Nilai SPF Setelah Paparan Sinar UV.....	38
Tabel 4.11 Perbandingan Nilai SPF Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV	39
Tabel 4.12 Hasil Penentuan Perbandingan Nilai SPF <i>In Vitro Lotion</i> Tabir Surya Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV.....	40
Tabel 4.13 Hasil Uji <i>Mann-Whitney</i> Perbandingan Nilai SPF <i>Lotion</i> Tabir Surya Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV.....	41
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Nilai Persen TE Sebelum Paparan Sinar UV.....	41
Tabel 4.15 Hasil Uji LSD Nilai Persen TE Sebelum Paparan Sinar UV	42
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Persen Transmisi Eritema Setelah Paparan Sinar UV.....	43
Tabel 4.17 Perbandingan Nilai Persen TE Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV.....	44
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Persen TP Sebelum Paparan Sinar UV	45
Tabel 4.19 Hasil Uji LSD Nilai Persen TP Sebelum Paparan Sinar UV	45

Tabel 4.20 Hasil Pengujian Persen TP Setelah Paparan Sinar UV46
Tabel 4.21 Perbandingan Nilai Persen TP Sebelum dan Setelah
Paparan Sinar UV47



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. PENGUJIAN VISKOSITAS	55
A.1 Hasil Pengujian Viskositas.....	55
A.2 Hasil Analisis Statistik Pengujian Viskositas	55
B. PENGUJIAN PH	58
B.1 Hasil Pengujian pH.....	58
B.2 Hasil Analisis Statistik Pengujian pH	58
C. PENGUJIAN DAYA SEBAR	65
C.1 Hasil Pengujian Daya Sebar	65
C.2 Hasil Analisis Statistik Pengujian Daya Sebar.....	67
D. HASIL PENGUJIAN SPF	71
D.1 Profil Serapan <i>Lotion</i> Tabir Surya dalam Pelarut Isopropanol	71
D.2 Tabulasi Absorbansi dan Nilai SPF	76
D.2.1 Sebelum Paparan Sinar UV.....	76
D.2.2 Setelah Paparan Sinar UV	84
D.3 Hasil Analisis Statistik Data SPF.....	93
D.3.1 <i>One-Way</i> ANOVA SPF Sebelum	93
D.3.2 <i>One-Way</i> ANOVA SPF Setelah.....	96
D.3.3 T-Test Berpasangan	102
D.4 Selisih Sebelum dan Setelah	103
E. HASIL PENGUJIAN NILAI TRANSMISI ERITEMA DAN PIGMENTASI	110
E.1 Profil Serapan <i>Lotion</i> Tabir Surya Dalam Pelarut Isopropanol.....	110
E.2 Tabulasi Absorbansi Persen Transmisi Eritema Dan Persen Transmisi Pigmentasi.....	112
E.2.1 Sebelum paparan sinar UV	112
E.2.2 Setelah paparan sinar UV	114
E.3 Nilai Tetapan Fluks Eritema dan Pigmentasi	117
E.4 Hasil Analisis Statistik Persen Transmisi Eritema	117

E.4.1	<i>One-Way</i> ANOVA Persen TE Sebelum Paparan	117
E.4.2	<i>One-Way</i> ANOVA Persen TE Setelah Paparan	120
E.4.3	T-TEST	127
E.5	Hasil Analisis Statistik Persen Transmisi Pigmentasi	128
E.5.1	Uji <i>One-Way</i> ANOVA Persen TP Sebelum Paparan	128
E.5.2	Uji <i>One-Way</i> ANOVA Persen TP Setelah Paparan	130
E.5.3	T-TEST	132
F.	CONTOH PERHITUNGAN.....	133
F.1	Contoh Perhitungan Preparasi Sampel	133
F.2	Contoh Perhitungan Nilai SPF <i>In vitro</i>	133
F.3	Contoh Perhitungan Nilai % Transmisi Eritema	134
F.4	Contoh Perhitungan Nilai % Transmisi Pigmentasi	135
G.	SERTIFIKAT ANALISIS BAHAN	136
G.1	Sertifikat <i>Octyl Methoxycinnamate</i>	136
G.2	Sertifikat <i>Benzophenone-3</i>	137
G.3	Sertifikat Vitamin C	138
G.4	Sertifikat Vitamin E	139



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matahari memiliki peranan penting bagi makhluk hidup. Salah satu keuntungan sinar matahari adalah membantu produksi vitamin D dengan cara mengaktivasi 7-dehidrokolesterol (provitamin D3) pada epidermis, sehingga dapat meningkatkan absorpsi kalsium dalam usus halus (Djuanda, 2007). Selain memiliki yang efek menguntungkan, matahari juga memiliki efek merugikan yaitu didasarkan dari seberapa sering dan lamanya sinar matahari terpapar pada kulit, kepekaan kulit seseorang, serta intensitas matahari (Soeratri *et al.*, 2005^a). Pada kulit yang terpapar terlalu lama dapat menimbulkan terjadinya kerusakan epidermis yang dapat disebut *sunburn*, penuaan dini dan pigmentasi serta terjadi perubahan susunan jaringan dalam lapisan epidermis, bahkan paling parah dapat menyebabkan efek kronik yaitu terjadinya kanker kulit (Soeratri *et al.*, 2005^b).

Radiasi ultraviolet terdiri dari UVA (320-400 nm), UVB (290-320 nm), dan UVC (200-290nm). Hanya UVA dan UVB yang mencapai permukaan bumi. Umumnya, UVB hanya menembus ke dalam epidermis, sedangkan UVA menembus sampai ke dermis. UVA dan UVB menyebabkan perubahan kulit, UVB sekitar 50 sampai 100 kali lebih kuat daripada UVA untuk menginduksi perubahan ini. Radiasi UVB lebih kuat daripada radiasi UVA untuk menyebabkan eritema, melanogenesis, dan kerusakan DNA (Caswell, 2001). Sedangkan UVC mampu menyebabkan kanker pada kulit tetapi sinar dari UVC tidak dapat sampai ke bumi karena sudah tersaring di lapisan paling luar bumi (Jones dan Elizabeth, 2000)

Penyebab paparan radiasi UVA yaitu terjadi perubahan warna pada kulit menjadi kecoklatan (pigmentasi) dan tidak ada efek kemerahan sebelumnya (Rosita, 2010). Oleh karena itu, dilakukan beberapa upaya untuk melindungi kulit dari paparan sinar UV serta pengaruh negatif akibat radiasi sinar matahari, yaitu dengan menggunakan perlindungan buatan, seperti tabir surya yang dapat menyerap sinar matahari sedikitnya 85% pada panjang gelombang 290-400 nm (Zulkarnain *et al.*, 2013; Wungkana *et al.*, 2013).

Tabir surya merupakan bahan kosmetik yang mampu menghambat penetrasi sinar UV ke dalam kulit (Shovyana dan Zulkarnain, 2013). Mekanisme kerjanya dibagi menjadi 2, yaitu pemblok fisik (*physical blockers*) dan penyerapan kimia (*chemical absorber*). Pemblok fisik mampu menghamburkan radiasi dari UVA maupun UVB, misalnya senyawa anorganik seperti TiO₂ dan ZnO (Shaath, 2005). Penggunaan senyawa anorganik tersebut telah terbukti mampu memberikan manfaat mencegah terjadinya kerusakan pada kulit akibat radiasi sinar matahari, namun efektivitasnya tergantung dari ketebalan penggunaan, konsentrasi dan kemampuan terdispersi (Harry, 1982). Bahan aktif tabir surya penyerap kimiawi memiliki kemampuan untuk mengabsorpsi energi radiasi sinar UV, dibedakan menjadi dua, yaitu: anti UVA contohnya adalah *benzophenone*, *anthranilate* dan *dibenzoylmethane*; anti UVB contohnya adalah senyawa turunan *para amino benzoic acid* (PABA), turunan sinamat, dan turunan salisilat (Barel *et al.*, 2009).

Benzophenone-3 dan *octyl methoxycinnamate* merupakan senyawa anti UVA dan anti UVB yang umum digunakan dalam sediaan tabir surya. *Benzophenone-3* merupakan salah satu senyawa tabir surya anti UVA yang paling efisien dan banyak digunakan. Kombinasi *benzophenone-3* sebagai senyawa anti UVA dengan *octyl methoxycinnamate* sebagai senyawa anti UVB akan meningkatkan nilai SPF *in vitro* dalam sediaan tabir surya (Barel *et al.*, 2009). Akan tetapi, baik *benzophenone-3* maupun *octyl methoxycinnamate* dapat mengalami degradasi dengan pemaparan sinar UV (Barel *et al.*, 2009). Paparan cahaya matahari langsung selama 5 jam dapat menurunkan kadar *octyl methoxycinnamate* dalam sediaan, hal tersebut dikarenakan lebih dari 34% *octyl methoxycinnamate* mengalami fotodegradasi dalam waktu satu jam pada penyinaran awal (Astuti, 1997). Didukung dengan pernyataan Pattanaargson dan Limphong (2000) bahwa *octyl methoxycinnamate* mengalami fotodegradasi yaitu dari *E-octyl-p-methoxycinnamate* membentuk *Z-octyl-p-methoxycinnamate* setelah paparan sinar matahari dan hasil degradasinya dapat menurunkan efektivitas *octyl methoxycinnamate* sebagai tabir surya.

Antioksidan merupakan bahan yang digunakan dalam sediaan topikal, terutama dalam sediaan kosmetik (Barel *et al.*, 2009). Antioksidan dalam formulasi tabir surya memiliki fungsi sebagai *photoprotection agent* (Scalia dan Mezzena,

2010). Vitamin E, vitamin C, dan β -carotene merupakan contoh *photoprotecting agent* (Offord *et al.*, 2002). Pada sediaan tabir surya penambahan vitamin E dan vitamin C mampu meningkatkan nilai SPF (Khamsiah *et al.*, 2012). Konsentrasi vitamin E yang digunakan pada sediaan topikal adalah 1% - 5% (Mukul *et al.*, 2011), sedangkan konsentrasi vitamin C pada sediaan topikal adalah 20% (Pinnel *et al.*, 2001).

Penentuan dari efektivitas *in vitro* dengan menggunakan nilai *Sun Protection Factor* (SPF), presentase transmisi eritema (%TE) dan presentase pigmentasi (%TP). Sediaan tabir surya dikatakan mampu melindungi kulit dari paparan radiasi matahari jika memiliki nilai SPF yang tinggi (Dutra *et al.*, 2004).

Sediaan tabir surya memiliki berbagai bentuk sediaan, salah satunya adalah *lotion*. *Lotion* merupakan sediaan cair yang mengandung partikel yang terdispersi dalam pembawanya, yaitu suatu suspensi atau emulsi topikal yang ditujukan untuk kulit. Kelebihan dari sediaan *lotion* yaitu mampu melembutkan kulit, memiliki daya *spreading* yang baik, serta cepat kering setelah pengaplikasian (USP, 2007), karena tabir surya ini ditujukan untuk penggunaan kulit tubuh maka dipilih sediaan *lotion*.

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh penambahan vitamin C dan paparan sinar UV terhadap efektifitas *in vitro* (SPF, %TE, %TP) dengan menggunakan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* serta kombinasi vitamin E sebagai fotoprotektor.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan vitamin C terhadap mutu fisika *lotion* tabir surya (pH, viskositas, tipe emulsi, daya sebar) dengan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* serta kombinasi vitamin E sebagai fotoprotektor?
2. Formula manakah yang memenuhi persyaratan efektivitas tabir surya yaitu SPF *in vitro* menurun, % TE meningkat, %TP meningkat pada sediaan *lotion* tabir surya dengan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* serta kombinasi vitamin E sebagai fotoprotektor?

3. Berapakah konsentrasi vitamin C yang dapat memberikan peningkatan efektivitas sediaan *lotion* tabir surya yang terbaik (SPF *in vitro* menurun, % TE meningkat, % TP meningkat)?
4. Bagaimana pengaruh paparan sinar UV terhadap efektivitas *lotion* tabir surya (SPF *in vitro*, % TE, % TP) dengan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* serta kombinasi vitamin E sebagai fotoprotektor dan formulasi manakah yang memiliki paling besar penurunannya ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan vitamin C terhadap mutu fisika *lotion* tabir surya (pH, viskositas, tipe emulsi, daya sebar) dengan bahan aktif *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan kombinasi vitamin E sebagai fotoprotektor.
2. Mengetahui formula sediaan *lotion* tabir surya dengan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* serta kombinasi vitamin E sebagai fotoprotektor telah memenuhi persyaratan efektivitas tabir surya yaitu SPF *in vitro* menurun, % TE meningkat, % TP meningkat.
3. Mengetahui konsentrasi vitamin C yang dapat memberikan peningkatan efektivitas sediaan *lotion* tabir surya yang terbaik (SPF *in vitro* menurun, % TE meningkat, % TP meningkat).
4. Mengetahui pengaruh paparan sinar UV terhadap efektivitas *lotion* tabir surya (SPF *in vitro*, % TE, dan % TP) dengan bahan aktif *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan penambahan vitamin C serta vitamin E sebagai fotoprotektor serta mengetahui formulasi yang memiliki paling besar penurunannya.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengembangan formula *lotion* tabir surya dan dapat menginformasikan tentang pengaruh penambahan vitamin C dan paparan sinar UV terhadap efektivitas *in vitro*

lotion tabir surya dengan menggunakan bahan aktif *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan kombinasi vitamin E sebagai fotoprotektor.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Lotion*

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

Lotion berfungsi sebagai pertahanan kulit agar kulit tetap lembab, pelembut dan pembersih, serta pencegah hilangnya air. Untuk membuat formula *lotion* yang sesuai kriteria yaitu, mudah dioles dan dicuci serta tidak berbau tengik, maka diperlukan konsentrasi bahan yang sesuai (Balsam, 1970). Penyusun *lotion* terdiri dari basis, bahan aktif, pelembab, pengemulsi, pewangi, pelarut, dan pengawet. *Lotion* dibuat dengan cara pemanasan dan pengadukan bahan yang larut dalam fase lemak. Pada umumnya pembawa dari *lotion* adalah air.

Konsistensi yang berbentuk cair diharapkan lebih mudah menyebar, cepat merata, dan segera kering setelah pemakaian serta meninggalkan lapisan tipis pada permukaan kulit (Lachman *et al.*, 1994). Sediaan topikal tabir surya yang sering digunakan oleh masyarakat adalah sediaan *lotion* karena penggunaannya yang mudah merata dan cepat menyebar luas pada permukaan kulit sehingga lekas kering dan hanya meninggalkan lapisan tipis dari komponen obat pada permukaan kulit (Ansel, 1989)

2.2 Tabir Surya

2.2.1 Tinjauan Tabir Surya

Tabir surya adalah sediaan yang mengandung senyawa kimia yang mampu menyerap, menghamburkan atau memantulkan sinar UV yang mengenai kulit sehingga dapat digunakan untuk melindungi fungsi dan struktur kulit manusia dari kerusakan akibat sinar UV (FDA, 2003). Produknya memiliki peranan untuk mengurangi dosis radiasi UV sehingga dapat mencegah kerusakan kulit (Draelos dan Thaman, 2006).

Terdapat dua mekanisme tabir surya yaitu, tabir surya penyerap kimia dan tabir surya pemblok fisika, berikut pada tabel 2.1 bahan-bahan yang dapat digunakan :

Tabel 2.1 Komponen Bahan Tabir Surya (Barel *et al.*, 2009)

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

2.2.2 Efektivitas Tabir Surya

Soeratri *et al* (2005) menyatakan bahwa *Sun Protection Factor* (SPF), persentase transmisi eritema (persen TE), dan persentase transmisi pigmentasi (persen TP) dapat menunjukkan efektivitas tabir surya. SPF adalah perbandingan MED pada kulit manusia yang terlindungi tabir surya dengan MED kulit yang tidak ada perlindungan tabir surya (Walters, 2002). MED merupakan nilai sensitivitas kulit terhadap paparan UV.

Persentase transmisi eritema/pigmentasi dapat diperoleh dengan membandingkan jumlah energi sinar UV yang diteruskan oleh sediaan tabir surya pada spektrum eritema/pigmentasi dengan jumlah faktor keefektifan eritema pada tiap panjang gelombang dalam rentang 292,5–337,5 nm (Cumpelik, 1972).

1. Evaluasi nilai SPF (*Sun Protection Factor*)

Nilai SPF *in vitro* dapat diperoleh menggunakan metode spektrofotometri. Hubungan antara SPF dan spektrofotometri adalah (Petro, 1981) :

$$\text{Log SPF} = \frac{\text{AUC}}{\lambda_n - \lambda_1} \times 2 = A_{\text{rata-rata}} = A \dots\dots\dots (2.1)$$

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

$\lambda_p - \lambda_a$ = interval aktivitas eritemogenik

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

$$[AUC]_{\lambda_p - \lambda_a}^{\lambda_p} = \frac{A_{p-a} + A_p}{2} (\lambda_p - \lambda_a) \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan : AUC = luas daerah dibawah kurva serapan

A_p = serapan pada panjang gelombang p

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

Semua radiasi dapat terserap lapisan ozon jika panjang gelombangnya dibawah 290 nm. Maka dari itu, pada panjang gelombang 290 nm dinyatakan dengan λ_1 sedangkan panjang gelombang diatas 290 nm nilai absorbansi lebih besar atau sama dengan 0,05 dinyatakan dengan λ_n . Asumsi sensitivitas kulit diabaikan, jika nilai lebih dari 400 nm (Petro, 1981).

Tabel 2.2 Kategori Produk Tabir Surya (Harry, 1982)

Kategori	Nilai SPF	Keterangan
<i>Minimal Sun Protection Product</i>	2-3	Memberikan perlindungan minimal dari <i>sunburn</i> dan dapat mengakibatkan <i>tanning</i> .
<i>Moderate Sun Protection Product</i>	4-5	Memberikan perlindungan sedang dari <i>sunburn</i> dan mampu mengakibatkan <i>sunburn</i> .
<i>Extra Sun Protection Product</i>	6-7	Memberikan perlindungan <i>extra</i> dari <i>sunburn</i> dan <i>tanning</i> yang terjadi terbatas.
<i>Maximal Sun Protection Product</i>	8-15	Memberikan perlindungan maksimal dari <i>sunburn</i> , sedikit atau tidak terjadi <i>tanning</i> .
<i>Ultra Sun Protection Product</i>	>15	Memberikan perlindungan paling tinggi terhadap <i>sunburn</i> , dan tidak mengakibatkan <i>tanning</i> .

2. Evaluasi Persen TE

Perhitungan persen TE dapat diperoleh dengan metode spektrofotometri, yaitu pada panjang gelombang eritemogenik, intensitas sinar yang diteruskan oleh bahan tabir surya akan diukur. Daerah eritemogenik merupakan sinar matahari

dengan panjang gelombang 290-400 nm serta efektivitas tertingginya pada panjang gelombang 297,6 nm.

Persentase TE dapat diperoleh dengan mengamati nilai serapan larutan sediaan yang dibuat dengan panjang gelombang 292,5-337,5 nm. Interval pengamatan 5 nm (Kreps dan Goldemberg, 1972; Soeratri *et al.*, 2005^b). Cumpelik (1972) menyatakan bahwa menghitung nilai serapan untuk 1g/L (A) dan persen nilai transmisi (T) menggunakan nilai serapan yang didapat dari replikasi dengan rumus :

$$A = -\log T \dots\dots\dots (2.3)$$

Hasil kali antara nilai transmisi dengan faktor efektivitas eritema (Fe) pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm adalah nilai transmisi eritema dan untuk memperoleh nilai persen TE yaitu membaginya dengan total *incident erithemal energy* (ΣFe). Berikut merupakan persamaan persen TE (Cumpelik, 1972) :

$$\% \text{ Transmisi Eritema} = \frac{\Sigma (T \cdot Fe)}{\Sigma Fe} \dots\dots\dots (2.4)$$

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

3. Evaluasi Persen TP

Cumpelik (1972) menyatakan bahwa pada panjang gelombang pigmentasi dapat diukur intensitas sinar yang diteruskan oleh tabir surya untuk memperoleh nilai persen TP yang ditentukan dengan metode spektrofotometri.

Metode spektrofotometri digunakan untuk mengukur serapan di panjang gelombang 332,5-372,5 nm yang akan menghasilkan nilai transmisi pigmentasi. Interval pengamatan adalah 5 nm. Nilai serapan yang diperoleh kemudian di hitung untuk 1g/L/cm dan persen TP 1g/L dengan rumus (Cumpelik, 1972) :

$$\% \text{ Transmisi Pigmentasi} = \frac{\Sigma (T \times Fp)}{\Sigma Fp} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan : T = nilai persen transmisi pigmentasi

- F_p = tetapan fluks pigmentasi
 F_p = jumlah total fluks pigmentasi sinar matahari
 $(T.F_p)$ = banyaknya fluks pigmentasi yang diteruskan bahan tabir surya pada panjang gelombang 332,5–372,5 nm (spektrum pigmentasi).

Pada tabel 2.3 dapat dilihat kategori Tabir Surya berdasarkan nilai persen TE dan persen TP:

Tabel 2.3. Kategori Tabir Surya berdasarkan Nilai persen Transmisi Eritema dan Nilai persen Transmisi Pigmentasi (Kreps dan Goldemberg, 1972)

Kategori Sediaan	Rentang Transmisi UV	
	Eritema	Pigmentasi
Sunblok	<1%	3-40%
Proteksi ekstra	1-6%	42-86%
Suntan Reguler	6-12%	45-86%
Tanning cepat	10-18%	45-84%

2.3 Radiasi Matahari

Matahari memiliki spektrum kontinu dari radiasi elektromagnetik yang terbagi menjadi tiga spektrum utama panjang gelombang: ultraviolet, tampak dan inframerah (Narayanan *et al.*, 2010). Sinar ultraviolet (UV) merupakan sinar matahari yang tidak dapat dilihat dengan mata. Panjang gelombang sinar ini adalah 200nm – 400nm (Anonim, 2009).

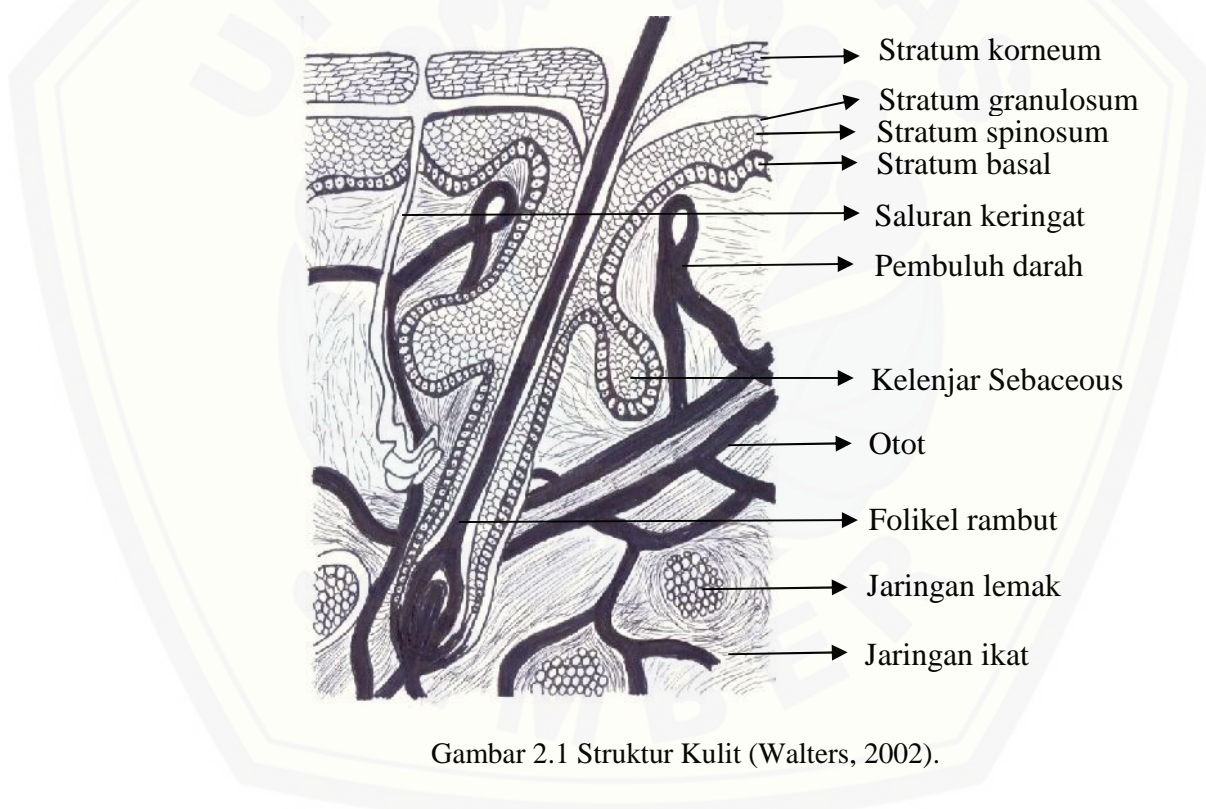
Sinar matahari bermanfaat untuk manusia yaitu untuk mensintesis vitamin D, memberikan penerangan untuk kehidupan dan sumber energi. Namun disisi lain sinar matahari dapat merugikan manusia apabila terpapar pada kulit terlalu lama (Anonim, 2009; Lim dan Draelos, 2009).

UVA pada panjang gelombang 320-400 nm, UVB pada panjang gelombang 290-320 nm, dan UVC pada panjang gelombang 200-290 nm merupakan tiga bagian dari sinar UV (Barel *et al.*, 2009; Tahir *et al.*, 2002; FDA, 2003). Sekitar 90-99% sinar UV yang mencapai permukaan bumi adalah UVA, untuk UVB hanya 1-10%, sedangkan UVC telah terabsorpsi terlebih dahulu di lapisan ozon, sehingga

tidak mampu memasuki permukaan bumi walaupun UVC memiliki energi yang paling besar (Narayanan *et al.*, 2010; Rai dan Srinivas, 2007).

Radiasi sinar UV menyebabkan melanoma sekitar 65-90%. Radiasi UVA menyebabkan penuaan kulit dan penghitaman kulit (*tanning*). Radiasi UVB dapat menimbulkan luka bakar (*sunburn*), *tanning*, dan kanker kulit, sedangkan kerusakan jaringan dapat timbul karena efek UVC, UVC tidak merangsang pencoklatan kulit, tetapi dapat menyebabkan eritema serta menyebabkan kanker kulit (FDA, 2003; Narayanan *et al.*, 2010).

2.4 Kulit



Gambar 2.1 Struktur Kulit (Walters, 2002).

