



**PENGARUH VITAMIN C DAN PAPARAN SINAR UV TERHADAP
EFEKTIVITAS *IN VITRO* KRIM TABIR SURYA *AVOBENZONE* DAN
OCTYL METHOXYCINNAMATE DENGAN KOMBINASI VITAMIN E
SEBAGAI FOTOPROTEKTOR**

SKRIPSI

Oleh

**Sendy Puspitosary
NIM 122210101045**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**PENGARUH VITAMIN C DAN PAPARAN SINAR UV TERHADAP
EFEKTIVITAS *IN VITRO* KRIM TABIR SURYA AVOBENZONE 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

**Sendy Puspitosary
NIM 122210101045**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

1. Tuhan Yesus yang selalu melimpahkan kasih, berkat, cinta, dan pertolongan-Nya selama hidup penulis.
2. Bapak Letda Laut Stevanus Djalmo, Ibu Titik Riyani, S.Pd., dan kakak Prada Febrianto Ambar Setiawan yang selalu memberikan doa, pengorbanan, kasih sayang, dan dukungan selama hidup penulis.
3. Bapak dan Ibu Guru TKK Petra, SDK Santa Maria, SMPN 1 Kediri, SMAN 2 Kediri, 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

“Iman, Pengharapan, dan KASIH”
(Yer 29 : 11, 2 Kor 5 : 7, Yoh 15 : 13)

“Karena masa depan sungguh ada, dan harapanmu tidak akan hilang”
(Amsal 23 : 18)