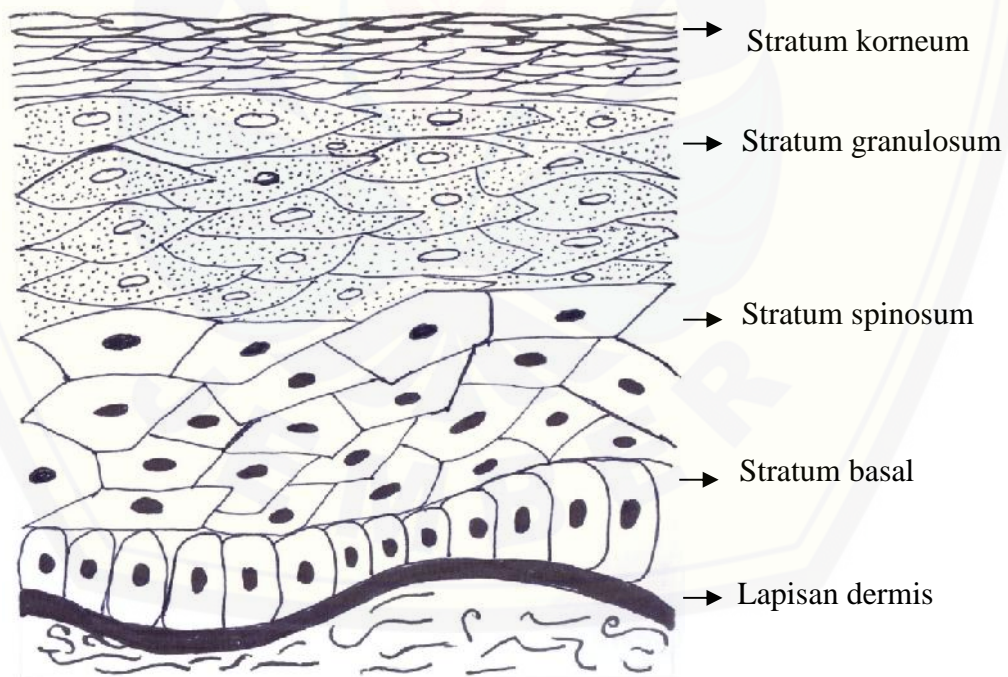
Kulit merupakan organ terberat dan terbesar dari tubuh. Berat keseluruhan kulit sekitar 10% dari berat tubuh (Walters, 2002). Luas kulit berkisar 2.500 cm² saat lahir hingga 18.000 cm² saat dewasa, pada pria beratnya 4,8 kg sedangkan pada wanita 3,2 kg. Ketebalan kulit sangat bervariasi bergantung pada umur, letak dan jenis kelamin yaitu mulai dari 0,5 mm hingga 6 mm (Harry, 1982).

2.4.1 Anatomi Kulit

Kulit memiliki tiga lapisan, antara lain lapisan epidermis, lapisan dermis dan lapisan subkutis.

a. Lapisan Epidermis

Lapisan paling luar dari kulit dan tipis adalah epidermis. Ketebalannya pada bagian tubuh tertentu berbeda, kulit yang tebal misal pada telapak kaki dan telapak tangan ukurannya berkisar 1mm, sedangkan lapisan tipis berukuran 0,1 mm terdapat pada bagian kelopak mata, pipi, dahi dan perut (Tranggono dan Latifah, 2007). Epidermis memiliki sel lain yaitu melanosit atau sel pigmen, langerhans, dan merkel. Pembelahan dan mobilisasi sel, pigmentasi (melanosit) dan pengenalan alergen (sel langerhans), proteksi barrier, sintesis vitamin D dan sitokin, organisasi sel, adalah beberapa fungsi lapisan epidermis (Barel *et al.*, 2001).



Gambar 2.2 Struktur Epidermis (Wickett, 2006)

Epidermis memiliki lima lapisan (dari lapisan terluar hingga terdalam) :

1. Lapisan Tanduk (*stratum corneum*)

Lapisan ini tidak berwarna, mengandung sedikit air, tidak berinti, mati, beberapa lapis sel yang pipih, serta pada lapisan ini tidak terjadi proses metabolisme. Dalam lapisan tanduk terdapat kandungan keratin yang merupakan protein tak larut air serta resisten terhadap bahan kimia. Mantel asam kulit merupakan lapisan pelindung yang lembab dan tipis yang bersifat asam melapisi permukaan *stratum corneum* (Tranggono dan Latifah, 2007).

2. Lapisan Jernih (*stratum lucidum*)

Stratum lucidum letaknya dibawah *stratum corneum*, terdapat pada area telapak tangan dan telapak kaki karena memiliki lapisan yang tipis serta terdapat kandungan eleidin (Tranggono dan Latifah, 2007).

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

Merupakan lapisan sel yang berinti ditengah dan memiliki sitoplasma berisi granula basofilik kasar bernama granula keratohialin yang kaya akan kandungan protein histidin (Baumann, 2009). Dengan mengeluarkan respon imun, sel langerhans dapat melindungi tubuh dari pengaruh luar (Barel *et al.*, 2001).

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

Lapisan malphigi atau lapisan sel duri, disebut demikian karena sel-selnya berbentuk duri dan banyak kandungan *desmosom* atau plak pada permukaannya (Harry, 1982). *Stratum korneum* merupakan lapisan yang terdiri dari 1-10 keratin awal. Keratin tersebut akan membentuk sitoskeleton kaku sehingga akan menghasilkan lapisan sel yang memiliki kekuatan mekanik. Pada lapisan ini mengandung sel langerhans dan banyak glikogen (Baumann, 2009).

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

Stratum germinativum merupakan lapisan yang tebal, terdiri atas keratinosit, sel dendritik termasuk melanosit, sel langerhans, dan sel merkel yang memiliki banyak granul tebal dalam sitoplasmanya. Dalam lapisan ini terdapat aktivitas mitosis yang memiliki tanggung jawab dalam pembentukan sel epidermis yang baru. Perubahan tirosin menjadi *dihidroxyphenilalanien* (DOPA), *dopaquinone*, karena adanya enzim tirosinase dan melanosit yang berakhir dengan pembentukan

melanin yang berpigmen. Menyerap radiasi UV dan melindungi kulit dari bahayanya merupakan fungsi dari melanin (Barel *et al.*, 2001; Barel *et al.*, 2009)

b. Lapisan Dermis

Lapisan dermis memiliki ketebalan sekitar 0,1-0,5 cm dan terdiri dari serat kolagen (70 %). Sel utama yang ada di dermis adalah fibroblas, sel mast, dan melanosit (Walter, 2002). Pada lapisan ini ada adneksa kulit yaitu papila rambut, folikel rambut, otot penegak rambut, kelenjar-kelenjar, ujung pembuluh darah dan saraf, serta sebagian serabut lemak terdapat pada bagian bawah kulit (subkutis/hipodermis) (Tranggono dan Latifah, 2007).

c. Lapisan Subkutis

Merupakan lapisan terdalam dari kulit. Lapisan ini disebut juga hipodermis. Lapisan ini tersusun sekitar 50% lemak tubuh. Sel-sel utama lainnya di hipodermis yaitu fibroblas dan makrofag. Lapisan subkutis terdiri dari jaringan ikat longgar yang mengandung sel lemak. Lapisan subkutis berperan sebagai pembawa sistem pembuluh darah dan saraf untuk kulit (Walters, 2002).

2.4.2 Fungsi Kulit

Kulit merupakan organ penting bagi manusia yang berfungsi sebagai :

a. Fungsi Proteksi

Pada epidermis yaitu *stratum germinativum* atau lapisan basal yang mengandung melanin yang mampu menyerap radiasi UV dan melindungi kulit dari bahayanya (Barel *et al.*, 2009). Untuk mencegah adanya trauma mekanik langsung dalam tubuh maka pada lapisan dermis serta jaringan lemak terdapat serabut elastis. Mantel lemak kulit dan lapisan tanduk, mampu menjaga kadar air dari luar dan penguapan air, serta dapat melindungi kulit serta pertumbuhan bakteri di kulit dapat dicegah (Tranggono dan Latifah, 2007)

b. Fungsi Termoregulasi

Kulit mampu mengatur suhu tubuh karena adanya konstiksi pembuluh kapiler dan mekanisme dilatasi serta perspirasi. Vasokonstriksi dapat terjadi saat temperatur badan menurun, sedangkan vasodilatasi terjadi saat temperatur tinggi, yang dapat meningkatkan pengeluaran panas (Tranggono dan Latifah, 2007).

c. Fungsi Persepsi Sensoris

Sebagai indera peraba, kulit memiliki tanggung jawab terhadap rangsangan dari luar berupa tekanan, panas, dingin, dan nyeri. Rangsangan tersebut dirasakan oleh reseptor seperti sebagai reseptor raba yaitu *meissener*, *diskus merkell* dan *korpuskulum golgi*, sebagai reseptor tekanan yaitu *korpuskulum pacini*, sebagai reseptor suhu yaitu *korpuskulum ruffini* dan *krauss*, sebagai reseptor nyeri adalah *nervus end plate*. Reseptor-reseptor akan menerima rangsangan tersebut dan akan melanjutkannya ke sistem saraf pusat, kemudian korteks serebri akan menginterpretasikannya (Walters, 2002; Tranggono dan Latifah, 2007).

d. Fungsi Absorpsi

Terdapat senyawa yang diabsorpsi melalui kulit yaitu senyawa lipofil yang larut dalam lemak. Senyawa ini dapat diabsorpsi kulit melalui dua jalur yaitu melalui kelenjar sebaceous dan epidermis pada folikel rambut. Senyawa tersebut mampu terabsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kelarutan dalam lemak, usia tiap individu, temperatur kulit, ketersediaan darah pada kulit, dan kelembaban yang berperan pada absorpsi transdermal (Mitsui, 1997).

2.4.3 Respon Kulit terhadap Paparan Sinar UV

Tingkat kerusakan pada kulit akibat paparan radiasi sinar UV sangat bergantung pada faktor yaitu luas kulit yang terpapar, besar dosis dan laju dosis, jenis radiasinya, dan karakteristik kualitas kulit (Alatas, 1998). Fase penggelapan (*tanning*) terjadi setelah pemaparan sinar matahari yang diakibatkan oleh pigmen melanin yang teroksidasi pada lapisan kulit terluar dan akan normal kembali dalam beberapa jam. Respon ini dilakukan oleh UVA dan sinar tampak (Mitsui, 1997). *Sunburn* akan timbul setelah kulit terpapar sinar UV yaitu berupa efek kemerahan pada kulit, dan puncaknya setelah 8 jam yang kemudian secara bertahap akan berkurang (Mitsui, 1997).

Eritema adalah suatu proses perubahan warna kulit menjadi kemerahan, sebagai akibat kerusakan pada kulit yang segera terlihat setelah terkena radiasi. 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. Ada 3 fase perkembangan gejala

eritema yaitu memerahnya kulit, terjadinya pengkerutan kulit dan lepasnya sel-sel epidermis. Beberapa jam setelah paparan, kulit menjadi merah yang mencapai puncaknya setelah 24 jam. Keadaan ini kemudian diikuti dengan penurunan intensitas kemerahan kulit secara bertahap selama 2-3 hari. Hal ini terjadi karena pelebaran pembuluh darah dan juga kerusakan pada kapiler-kapiler darah. Mulai hari ke 8 sampai hari ke 14 bagian kulit yang memerah tersebut mengalami pengerutan dan mengalami penyembuhan dalam waktu satu bulan. Proses pelepasan sel-sel epidermis kulit mulai terjadi pada hari ke 35 yang menyebabkan menipisnya lapisan epidermis (Alatas, 1998; Soeratri *et al.*, 2005^a).

Respon akut terhadap sinar UV pada setiap individu berbeda-beda. Dosis minimal eritema (MED) adalah merupakan nilai yang digunakan untuk menunjukkan sensitivitas akut pada individu. MED merupakan jumlah minimal sinar UV yang dapat menyebabkan eritema ketika kulit terpapar sinar UV. Maka, individu dengan sensitivitas yang tinggi memiliki MED yang rendah karena hanya sejumlah kecil dari sinar UV yang dapat menyebabkan eritema pada kulit (Mitsui, 1997). Respon kronik kulit terhadap sinar UV berupa kulit gelap, kasar, dan berkerut. Apabila dalam kondisinya memburuk, dapat menyebabkan terjadinya kanker kulit (Mitsui, 1997)

2.4.4 Perlindungan Alami Kulit

Dua mekanisme yang dimiliki oleh kulit dalam menangkal radiasi sinar UV secara alami, yaitu dengan cara penebalan *stratum corneum* dan pembentukan melanin dari melanosit. Paparan sinar uv menyebabkan *stratum corneum* menebal tiga kali lipat, sel yang menebal tersebut akan menyerap, memantulkan dan menghamburkan radiasi sinar UV daripada lapisan epidermis yang tipis (Harry, 1982; Edlich *et al.*, 2004).

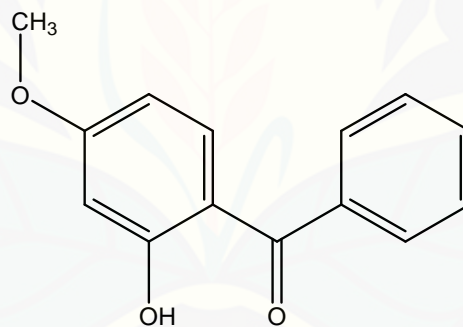
Pada lapisan epidermis yaitu di *stratum germinativum* terdapat melanosit yang akan memproduksi melanin sebagai perlindungan terhadap sinar UV. Fotosensitivitas kulit dipengaruhi oleh jumlah melanin yang diproduksi (Mitsui, 1997).

2.5 Tinjauan Bahan Penelitian

2.5.1 *Benzophenone-3*

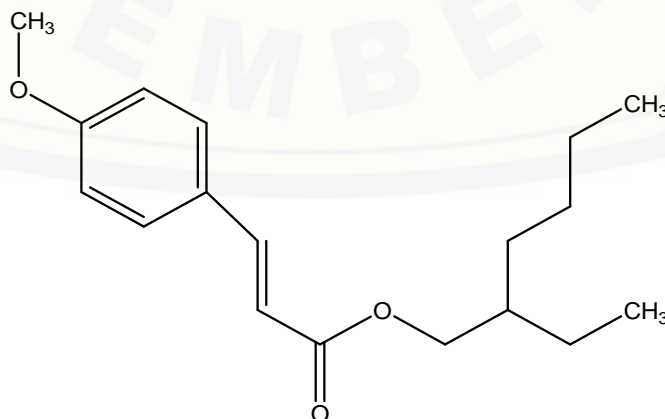
Benzophenone-3 memiliki rumus molekul $C_{14}H_{12}O_3$ dan BM 228,2. *Benzophenone-3* merupakan serbuk kuning pucat, bebas larut dalam alkohol dan toluena, praktis tidak larut dalam air. *Benzophenone-3* efektif menyerap cahaya sepanjang rentang UVB (panjang gelombang 290-320 nm) dan menyerap beberapa cahaya UVA (panjang gelombang 320-360 nm) serta mampu menyerap cahaya UVC (panjang gelombang 250-290 nm). *Benzophenone-3* digunakan untuk mencegah kulit terbakar dan juga mampu memberikan perlindungan terhadap reaksi terkait fotosensitifitas dan fotoalergen.

Penggunaan *benzophenone-3* biasanya dikombinasi dengan tabir surya kelompok lain untuk meningkatkan efektivitas perlindungannya sebagai tabir surya (Sweetman, 2002). FDA mengizinkan penggunaan *benzophenone-3* sebagai tabir surya dengan konsentrasi maksimum sebesar 6% (Serpone *et al.*, 2002).



Gambar 2.3 Struktur *Benzophenone-3* (Sweetman, 2002)

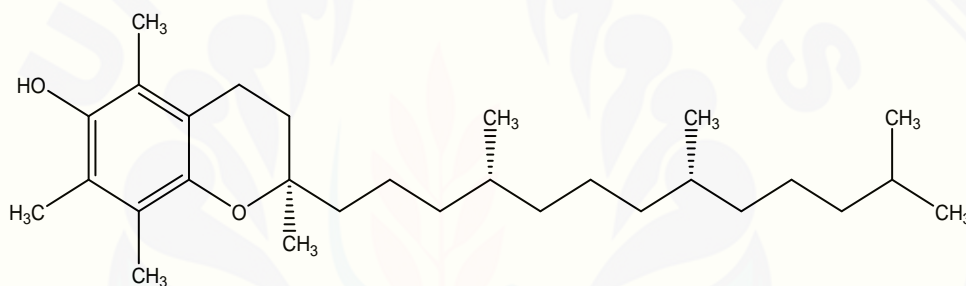
2.5.2 *Octyl methoxycinnamate*



Gambar 2.4 Struktur *Octyl Methoxycinnamate* (Sweetman, 2002)

Octyl methoxycinnamate memiliki rumus molekul $C_{18}H_{26}O_3$ dan BM 290,4. *Octyl methoxycinnamate* merupakan minyak kuning pucat, tidak larut dalam air. *Octyl methoxycinnamate* merupakan turunan sinamat tersubstitusi, berguna untuk aplikasi topikal tabir surya. Tabir surya sinamat efektif untuk menyerap cahaya sepanjang rentang radiasi UVB (spesifik pada panjang gelombang 280-310 nm) dan tidak menyerap sinar radiasi UVA (Sweetman, 2002). *Octyl methoxycinnamate* memiliki konsentrasi maksimum menurut FDA sebagai tabir surya adalah 7,5% (Serpone *et al.*, 2002). Kombinasi antara *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* mampu memberikan perlindungan terhadap fotosensitifitas (Sweetman, 2002). Struktur *octyl methoxycinnamate* dapat dilihat pada gambar 2.4.

2.5.3 Vitamin E (-*tocopherol*)



Gambar 2.5 Struktur Vitamin E (Rowe *et al.*, 2009)

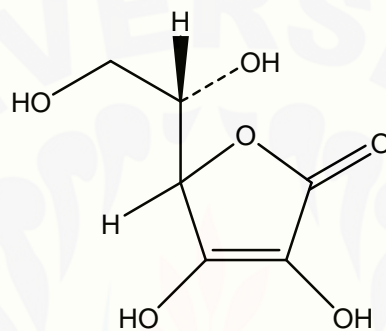
Vitamin E atau *-tocopherol* memiliki rumus molekul $C_{29}H_{50}O_2$ dan BM 430,72. Vitamin E merupakan cairan berminyak, tidak berwarna atau kekuningan-coklat dan kental. Vitamin E termasuk senyawa yang sangat lipofil dan merupakan pelarut yang baik untuk kebanyakan bahan yang sukar larut (Rowe *et al.*, 2009).

Vitamin E memiliki fungsi fisiologis jika diaplikasikan secara dermal yaitu sebagai antioksidan pada kulit yang cenderung menyerap sinar UV. Vitamin E mampu meningkatkan kinerja dari UV filter, melembutkan dan melembabkan kulit. Selain itu, vitamin E juga mampu mengurangi eritema dan jumlah sel-sel epidermis yang terbakar dengan adanya pemaparan sinar matahari. Konsentrasi penggunaan vitamin E dalam kosmetik topikal adalah 1-5% (Mukul, 2011).

Hasil uji stabilitas pada formulasi *lotion* kombinasi vitamin C dan vitamin E tidak menunjukkan adanya perubahan bau, pemisahan fase, dan struktur, serta

sediaan tetap lembut (Silalahi *et al.*, 2015). Kedua vitamin tersebut memiliki reaksi yang sinergis. Vitamin E berfungsi sebagai antioksidan primer, dimana vitamin E atau *-tocopherol* akan bereaksi dengan radikal bebas. Setelah itu akan terbentuk *-tocopherol radical* yang nantinya akan bereaksi dengan vitamin C atau *Ascorbic acid* dan akan kembali menjadi *-tocopherol*, sedangkan vitamin C akan membentuk asam dehidroaskorbat yang bersifat relatif stabil (Yamauchi, 1997; Rege, 2014).

2.5.4 Vitamin C



Gambar 2.6 Struktur Vitamin C (Rowe *et al.*, 2009)

Vitamin C memiliki rumus kimia $C_6H_8O_6$ dan BM 176,13. Vitamin C berbentuk kristal putih kekuningan, tidak berbau, memiliki rasa yang asam, dan tidak higroskopis. Vitamin C akan berubah warna menjadi gelap setelah terpapar cahaya (teroksidasi) (Rowe *et al.*, 2009).

Vitamin C merupakan antioksidan yang mampu menyumbangkan elektron sehingga mencegah senyawa lain teroksidasi (Padayatty *et al.*, 2013). Vitamin C memiliki konsentrasi maksimum yaitu 20% (Pinnel *et al.*, 2001).

Stabilitas vitamin C dalam larutan dapat meningkat jika berada pada pH yang rendah. Hal ini dikarenakan pada pH rendah akan menghasilkan ion hidrogen dalam jumlah banyak sehingga mampu melindungi ionisasi ion L-asam askorbat menjadi dehidro-L-asam askorbat. Dalam emulsi O/W, vitamin C akan mengalami peningkatan degradasi ketika pH semakin tinggi (Gallarate *et al.*, 1999; Lee *et al.*, 2004).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian eksperimental laboratorik. Penelitian ini memiliki tahapan sebagai berikut: 1. Pembuatan sediaan; 2. Evaluasi sifat fisika kimia sediaan meliputi pengujian organoleptis, pengujian viskositas, pengujian daya sebar, pengujian tipe emulsi dan pengukuran pH; 3. Pemaparan sinar UV; 4. Pengujian efektifitas sediaan *lotion* tabir surya (nilai SPF, persen TE, dan persen TP) dengan pemaparan dan tanpa pemaparan sinar UV; 5. Analisis data.

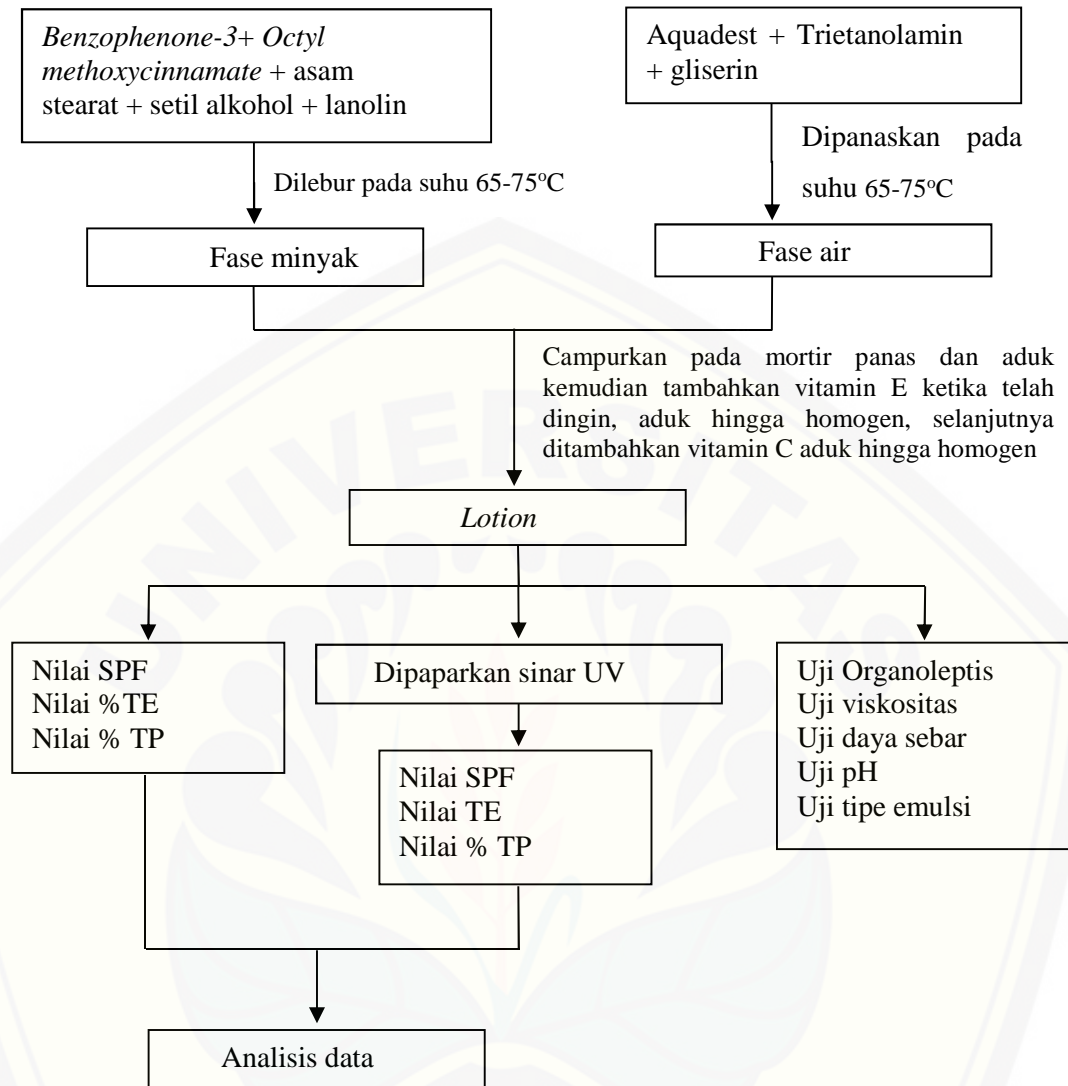
3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Pada penelitian ini digunakan peralatan seperti, neraca digital (*Adventure Ohaus*), waterbath (*Memmert*), spektrofotometer UV-Vis (*Genesys 10S*), pH meter digital (*Elmetron CP-502*), alat penguji viskositas (*Viscotester VT 04*), alat uji daya sebar ekstensometer, mortar dan stamper, lampu UV (*Chromato-vue c-75*), alat-alat gelas, dan program perangkat lunak (*software*) SPSS 16.0 sebagai pengolah data.

3.2.2 Bahan

Pada penelitian ini menggunakan bahan seperti, *benzophenone-3* (Alpha Chemika), *octyl methoxycinnamate* (Chemspec Chemical pvt. Ltd), vitamin E (BASF), Vitamin C (CSPC Weisheng Pharmaceutical), setil alkohol (PT.Brataco), asam stearat (PT.Brataco), trietanolamin (PT.Brataco), lanolin (PT.Brataco), gliserin (PT.Brataco), isopropanol (PT.Makmur Sejati), *aquadest* (PT.Makmur Sejati).



Gambar 3.1 Struktur langkah kerja

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Sediaan Likuida dan Semisolida Farmasi Bagian Farmasetika dan Laboratorium Kimia Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Jember. Waktu penelitian dimulai pada bulan Juli 2018 sampai Februari 2019. Skema kerja dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Rancangan Formula Sediaan *Lotion* Tabir Surya

Pada penelitian ini akan dibuat empat formula sediaan *lotion* tabir surya yaitu F1, F2, F3, F4 dan F5. Tiap formula mengandung bahan aktif *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan perbandingan konsentrasi (2:7). Konsentrasi tersebut menunjukkan bahwa kombinasi *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan perbandingan 2:7 dapat meningkatkan nilai SPF *in vitro*-nya (Zulkarnain, 2003) dan kombinasi vitamin E dengan konsentrasi 5% (Imamah, 2015) dengan penambahan vitamin C sebesar 0%, 1%, 2,5%, 5%, dan 10%. Adapun rancangan formula adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Rancangan Formula (Silalahi *et al.*, 2015)

Bahan	Jumlah (%)					Fungsi
	F1	F2	F3	F4	F5	
<i>Octyl methoxycinnamate</i>	7	7	7	7	7	Anti UV-B
<i>Benzophenone-3</i>	2	2	2	2	2	Anti UV-A
Setil alkohol	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	<i>Stiffening agent</i>
Asam stearat	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	<i>Emulsifying agent</i>
Trietanolamin	1	1	1	1	1	<i>Emulsifying agent</i>
Lanolin	3	3	3	3	3	<i>Emulsifying agent</i>
Gliserin	3	3	3	3	3	<i>Humectant</i>
Vitamin E	5	5	5	5	5	<i>Photoprotective agent</i>
Vitamin C	0	1	2,5	5	10	<i>Antioxidant</i>
Aquadest	72,26	71,26	68,76	63,76	53,76	<i>Solvent</i>
Total	100	100	100	100	100	

3.4.2 Pembuatan Sediaan *Lotion* Tabir Surya

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

vitamin E sambil terus diaduk sampai homogen. Setelah homogen, tambahkan vitamin C, aduk kembali hingga homogen.

3.4.3 Evaluasi Sediaan *Lotion* Tabir Surya

Evaluasi ini terdiri dari evaluasi sifat fisika kimia dan efektivitas *in vitro*. Uji organoleptis, pH, viskositas, tipe emulsi dan daya sebar merupakan evaluasi sifat fisika kimia sedangkan efektivitas *in vitro* ditentukan dengan nilai SPF *in vitro*, persen TE, persen TP.

Pengujian sifat fisika kimia *lotion* tabir surya meliputi :

a. Pengujian organoleptis

Pengujian organoleptis dilakukan untuk melihat ada atau tidaknya perubahan terhadap bentuk, tekstur, bau dan warna dari sediaan secara visual. Bentuk yang diharapkan berupa *lotion* yang mudah mengalir, berwarna putih susu, berbau tidak menyengat, dan bertekstur lembut.

b. Pengujian viskositas

Menggunakan alat *viskotester VT-04* pengujian viskositas dilakukan. Pengujian ini dilakukan dengan cara mencelupkan spindel yang sesuai, serta telah terpasang pada alat, hingga terendam dalam 100 gram sediaan yang sudah dimasukkan ke beker glass. Nyalakan alat viskotesters erta pastikan bahwa spindel berputar. Diamati jarum penunjuk pada alat, saat jarum menunjukkan ke arah yang stabil, maka angka itulah yang menunjukkan viskositasnya dan dicatat dalam satuan dPa.s. *Lotion* yang baik memiliki viskositas rentang 20-70 dPa.s (Zulkarnain *et al.*, 2013; Purwaningsih *et al.*, 2014).

c. Pengujian pH

Pengukuran pH dapat dilakukan dengan menggunakan alat pH meter digital (*Elmetron CP-502*) yang sebelumnya di kalibrasi terlebih dulu dengan larutan buffer pH 7, pH 4, dan pH 9. Pengukurannya dilakukan secara langsung pada sampel *lotion* yang sudah dibuat dalam konsentrasi 1% yaitu ditimbang 1 gram sediaan *lotion* dan dilarutkan dengan 10ml *aquades* bebas CO₂ kemudian celupkan sensor pH ke dalam sediaan uji, lalu tunggu hingga angka yang muncul pada layar stabil (Setiawan, 2010). Kulit manusia memiliki pH 4,5-8 (Silalahi *et al.*, 2015), dimana *lotion* diharapkan memiliki pH yang sesuai dengan pH kulit, karena jika pH

lotion terlalu basa akan menyebabkan kulit kering dan dapat menimbulkan iritasi jika terlalu asam (Djuanda, 2007; Setiawan, 2010).

d. Pengujian daya sebar

Sediaan seberat 1 gram diletakkan ditengah ekstensometer kemudian tutup dengan lempeng lainnya lalu tambahkan beban diatasnya, biarkan selama 1 menit dan dicatat penyebarannya. Bebannya ditambah setiap 10 gram hingga sebaran sediaan konstan. Penyebaran dicatat melalui 4 sisi. Sediaan *lotion* memiliki nilai daya sebar yang baik berkisar antara 7-16 cm (Voight, 1994; Zulkarnain *et al.*, 2013).

e. Penentuan Tipe Emulsi

Penentuan tipe emulsi dilakukan dengan cara pengecatan atau pewarnaan. Sebanyak 500 mg sediaan *lotion* ditimbang diatas objek gelas yang kemudian ditambahkan larutan metilen biru 1 tetes. Tutup dengan kaca penutup. Jika metilen biru tersebar secara merata dapat diartikan bahwa sediaan *lotion* termasuk ke dalam tipe emulsi *oil in water* (O/W), namun jika terdapat bintik biru pada sediaan *lotion* maka dapat diartikan sediaan termasuk tipe emulsi *water in oil* (W/O) (Syamsuni, 2006).

3.4.4 Penentuan Nilai SPF *in vitro*

Menggunakan metode spektrofotometri Uv-Vis, nilai SPF secara *in vitro* akan ditentukan dengan menggunakan isopropanol sebagai blanko dan pelarut. Berikut merupakan tahapan kerja dari penentuan nilai SPF *in vitro* tabir surya :

- a. Menimbang sediaan *lotion* sebanyak 22,2 mg sehingga setara dengan 2 mg bahan aktif tabir surya (*benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate*).
- b. Melarutkan sediaan dengan isopropanol ke dalam labu ukur 10 ml sampai tepat tanda dan kocok (Larutan A dengan konsentrasi 200 ppm).
- c. Memipet larutan A sebanyak 0,5 ml kemudian diencerkan dengan isopropanol ke labu ukur 10 ml sampai tepat tanda (Larutan B dengan konsentrasi 10 ppm)
- d. Mengamati larutan B di panjang gelombang 290 nm menggunakan spektrofotometer Uv-Vis hingga didapat nilai serapan 0,05, interval pengamatan 1 nm.

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

- a. Menimbang sediaan *lotion* sebanyak 22,2 mg sehingga setara dengan 2 mg bahan aktif tabir surya (*benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate*), kemudian pada lempeng lebar 2,5 cm dan panjang 4,44 cm oleskan dan paparkan pada sinar UV 365 nm selama 120 menit.
- b. Setelah 120 menit dipaparkan sinar UV 365 nm, kemudian larutkan sediaan dengan isopropanol ke dalam labu ukur 10ml sampai tepat tanda dan kocok (Larutan A dengan konsentrasi 200 ppm).
- c. Memipet larutan A sebanyak 0,5 ml kemudian diencerkan dengan isopropanol ke labu ukur 10 ml sampai tepat tanda (Larutan B dengan konsentrasi 10 ppm)
- d. Mengamati larutan B di panjang gelombang 290 nm menggunakan spektrofotometer Uv-Vis sampai diperoleh nilai serapan 0,05, dengan interval pengamatan 1 nm.

Petro (1981) menyatakan bahwa kandungan bahan aktif dalam larutan yang akan diukur serapannya harus ekuivalen dengan 0,01% atau 0,01 yang berarti 10 ppm. Berdasarkan hasil pengamatan nilai absorbansi pada setiap panjang gelombang sampai diperoleh nilai absorbansi 0,05 (Petro, 1981), selanjutnya dapat dihitung area dibawah kurva (AUC) dengan rumus pada persamaan 2.2, dan nilai SPF dapat dihitung dengan persamaan 2.1.

3.4.5 Penentuan Nilai Persen Transmisi Eritema (%TE)

Menggunakan metode spektrofotometri Uv-Vis, nilai %TE akan ditentukan, dengan menggunakan isopropanol sebagai blanko dan pelarut. Nilai % TE tabir surya dapat ditentukan dengan tahapan kerja berikut :

- a. Menimbang sediaan *lotion* sebanyak 22,2 mg sehingga setara dengan 2 mg bahan aktif tabir surya (*benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate*).
- b. Melarutkan sediaan dengan isopropanol ke dalam labu ukur 10 ml sampai tepat tanda dan kocok (Larutan A dengan konsentrasi 200 ppm).
- c. Memipet larutan A sebanyak 0,5 ml kemudian diencerkan dengan isopropanol ke labu ukur 10 ml sampai tepat tanda (Larutan B dengan konsentrasi 10ppm)

- d. Mengamati larutan B di panjang gelombang 292,5-337,5 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang pengamatan (interval) 5 nm.

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

- a. Menimbang sediaan *lotion* sebanyak 22,2 mg sehingga setara dengan 2 mg bahan aktif tabir surya (*benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate*), kemudian pada permukaan lempeng dengan lebar 2,5 cm dan panjang 4,44 cm dioleskan, dan dipaparkan pada sinar UV 365 nm selama 120 menit.
- b. Setelah 120 menit dipaparkan, kemudiaan larutkan sediaan dengan isopropanol ke dalam labu ukur 10ml sampai tepat tanda dan kocok (Larutan A dengan konsentrasi 200 ppm).
- c. Memipet larutan A sebanyak 0,5 ml kemudian diencerkan dengan isopropanol ke labu ukur 10 ml sampai tepat tanda (Larutan B dengan konsentrasi 10ppm)
- d. Mengamati larutan B di panjang gelombang 292,5-337,5 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang pengamatan (interval) 5 nm.

Cumpelik (1972) menyatakan bahwa nilai serapan yang diperoleh akan dikalikan sehingga konsentrasi 1 g/L dapat terwakili. Selanjutnya persen transmisi (T) akan didapat dari konversi nilai serapan tersebut menggunakan persamaan 2.3.

Nilai transmisi dengan faktor efektivitas eritema (Fe) pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm dikalikan untuk memperoleh nilai transmisi eritema. Nilai % TE diperoleh dari hasil bagi antara nilai transmisi eritema dengan total *incident erithemal energi* (Fe) (Cumpelik, 1972). Nilai %TE dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.4.

3.4.6 Penentuan Nilai Persen Transmisi Pigmentasi (%TP)

Dengan cara mengukur serapan pada panjang gelombang 332,5-372,5 nm menggunakan metode spektrofotometri nilai %TP dapat diperoleh. Dengan interval pengamatan 5 nm. Nilai serapan yang diperoleh, kemudian dihitung untuk 1g/L/cm dan %TP 1g/L dengan rumus pada persamaan 2.7.

Nilai transmisi pigmentasi didapat dengan mengalikan nilai transmisi dengan faktor efektivitas pigmentasi (Fp) pada panjang gelombang 332,5-372,5 nm. Nilai %TP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.5.

3.5 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan adalah analisis statistika yang menguji ada atau tidaknya perbedaan yang bermakna pada hasil penelitian meliputi nilai viskositas, pH, daya sebar, nilai SPF *in vitro*, % transmisi eritema dan % transmisi pigmentasi sediaan *lotion* tabir surya *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan kombinasi vitamin E dan perbedaan penambahan konsentrasi vitamin C antar formula. Pada penelitian ini terdapat lebih dari 2 populasi dan memperhitungkan satu faktor, oleh karena itu digunakan uji statistika Analisis Variasi (ANOVA) satu arah dengan tingkat kepercayaan 95% (Sudjana, 1996; Zar, 1999).

Uji ANOVA memiliki persyaratan yang harus dipenuhi pada analisis varians yaitu data memiliki distribusi normal dan mempunyai varians yang relatif sama. Syarat uji homogenitas dan normalitas memenuhi persyaratan yaitu harga $p > 0,05$ untuk mengetahui adanya perbedaan yang bermakna pada hasil penelitian yang dilakukan. Bila terdapat perbedaan bermakna pada uji ANOVA, analisis dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significantly Different*) dengan menggunakan program SPSS. Dikatakan memiliki perbedaan signifikan atau bermakna jika hasil uji ANOVA satu arah dan LSD didapatkan harga $p < 0,05$ ($\alpha = 0,05$) (Sudjana, 1996; Zar, 1999).

Selain menggunakan uji ANOVA, penelitian ini juga menggunakan *t-test* untuk menganalisis data yang terdiri atas 2 populasi. *T-test* bertujuan untuk menunjukkan ada atau tidaknya perbedaan yang bermakna antara sediaan sebelum dipaparkan dengan sediaan yang setelah dipaparkan sinar UV. Dikatakan memiliki perbedaan bermakna antar sediaan jika memiliki nilai $p < 0,05$ (Zar, 1999).

BAB 5. PENUTUP

1.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Pengaruh penambahan vitamin C terhadap mutu fisika *lotion* tabir surya (pH, viskositas, tipe emulsi, daya sebar) dengan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* serta kombinasi vitamin E sebagai fotoprotektor yaitu semakin banyak konsentrasi vitamin C, maka nilai pH dan viskositas semakin kecil, sedangkan pada daya sebar terjadi peningkatan.
2. Formula yang memenuhi persyaratan efektivitas tabir surya yaitu nilai SPF *in vitro* menurun, nilai % TE meningkat, nilai % TP meningkat pada sediaan *lotion* tabir surya dengan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3* serta kombinasi vitamin E sebagai fotoprotektor adalah Formula 3 dengan kandungan vitamin E 5 % dan vitamin C 2,5 %.
3. Konsentrasi vitamin C yang dapat memberikan peningkatan efektivitas sediaan *lotion* tabir surya yang terbaik (SPF *in vitro* menurun, nilai % TE meningkat, nilai % TP meningkat) adalah konsentrasi vitamin C 2,5%.
4. Sediaan *lotion* tabir surya *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* kombinasi vitamin E dengan penambahan vitamin C antara sebelum dan setelah dipaparkan sinar UV menunjukkan adanya penurunan nilai SPF *in vitro*, serta peningkatan nilai persen TE dan nilai persen TP. Formula yang memiliki penurunan paling besar pada Formula 5 yang mengandung vitamin C 10% dan vitamin E 5%.

1.2 Saran

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

1. Perlu dilakukan uji stabilitas sediaan *lotion* tabir surya *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan kombinasi vitamin E.
2. Perlu dilakukan uji *in vivo* sediaan *lotion* tabir surya *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan kombinasi vitamin E.

DAFTAR PUSTAKA

- Alatas, Z. 1998. Efek Radiasi Pada Kulit. *Buletin Alara. Pusat Standardisasi dan Penelitian Keselamatan Radiasi Badan Tenaga Atom Nasional, Jakarta*. Vol 2. (1): 27-31.
- Anonim. 2009. Naturakos. *Badan POM Republik Indonesia*.ISSN 1907-6606. Vol. IV/No 11.
- Ansel, H.C. 1989. *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*. Edisi Keempat. Penerjemah Farida Ibrahim. Jakarta: UI-Press. Hal. 387-389.
- Ansel HC. 2005. *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Astuti, R. 1997. *Fotostabilitas Oktil Metoksisinamat dan Pengaruhnya terhadap Fotostabilitas Triptofan*. Tesis. Yogyakarta: Program Pascasarjana Universitas Gajah Mada
- Balsam, M.S. 1970. *Cosmetic Science and Technology*. Edisi II. New York: Willey Interscience. Hal. 181-182
- Baumann, L. 2009. *Cosmetic Dermatology Principles and Practice*. USA: Mc Graw-Hill Companies, Inc.
- Barel, A.O., Marc P., dan Howard I.M. 2001. *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. Third Edition. New York : Informa Healthcare USA, Inc.
- Barel, A.O., Marc P., dan Howard I.M. 2009. *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. Third Edition. New York: Informa Healthcare USA, Inc.
- Caswell, Michael. 2001. *Sunscreen Formuation and Testing*. USA: Fleet and Central Virginia Community Collage.
- Cumpelik, B.M. 1972. Analitical Procedures and Evaluation Of Sunscreen. *Journal of Society of Cosmetic Chemist*. Vol.2: 333-345.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1979. *Farmakope Indonesia ed III*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Djuanda, A. 2007. *Ilmu Penyakit Kulit Dan Kelamin*. Jakarta: FKUI.
- Draelos, D.Z., dan Thaman, L.A. 2006. *Cosmetic Formulation of Skin Care Products*. Vol.30. New York: Taylor and Francis Group, LLC.

- Dutra, E.A., Oliveira, D.A.G.C., Kedor H.E.R.M., dan Santoro, M.I.R.M. 2004. Determination of Sun Protection Factor (SPF) of Sun Screen by Ultraviolet Spectroscopy. *Brilian Journal of Pharmaceutical Science*. Vol. 40: 3.
- Edlich, R.F., Cox M.J., dan Nichter L.S. 2004. Photoprotection by Sunscreen With Topical Antioxidants and Systemic Antioxidants to Reduce Sun Exposure. *J Long-Term Eff of Med Implants*. Vol 4: 317.
- Food and Drug Administration (FDA). 2003. *Guidance for Industry Photosafety Testing*, Pharmacology Toxicology Coordinating Committee in the Centre for Drug Evaluation and Research (CDER) at the FDA.
- Gallarate, Carlotti, Trota, dan Bovo. 1999. On The Stability of Ascorbic Acid in Emulsied System for Topical and Cosmetic Use. *Int. J. Pharm.* Vol 188: 233-241.
- Gozali, D., Abdassah, M., Subghan, A., dan Al Lathiefah, S. 2009. Formulasi Krim Pelembab Wajah yang Mengandung Tabir Surya Nanopartikel Zink Oksida Salut Silikon. *Farmaka*, 7 (1).
- Harry, R.G. 1982. *Harry's Cosmeticology*. Seventh Edition. London: Leonard Hill Book.
- Imamah, N. 2015. *Pengaruh Vitamin E Dan Paparan Sinar UV Terhadap Efektivitas In vitro Lotion Tabir Surya Octyl Methoxycinnamate Dan Benzophenone-3*. Skripsi. Jember : Fakultas Farmasi Universitas Jember.
- Jones., dan Elizabeth, A. 2000. *A Spectroscopic Study of Sunscreens*. Durham E-Theses. Durham University.
- Khamsiah N., Lai NS, Nurfarhanim M., Aimi AR.N, Syazwan M.CS., dan Goon J.A. 2012. Photoprotective Measures of Selected Sunscreens and Their Antioxidant Adjuvantion Effects in the Malaysian Climate. *Med and Health* Vol.7(2): 84-96.
- Kreps, S.I., dan Goldemberg, R.L. 1972. Suntan Preparation. Dalam Balsam M.S., and Sagarin E. *Cosmetic Science and Technology 2nd Edition*. New York : John Wiley and Sons Inc.
- Lachman, L., H.A. Lieberman dan J.L. Kanig. 1994. *Teori dan Praktek Farmasi Industri*. Edisi III. Jakarta: Universitas Indonesia Press. Hal. 1079-1083, 1104-1105.
- Lee, J.S., Kim, J.W., Han, S.H., Chang, I.S., Kang, H.H., Lee, O.S., Oh, S.G., dan Suh, K.D. 2004. The stabilization of L-ascorbic Acid in Aqueous Solution and

Water-in-oil-in-water Double Emulsion by Controlling pH and Electrolyte Concentration. *J. Cosmet. Sci.* Vol 55: 1-12.

Lim H.W. dan Draelos Z.D. 2009. *Clinical Guide to sun screen and Photoprotection*. New York: Informa Healthcare USA, Inc.

Mitsui, T. 1997. *New Cosmetic Science*. Amsterdam: Elsevier Science B.V.

Mukul, S., Surabhi K., dan Atul N. 2011. Cosmetics For Skin: An Overview. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. Vol.4 ISSN-0974-2441.

Narayanan, Deevya L., Saladi, Rao N., Joshua L. Fox. 2010. *Review: Ultraviolet Radiation and Skin Cancer*. USA : The International Society of Dermatology

Offord, Elisabeth A., Gautier, J.C., Avanti, O., Corine Scaletta, Frank Runge, Klaus Krämer, dan Lee Ann Applegate. 2002. Photoprotective Potential of Lycopene, -carotene, Vitamin E, Vitamin C and Carnosic acid in UVA-irradiated Human Skin Fibroblast. *Free Radical Biology & Medicine*. Vol. 32, No. 12, pp. 1293–1303, 2002.

Padayatty, S.J., Katz, A., Wang, Y., Eck, P., Kwon, O., Lee, J.H., Chen, S., Corpe, C., Dutta, A., Dutta, S.K., dan Levine M.. 2003. Vitamin C as an Antioxidant: Evaluation of Its Role in Disease Prevention. *J. Am. Coll. Nutr.* Vol. 22 (1). 18-35.

Pattanaargson, S dan P. Limphong. 2000. Stability of Octyl Methoxycinnamate and Identification of its Photo-degradation Product. *International Journal of Cosmetic Science*. Vol.23: 153-160.

Petro, A.J. 1981. Correlation of Spectrophotometric Data With Sun Screen Protection Factor. *International Journal of Cosmetic Science*. Vol.3: 185-196.

Pinnell, S. R., Yang, H., Omar, M., Riviere, N.M., Debuys, H.V., Walker, L.C., Wang, Y., dan Levine, M. 2001. Topical L-Ascorbic Acid: Percutaneous Absorption Studies. *Dermatology Surgery*. Vol. 27: 137-142. ISSN: 1076-0512.

Purwaningsih, S., Salamah, E., dan Budiarti T.A. 2014. Formulasi Skin *Lotion* dengan Penambahan Karagenan dan Antioksidan Alami dari *Rhizophora mucronata* Lamk. *J. Akuatika*. Vol: 5(1). ISSN 0853-2532

Rai, R., dan Srinivas, C.R. 2007. Photoprotection. *Indian J Dermatol Venerol Leprol*. Vol.73 :72-76.

- Rege, S., Momin, S., dan Bhowmick, D. 2014. Effect of Ascorbic Acid on the Oxidative Stability of Water-In-Oil Emulsion in the Presence of Lipophilic Antioxidants. *Int. J. Food Prop.* Vol 18: 259-265.
- Rosita, N., Purwati, T., dan Agustin. 2010. Stabilitas fisik dan Efektifitas Sediaan Tabir Suya Kombinasi Oksibenson dan Oktil Metoksisinamat Dengan Penambahan Asam Glikolat. *Majalah Ilmu Kefarmasian.* Vol. 7 (2). ISSN : 1693 - 9883
- Rowe, R.C., Sheskey, P.J., dan Waller, P.J. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipient 6th Edition.* London: Pharmaceutical Press and American Pharmaceutical Association.
- Scalia, S., dan Mezzena, M. 2009. Photostabilization Effect of Quercetin on the UV Filter Combination, Butyl Methoxydibenzoylmethane-Octyl Methoxycinnamate. *Photochemistry and Photobiology*, vol 86: 273-278.
- Serpone N., Salinaro A., Emeline A.V., Horikoshi S., Hadaka H., dan Zhao J. 2002. An *In vitro* Systematic Spectroscopic Examination of The Photostabilities of a Random Set of Commercial Sunscreen Lotions and Their Chemical UVB/UVA Active Agents. *Photochem Photobiol Sci.* Vol 1: 970.
- Setiawan T. 2010. Uji Stabilitas dan Penentuan Nilai SPF Krim Tabir Surya yang Mengandung Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camelia sinensis L.*) Oktil Metoksisinamat dan Titanium Dioksida. *Skripsi.* Depok : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program studi Farmasi.
- Shaath, N.A. 2005. *Sunscreen Regulation and Commercial Development Third Edition.* New York U.S.A : Alpha Research and Development White Plains.
- 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
- Silalahi et al., 2015, Kartini Nauli., Fahrurroji, Andhi., dan Indri Kusharyati. 2015. Optimasi Formula Losio dengan Kombinasi Zat Aktif Vitamin C dan Vitamin E sebagai Antipenuaan Kulit serta Uji Stabilitas Losio. *Skripsi.* Kalimantan Barat: Fakultas Kedokteran studi Farmasi.
- Soeratri I., Ifansyah N., dan Fitrianingrum D. 2005^a. Penentuan Stabilitas Sediaan Krim Tabir Surya dari Bahan Ekstrak Rimpang Kencur (*Kaempferia galanga L.*). *Berk. Penel. Hayati:* Vol.10: 103–105.
- Soeratri I., Ifansyah N., Soemiati, dan Epipit. 2005^b. Penentuan Prosentase Transmisi Eritema dan Pigmentasi Beberapa Minyak Atsiri. *Berk. Penel. Hayati:* Vol.10: 117–121.

- Sudjana. 1996. *Metode Statistika*. Bandung: PT. Tarsito Bandung.
- Sweetman, S.C. 2002. *Martindale*. Edisi 33. London: Pharmaceutical Press.
- Syamsuni. 2006. *Ilmu Resep*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. Hal. 133.
- Tahir, I., Yuliasuti, I., dan Juminah. 2002. Analisis aktivitas Perlindungan Sinar UV secara *In Vitro* dan *In Vivo* dari Beberapa Senyawa Ester Sinamat Produk Reaksi Kondensasi Benzaldehida Tersubstitusi dan Alkil Asetat. *Makalah Seminar Nasional Kimia XI Universitas Gajah Mada, Yogyakarta*.
- Tranggono, R.I dan Latifah, F. 2007. *Buku Pegangan Ilmu pengetahuan Kosmetik*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- USP. 2007. *USP NF 2007 with Suppliment (United State Pharmacopeia/National Formulary)*. United States: United States Pharmacopeia.
- Voight, R. 1994. *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Wasitaatmadja, S.M. 1997. *Penuntun Ilmu Kosmetik Medik*. Jakarta: UI-Press.
- Walters, K.A. 2002. *Dermatological and Transdermal Formulation*. New York: Merce Dekker Inc.
- Wickett, R. Randall and Visscher, M.O. 2006. *Structure and Function of The Epidermal Barrier*. Cincinnati Ohio. Vol. 34 No. 10 Supplement 2
- Wungkana, I., Suryanto, E., dan Momuat, L. 2013. Aktivitas Antioksidan dan Tabir Surya Fraksi Fenolik dari Limbah Tongkol Jagung (*Zea mays L.*). *Pharmacon Jurnal Ilmiah Farmasi*. Vol. 2 (4). ISSN : 2303-2493.
- Yamauchi, R. 1997. *Vitamin E : Mechanism of Its Antioxidant Activity*. Japan : Departement of Food Science University 1-1 Yanagido, Gifu
- Zar, J. 1999. *Biostatistical Analysis 4 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. ISSN: 1410-5918.
- Zulkarnain I. 2003. Kosmetika Pemutih Kulit dan Permasalahannya. *Berkala Ilmu Penyakit Kulit dan Kelamin*. Vol.15 (1)

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN**A**

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

C

- C : celcius
Cm : centimeter

D

- dPa.s. : *deciPascal.second*

F

- F : Formula

G

- g : gram

M

- Mg : milligram
mL : milliliter

N

- nm : nanometer

LAMPIRAN

A. PENGUJIAN VISKOSITAS

A.1 Hasil Pengujian Viskositas

Replikasi	Viskositas				
	F1	F2	F3	F4	F5
1	68	65	55	45	30
2	67	65	55	45	35
3	68	60	50	35	25
4	70	60	45	35	20
5	67	50	45	30	20
Rata-rata ± SD	68 ± 1,22	60 ± 6,12	50 ± 5,00	38 ± 6,71	26 ± 6,52

A.2 Hasil Analisis Statistik Pengujian Viskositas

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Viskositas 1	.300	5	.161	.833	5	.146
2	.300	5	.161	.833	5	.146
3	.241	5	.200*	.821	5	.119
4	.254	5	.200*	.803	5	.086
5	.221	5	.200*	.902	5	.421

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Viskositas	Based on Mean	2.848	4	20	.051
	Based on Median	1.789	4	20	.171
	Based on Median and with adjusted df	1.789	4	14.254	.186
	Based on trimmed mean	2.803	4	20	.054

c. Uji *One-Way* ANOVA

ANOVA

Viskositas

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5764.000	4	1441.000	43.933	.000
Within Groups	656.000	20	32.800		
Total	6420.000	24			

d. Hasil Analisis Statistik *Post Hoc* (LSD)

Multiple Comparisons

Viskositas

LSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	8.000*	3.622	.039	.44	15.56
	3	18.000*	3.622	.000	10.44	25.56
	4	31.000*	3.622	.000	23.44	38.56
	5	42.000*	3.622	.000	34.44	49.56
2	1	-8.000*	3.622	.039	-15.56	-.44
	3	10.000*	3.622	.012	2.44	17.56
	4	23.000*	3.622	.000	15.44	30.56
	5	34.000*	3.622	.000	26.44	41.56
3	1	-18.000*	3.622	.000	-25.56	-10.44
	2	-10.000*	3.622	.012	-17.56	-2.44
	4	13.000*	3.622	.002	5.44	20.56
	5	24.000*	3.622	.000	16.44	31.56
4	1	-31.000*	3.622	.000	-38.56	-23.44
	2	-23.000*	3.622	.000	-30.56	-15.44
	3	-13.000*	3.622	.002	-20.56	-5.44
	5	11.000*	3.622	.007	3.44	18.56
5	1	-42.000*	3.622	.000	-49.56	-34.44
	2	-34.000*	3.622	.000	-41.56	-26.44
	3	-24.000*	3.622	.000	-31.56	-16.44
	4	-11.000*	3.622	.007	-18.56	-3.44

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

B. PENGUJIAN PH

B.1 Hasil Pengujian pH

Replikasi	pH				
	F1	F2	F3	F4	F5
1	7,58	7,20	6,92	4,78	3,32
2	7,45	7,10	6,89	4,76	3,31
3	7,55	7,15	6,67	4,76	3,35
4	7,46	7,25	6,65	4,78	3,33
5	7,50	7,25	6,63	4,76	3,41
Rerata ± SD	7,51 ± 0,06	7,19 ± 0,06	6,75 ± 0,14	4,77 ± 0,01	3,34 ± 0,04

B.2 Hasil Analisis Statistik Pengujian pH

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pH Formula 1	.309	5	.135	.898	5	.399
Formula 2	.188	5	.200*	.956	5	.781
Formula 3	.320	5	.104	.793	5	.070
Formula 4	.217	5	.200	.895	5	.384
Formula 5	.240	5	.200	.860	5	.227

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pH	Based on Mean	5.340	4	20	.004
	Based on Median	2.154	4	20	.112
	Based on Median and with adjusted df	2.154	4	10.994	.142
	Based on trimmed mean	5.288	4	20	.005

c. Hasil Transformasi Data

Test of Homogeneity of Variance

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pHsepera Based on Mean	1.326	4	20	.295
kar Based on Median	.278	4	20	.889
Based on Median and with adjusted df	.278	4	14.359	.888
Based on trimmed mean	1.100	4	20	.384

d. Hasil *One-Way* ANOVA

ANOVA

pHsqrt	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.036	4	.759	3.424E3	.000
Within Groups	.004	20	.000		
Total	3.041	24			

e. Hasil Statistik Uji *Post Hoc* (LSD)

Multiple Comparisons

pHsqrt

LSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Formula 1	Formula 2	.05866*	.00942	.000	.0390	.0783
	Formula 3	.14171*	.00942	.000	.1221	.1614
	Formula 4	.55648*	.00942	.000	.5368	.5761
	Formula 5	.91142*	.00942	.000	.8918	.9311
Formula 2	Formula 1	-.05866*	.00942	.000	-.0783	-.0390
	Formula 3	.08305*	.00942	.000	.0634	.1027
	Formula 4	.49782*	.00942	.000	.4782	.5175
	Formula 5	.85276*	.00942	.000	.8331	.8724
Formula 3	Formula 1	-.14171*	.00942	.000	-.1614	-.1221
	Formula 2	-.08305*	.00942	.000	-.1027	-.0634
	Formula 4	.41477*	.00942	.000	.3951	.4344
	Formula 5	.76971*	.00942	.000	.7501	.7894
Formula 4	Formula 1	-.55648*	.00942	.000	-.5761	-.5368
	Formula 2	-.49782*	.00942	.000	-.5175	-.4782
	Formula 3	-.41477*	.00942	.000	-.4344	-.3951
	Formula 5	.35494*	.00942	.000	.3353	.3746
Formula 5	Formula 1	-.91142*	.00942	.000	-.9311	-.8918
	Formula 2	-.85276*	.00942	.000	-.8724	-.8331
	Formula 3	-.76971*	.00942	.000	-.7894	-.7501
	Formula 4	-.35494*	.00942	.000	-.3746	-.3353

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

C. PENGUJIAN DAYA SEBAR

C.1 Hasil Pengujian Daya Sebar

a. Tabulasi hasil diameter daya sebar *lotion* pada pengujian daya sebar *lotion* F1

Beban (g)	Daya Sebar (cm)				
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5
0	5,50	5,50	5,42	5,53	5,60
10	5,85	5,65	5,57	5,77	5,77
20	5,90	6,12	6,00	6,15	6,22
30	6,57	6,42	6,42	6,50	6,50
40	6,90	6,70	6,67	6,72	6,67
50	7,00	6,77	6,87	6,92	6,90
60	7,00	6,77	6,87	6,92	6,90

b. Tabulasi hasil diameter daya sebar *lotion* pada pengujian daya sebar *lotion* F2

Beban (g)	Daya Sebar (cm)				
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5
0	6,25	6,30	6,37	6,12	6,10
10	6,75	6,75	6,70	6,50	6,37
20	6,87	6,97	6,90	6,90	6,67
30	7,10	7,22	7,37	7,32	7,17
40	7,50	7,30	7,47	7,45	7,50
50	7,65	7,47	7,50	7,55	7,75
60	7,65	7,47	7,50	7,55	7,75

c. Tabulasi hasil diameter daya sebar *lotion* pada pengujian daya sebar *lotion* F3

Beban (g)	Daya Sebar (cm)				
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5
0	7,2	7,3	7,3	7,3	7,2
10	7,3	7,35	7,4	7,37	7,35
20	7,4	7,4	7,46	7,45	7,5
30	7,6	7,5	7,5	7,5	7,6
40	7,7	7,6	7,6	7,7	7,65
50	7,8	7,75	7,7	7,8	7,72
60	7,8	7,75	7,7	7,8	7,72

d. Tabulasi hasil diameter daya sebar *lotion* pada pengujian daya sebar *lotion* F4

Beban (g)	Daya Sebar (cm)				
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5
0	7,50	7,68	7,48	7,58	7,70
10	7,79	7,90	7,59	7,79	7,98
20	8,20	8,40	8,30	8,50	8,40
30	8,40	8,60	8,50	8,60	8,60
40	8,60	8,80	8,60	8,80	8,75
50	9,76	9,59	8,95	8,89	8,90
60	9,76	9,59	8,95	8,89	8,90

e. Tabulasi hasil diameter daya sebar *lotion* pada pengujian daya sebar *lotion* F5

Beban (g)	Daya Sebar (cm)				
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5
0	7,75	7,65	7,40	7,42	7,47
10	9,15	8,47	8,27	8,12	7,95
20	9,85	9,32	9,00	8,97	8,80
30	10,47	10,20	9,50	9,57	9,42
40	11,20	11,15	10,70	10,47	10,17
50	11,42	11,53	11,45	11,15	11,02
60	11,42	11,53	11,45	11,15	11,02

C.2 Hasil Analisis Statistik Pengujian Daya Sebar

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Formula		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Dayasebar	Formula 1	.261	5	.200*	.878	5	.299
	Formula 2	.152	5	.200*	.990	5	.978
	Formula 3	.246	5	.200*	.956	5	.777
	Formula 4	.240	5	.200*	.945	5	.698
	Formula 5	.227	5	.200*	.942	5	.680

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Dayasebar	Based on Mean	11.695	4	20	.000
	Based on Median	4.344	4	20	.011
	Based on Median and with adjusted df	4.344	4	5.145	.067
	Based on trimmed mean	11.163	4	20	.000

c. Hasil Transformasi

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Dayasebarsquare	Based on Mean	13.266	4	20	.000
	Based on Median	4.697	4	20	.008
	Based on Median and with adjusted df	4.697	4	4.727	.065
	Based on trimmed mean	12.605	4	20	.000

d. Hasil Analisis Statistik *Kruskal-Wallis*Test Statistics^{a,b}

	Dayasebarsquare
Chi-Square	23.086
Df	4
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Formula

e. Hasil Analisis Statistik *Post Hoc*(*Mann-Whitney*)

Ranks

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

Test Statistics^b

	Dayasebarsquare
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
Dayasebarsquare	Formula 1	5	3.00	15.00
	Formula 3	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Dayasebarsquare
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
Dayasebarsquare	Formula 1	5	3.00	15.00
	Formula 4	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Dayasebarsquare
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

Test Statistics^b

	Dayasebarsquare
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.

Ranks

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

Test Statistics^b

	Dayasebarsquare
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
Dayasebrsquare	Formula 2	5	3.00	15.00
	Formula 3	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	Dayasebrsquare
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
Dayasebrsquare	Formula 2	5	3.00	15.00
	Formula 4	5	8.00	40.00
Total		10		

Test Statistics^b

	Dayasebrsquare
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
Dayasebrsquare	Formula 2	5	3.00	15.00
	Formula 5	5	8.00	40.00
Total		10		

Test Statistics^b

	Dayasebrsquare
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
Dayasebrsquare	Formula 3	5	3.00	15.00
	Formula 4	5	8.00	40.00
Total		10		

Test Statistics^b

	Dayasebrsquare
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
Dayasebrsquare	Formula 3	5	3.00	15.00
	Formula 5	5	8.00	40.00
Total		10		

Test Statistics^b

	Dayasebrsquare
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
Dayasebrsquare	Formula 4	5	3.00	15.00
	Formula 5	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

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

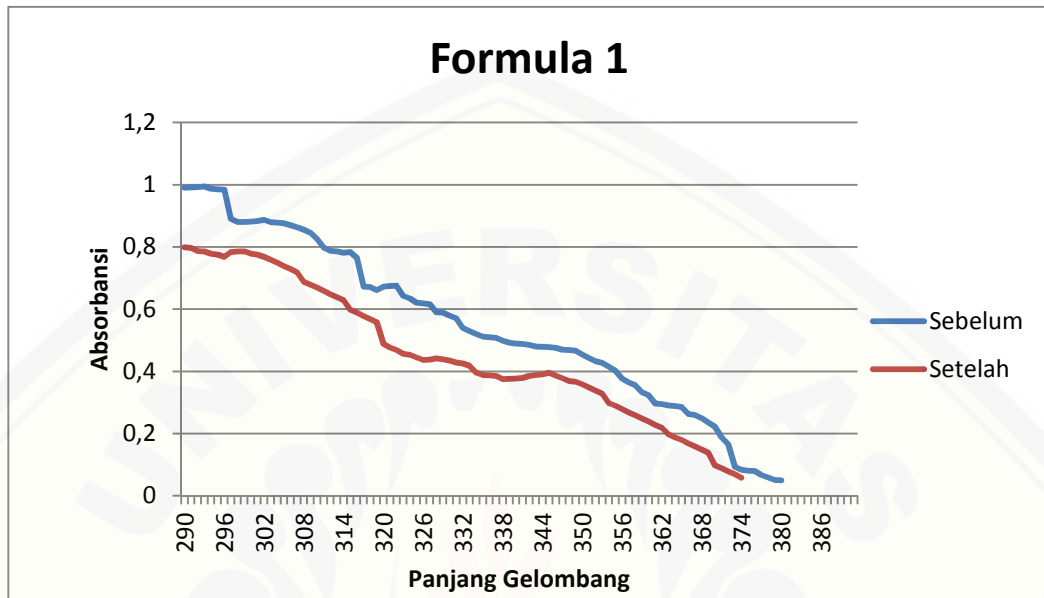
a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

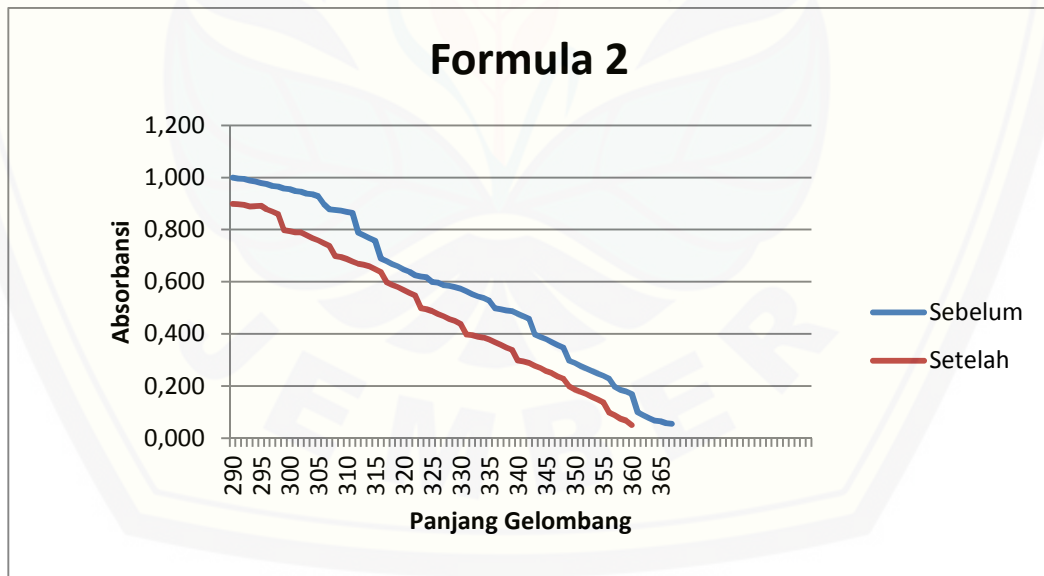
D. HASIL PENGUJIAN SPF

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

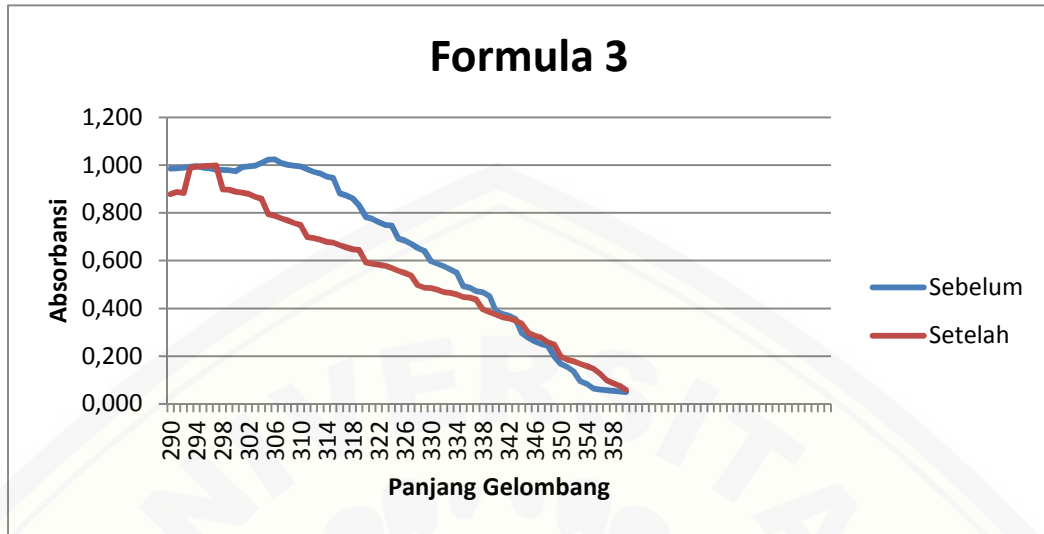
a. F1 sebelum dan setelah paparan



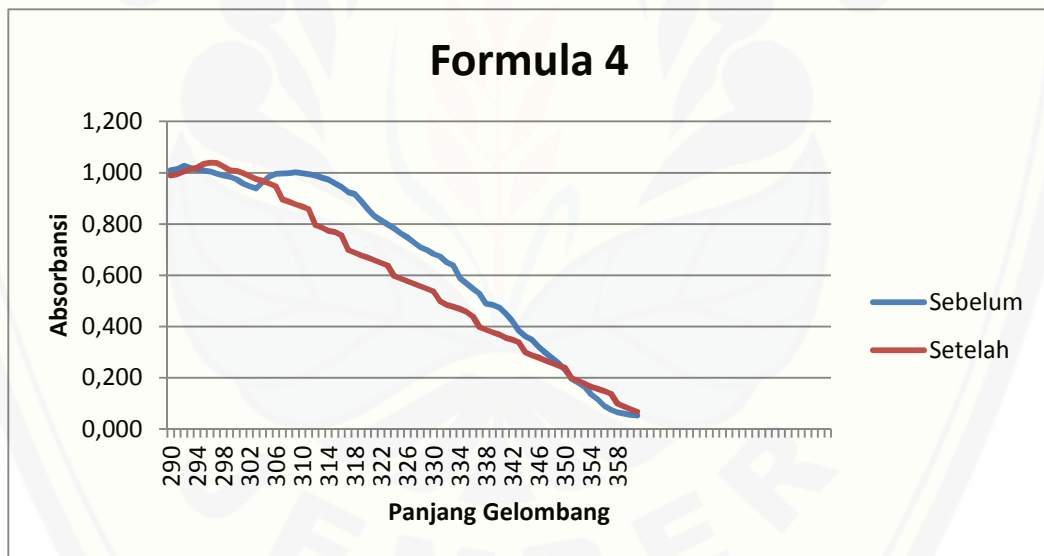
b. F2 sebelum dan setelah paparan



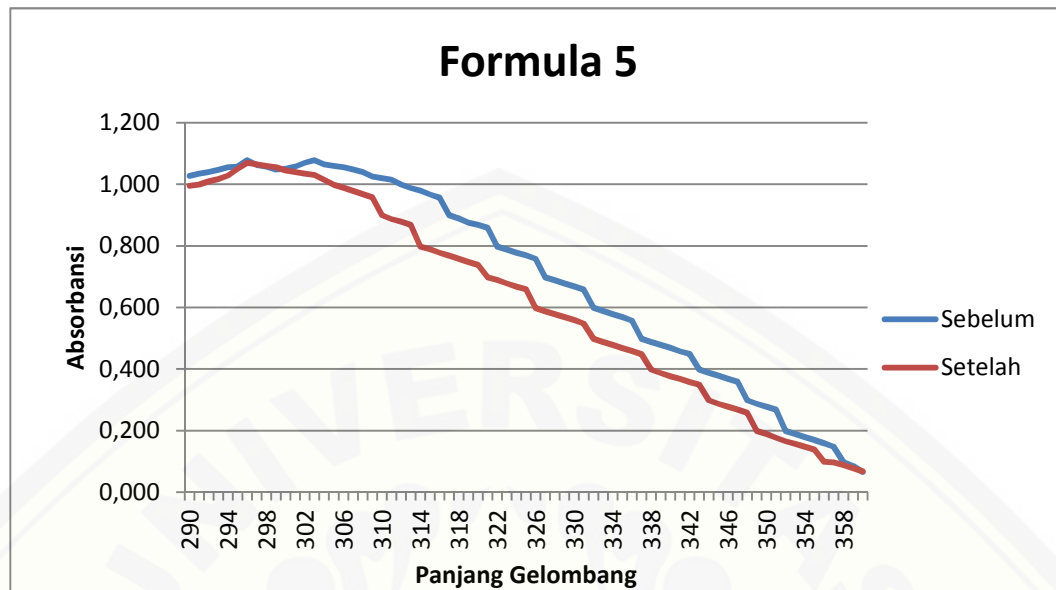
c. F3 sebelum dan setelah paparan



d. F4 sebelum dan setelah paparan



e. F5 sebelum dan setelah paparan



D.2 Tabulasi Absorbansi dan Nilai SPF

D.2.1 Sebelum Paparan Sinar UV

D.2.1.1 Formula 1

	Absorbansi						Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0,89	0,979	0,999	0,984	0,99	317	0,642	0,603	0,589	0,863	0,672
291	0,88	0,981	0,984	0,981	0,991	318	0,655	0,6	0,588	0,783	0,671
292	0,982	0,999	0,98	0,98	0,992	319	0,672	0,601	0,588	0,776	0,661
293	0,973	0,984	0,978	0,978	0,994	320	0,634	0,609	0,587	0,765	0,672
294	0,981	0,98	0,975	0,975	0,987	321	0,621	0,614	0,573	0,748	0,674
295	0,972	0,981	0,971	0,971	0,985	322	0,618	0,62	0,565	0,671	0,675
296	0,962	0,978	0,968	0,99	0,984	323	0,614	0,626	0,556	0,661	0,642
297	0,956	0,975	0,966	0,991	0,891	324	0,62	0,631	0,546	0,642	0,634
298	0,978	0,966	0,958	0,992	0,88	325	0,622	0,635	0,539	0,59	0,621
299	0,98	0,967	0,907	0,994	0,88	326	0,615	0,638	0,529	0,589	0,619
300	0,977	0,968	0,891	0,988	0,881	327	0,607	0,64	0,52	0,588	0,616
301	0,972	0,958	0,88	0,984	0,883	328	0,599	0,641	0,512	0,573	0,59
302	0,962	0,957	0,876	0,981	0,887	329	0,588	0,633	0,503	0,565	0,589
303	0,907	0,951	0,856	0,98	0,879	330	0,579	0,628	0,479	0,556	0,579
304	0,891	0,921	0,845	0,978	0,878	331	0,57	0,622	0,47	0,546	0,57
305	0,88	0,856	0,825	0,975	0,876	332	0,559	0,615	0,467	0,537	0,539
306	0,876	0,845	0,783	0,971	0,87	333	0,549	0,599	0,463	0,527	0,529
307	0,872	0,825	0,776	0,972	0,863	334	0,539	0,588	0,458	0,517	0,52
308	0,87	0,776	0,765	0,975	0,856	335	0,529	0,579	0,461	0,508	0,512
309	0,863	0,765	0,661	0,966	0,845	336	0,52	0,57	0,465	0,498	0,51
310	0,853	0,748	0,642	0,958	0,825	337	0,512	0,559	0,469	0,492	0,508
311	0,851	0,68	0,672	0,951	0,798	338	0,503	0,549	0,472	0,489	0,498
312	0,783	0,621	0,634	0,907	0,788	339	0,496	0,539	0,48	0,485	0,492
313	0,776	0,619	0,621	0,88	0,785	340	0,491	0,529	0,484	0,479	0,489
314	0,765	0,616	0,619	0,876	0,781	341	0,486	0,52	0,488	0,467	0,488
315	0,671	0,613	0,616	0,872	0,783	342	0,482	0,512	0,492	0,463	0,485
316	0,661	0,611	0,59	0,87	0,765	343	0,48	0,503	0,48	0,457	0,48

344	0,479	0,471	0,479	0,453	0,479	367	0,056	0,055	0,179	0,26
345	0,478	0,432	0,471	0,455	0,478	368	0,05		0,165	0,249
346	0,472	0,394	0,466	0,458	0,476	369			0,091	0,235
347	0,432	0,361	0,454	0,461	0,47	370			0,09	0,222
348	0,396	0,33	0,432	0,465	0,468	371			0,088	0,188
349	0,362	0,304	0,427	0,454	0,466	372			0,085	0,166
350	0,331	0,277	0,415	0,439	0,454	373			0,078	0,093
351	0,304	0,249	0,402	0,427	0,443	374			0,067	0,084
352	0,278	0,225	0,396	0,415	0,432	375			0,065	0,08
353	0,251	0,207	0,385	0,402	0,427	376			0,061	0,079
354	0,225	0,19	0,367	0,39	0,415	377			0,06	0,067
355	0,207	0,171	0,355	0,377	0,402	378			0,055	0,059
356	0,191	0,153	0,345	0,365	0,377	379			0,051	
357	0,172	0,137	0,333	0,355	0,365	380			0,05	
358	0,154	0,124	0,263	0,345	0,355					
359	0,138	0,112	0,24	0,333	0,333					
360	0,125	0,1	0,219	0,297	0,323					
361	0,112	0,089	0,192	0,28	0,297					
362	0,1	0,079	0,168	0,263	0,295					
363	0,087	0,07	0,146	0,24	0,29					
364	0,079	0,063	0,123	0,218	0,288					
365	0,071	0,055	0,083	0,21	0,285					
366	0,063	0,05	0,078	0,187	0,263					

D.2.1.2 Formula 2

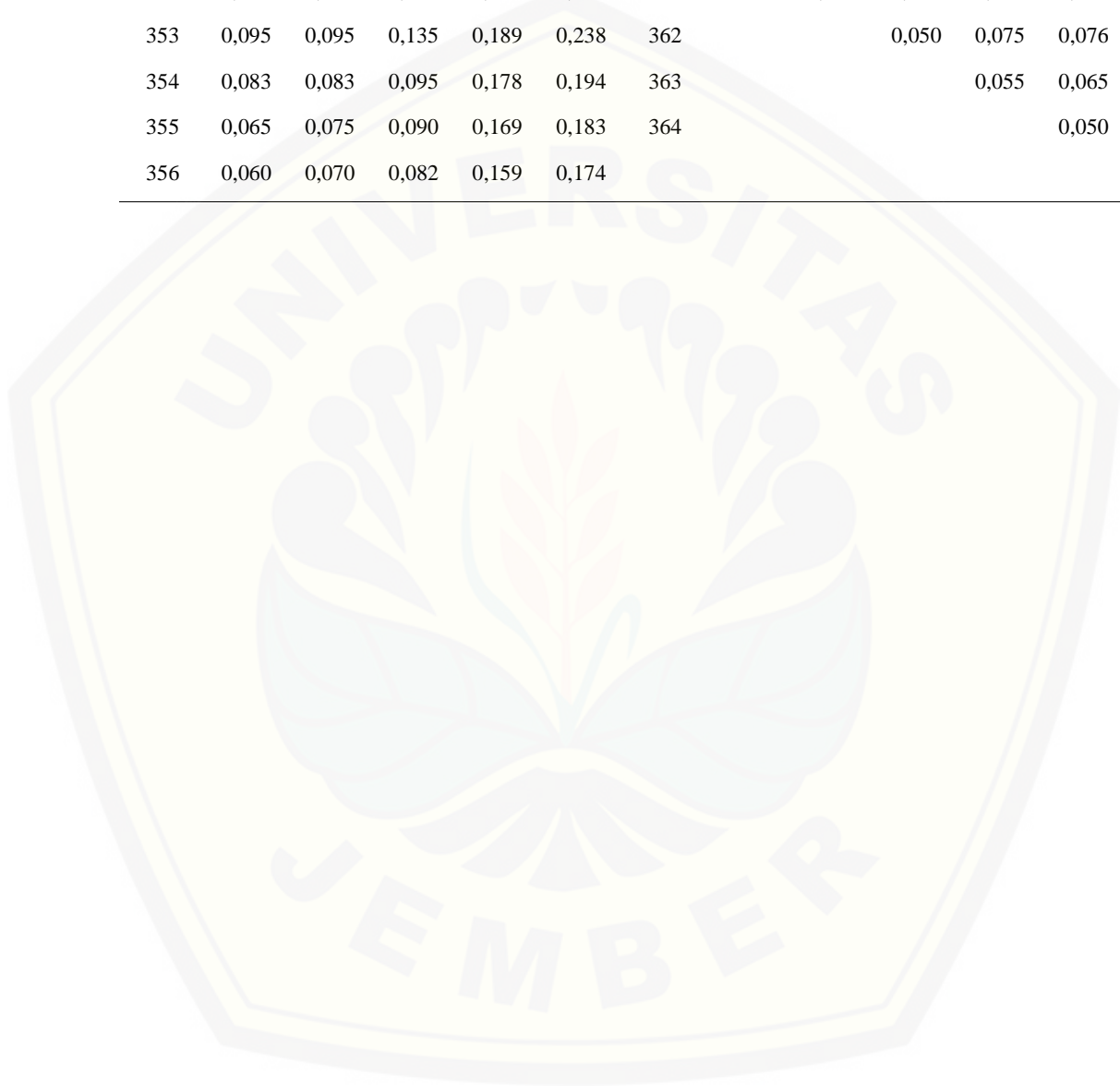
	Absorbansi						Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0,996	0,998	0,999	0,988	0,995	319	0,638	0,658	0,659	0,678	0,755
291	1,006	1,008	0,996	0,985	0,994	320	0,638	0,647	0,647	0,668	0,742
292	1,005	1,006	0,995	0,996	0,997	321	0,638	0,628	0,638	0,659	0,697
293	1,006	1,007	0,988	0,997	0,998	322	0,638	0,625	0,625	0,648	0,688
294	1,009	1,008	0,985	0,998	0,999	323	0,638	0,620	0,620	0,638	0,675
295	1,006	1,009	0,978	0,988	0,989	324	0,638	0,618	0,618	0,627	0,667
296	0,996	0,996	0,975	0,986	0,987	325	0,638	0,599	0,599	0,625	0,654
297	0,989	0,995	0,968	0,979	0,980	326	0,638	0,595	0,597	0,596	0,597
298	0,980	0,988	0,965	0,976	0,978	327	0,638	0,589	0,587	0,586	0,595
299	0,978	0,985	0,958	0,969	0,974	328	0,638	0,585	0,585	0,580	0,589
300	0,968	0,975	0,955	0,967	0,970	329	0,638	0,578	0,579	0,579	0,585
301	0,959	0,968	0,948	0,959	0,968	330	0,638	0,569	0,573	0,568	0,576
302	0,949	0,965	0,945	0,957	0,962	331	0,638	0,548	0,564	0,557	0,568
303	0,938	0,958	0,938	0,947	0,956	332	0,638	0,538	0,552	0,549	0,554
304	0,899	0,948	0,936	0,935	0,941	333	0,638	0,528	0,544	0,538	0,540
305	0,886	0,937	0,928	0,925	0,931	334	0,638	0,520	0,538	0,525	0,538
306	0,879	0,897	0,898	0,898	0,892	335	0,638	0,518	0,528	0,518	0,520
307	0,867	0,887	0,878	0,887	0,887	336	0,638	0,498	0,499	0,498	0,498
308	0,858	0,879	0,875	0,885	0,885	337	0,638	0,495	0,495	0,489	0,495
309	0,849	0,869	0,873	0,876	0,879	338	0,638	0,488	0,490	0,478	0,487
310	0,788	0,865	0,868	0,868	0,875	339	0,638	0,479	0,488	0,468	0,476
311	0,779	0,859	0,865	0,858	0,867	340	0,638	0,468	0,478	0,458	0,462
312	0,768	0,848	0,788	0,798	0,853	341	0,638	0,465	0,468	0,447	0,451
313	0,757	0,786	0,778	0,788	0,847	342	0,638	0,398	0,458	0,439	0,442
314	0,688	0,775	0,768	0,779	0,831	343	0,638	0,388	0,398	0,428	0,425
315	0,679	0,769	0,758	0,768	0,788	344	0,638	0,378	0,388	0,426	0,398
316	0,664	0,748	0,689	0,757	0,775	345	0,638	0,368	0,379	0,418	0,387
317	0,658	0,689	0,679	0,732	0,769	346	0,638	0,358	0,369	0,387	0,374
318	0,647	0,668	0,668	0,687	0,765	347	0,638	0,348	0,357	0,379	0,364

348	0,359	0,298	0,348	0,376	0,351	361	0,089	0,138	0,099	0,168	0,173
349	0,348	0,288	0,297	0,369	0,345	362	0,078	0,128	0,089	0,159	0,164
350	0,298	0,278	0,288	0,368	0,338	363	0,068	0,098	0,078	0,139	0,153
351	0,288	0,268	0,278	0,359	0,329	364	0,057	0,086	0,068	0,135	0,132
352	0,278	0,259	0,268	0,348	0,318	365	0,050	0,079	0,065	0,125	0,120
353	0,257	0,248	0,258	0,339	0,310	366		0,068	0,058	0,115	0,117
354	0,248	0,228	0,248	0,287	0,284	367		0,058	0,055	0,089	0,110
355	0,179	0,188	0,239	0,258	0,273	368				0,068	0,074
356	0,158	0,178	0,229	0,248	0,240	369				0,058	0,065
357	0,148	0,168	0,198	0,239	0,235	370				0,055	0,055
358	0,137	0,159	0,186	0,228	0,198	371					0,050
359	0,122	0,155	0,179	0,185	0,192						
360	0,115	0,148	0,169	0,178	0,182						

D.2.1.3 Formula 3

	Absorbansi						Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0,985	0,985	0,993	0,935	0,999	319	0,831	0,831	0,862	0,858	0,796
291	0,987	0,987	0,997	0,947	0,997	320	0,783	0,783	0,854	0,847	0,783
292	0,989	0,989	0,998	0,962	0,995	321	0,775	0,775	0,820	0,791	0,778
293	0,994	0,994	0,999	0,975	0,988	322	0,761	0,761	0,789	0,783	0,764
294	0,996	0,996	0,990	0,981	0,979	323	0,750	0,750	0,770	0,772	0,753
295	0,990	0,990	0,988	0,990	0,980	324	0,747	0,747	0,762	0,770	0,694
296	0,987	0,987	0,985	0,992	0,986	325	0,693	0,693	0,751	0,768	0,683
297	0,982	0,982	0,975	0,995	0,989	326	0,684	0,684	0,743	0,756	0,674
298	0,980	0,980	0,968	0,979	0,992	327	0,670	0,670	0,680	0,698	0,668
299	0,978	0,978	0,978	0,975	0,993	328	0,653	0,653	0,672	0,678	0,658
300	0,975	0,975	0,985	0,965	0,995	329	0,641	0,641	0,661	0,665	0,649
301	0,992	0,992	0,992	0,985	1,005	330	0,598	0,598	0,642	0,654	0,594
302	0,995	0,995	0,998	0,988	1,009	331	0,587	0,587	0,588	0,587	0,589
303	0,998	0,998	1,007	0,990	1,015	332	0,576	0,576	0,585	0,573	0,587
304	1,010	1,010	1,016	0,995	0,997	333	0,563	0,563	0,572	0,568	0,585
305	1,023	1,023	1,025	0,989	0,995	334	0,550	0,550	0,566	0,552	0,576
306	1,024	1,024	1,022	0,985	0,990	335	0,494	0,494	0,552	0,487	0,560
307	1,010	1,010	1,012	0,988	0,988	336	0,487	0,487	0,493	0,475	0,485
308	1,002	1,002	1,001	0,975	0,978	337	0,472	0,472	0,481	0,467	0,475
309	0,998	0,998	0,997	0,964	0,975	338	0,468	0,468	0,472	0,459	0,469
310	0,995	0,995	0,993	0,959	0,969	339	0,452	0,452	0,461	0,447	0,458
311	0,983	0,983	0,985	0,948	0,958	340	0,389	0,389	0,423	0,438	0,446
312	0,972	0,972	0,971	0,895	0,948	341	0,378	0,378	0,389	0,375	0,395
313	0,965	0,965	0,968	0,898	0,898	342	0,368	0,368	0,376	0,364	0,384
314	0,952	0,952	0,956	0,899	0,887	343	0,357	0,357	0,369	0,354	0,375
315	0,947	0,947	0,949	0,888	0,879	344	0,296	0,296	0,358	0,341	0,368
316	0,882	0,882	0,893	0,885	0,865	345	0,276	0,276	0,342	0,322	0,355
317	0,873	0,873	0,886	0,877	0,855	346	0,262	0,262	0,293	0,289	0,348
318	0,861	0,861	0,872	0,868	0,847	347	0,251	0,251	0,270	0,268	0,290

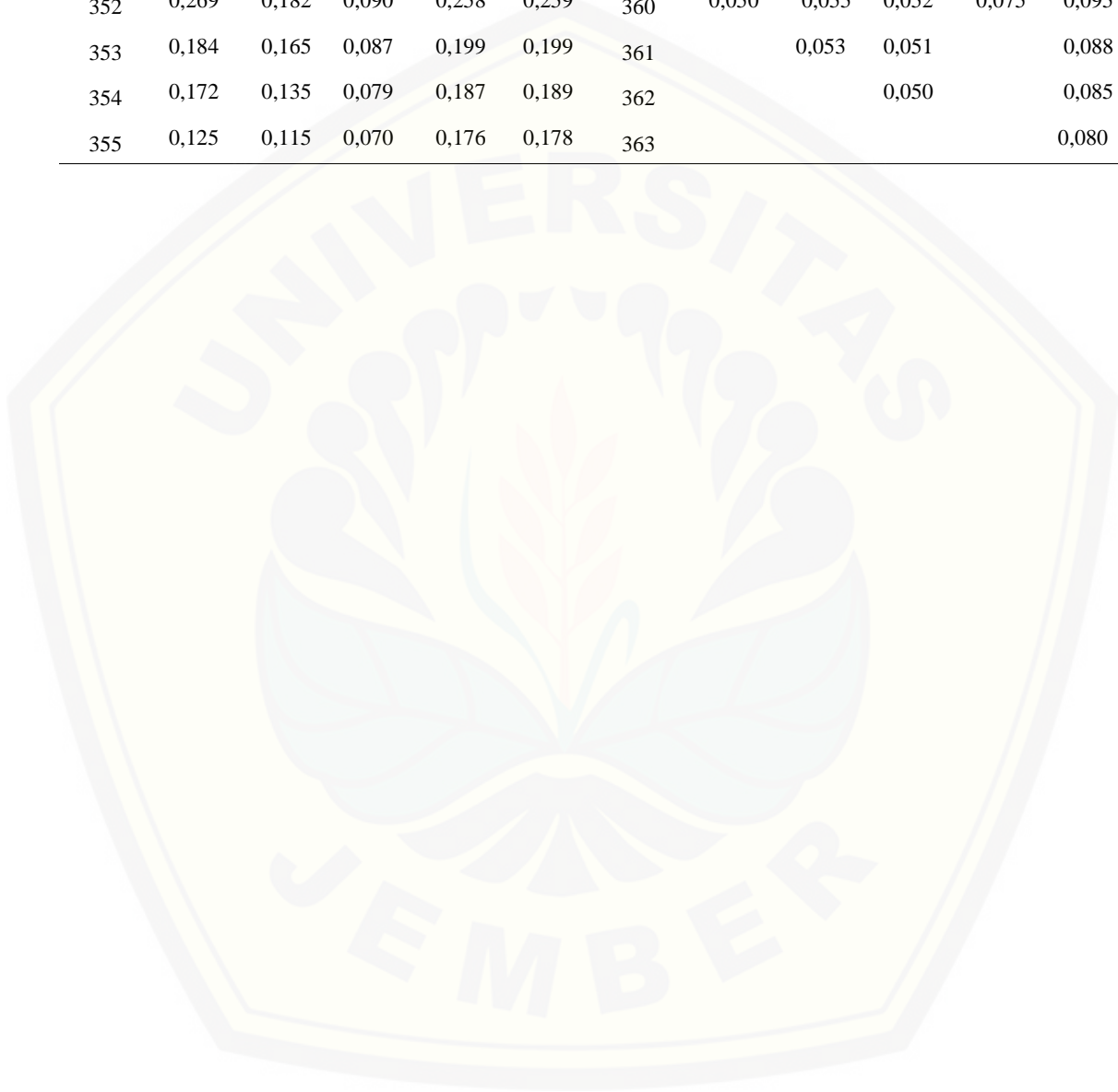
348	0,244	0,244	0,253	0,259	0,283	357	0,058	0,065	0,070	0,148	0,165
349	0,198	0,198	0,242	0,249	0,278	358	0,055	0,060	0,064	0,095	0,157
350	0,167	0,167	0,190	0,237	0,265	359	0,052	0,058	0,058	0,089	0,148
351	0,154	0,154	0,173	0,224	0,255	360	0,050	0,055	0,055	0,085	0,096
352	0,135	0,135	0,152	0,199	0,245	361		0,051	0,051	0,080	0,087
353	0,095	0,095	0,135	0,189	0,238	362			0,050	0,075	0,076
354	0,083	0,083	0,095	0,178	0,194	363				0,055	0,065
355	0,065	0,075	0,090	0,169	0,183	364					0,050
356	0,060	0,070	0,082	0,159	0,174						



D.2.1.4 Formula 4

	Absorbansi						Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	1,023	1,010	0,995	0,994	1,010	319	0,874	0,889	0,678	0,778	0,879
291	1,025	1,015	0,998	0,996	1,015	320	0,861	0,858	0,659	0,769	0,868
292	1,030	1,027	0,999	0,997	1,025	321	0,842	0,831	0,631	0,758	0,858
293	1,021	1,018	1,002	0,998	1,028	322	0,784	0,815	0,620	0,749	0,798
294	1,015	1,013	1,009	1,010	1,037	323	0,776	0,798	0,615	0,699	0,787
295	1,010	1,010	1,020	1,025	1,046	324	0,758	0,784	0,594	0,689	0,779
296	1,018	1,005	1,030	1,030	1,050	325	0,747	0,763	0,576	0,678	0,768
297	1,020	0,996	1,025	1,045	1,045	326	0,697	0,749	0,559	0,669	0,758
298	1,024	0,990	1,018	1,035	1,035	327	0,677	0,728	0,534	0,665	0,698
299	1,027	0,985	1,010	1,030	1,038	328	0,643	0,710	0,510	0,659	0,688
300	1,013	0,975	0,999	1,027	1,040	329	0,621	0,698	0,487	0,648	0,677
301	1,010	0,958	0,996	1,024	1,045	330	0,589	0,684	0,479	0,639	0,669
302	1,007	0,947	0,990	1,020	1,050	331	0,568	0,674	0,459	0,598	0,657
303	1,005	0,938	0,986	1,018	1,055	332	0,555	0,651	0,439	0,588	0,599
304	1,001	0,965	0,975	1,010	1,047	333	0,553	0,638	0,416	0,578	0,587
305	1,005	0,985	0,968	1,005	1,045	334	0,550	0,589	0,397	0,568	0,576
306	1,013	0,996	0,957	0,998	1,038	335	0,495	0,569	0,374	0,557	0,568
307	1,015	0,997	0,948	0,996	1,034	336	0,482	0,548	0,358	0,498	0,558
308	1,018	0,998	0,925	0,989	1,025	337	0,467	0,529	0,341	0,496	0,497
309	1,009	1,002	0,910	0,978	1,018	338	0,458	0,489	0,328	0,487	0,487
310	1,004	0,998	0,890	0,968	1,015	339	0,450	0,485	0,313	0,478	0,468
311	1,002	0,995	0,884	0,957	0,999	340	0,439	0,474	0,296	0,468	0,448
312	1,001	0,990	0,865	0,898	0,997	341	0,398	0,450	0,286	0,459	0,396
313	0,995	0,981	0,842	0,888	0,989	342	0,394	0,421	0,279	0,449	0,387
314	0,991	0,973	0,798	0,879	0,976	343	0,389	0,384	0,275	0,398	0,378
315	0,990	0,958	0,783	0,867	0,968	344	0,385	0,361	0,269	0,387	0,368
316	0,987	0,945	0,769	0,858	0,957	345	0,380	0,349	0,264	0,378	0,358
317	0,974	0,925	0,749	0,798	0,899	346	0,378	0,322	0,256	0,367	0,349
318	0,941	0,917	0,698	0,785	0,886	347	0,369	0,299	0,248	0,348	0,338

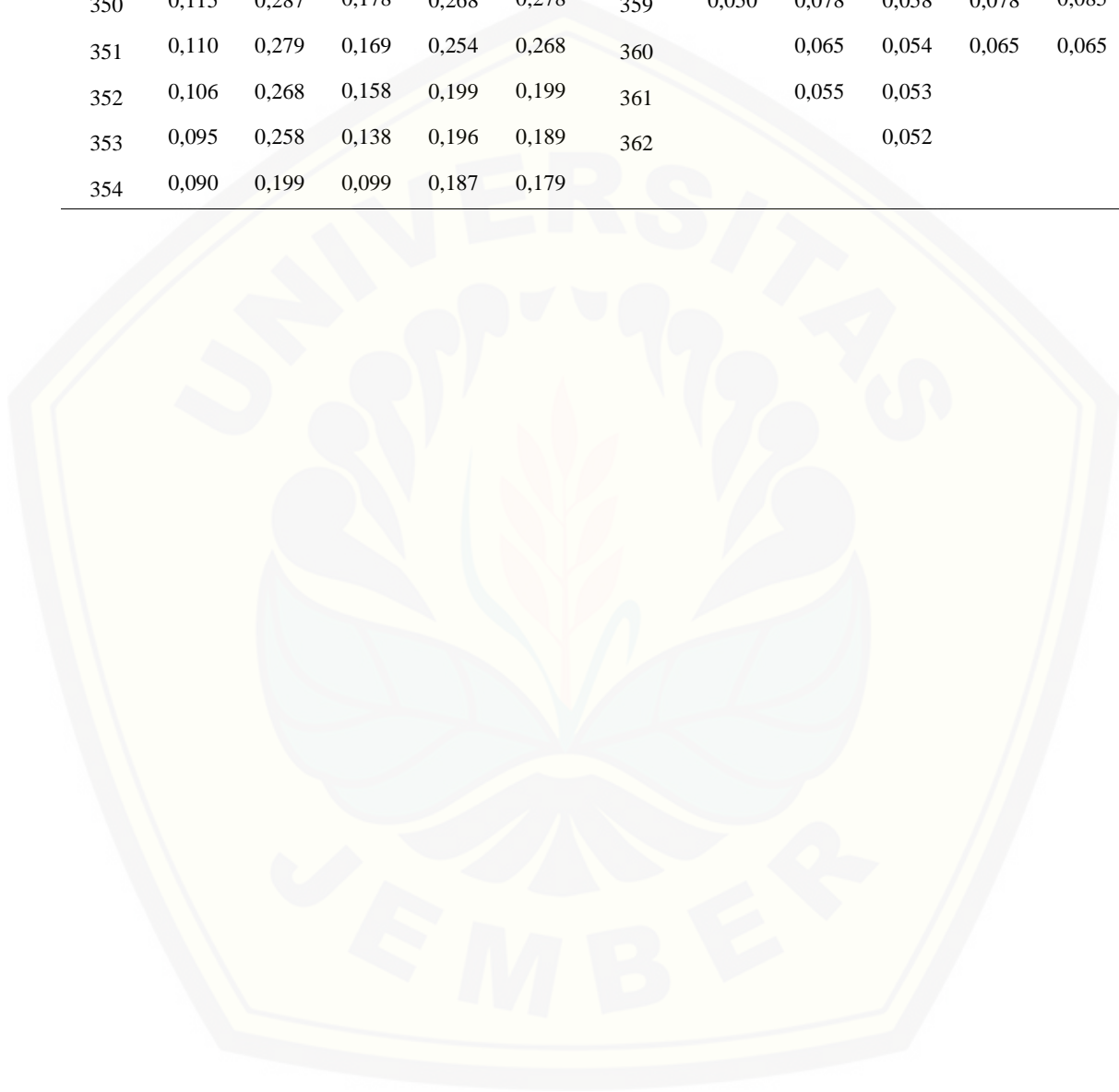
348	0,338	0,278	0,174	0,298	0,298	356	0,095	0,090	0,065	0,168	0,168
349	0,294	0,258	0,169	0,288	0,289	357	0,070	0,075	0,060	0,098	0,158
350	0,288	0,231	0,152	0,278	0,277	358	0,065	0,065	0,055	0,095	0,149
351	0,279	0,196	0,132	0,267	0,268	359	0,055	0,060	0,053	0,085	0,139
352	0,269	0,182	0,090	0,258	0,259	360	0,050	0,055	0,052	0,075	0,095
353	0,184	0,165	0,087	0,199	0,199	361		0,053	0,051		0,088
354	0,172	0,135	0,079	0,187	0,189	362			0,050		0,085
355	0,125	0,115	0,070	0,176	0,178	363					0,080



D.2.1.5 Formula 5

	Absorbansi						Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	1,028	1,015	0,998	1,026	1,027	318	0,987	0,959	0,779	0,879	0,889
291	1,030	1,025	0,999	1,035	1,035	319	0,935	0,897	0,769	0,869	0,876
292	1,045	1,028	1,008	1,045	1,040	320	0,933	0,887	0,698	0,859	0,868
293	1,055	1,038	1,010	1,050	1,047	321	0,930	0,879	0,689	0,798	0,859
294	1,085	1,040	1,015	1,070	1,055	322	0,925	0,869	0,677	0,789	0,798
295	1,065	1,047	1,027	1,087	1,058	323	0,920	0,858	0,668	0,778	0,788
296	1,060	1,055	1,038	1,099	1,078	324	0,910	0,799	0,659	0,768	0,778
297	1,070	1,069	1,047	1,140	1,063	325	0,825	0,789	0,598	0,759	0,769
298	1,080	1,078	1,055	1,170	1,058	326	0,820	0,779	0,587	0,697	0,758
299	1,088	1,087	1,068	1,165	1,048	327	0,815	0,769	0,578	0,687	0,698
300	1,090	1,070	1,050	1,155	1,050	328	0,810	0,758	0,568	0,679	0,688
301	1,100	1,110	1,045	1,145	1,058	329	0,732	0,698	0,559	0,668	0,678
302	1,115	1,088	1,035	1,139	1,070	330	0,723	0,688	0,498	0,659	0,669
303	1,089	1,076	1,025	1,128	1,078	331	0,720	0,678	0,487	0,598	0,658
304	1,075	1,068	1,018	1,119	1,065	332	0,713	0,669	0,476	0,588	0,599
305	1,067	1,059	1,010	1,098	1,060	333	0,622	0,659	0,468	0,578	0,589
306	1,058	1,048	0,994	1,089	1,055	334	0,620	0,598	0,463	0,569	0,578
307	1,050	1,039	0,987	1,085	1,048	335	0,613	0,589	0,398	0,558	0,569
308	1,046	1,037	0,978	1,075	1,040	336	0,610	0,578	0,386	0,548	0,557
309	1,038	1,027	0,968	1,058	1,025	337	0,525	0,568	0,376	0,499	0,498
310	1,027	1,024	0,959	1,038	1,020	338	0,520	0,559	0,369	0,488	0,488
311	1,020	1,015	0,899	1,029	1,015	339	0,515	0,498	0,358	0,478	0,478
312	1,018	1,010	0,888	0,998	0,999	340	0,510	0,489	0,350	0,469	0,469
313	1,015	0,998	0,879	0,988	0,988	341	0,420	0,478	0,299	0,458	0,458
314	1,010	0,995	0,868	0,979	0,979	342	0,410	0,469	0,287	0,398	0,449
315	1,005	0,989	0,858	0,968	0,967	343	0,320	0,449	0,279	0,388	0,398
316	0,998	0,978	0,798	0,898	0,957	344	0,315	0,397	0,269	0,378	0,388
317	0,995	0,968	0,788	0,887	0,899	345	0,310	0,386	0,258	0,366	0,378

346	0,218	0,379	0,249	0,358	0,368	355	0,080	0,187	0,084	0,167	0,169
347	0,214	0,369	0,228	0,297	0,359	356	0,070	0,178	0,076	0,157	0,159
348	0,210	0,358	0,199	0,285	0,298	357	0,065	0,095	0,065	0,099	0,148
349	0,120	0,299	0,189	0,270	0,287	358	0,055	0,080	0,060	0,088	0,099
350	0,115	0,287	0,178	0,268	0,278	359	0,050	0,078	0,058	0,078	0,085
351	0,110	0,279	0,169	0,254	0,268	360		0,065	0,054	0,065	0,065
352	0,106	0,268	0,158	0,199	0,199	361		0,055	0,053		
353	0,095	0,258	0,138	0,196	0,189	362			0,052		
354	0,090	0,199	0,099	0,187	0,179						



D.2.2 Setelah Paparan Sinar UV

D.2.2.1 Formula 1

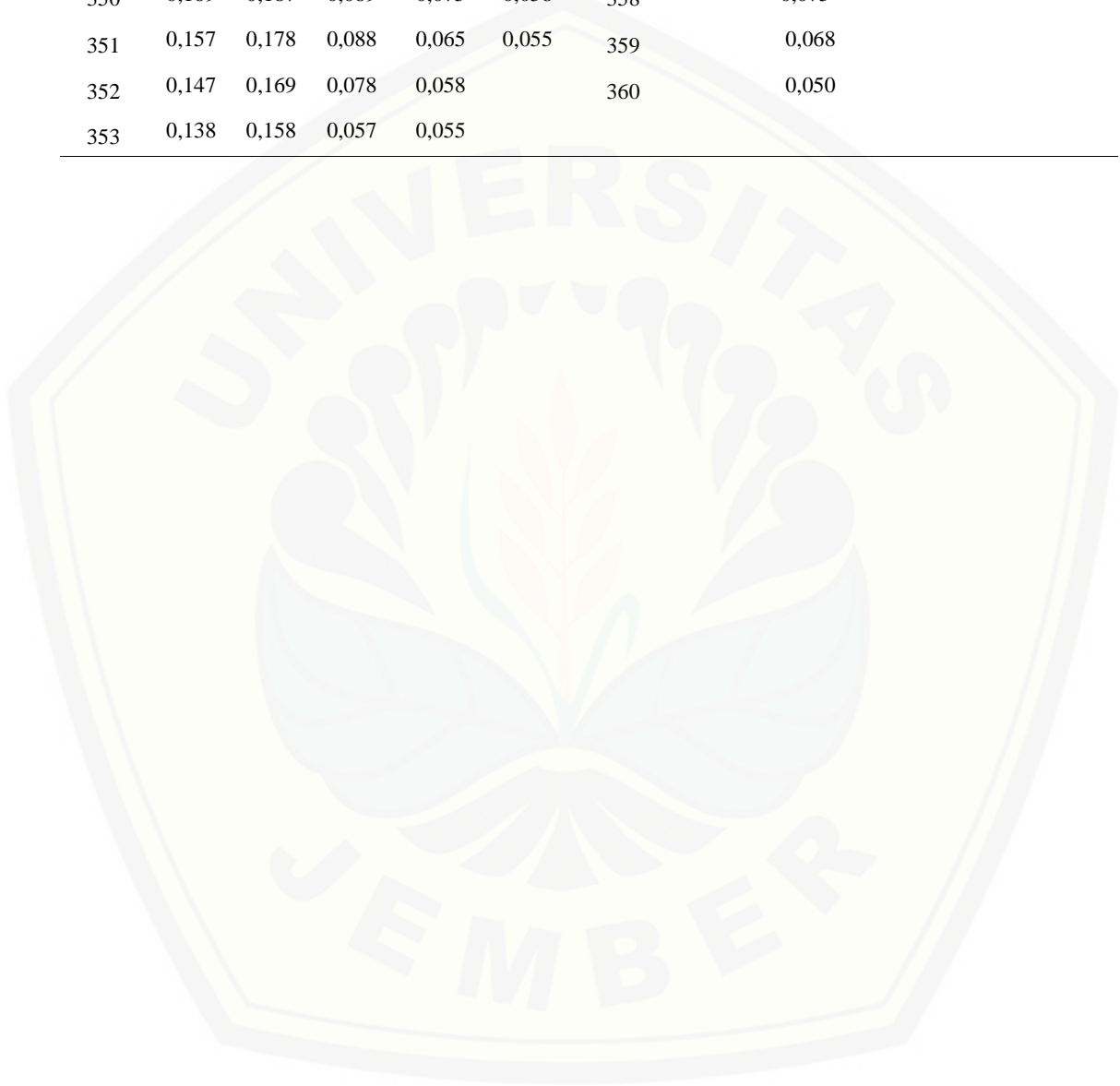
	Absorbansi						Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0,780	0,790	0,795	0,776	0,799	318	0,633	0,545	0,53	0,657	0,568
291	0,778	0,785	0,79	0,771	0,797	319	0,631	0,540	0,517	0,655	0,558
292	0,775	0,781	0,784	0,768	0,787	320	0,629	0,535	0,515	0,645	0,488
293	0,770	0,780	0,783	0,765	0,785	321	0,623	0,520	0,514	0,636	0,477
294	0,695	0,776	0,781	0,778	0,778	322	0,618	0,514	0,512	0,628	0,468
295	0,689	0,777	0,778	0,779	0,775	323	0,615	0,506	0,514	0,615	0,456
296	0,687	0,778	0,775	0,78	0,768	324	0,610	0,495	0,516	0,585	0,453
297	0,680	0,780	0,77	0,783	0,783	325	0,608	0,484	0,52	0,572	0,445
298	0,678	0,775	0,779	0,785	0,785	326	0,605	0,475	0,525	0,567	0,437
299	0,675	0,760	0,78	0,773	0,786	327	0,601	0,464	0,528	0,556	0,438
300	0,679	0,755	0,785	0,77	0,778	328	0,600	0,450	0,529	0,543	0,442
301	0,683	0,745	0,787	0,765	0,775	329	0,598	0,448	0,531	0,537	0,439
302	0,681	0,735	0,776	0,762	0,768	330	0,595	0,442	0,532	0,528	0,435
303	0,676	0,720	0,775	0,755	0,759	331	0,593	0,439	0,534	0,519	0,428
304	0,672	0,715	0,765	0,745	0,749	332	0,592	0,437	0,536	0,51	0,425
305	0,666	0,687	0,75	0,743	0,738	333	0,590	0,431	0,53	0,489	0,418
306	0,664	0,667	0,745	0,741	0,729	334	0,589	0,428	0,525	0,476	0,395
307	0,655	0,657	0,743	0,736	0,719	335	0,587	0,426	0,521	0,466	0,388
308	0,652	0,632	0,73	0,735	0,688	336	0,585	0,420	0,514	0,451	0,387
309	0,651	0,610	0,724	0,72	0,678	337	0,583	0,421	0,505	0,448	0,385
310	0,650	0,587	0,71	0,71	0,669	338	0,581	0,423	0,497	0,439	0,375
311	0,648	0,571	0,687	0,688	0,659	339	0,580	0,425	0,487	0,428	0,376
312	0,647	0,572	0,678	0,682	0,648	340	0,579	0,429	0,477	0,418	0,377
313	0,645	0,573	0,667	0,678	0,638	341	0,575	0,432	0,466	0,398	0,379
314	0,644	0,569	0,652	0,673	0,629	342	0,573	0,435	0,455	0,387	0,385
315	0,638	0,566	0,645	0,67	0,598	343	0,571	0,437	0,445	0,376	0,388
316	0,636	0,561	0,59	0,665	0,589	344	0,570	0,445	0,433	0,374	0,390
317	0,635	0,555	0,53	0,661	0,578	345	0,568	0,448	0,422	0,368	0,395

346	0,565	0,455	0,411	0,355	0,386	370	0,431	0,288	0,231	0,050	0,098
347	0,563	0,457	0,374	0,345	0,378	371	0,419	0,276	0,222		0,089
348	0,560	0,460	0,367	0,338	0,369	372	0,407	0,264	0,21		0,078
349	0,555	0,462	0,361	0,326	0,367	373	0,396	0,246	0,196		0,069
350	0,557	0,461	0,356	0,318	0,358	374	0,384	0,205	0,182		0,058
351	0,556	0,463	0,352	0,297	0,348	375	0,372	0,187	0,165		
352	0,553	0,461	0,351	0,288	0,338	376	0,361	0,165	0,145		
353	0,551	0,458	0,349	0,285	0,328	377	0,351	0,143	0,125		
354	0,548	0,455	0,348	0,271	0,298	378	0,339	0,125	0,102		
355	0,538	0,445	0,35	0,268	0,289	379	0,330	0,112	0,077		
356	0,535	0,441	0,353	0,250	0,279	380	0,320	0,084	0,058		
357	0,531	0,431	0,357	0,240	0,268	381	0,310	0,070	0,055		
358	0,529	0,419	0,365	0,211	0,258	382	0,300	0,054	0,05		
359	0,525	0,407	0,356	0,204	0,248	383	0,227	0,050			
360	0,520	0,396	0,345	0,185	0,239	384	0,112				
361	0,514	0,385	0,331	0,164	0,228	385	0,084				
362	0,506	0,372	0,319	0,147	0,218	386	0,070				
363	0,496	0,361	0,307	0,129	0,198	387	0,057				
364	0,487	0,351	0,296	0,110	0,187	388	0,054				
365	0,478	0,339	0,284	0,094	0,179	389	0,050				
366	0,468	0,330	0,273	0,079	0,168						
367	0,450	0,320	0,26	0,064	0,159						
368	0,448	0,310	0,252	0,058	0,148						
369	0,439	0,305	0,242	0,055	0,138						

D.2.2.2 Formula 2

	Absorbansi						Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0,899	0,899	0,899	0,899	0,898	318	0,568	0,588	0,559	0,568	0,558
291	0,898	0,898	0,895	0,896	0,896	319	0,559	0,579	0,495	0,559	0,548
292	0,889	0,895	0,889	0,890	0,895	320	0,549	0,568	0,486	0,547	0,539
293	0,878	0,889	0,890	0,883	0,894	321	0,538	0,557	0,478	0,538	0,498
294	0,868	0,890	0,891	0,894	0,889	322	0,498	0,548	0,467	0,495	0,489
295	0,859	0,891	0,892	0,896	0,878	323	0,488	0,498	0,459	0,485	0,478
296	0,848	0,878	0,888	0,897	0,868	324	0,478	0,495	0,449	0,473	0,468
297	0,839	0,869	0,879	0,883	0,858	325	0,468	0,488	0,437	0,465	0,459
298	0,790	0,859	0,869	0,872	0,849	326	0,458	0,477	0,398	0,455	0,449
299	0,795	0,798	0,858	0,862	0,838	327	0,448	0,468	0,389	0,446	0,398
300	0,798	0,795	0,849	0,842	0,798	328	0,439	0,457	0,378	0,394	0,385
301	0,788	0,790	0,838	0,791	0,788	329	0,428	0,449	0,366	0,381	0,378
302	0,778	0,789	0,795	0,785	0,779	330	0,398	0,438	0,358	0,376	0,369
303	0,768	0,778	0,790	0,775	0,768	331	0,388	0,398	0,349	0,365	0,358
304	0,759	0,768	0,789	0,767	0,757	332	0,378	0,395	0,339	0,354	0,349
305	0,748	0,759	0,778	0,755	0,748	333	0,369	0,389	0,298	0,343	0,298
306	0,739	0,748	0,768	0,748	0,738	334	0,358	0,385	0,289	0,292	0,289
307	0,728	0,738	0,759	0,739	0,697	335	0,349	0,378	0,278	0,281	0,278
308	0,698	0,699	0,748	0,695	0,688	336	0,338	0,368	0,269	0,276	0,269
309	0,689	0,695	0,699	0,685	0,679	337	0,328	0,358	0,257	0,265	0,258
310	0,679	0,688	0,688	0,675	0,669	338	0,319	0,347	0,249	0,255	0,249
311	0,668	0,678	0,678	0,665	0,659	339	0,298	0,339	0,238	0,242	0,198
312	0,658	0,669	0,667	0,658	0,649	340	0,289	0,298	0,228	0,235	0,189
313	0,648	0,665	0,659	0,644	0,638	341	0,278	0,295	0,219	0,193	0,178
314	0,638	0,659	0,598	0,638	0,598	342	0,269	0,289	0,198	0,184	0,169
315	0,599	0,648	0,588	0,598	0,589	343	0,258	0,278	0,189	0,173	0,158
316	0,589	0,637	0,579	0,587	0,578	344	0,249	0,269	0,177	0,162	0,149
317	0,578	0,598	0,568	0,576	0,569	345	0,238	0,257	0,167	0,152	0,138

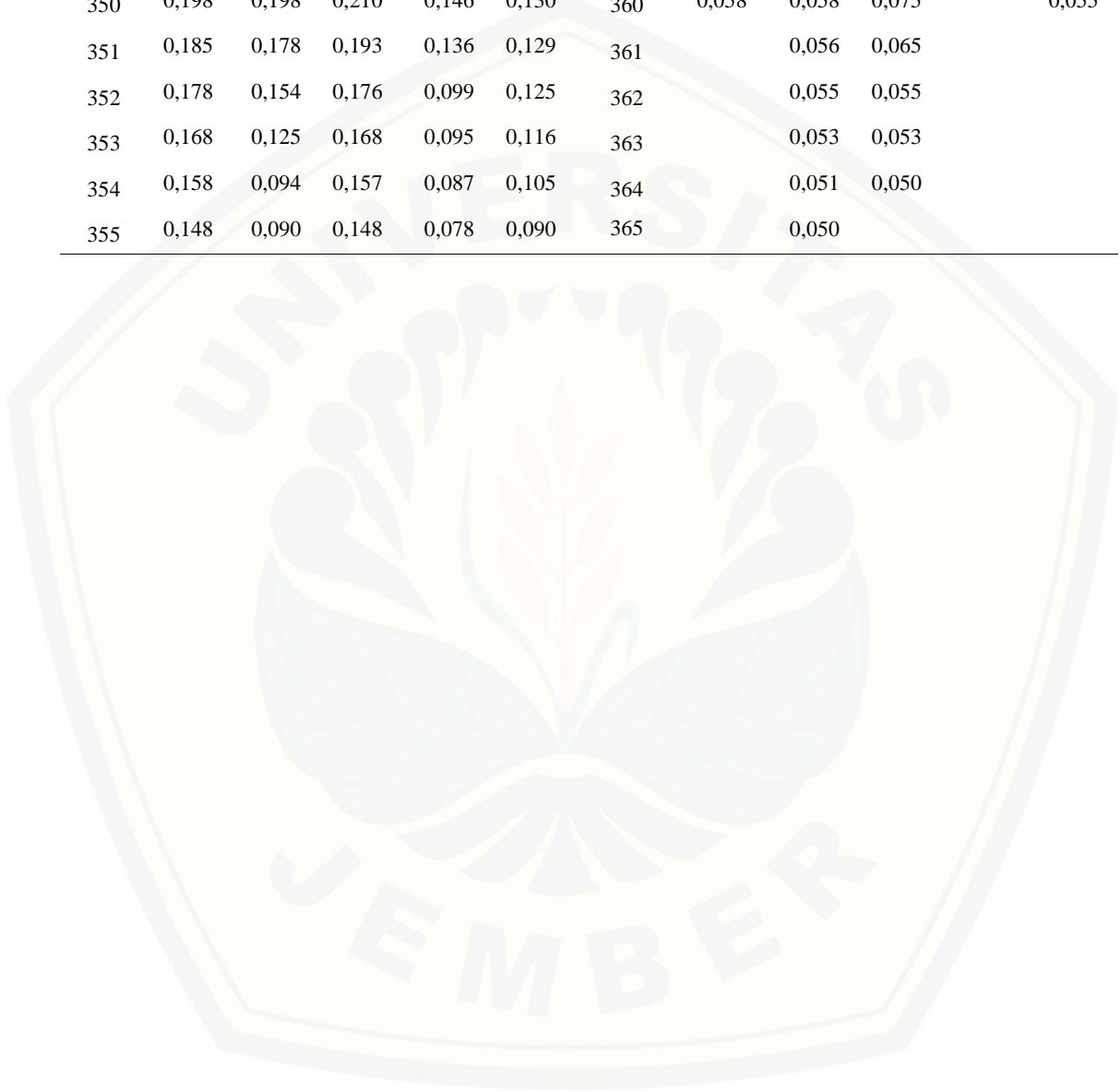
346	0,228	0,249	0,155	0,143	0,098	354	0,128	0,149
347	0,198	0,237	0,148	0,134	0,089	355	0,098	0,138
348	0,188	0,228	0,137	0,095	0,078	356	0,088	0,098
349	0,178	0,199	0,098	0,08	0,068	357	0,078	0,088
350	0,169	0,187	0,089	0,075	0,058	358		0,075
351	0,157	0,178	0,088	0,065	0,055	359		0,068
352	0,147	0,169	0,078	0,058		360		0,050
353	0,138	0,158	0,057	0,055				



D.2.2.3 Formula 3

	Absorbansi						Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0,878	0,858	0,897	0,884	0,847	318	0,647	0,774	0,765	0,660	0,789
291	0,887	0,866	0,895	0,887	0,868	319	0,645	0,765	0,756	0,598	0,775
292	0,884	0,879	0,890	0,893	0,879	320	0,593	0,758	0,745	0,586	0,747
293	0,990	0,888	0,898	0,898	0,889	321	0,587	0,696	0,694	0,576	0,695
294	0,994	0,894	0,899	0,995	0,895	322	0,583	0,687	0,687	0,568	0,686
295	0,996	0,897	0,905	0,998	0,899	323	0,578	0,674	0,678	0,557	0,665
296	0,998	0,899	0,938	1,015	0,910	324	0,568	0,668	0,668	0,547	0,659
297	0,999	0,945	0,950	1,020	0,954	325	0,558	0,657	0,658	0,496	0,598
298	0,898	0,960	0,978	1,026	0,987	326	0,548	0,647	0,648	0,485	0,587
299	0,897	0,975	0,994	1,010	0,993	327	0,538	0,598	0,593	0,478	0,563
300	0,889	0,994	0,998	0,998	0,998	328	0,498	0,587	0,584	0,456	0,498
301	0,885	0,998	1,008	0,988	0,999	329	0,487	0,576	0,575	0,453	0,485
302	0,879	0,999	1,010	0,978	1,000	330	0,485	0,566	0,568	0,442	0,476
303	0,868	1,005	0,995	0,968	0,998	331	0,478	0,558	0,557	0,398	0,466
304	0,859	0,998	0,989	0,946	0,995	332	0,468	0,497	0,548	0,387	0,443
305	0,795	0,990	0,979	0,899	0,994	333	0,465	0,487	0,498	0,375	0,398
306	0,788	0,988	0,965	0,884	0,990	334	0,458	0,478	0,487	0,364	0,381
307	0,778	0,983	0,957	0,879	0,988	335	0,448	0,459	0,476	0,357	0,374
308	0,768	0,972	0,948	0,859	0,973	336	0,445	0,389	0,468	0,348	0,354
309	0,758	0,961	0,898	0,848	0,958	337	0,437	0,375	0,458	0,298	0,342
310	0,749	0,957	0,887	0,798	0,938	338	0,397	0,369	0,398	0,286	0,287
311	0,698	0,898	0,879	0,788	0,894	339	0,385	0,357	0,386	0,278	0,268
312	0,695	0,885	0,869	0,778	0,881	340	0,374	0,346	0,378	0,268	0,252
313	0,688	0,878	0,858	0,769	0,874	341	0,363	0,339	0,365	0,247	0,221
314	0,678	0,867	0,849	0,758	0,864	342	0,358	0,328	0,358	0,238	0,217
315	0,675	0,858	0,798	0,698	0,842	343	0,348	0,296	0,348	0,225	0,210
316	0,665	0,798	0,786	0,680	0,794	344	0,337	0,289	0,298	0,199	0,204
317	0,655	0,784	0,778	0,674	0,790	345	0,298	0,275	0,287	0,195	0,184

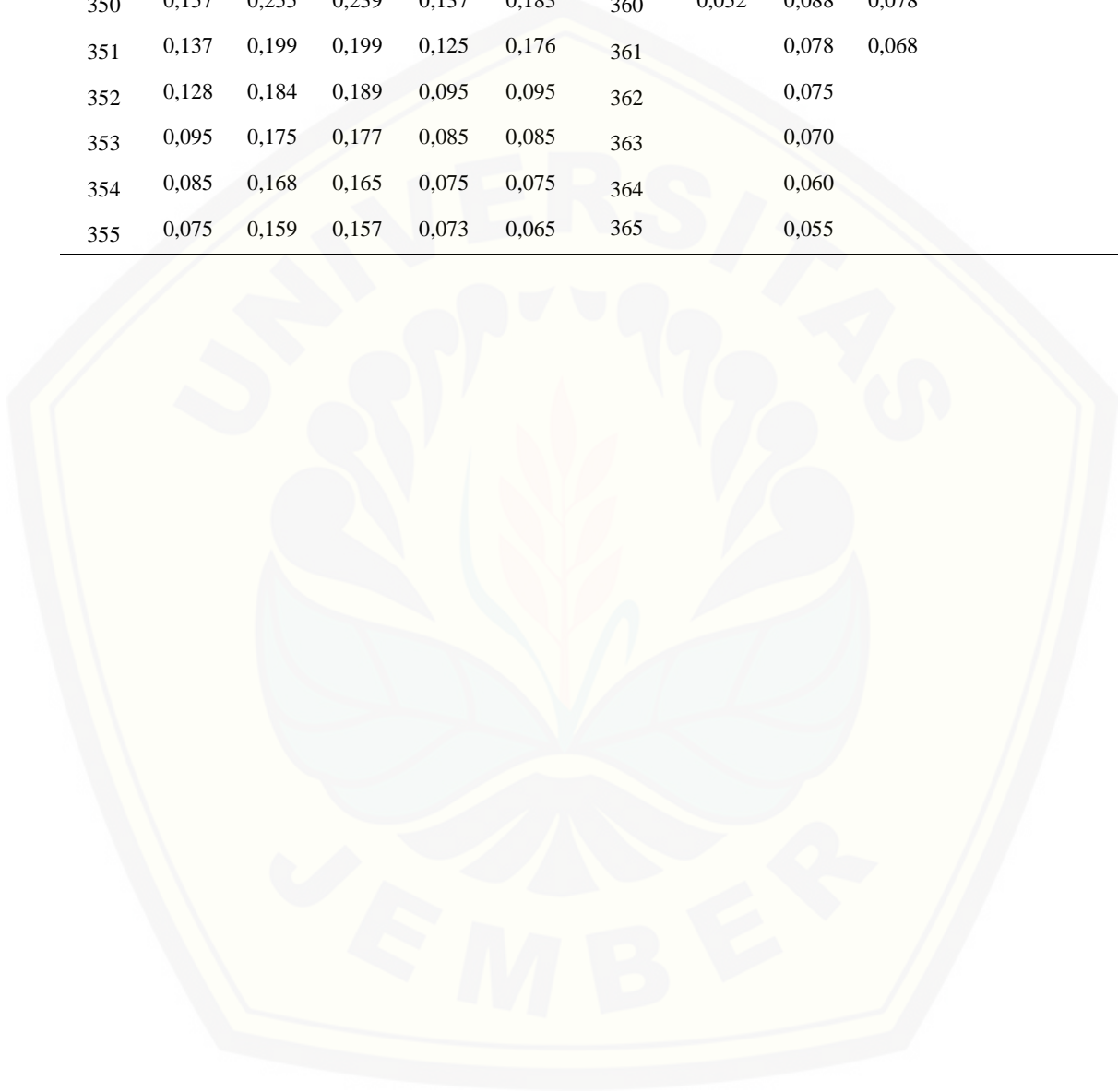
346	0,286	0,265	0,278	0,189	0,164	356	0,128	0,080	0,127	0,068	0,085
347	0,278	0,259	0,238	0,176	0,147	357	0,099	0,072	0,098	0,065	0,075
348	0,258	0,239	0,226	0,168	0,139	358	0,087	0,063	0,088	0,05	0,060
349	0,248	0,225	0,219	0,157	0,135	359	0,076	0,060	0,085		0,058
350	0,198	0,198	0,210	0,146	0,130	360	0,058	0,058	0,075		0,055
351	0,185	0,178	0,193	0,136	0,129	361		0,056	0,065		
352	0,178	0,154	0,176	0,099	0,125	362		0,055	0,055		
353	0,168	0,125	0,168	0,095	0,116	363		0,053	0,053		
354	0,158	0,094	0,157	0,087	0,105	364		0,051	0,050		
355	0,148	0,090	0,148	0,078	0,090	365		0,050			



D.2.2.4 Formula 4

	Absorbansi						Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0,887	0,898	0,990	0,996	0,885	318	0,778	0,799	0,688	0,768	0,758
291	0,888	0,899	0,995	0,993	0,897	319	0,763	0,785	0,677	0,755	0,749
292	0,890	0,957	1,005	0,990	0,898	320	0,759	0,779	0,669	0,689	0,738
293	0,893	0,977	1,013	0,989	0,899	321	0,745	0,768	0,658	0,679	0,698
294	0,895	0,983	1,020	0,980	0,990	322	0,736	0,754	0,648	0,668	0,684
295	0,897	0,994	1,035	0,992	0,995	323	0,695	0,748	0,639	0,659	0,678
296	0,990	0,998	1,040	0,995	0,997	324	0,687	0,697	0,598	0,588	0,660
297	0,995	0,999	1,038	0,996	0,998	325	0,677	0,688	0,588	0,575	0,658
298	0,998	0,997	1,025	0,998	1,008	326	0,660	0,674	0,578	0,568	0,648
299	0,999	0,989	1,010	0,999	0,999	327	0,654	0,668	0,567	0,548	0,639
300	0,997	0,976	1,007	1,005	0,998	328	0,639	0,659	0,558	0,499	0,599
301	0,995	0,967	0,998	1,015	0,997	329	0,597	0,648	0,548	0,495	0,587
302	0,996	0,979	0,987	0,994	0,995	330	0,588	0,595	0,538	0,490	0,575
303	0,997	0,989	0,976	0,992	0,994	331	0,578	0,587	0,499	0,489	0,560
304	0,999	0,990	0,968	0,990	0,990	332	0,566	0,572	0,485	0,476	0,554
305	0,993	0,995	0,958	0,986	0,987	333	0,558	0,564	0,478	0,468	0,548
306	0,989	0,998	0,947	0,968	0,977	334	0,499	0,556	0,469	0,459	0,539
307	0,978	0,999	0,896	0,959	0,975	335	0,485	0,548	0,458	0,448	0,495
308	0,966	0,989	0,887	0,899	0,966	336	0,478	0,493	0,439	0,425	0,487
309	0,948	0,978	0,877	0,888	0,890	337	0,469	0,487	0,398	0,399	0,468
310	0,898	0,966	0,869	0,876	0,888	338	0,455	0,476	0,387	0,379	0,457
311	0,877	0,959	0,858	0,869	0,870	339	0,398	0,469	0,378	0,359	0,445
312	0,868	0,899	0,796	0,856	0,868	340	0,387	0,458	0,369	0,347	0,387
313	0,837	0,884	0,786	0,847	0,848	341	0,377	0,398	0,357	0,298	0,376
314	0,827	0,879	0,774	0,839	0,798	342	0,367	0,384	0,349	0,285	0,369
315	0,798	0,866	0,768	0,798	0,789	343	0,358	0,379	0,339	0,278	0,349
316	0,794	0,858	0,756	0,788	0,777	344	0,298	0,368	0,299	0,269	0,298
317	0,780	0,849	0,699	0,776	0,765	345	0,287	0,359	0,288	0,255	0,286

346	0,270	0,295	0,279	0,194	0,278	356	0,065	0,144	0,148	0,068	0,060
347	0,269	0,285	0,268	0,185	0,265	357	0,060	0,135	0,138	0,065	0,058
348	0,198	0,276	0,258	0,161	0,258	358	0,058	0,098	0,099	0,055	0,055
349	0,178	0,269	0,248	0,153	0,198	359	0,055	0,095	0,088		0,052
350	0,157	0,255	0,239	0,137	0,183	360	0,052	0,088	0,078		
351	0,137	0,199	0,199	0,125	0,176	361		0,078	0,068		
352	0,128	0,184	0,189	0,095	0,095	362		0,075			
353	0,095	0,175	0,177	0,085	0,085	363		0,070			
354	0,085	0,168	0,165	0,075	0,075	364		0,060			
355	0,075	0,159	0,157	0,073	0,065	365		0,055			



D.2.2.5 Formula 5

	Absorbansi						Absorbansi				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
290	0,877	0,994	0,995	1,150	0,989	318	0,779	0,799	0,758	0,750	0,768
291	0,878	0,998	0,999	1,145	0,990	319	0,767	0,789	0,748	0,748	0,757
292	0,890	0,999	1,010	1,138	0,995	320	0,759	0,785	0,738	0,730	0,698
293	0,895	1,010	1,017	1,130	0,998	321	0,747	0,778	0,698	0,720	0,630
294	0,899	1,027	1,028	1,128	1,005	322	0,739	0,769	0,689	0,712	0,620
295	0,990	1,036	1,050	1,125	1,010	323	0,699	0,759	0,678	0,698	0,615
296	0,995	1,040	1,070	1,120	1,020	324	0,688	0,699	0,668	0,687	0,610
297	0,998	1,048	1,065	1,115	1,028	325	0,679	0,687	0,659	0,678	0,550
298	1,030	1,060	1,060	1,110	1,045	326	0,668	0,678	0,598	0,669	0,547
299	1,045	1,070	1,055	1,085	1,050	327	0,659	0,668	0,587	0,658	0,535
300	1,060	1,055	1,045	1,074	1,055	328	0,648	0,650	0,578	0,598	0,530
301	1,075	1,040	1,040	1,060	1,060	329	0,599	0,648	0,569	0,526	0,524
302	1,056	1,038	1,035	1,050	1,068	330	0,589	0,598	0,559	0,521	0,520
303	1,045	1,024	1,030	1,035	1,055	331	0,578	0,589	0,548	0,515	0,430
304	1,037	1,015	1,015	1,025	1,045	332	0,569	0,578	0,498	0,510	0,425
305	1,025	1,005	0,998	1,010	1,035	333	0,558	0,569	0,488	0,431	0,410
306	1,010	0,999	0,989	1,005	1,015	334	0,548	0,559	0,478	0,425	0,360
307	0,999	0,995	0,978	1,002	1,010	335	0,498	0,548	0,468	0,421	0,355
308	0,988	0,990	0,968	0,990	1,005	336	0,488	0,499	0,459	0,418	0,350
309	0,977	0,989	0,958	0,960	0,998	337	0,479	0,489	0,448	0,413	0,345
310	0,968	0,979	0,899	0,950	0,987	338	0,468	0,478	0,398	0,333	0,340
311	0,899	0,968	0,887	0,945	0,976	339	0,459	0,469	0,387	0,325	0,335
312	0,887	0,959	0,879	0,930	0,899	340	0,398	0,458	0,376	0,320	0,330
313	0,879	0,899	0,868	0,870	0,887	341	0,389	0,449	0,368	0,315	0,255
314	0,860	0,889	0,798	0,865	0,879	342	0,378	0,398	0,358	0,252	0,250
315	0,859	0,878	0,789	0,855	0,869	343	0,369	0,389	0,349	0,24	0,245
316	0,798	0,869	0,778	0,850	0,798	344	0,359	0,378	0,298	0,235	0,230
317	0,788	0,859	0,768	0,845	0,787	345	0,298	0,369	0,287	0,23	0,225

346	0,289	0,359	0,278	0,21	0,150	356	0,089	0,168	0,099	0,063
347	0,279	0,298	0,268	0,169	0,145	357	0,079	0,154	0,097	0,06
348	0,268	0,289	0,258	0,155	0,140	358	0,067	0,148	0,088	0,055
349	0,199	0,278	0,199	0,135	0,132	359	0,065	0,099	0,078	0,05
350	0,189	0,268	0,189	0,124	0,099	360	0,052	0,089	0,068	
351	0,179	0,259	0,177	0,11	0,086	361		0,080		
352	0,168	0,249	0,165	0,095	0,075	362		0,075		
353	0,158	0,199	0,157	0,09	0,060	363		0,070		
354	0,148	0,187	0,148	0,08	0,055	364		0,065		
355	0,099	0,179	0,138	0,07		365		0,060		

D.3 Hasil Analisis Statistik Data SPF

D.3.1 *One-Way* ANOVA SPF Sebelum

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Formula		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SPF	Formula 1	.192	5	.200*	.985	5	.960
	Formula 2	.223	5	.200*	.961	5	.817
	Formula 3	.242	5	.200*	.853	5	.203
	Formula 4	.210	5	.200*	.927	5	.578
	Formula 5	.222	5	.200*	.883	5	.321

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
SPF	Based on Mean	2.391	4	20	.085
	Based on Median	.940	4	20	.461
	Based on Median and with adjusted df	.940	4	14.991	.468
	Based on trimmed mean	2.382	4	20	.086

c. Uji *One-Way* ANOVA

ANOVA

SPF	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	508.323	4	127.081	288.703	.000
Within Groups	8.804	20	.440		
Total	517.127	24			

d. Hasil Analisis Statistik *Post Hoc* (LSD)

Multiple Comparisons

SPF

LSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Formula 1	Formula 2	-2.9802600*	.4196084	.000	-3.855548	-2.104972
	Formula 3	-12.9446000*	.4196084	.000	-13.819888	-12.069312
	Formula 4	-8.8136400*	.4196084	.000	-9.688928	-7.938352
	Formula 5	-5.3644400*	.4196084	.000	-6.239728	-4.489152
Formula 2	Formula 1	2.9802600*	.4196084	.000	2.104972	3.855548
	Formula 3	-9.9643400*	.4196084	.000	-10.839628	-9.089052
	Formula 4	-5.8333800*	.4196084	.000	-6.708668	-4.958092
	Formula 5	-2.3841800*	.4196084	.000	-3.259468	-1.508892
Formula 3	Formula 1	12.9446000*	.4196084	.000	12.069312	13.819888
	Formula 2	9.9643400*	.4196084	.000	9.089052	10.839628
	Formula 4	4.1309600*	.4196084	.000	3.255672	5.006248
	Formula 5	7.5801600*	.4196084	.000	6.704872	8.455448
Formula 4	Formula 1	8.8136400*	.4196084	.000	7.938352	9.688928
	Formula 2	5.8333800*	.4196084	.000	4.958092	6.708668
	Formula 3	-4.1309600*	.4196084	.000	-5.006248	-3.255672
	Formula 5	3.4492000*	.4196084	.000	2.573912	4.324488
Formula 5	Formula 1	5.3644400*	.4196084	.000	4.489152	6.239728
	Formula 2	2.3841800*	.4196084	.000	1.508892	3.259468
	Formula 3	-7.5801600*	.4196084	.000	-8.455448	-6.704872
	Formula 4	-3.4492000*	.4196084	.000	-4.324488	-2.573912

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

D.3.2 *One-Way* ANOVA SPF Setelah

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SPF Formula 1	.237	5	.200*	.907	5	.449
Formula 2	.191	5	.200*	.961	5	.817
Formula 3	.227	5	.200*	.952	5	.750
Formula 4	.227	5	.200*	.867	5	.254
Formula 5	.268	5	.200*	.852	5	.201

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
SPF	Based on Mean	5.930	4	20	.003
	Based on Median	4.419	4	20	.010
	Based on Median and with adjusted df	4.419	4	10.742	.023
	Based on trimmed mean	6.085	4	20	.002

c. Hasil Transformasi Data

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
akar	Based on Mean	6.086	4	20	.002
	Based on Median	4.678	4	20	.008
	Based on Median and with adjusted df	4.678	4	10.455	.020
	Based on trimmed mean	6.245	4	20	.002

d. Hasil Analisis Statistik *Kruskal-Wallis*Test Statistics^{a,b}

	akar
Chi-Square	22.382
df	4
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
Formulae. Hasil Analisis Statistik *Post Hoc (Mann-Whitney)*

Ranks

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

Test Statistics^b

	akar
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
akar	Formula 1	5	3.00	15.00
	Formula 3	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	akar
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
akar	Formula 1	5	3.00	15.00
	Formula 4	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	akar
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
akar	Formula 1	5	3.00	15.00
	Formula 5	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	akar
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
akar	Formula 2	5	3.00	15.00
	Formula 3	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	akar
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
akar	Formula 2	5	4.00	20.00
	Formula 4	5	7.00	35.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	akar
Mann-Whitney U	5.000
Wilcoxon W	20.000
Z	-1.576
Asymp. Sig. (2-tailed)	.115
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.151 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Ranks

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

Test Statistics^b

	akar
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
akar	Formula 3	5	8.00	40.00
	Formula 4	5	3.00	15.00
Total		10		

Test Statistics^b

	akar
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
akar	Formula 3	5	8.00	40.00
	Formula 5	5	3.00	15.00
Total		10		

Test Statistics^b

	akar
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
akar	Formula 4	5	8.00	40.00
	Formula 5	5	3.00	15.00
Total		10		

Test Statistics^b

	akar
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

D.3.3 T-Test Berpasangan

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Formula		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SPFsebelum	Formula 1	.192	5	.200 [*]	.985	5	.961
	Formula 2	.223	5	.200 [*]	.961	5	.817
	Formula 3	.242	5	.200 [*]	.853	5	.203
	Formula 4	.210	5	.200 [*]	.927	5	.578
	Formula 5	.222	5	.200 [*]	.883	5	.321
SPFsetelah	Formula 1	.237	5	.200 [*]	.907	5	.449
	Formula 2	.191	5	.200 [*]	.961	5	.817
	Formula 3	.227	5	.200 [*]	.952	5	.750
	Formula 4	.227	5	.200 [*]	.867	5	.254
	Formula 5	.268	5	.200 [*]	.855	5	.211

a. Lilliefors Significance Correction

b. Uji 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 SPFsebelum - SPFsetelah	6.4336160E0	2.4812798	.4962560	5.4093940	7.4578380	12.964	24	.000

D.4 Selisih Sebelum Dan Setelah

a. Uji Normalitas

Tests of Normality							
Formula		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
DELTA	Formula 1	.248	5	.200*	.905	5	.435
	Formula 2	.280	5	.200*	.886	5	.339
	Formula 3	.205	5	.200*	.942	5	.683
	Formula 4	.206	5	.200*	.943	5	.690
	Formula 5	.216	5	.200*	.892	5	.367

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DELTA	Based on Mean	5.266	4	20	.005
	Based on Median	.990	4	20	.435
	Based on Median and with adjusted df	.990	4	4.185	.501
	Based on trimmed mean	3.902	4	20	.017

c. Transformasi Data

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DELTAQUADRAT	Based on Mean	3.909	4	20	.017
	Based on Median	1.919	4	20	.147
	Based on Median and with adjusted df	1.919	4	11.140	.177
	Based on trimmed mean	3.933	4	20	.016

d. Uji *Kruskal-Wallis*

Test Statistics^{a,b}

	DELTAQUADRA T
Chi-Square	18.927
Df	4
Asymp. Sig.	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Formula

e. Uji *Mann-Whitney*

Ranks

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
DELTAQUADRAT	Formula 1	5	7.60	38.00
	Formula 2	5	3.40	17.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	DELTAQUADRA T
Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	17.000
Z	-2.193
Asymp. Sig. (2-tailed)	.028
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.032 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Ranks

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

Test Statistics^b

	DELTAQUADRA T
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
DELTAQUADRAT	Formula 1	5	3.00	15.00
	Formula 4	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	DELTAQUADRA T
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
DELTAQUADRAT	Formula 1	5	3.00	15.00
	Formula 5	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	DELTAQUADRA T
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
DELTAQUADRAT	Formula 2	5	3.00	15.00
	Formula 3	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	DELTAQUADRA T
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
DELTAQUADRAT	Formula 2	5	3.00	15.00
	Formula 4	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	DELTAQUADRA T
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
DELTAQUADRAT	Formula 2	5	3.00	15.00
	Formula 5	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	DELTAQUADRA T
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
DELTAQUADRAT	Formula 3	5	5.40	27.00
	Formula 4	5	5.60	28.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	DELTAQUADRA T
Mann-Whitney U	12.000
Wilcoxon W	27.000
Z	-.104
Asymp. Sig. (2-tailed)	.917
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Ranks

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
DELTAQUADRAT	Formula 3	5	4.60	23.00
	Formula 5	5	6.40	32.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	DELTAQUADRA T
Mann-Whitney U	8.000
Wilcoxon W	23.000
Z	-.940
Asymp. Sig. (2-tailed)	.347
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.421 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Ranks

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
DELTAQUADRAT	Formula 4	5	4.00	20.00
	Formula 5	5	7.00	35.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	DELTAQUADRA T
Mann-Whitney U	5.000
Wilcoxon W	20.000
Z	-1.567
Asymp. Sig. (2-tailed)	.117
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.151 ^a

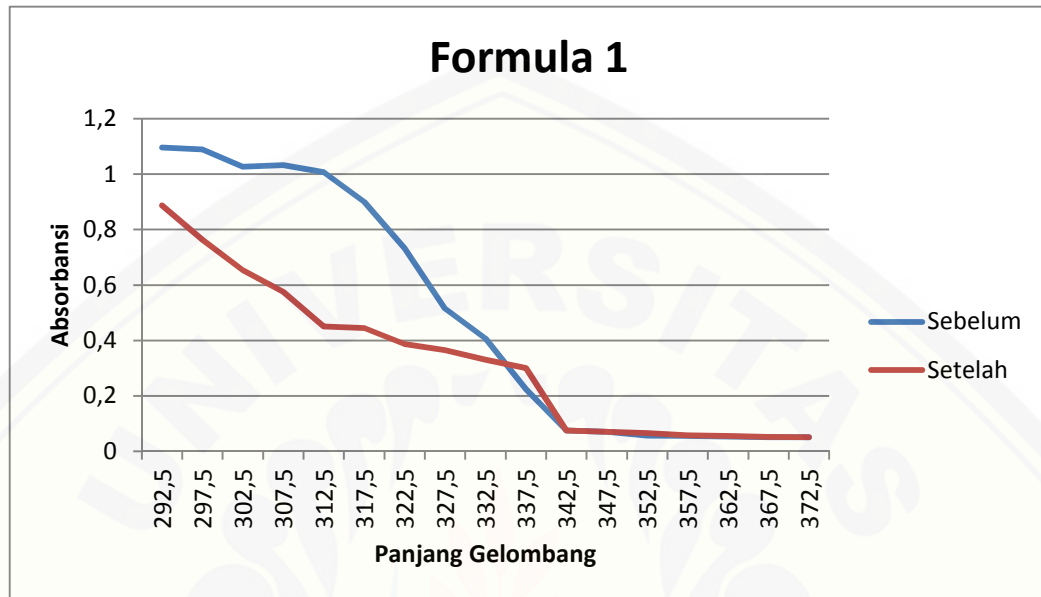
a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

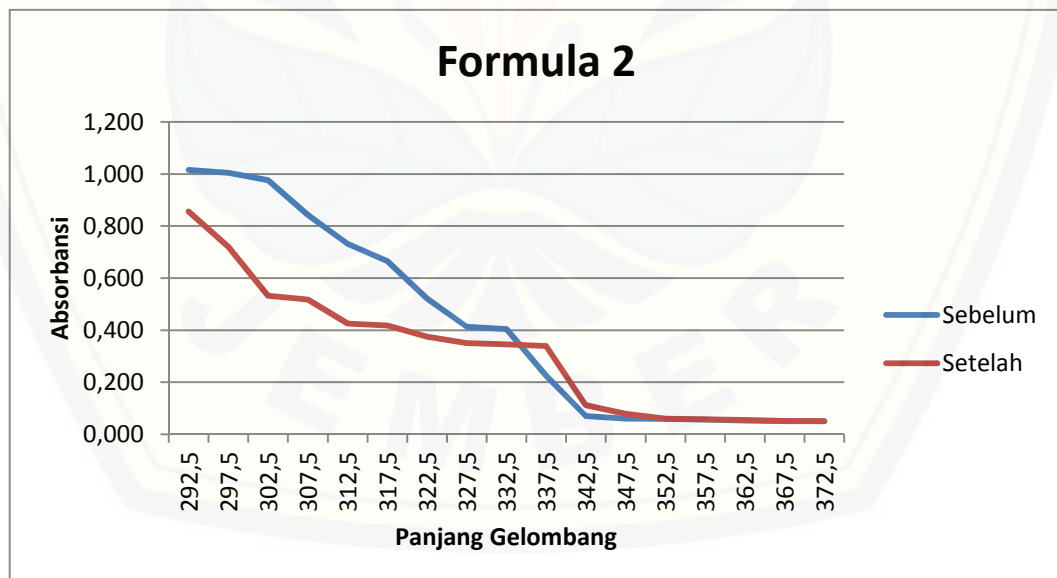
E. HASIL PENGUJIAN NILAI TRANSMISI ERITEMA DAN PIGMENTASI

E.1 Profil Serapan *Lotion* Tabir Surya Dalam Pelarut Isopropanol

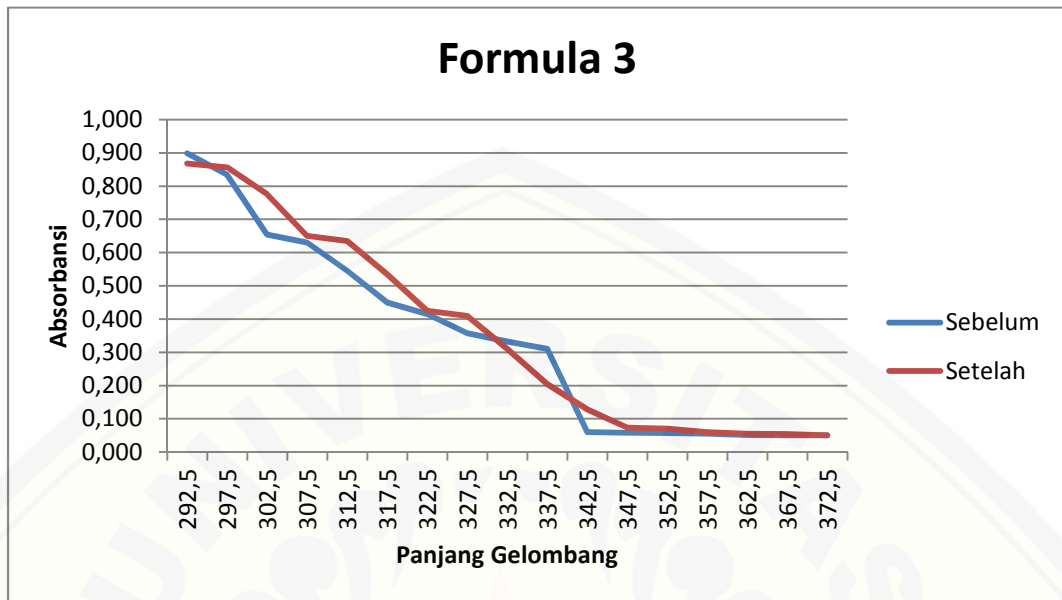
a. F1 sebelum dan setelah paparan



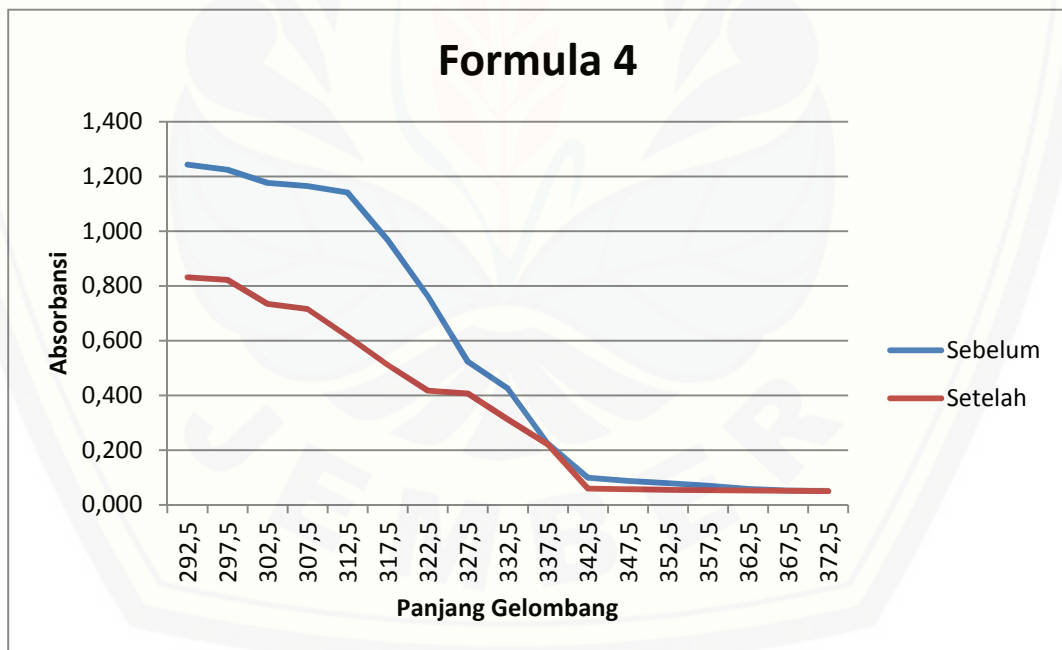
b. F2 sebelum dan sesudah paparan



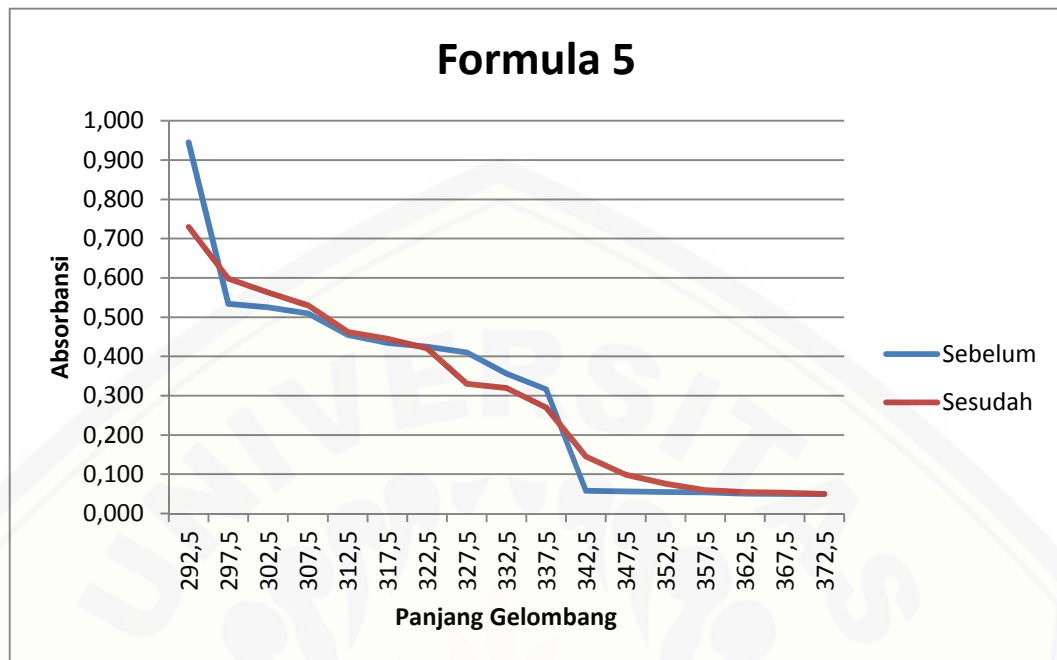
c. F3 sebelum dan sesudah paparan



d. F4 sebelum dan sesudah paparan



e. F5 sebelum dan sesudah paparan



E.2 Tabulasi Absorbansi Porsen Transmisi Eritema Dan Porsen Transmisi Pigmentasi

E.2.1 Sebelum paparan sinar UV

E.2.1.1 Formula 1

Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L					Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	0,963	1,018	1,096	0,93	0,918	337,5	0,221	0,234	0,224	0,221	0,244
297,5	0,967	1,007	1,089	0,935	0,913	342,5	0,070	0,070	0,075	0,070	0,066
302,5	0,955	0,982	1,027	0,924	0,907	347,5	0,065	0,065	0,070	0,065	0,063
307,5	0,95	0,999	1,033	0,983	0,928	352,5	0,060	0,060	0,056	0,060	0,060
312,5	0,945	0,982	1,007	0,975	0,916	357,5	0,057	0,057	0,055	0,056	0,059
317,5	0,875	0,9	0,9	0,916	0,821	362,5	0,055	0,055	0,053	0,055	0,056
322,5	0,723	0,752	0,732	0,743	0,731	367,5	0,051	0,052	0,050	0,054	0,055
327,5	0,534	0,534	0,515	0,535	0,434	372,5	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
332,5	0,323	0,325	0,406	0,418	0,323						

E.2.1.2 Formula 2

Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L					Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	0,805	0,999	1,016	0,864	0,913	337,5	0,215	0,233	0,225	0,245	0,244
297,5	0,845	0,907	1,005	0,783	0,876	342,5	0,065	0,067	0,070	0,063	0,067
302,5	0,850	0,982	0,976	0,662	0,732	347,5	0,060	0,065	0,060	0,062	0,065
307,5	0,750	0,887	0,843	0,546	0,722	352,5	0,059	0,059	0,059	0,060	0,060
312,5	0,625	0,752	0,732	0,538	0,634	357,5	0,056	0,057	0,057	0,059	0,057
317,5	0,514	0,534	0,665	0,458	0,576	362,5	0,052	0,055	0,053	0,057	0,055
322,5	0,465	0,642	0,521	0,425	0,450	367,5	0,051	0,050	0,051	0,053	0,050
327,5	0,418	0,532	0,413	0,420	0,428	372,5	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
332,5	0,365	0,320	0,405	0,410	0,322						

E.2.1.3 Formula 3

Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L					Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	0,889	0,989	0,899	0,878	0,865	337,5	0,250	0,232	0,310	0,250	0,240
297,5	0,620	0,854	0,834	0,774	0,854	342,5	0,060	0,060	0,060	0,060	0,063
302,5	0,619	0,787	0,654	0,650	0,756	347,5	0,056	0,057	0,058	0,058	0,056
307,5	0,512	0,761	0,630	0,550	0,734	352,5	0,055	0,056	0,057	0,055	0,055
312,5	0,510	0,740	0,545	0,510	0,625	357,5	0,054	0,055	0,055	0,054	0,054
317,5	0,440	0,545	0,450	0,478	0,540	362,5	0,052	0,052	0,051	0,053	0,051
322,5	0,432	0,534	0,415	0,450	0,445	367,5	0,051	0,050	0,050	0,052	0,050
327,5	0,354	0,432	0,358	0,434	0,439	372,5	0,050	0,050	0,050	0,051	0,050
332,5	0,335	0,320	0,333	0,345	0,326						

E.2.1.4 Formula 4

Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L					Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	1,178	1,180	1,177	1,167	1,243	337,5	0,230	0,234	0,224	0,225	0,223
297,5	1,114	1,231	1,345	1,234	1,225	342,5	0,110	0,101	0,103	0,099	0,099
302,5	1,101	1,200	1,246	1,332	1,176	347,5	0,104	0,090	0,087	0,085	0,088
307,5	1,100	1,234	1,239	1,240	1,165	352,5	0,085	0,084	0,083	0,080	0,080
312,5	1,012	1,215	1,228	1,230	1,142	357,5	0,054	0,060	0,060	0,065	0,070
317,5	0,927	1,117	1,135	1,140	0,967	362,5	0,052	0,056	0,058	0,060	0,058
322,5	0,918	0,953	0,954	0,944	0,763	367,5	0,050	0,055	0,055	0,055	0,053
327,5	0,357	0,645	0,632	0,721	0,523	372,5	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
332,5	0,431	0,342	0,423	0,416	0,424						

E.2.1.5 Formula 5

Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L					Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	0,967	0,945	0,930	0,940	0,925	337,5	0,265	0,316	0,278	0,240	0,234
297,5	0,625	0,534	0,786	0,894	0,758	342,5	0,058	0,058	0,058	0,059	0,060
302,5	0,535	0,525	0,766	0,885	0,634	347,5	0,055	0,056	0,057	0,057	0,055
307,5	0,525	0,510	0,500	0,730	0,610	352,5	0,054	0,055	0,056	0,054	0,054
312,5	0,453	0,455	0,486	0,620	0,550	357,5	0,053	0,054	0,052	0,053	0,052
317,5	0,450	0,435	0,450	0,470	0,476	362,5	0,051	0,051	0,051	0,052	0,051
322,5	0,435	0,425	0,425	0,435	0,450	367,5	0,050	0,050	0,050	0,051	0,050
327,5	0,410	0,410	0,415	0,420	0,445	372,5	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
332,5	0,345	0,356	0,368	0,350	0,367						

E.2.2 Setelah paparan sinar UV

E.2.2.1 Formula 1

Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L					Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	0,718	0,878	0,845	0,878	0,887	337,5	0,227	0,206	0,203	0,206	0,300
297,5	0,750	0,688	0,830	0,688	0,764	342,5	0,075	0,075	0,080	0,075	0,075
302,5	0,779	0,654	0,765	0,654	0,654	347,5	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
307,5	0,851	0,558	0,743	0,558	0,575	352,5	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
312,5	0,850	0,543	0,632	0,543	0,450	357,5	0,060	0,060	0,060	0,060	0,058
317,5	0,785	0,516	0,534	0,516	0,445	362,5	0,055	0,057	0,056	0,057	0,055
322,5	0,662	0,434	0,421	0,434	0,387	367,5	0,051	0,055	0,055	0,055	0,052
327,5	0,535	0,414	0,414	0,414	0,365	372,5	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
332,5	0,258	0,335	0,324	0,335	0,330						

E.2.2.2 Formula 2

Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L					Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	0,718	0,857	0,850	0,856	0,821	337,5	0,217	0,214	0,201	0,340	0,290
297,5	0,740	0,756	0,843	0,721	0,667	342,5	0,100	0,101	0,120	0,112	0,085
302,5	0,767	0,745	0,757	0,532	0,631	347,5	0,080	0,080	0,070	0,079	0,080
307,5	0,845	0,635	0,731	0,518	0,550	352,5	0,065	0,065	0,065	0,060	0,075
312,5	0,835	0,561	0,612	0,425	0,432	357,5	0,060	0,060	0,060	0,058	0,063
317,5	0,751	0,430	0,545	0,418	0,421	362,5	0,057	0,056	0,057	0,055	0,055
322,5	0,631	0,425	0,421	0,375	0,364	367,5	0,055	0,053	0,052	0,052	0,050
327,5	0,521	0,356	0,410	0,351	0,342	372,5	0,050	0,050	0,051	0,050	0,050
332,5	0,268	0,337	0,324	0,345	0,329						

E.2.2.3 Formula 3

Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L					Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	0,720	0,867	0,868	0,845	0,821	337,5	0,223	0,218	0,204	0,358	0,290
297,5	0,750	0,746	0,856	0,653	0,667	342,5	0,090	0,110	0,128	0,116	0,090
302,5	0,775	0,654	0,776	0,545	0,631	347,5	0,085	0,075	0,073	0,075	0,085
307,5	0,834	0,650	0,650	0,535	0,550	352,5	0,075	0,066	0,071	0,070	0,070
312,5	0,828	0,570	0,635	0,430	0,432	357,5	0,060	0,065	0,060	0,060	0,065
317,5	0,650	0,435	0,535	0,385	0,421	362,5	0,058	0,055	0,055	0,055	0,055
322,5	0,625	0,420	0,425	0,366	0,364	367,5	0,055	0,051	0,054	0,053	0,050
327,5	0,450	0,345	0,410	0,365	0,342	372,5	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
332,5	0,268	0,335	0,310	0,360	0,329						

E.2.2.4 Formula 4

Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L					Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	0,843	0,878	0,831	0,862	0,887	337,5	0,267	0,223	0,221	0,284	0,341
297,5	0,631	0,642	0,822	0,732	0,742	342,5	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
302,5	0,623	0,634	0,735	0,615	0,621	347,5	0,058	0,058	0,057	0,057	0,057
307,5	0,531	0,530	0,716	0,513	0,563	352,5	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
312,5	0,521	0,518	0,616	0,430	0,431	357,5	0,052	0,054	0,054	0,053	0,052
317,5	0,421	0,511	0,511	0,428	0,425	362,5	0,051	0,052	0,053	0,051	0,051
322,5	0,418	0,425	0,418	0,413	0,365	367,5	0,050	0,051	0,051	0,050	0,050
327,5	0,350	0,418	0,407	0,353	0,355	372,5	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
332,5	0,325	0,323	0,312	0,342	0,350						

E.2.2.5 Formula 5

Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L					Pjg gel	Absorbansi 0,111 g/L				
	R1	R2	R3	R4	R5		R1	R2	R3	R4	R5
292,5	0,740	0,735	0,745	0,730	0,735	337,5	0,221	0,220	0,245	0,270	0,240
297,5	0,612	0,600	0,602	0,598	0,520	342,5	0,145	0,187	0,227	0,145	0,198
302,5	0,575	0,565	0,558	0,563	0,540	347,5	0,099	0,090	0,085	0,099	0,090
307,5	0,525	0,535	0,543	0,530	0,531	352,5	0,070	0,070	0,070	0,076	0,075
312,5	0,450	0,460	0,465	0,462	0,500	357,5	0,065	0,060	0,066	0,060	0,060
317,5	0,440	0,452	0,455	0,445	0,475	362,5	0,058	0,054	0,055	0,055	0,055
322,5	0,435	0,444	0,421	0,421	0,421	367,5	0,055	0,051	0,054	0,053	0,050
327,5	0,418	0,425	0,345	0,330	0,416	372,5	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
332,5	0,323	0,318	0,320	0,320	0,310						

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

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

E.4 Hasil Analisis Statistik Persen Transmisi Eritema

 E.4.1 *One-Way* ANOVA Persen TE Sebelum Paparan

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TE Formula 1	.154	5	.200*	.963	5	.832
Formula 2	.211	5	.200*	.971	5	.880
Formula 3	.158	5	.200*	.995	5	.994
Formula 4	.333	5	.073	.836	5	.155
Formula 5	.214	5	.200*	.952	5	.749

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
TE	Based on Mean	.815	4	20	.530
	Based on Median	.522	4	20	.721
	Based on Median and with adjusted df	.522	4	13.594	.721
	Based on trimmed mean	.722	4	20	.587

c. Uji *One-Way* ANOVA

ANOVA

SPF	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	508.323	4	127.081	288.703	.000
Within Groups	8.804	20	.440		
Total	517.127	24			

d. Hasil Analisis Statistik Uji *Post Hoc* (LSD)

Multiple Comparisons

SPF

LSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Formula 1	Formula 2	-2.9802600*	.4196084	.000	-3.855548	-2.104972
	Formula 3	-12.9446000*	.4196084	.000	-13.819888	-12.069312
	Formula 4	-8.8136400*	.4196084	.000	-9.688928	-7.938352
	Formula 5	-5.3644400*	.4196084	.000	-6.239728	-4.489152
Formula 2	Formula 1	2.9802600*	.4196084	.000	2.104972	3.855548
	Formula 3	-9.9643400*	.4196084	.000	-10.839628	-9.089052
	Formula 4	-5.8333800*	.4196084	.000	-6.708668	-4.958092
	Formula 5	-2.3841800*	.4196084	.000	-3.259468	-1.508892
Formula 3	Formula 1	12.9446000*	.4196084	.000	12.069312	13.819888
	Formula 2	9.9643400*	.4196084	.000	9.089052	10.839628
	Formula 4	4.1309600*	.4196084	.000	3.255672	5.006248
	Formula 5	7.5801600*	.4196084	.000	6.704872	8.455448
Formula 4	Formula 1	8.8136400*	.4196084	.000	7.938352	9.688928
	Formula 2	5.8333800*	.4196084	.000	4.958092	6.708668
	Formula 3	-4.1309600*	.4196084	.000	-5.006248	-3.255672
	Formula 5	3.4492000*	.4196084	.000	2.573912	4.324488
Formula 5	Formula 1	5.3644400*	.4196084	.000	4.489152	6.239728
	Formula 2	2.3841800*	.4196084	.000	1.508892	3.259468
	Formula 3	-7.5801600*	.4196084	.000	-8.455448	-6.704872
	Formula 4	-3.4492000*	.4196084	.000	-4.324488	-2.573912

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

E.4.2 *One-Way* ANOVA Persen TE Setelah Paparan

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TE Formula 1	.310	5	.130	.812	5	.100
Formula 2	.277	5	.200*	.848	5	.190
Formula 3	.472	5	.001	.553	5	.000
Formula 4	.359	5	.034	.769	5	.044
Formula 5	.137	5	.200*	.991	5	.984

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
TE	Based on Mean	2.022	4	20	.130
	Based on Median	.630	4	20	.647
	Based on Median and with adjusted df	.630	4	8.793	.654
	Based on trimmed mean	1.685	4	20	.193

c. Hasil Transformasi Data

Tests of Normality

Formula		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
tes1perqrt	Formula 1	.315	5	.117	.808	5	.095
	Formula 2	.266	5	.200 [*]	.852	5	.202
	Formula 3	.176	5	.200 [*]	.958	5	.796
	Formula 4	.359	5	.034	.769	5	.044
	Formula 5	.132	5	.200 [*]	.990	5	.981

a. Lilliefors Significance Correction

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

d. Hasil Uji *Kruskal-Wallis*

Test Statistics^{a,b}

	tes1perqrt
Chi-Square	16.845
Df	4
Asymp. Sig.	.002

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:

Formula

e. Uji *Mann-Whitney*

Ranks

Formula		N	Mean Rank	Sum of Ranks
tes1perqrt	Formula 1	5	7.00	35.00
	Formula 2	5	4.00	20.00
Total		10		

Test Statistics^b

	tes1perqrt
Mann-Whitney U	5.000
Wilcoxon W	20.000
Z	-1.571
Asymp. Sig. (2-tailed)	.116
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.151 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Ranks

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
tes1perqrt	Formula 1	5	3.00	15.00
	Formula 3	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	tes1perqrt
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
tes1perqrt	Formula 1	5	7.00	35.00
	Formula 4	5	4.00	20.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	tes1perqrt
Mann-Whitney U	5.000
Wilcoxon W	20.000
Z	-1.586
Asymp. Sig. (2-tailed)	.113
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.151 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Ranks

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
tes1perqrt	Formula 1	5	7.30	36.50
	Formula 5	5	3.70	18.50
	Total	10		

Test Statistics^b

	tes1perqrt
Mann-Whitney U	3.500
Wilcoxon W	18.500
Z	-1.886
Asymp. Sig. (2-tailed)	.059
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.056 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Ranks

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
tes1perqrt	Formula 2	5	3.00	15.00
	Formula 3	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	tes1perqrt
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
tes1perqrt	Formula 2	5	5.40	27.00
	Formula 4	5	5.60	28.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	tes1perqrt
Mann-Whitney U	12.000
Wilcoxon W	27.000
Z	-.111
Asymp. Sig. (2-tailed)	.911
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Ranks

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
tes1perqrt	Formula 2	5	7.50	37.50
	Formula 5	5	3.50	17.50
	Total	10		

Test Statistics^b

	tes1perqrt
Mann-Whitney U	2.500
Wilcoxon W	17.500
Z	-2.102
Asymp. Sig. (2-tailed)	.036
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.032 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Ranks

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
tes1perqrt	Formula 3	5	8.00	40.00
	Formula 4	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	tes1perqrt
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

Ranks

	Formula	N	Mean Rank	Sum of Ranks
tes1perqrt	Formula 3	5	8.00	40.00
	Formula 5	5	3.00	15.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	tes1perqrt
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
tes1perqrt	Formula 4	5	7.40	37.00
	Formula 5	5	3.60	18.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	tes1perqrt
Mann-Whitney U	3.000
Wilcoxon W	18.000
Z	-2.009
Asymp. Sig. (2-tailed)	.045
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.056 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

E.4.3 T-TEST

a. Uji Normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Formula		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TEsebelum	Formula 1	.169	5	.200*	.946	5	.706
	Formula 2	.207	5	.200*	.972	5	.889
	Formula 3	.162	5	.200*	.991	5	.983
	Formula 4	.346	5	.050	.830	5	.139
	Formula 5	.239	5	.200*	.940	5	.665
TEsetelah	Formula 1	.311	5	.127	.811	5	.100
	Formula 2	.288	5	.200*	.860	5	.230
	Formula 3	.194	5	.200*	.957	5	.785
	Formula 4	.349	5	.054	.787	5	.063
	Formula 5	.127	5	.200*	.996	5	.996

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji 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	TEsebelum - TEsetelah	-1.91712851E-3	.00021223	.00004245	-.00200473	.00182952	-45.166	24	.000

E.5 Hasil Analisis Statistik Persen Transmisi Pigmentasi

E.5.1 Uji *One-Way* ANOVA

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TP Formula 1	.309	5	.133	.858	5	.221
Formula 2	.209	5	.200*	.961	5	.816
Formula 3	.247	5	.200*	.847	5	.186
Formula 4	.239	5	.200*	.857	5	.219
Formula 5	.290	5	.197	.837	5	.157

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
TP Based on Mean	3.412	4	20	.058
Based on Median	2.292	4	20	.095
Based on Median and with adjusted df	2.292	4	8.520	.143
Based on trimmed mean	3.228	4	20	.064

c. Uji *One Way* ANOVA

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TP Between Groups	93.971	4	23.493	2.392E3	.000
Within Groups	.196	20	.010		
Total	94.167	24			

d. Hasil Analisis Statistik Uji *Post Hoc* (LSD)

Multiple Comparisons

TP

LSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Formula 1	Formula 2	-3.0997440*	.0626778	.000	-3.230488	-2.969000
	Formula 3	.6109140*	.0626778	.000	.480170	.741658
	Formula 4	-.6963440*	.0626778	.000	-.827088	-.565600
	Formula 5	-4.4814000*	.0626778	.000	-4.612144	-4.350656
Formula 2	Formula 1	3.0997440*	.0626778	.000	2.969000	3.230488
	Formula 3	3.7106580*	.0626778	.000	3.579914	3.841402
	Formula 4	2.4034000*	.0626778	.000	2.272656	2.534144
	Formula 5	-1.3816560*	.0626778	.000	-1.512400	-1.250912
Formula 3	Formula 1	-.6109140*	.0626778	.000	-.741658	-.480170
	Formula 2	-3.7106580*	.0626778	.000	-3.841402	-3.579914
	Formula 4	-1.3072580*	.0626778	.000	-1.438002	-1.176514
	Formula 5	-5.0923140*	.0626778	.000	-5.223058	-4.961570
Formula 4	Formula 1	.6963440*	.0626778	.000	.565600	.827088
	Formula 2	-2.4034000*	.0626778	.000	-2.534144	-2.272656
	Formula 3	1.3072580*	.0626778	.000	1.176514	1.438002
	Formula 5	-3.7850560*	.0626778	.000	-3.915800	-3.654312
Formula 5	Formula 1	4.4814000*	.0626778	.000	4.350656	4.612144
	Formula 2	1.3816560*	.0626778	.000	1.250912	1.512400
	Formula 3	5.0923140*	.0626778	.000	4.961570	5.223058
	Formula 4	3.7850560*	.0626778	.000	3.654312	3.915800

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

E.5.2 Uji *One-Way* ANOVA Persen TP Setelah Paparan

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TP Formula 1	.288	5	.200*	.826	5	.129
Formula 2	.240	5	.200*	.858	5	.222
Formula 3	.210	5	.200*	.913	5	.484
Formula 4	.250	5	.200*	.839	5	.161
Formula 5	.230	5	.200*	.934	5	.623

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Normalitas

Test of Homogeneity of Variance

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
TP Based on Mean	2.521	4	20	.073
Based on Median	1.108	4	20	.380
Based on Median and with adjusted df	1.108	4	10.484	.403
Based on trimmed mean	2.358	4	20	.088

c. Uji ANOVA

ANOVA

TP	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	44.856	4	11.214	778.277	.000
Within Groups	.288	20	.014		
Total	45.145	24			

d. Hasil Analisis Statistik Uji *Post Hoc* (LSD)

Multiple Comparisons

TP

LSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Formula 1	Formula 2	-2.0387560*	.0759180	.000	-2.197118	-1.880394
	Formula 3	1.2918140*	.0759180	.000	1.133452	1.450176
	Formula 4	-1.1870660*	.0759180	.000	-1.345428	-1.028704
	Formula 5	-2.3110460*	.0759180	.000	-2.469408	-2.152684
Formula 2	Formula 1	2.0387560*	.0759180	.000	1.880394	2.197118
	Formula 3	3.3305700*	.0759180	.000	3.172208	3.488932
	Formula 4	.8516900*	.0759180	.000	.693328	1.010052
	Formula 5	-.2722900*	.0759180	.002	-.430652	-.113928
Formula 3	Formula 1	-1.2918140*	.0759180	.000	-1.450176	-1.133452
	Formula 2	-3.3305700*	.0759180	.000	-3.488932	-3.172208
	Formula 4	-2.4788800*	.0759180	.000	-2.637242	-2.320518
	Formula 5	-3.6028600*	.0759180	.000	-3.761222	-3.444498
Formula 4	Formula 1	1.1870660*	.0759180	.000	1.028704	1.345428
	Formula 2	-.8516900*	.0759180	.000	-1.010052	-.693328
	Formula 3	2.4788800*	.0759180	.000	2.320518	2.637242
	Formula 5	-1.1239800*	.0759180	.000	-1.282342	-.965618
Formula 5	Formula 1	2.3110460*	.0759180	.000	2.152684	2.469408
	Formula 2	.2722900*	.0759180	.002	.113928	.430652
	Formula 3	3.6028600*	.0759180	.000	3.444498	3.761222
	Formula 4	1.1239800*	.0759180	.000	.965618	1.282342

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

E.5.3 T-TEST

a. Uji Normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Formula		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TPsebelum	Formula 1	.308	5	.135	.860	5	.227
	Formula 2	.320	5	.148	.790	5	.067
	Formula 3	.247	5	.200 [*]	.847	5	.186
	Formula 4	.225	5	.200 [*]	.876	5	.293
	Formula 5	.290	5	.198	.837	5	.158
TPsetelah	Formula 1	.288	5	.200 [*]	.826	5	.129
	Formula 2	.240	5	.200 [*]	.858	5	.222
	Formula 3	.209	5	.200 [*]	.913	5	.485
	Formula 4	.251	5	.200 [*]	.837	5	.158
	Formula 5	.210	5	.200 [*]	.925	5	.561

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji T-Test

		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	TPsebelum - TPsetelah	-1.61199581E0	.94737005	.18947401	2.00305095	-1.22094067	-8.508	24	.000

F. CONTOH PERHITUNGAN

F.1 Contoh Perhitungan Preparasi Sampel

Lotion mengandung 9% bahan aktif tabir surya, sehingga dalam 100 g sediaan mengandung 9 g bahan aktif tabir surya. Preparasi sampel untuk pengujian nilai SPF *in vitro*, Persen TE dan Persen TP sebelum dan setelah paparan sinar UV dilakukan bersamaan, sehingga perlakuannya harus sama (penimbangan dan pengenceran sama). Dilakukan penimbangan sampel *lotion* tabir surya sebanyak 22,2 mg yang mengandung 1,998 mg bahan aktif. Hal tersebut dilakukan untuk memenuhi kriteria pengujian nilai SPF *in vitro lotion* tabir surya konsentrasi 10 ppm. Preparasi sampel dengan paparan sinar UV untuk mendapatkan nilai absorbansi optimal dilakukan dengan mengoleskan sediaan yaitu 2 mg/cm² (Gonzales dkk, 2007). Dari persyaratan tersebut, maka dapat dihitung luas permukaan bidang untuk perlakuan paparan sinar UV yaitu sebesar :

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

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

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

F.2 Contoh Perhitungan Nilai SPF *In vitro*

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

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

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

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

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

Contoh besar absorbansi = 1,028

$$\frac{10 \text{ ppm}}{9,9 \text{ ppm}} \times 1,028 = 1,038$$

c. AUC

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

$$[AUC]_{\lambda_{p-a}}^{\lambda_p} = \frac{1,038 + 1,031}{2} (291 - 290)$$

$$= 1,034$$

d. SPF

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

$$\text{Log SPF} = \frac{43,579580}{359 - 290} \times 2$$

$$= 1,263176232$$

$$\text{SPF} = 18,3306$$

F.3 Contoh Perhitungan Nilai % Transmisi Eritema

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

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

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

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

Contoh absorbansi = 0,989

$$\frac{1 \text{ g/l}}{0,111 \text{ g/l}} \times 0,989 = 8,9099$$

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

$$(10^{-8,9099}) \times 100\% = 1,230 \times 10^{-7}$$

c. Nilai % transmisi eritema dihitung dengan rumus

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

$$= 1,230 \times 10^{-7} \times 1,139 \mu \text{ W/cm}^2$$

$$= 1,4016 \times 10^{-7}$$

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

- d. Selanjutnya nilai % transmisi eritema dihitung berdasarkan rumus

$$\% T_e = (T.Fe) / F_e$$

Sehingga, formula ini memiliki nilai % transmisi eritema sebesar 0,0023%

F.4 Contoh Perhitungan Nilai % Transmisi Pigmentasi

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

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

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

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

Contoh absorbansi = 0,752

$$\frac{1 \text{ g/l}}{0,111 \text{ g/l}} \times 0,752 = 11,980$$

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

$$(10^{-11,980}) \times 100\% = 1,047 \times 10^{-10}$$

- b. Nilai % transmisi pigmentasi dihitung dengan rumus

$$\begin{aligned} \% T_p &= T \times F_p \\ &= 1,047 \times 10^{-10} \times 1,079 \mu \text{ W/cm}^2 \\ &= 1,130 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

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

- c. Selanjutnya nilai % transmisi pigmentasi dihitung berdasarkan rumus

$$\% T_p = (T.Fp) / F_p$$

Sehingga, formula ini memiliki nilai % transmisi pigmentasi sebesar 13,141%

G. SERTIFIKAT ANALISIS BAHAN

G.1 Sertifikat *Octyl Methoxycinnamate*

Chemspec Chemicals Pvt. Ltd.

(A Govt. Recognised Star Export House)
 (An ISO 9001 : 2008, 14001 : 2004 & OHSAS 18001 : 2007 Certified Company)
 Factory : Plot No. 3-C, MIDC Talaja, Tal. Panvel, Dist. Raigad - 410206 (Maharashtra) India
 CIN No. : U24114MH1975PTC018665



October 14, 2016

CERTIFICATE OF ANALYSIS

PRODUCT NAME : Octyl Methoxy Cinnamate (OMCX /Octinoxate)
 BATCH NO. : MX # 1811016
 QUANTITY : 2820.0 Kg
 DATE OF MFG. : October - 2016
 BEST BEFORE : October - 2018

S.No	Test	Specification	Results
1.	Aspect	Liquid	Liquid
2.	Color	Colorless to light yellow	Light yellow
3.	Odor	Odorless to faint	Faint
4.	Identification (IR & UV spectra)	Conforms	Complies
5.	UV spectrum (C=0.010 g/L in absolute ethanol) E(1%, 1cm) at 310 nm ± 5nm	Not less than 835	849
6.	Specific gravity (25°C)	1.005- 1.013	1.007
7.	Refractive Index (20°C)	1.542 – 1.548	1.5439
8.	Assay	95.0 – 105.0 %	98.52 %
9.	Chromatographic purity Purity (A%) Each impurity (A %) Total of all impurities (A%)	Not more than 0.5 % Not more than 2.0 %	98.79 % 0.33 % 1.21 %
10.	Acidity	Max 0.8 ml NaOH 0.1 N	Complies
11.	2 -ethyl hexanol	Less than 300 ppm	Complies

Remark :- Material PASSES with respect to above specification as well as meets the requirement of USP-37.

[Signature]
 Compiled by
 Sr.Executive Q.C

[Signature]
 Checked by
 Asst.Manager QC

[Signature]
 Approved by
 GM Q.A/Q.C.

G.2 Sertifikat *Benzophenone-3*





ISO 9001 QUALITY SYSTEM CERTIFIED ORGANIZATION

Mehod Heights, Unit No.5, 4th Floor, Lohandwala RTO Rd, Off 4 Bunglows, Opp Versova Tel Exchange, Andheri(W), Mumbai-400053
 Tel. 91-22-45218147 / 40165752 / 26362214 / 40165753 Fax 91-22-26317055 Mobile + 91 98 20 38 57 57
 E-mail: tanmay12@a.de mail.in Website: www.exporteralphachemicals.com

Thank You for showing interest in our products, below are the COA details for AL0793

ISO 9001-2000 REGISTERED

CERTIFICATE OF ANALYSIS

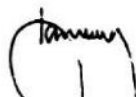
Product Name : BENZOPHENONE 99%
 molecular formula. :
 Weight. :
 Art NO. :
 Batch No. : AL0793 - BENZ
 Mfg. Date : Aug 2016
 Expiry Date : Aug 2020

Product Name :- BENZOPHENONE
 Mol. Formula :- C₁₃H₁₀O
 Mol. Weight :-182.22
 Batch no. :- G158606
 Mfg date :- NOV-2012

Sr no.	Tests	Specifications	Results
1	Description	White crystals/crystalline powder	White crystals/crystalline powder
2	Assay (Min.)	99%	99.98%
3	Melting point	47 - 49°C	48°C
4	Acidity	<1 ml N%	<1 ml N%
5	Sulphated ash	<0.05%	0.04%
6	Chloride (Cl)	<0.02%	0.01%

This above product complies as per the specifications of 'ALPHA CHEMIKA'.

Regards,



G.3 Sertifikat Vitamin C



石药集团维生药业(石家庄)有限公司
CSPC WEISHENG PHARMACEUTICAL (SHIJIAZHUANG) CO., LTD.



Certificate of Analysis

COA NO.: 12041536

Product: Ascorbic Acid Analysis Standard: BP2011/USP34
 Batch Number: 1120120391 ✓ Quantity: 2000kg
 Manufacture Date: Jan. 31, 2016 ✓ Expiry Date: Jan. 30, 2019

Analysis contents	Analysis standard	Analysis results
Characteristics	White or almost white crystalline powder or colourless crystals	Pass
Identification	Positive reaction	Pass
Melting point	About 190°C	190°C
Specific rotation	+20.5°~+21.5°	+20.9°
pH	2.1~2.6	2.4
Residue on ignition	≤0.1%	0.04%
Assay	99.0%~100.5%	99.8%
Heavy metals	≤10ppm	<10ppm
Clarity of solution	Clear	Pass
Color of solution	≤BY ₇	<BY ₇
Impurity F	≤0.2%	<0.2%
Copper	≤5.0ppm	<5.0ppm
Iron	≤2.0ppm	<2.0ppm

Conclusion: The above product conforms with BP2011/USP34 standard.

QC Rechecker Writer

Manufacturer: CSPC Weisheng Pharmaceutical (Shijiazhuang) Co., Ltd.

ADD: NO.236 Huanghe Street High-Tech Industrial Development Zone, Shijiazhuang City,
 Hebei Province, China

G.4 Sertifikat Vitamin E

DL-alpha-tocopherol

Human Nutrition



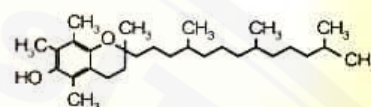
 The Chemical Company

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

$C_{55}H_{104}O_2$	Molar mass 430.7 g/mol
--------------------	------------------------

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.

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

Human Nutrition


BASF
The Chemical Company

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

Solubility

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

Monographs

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

Stabilization/Stability

DL- α -tocopherol is sensitive to oxidizing agents, turning dark when exposed to air and light.

Stored in the unopened original packaging at room temperature (max. 25°C), the product is stable for up to 24 months.

Standard packaging

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

Storage

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

Applications

Dietary supplements:

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

Pharmaceutical products:

EU Drug Master File is available.

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

Food products:

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

Cosmetics:

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

Note

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

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

January 2006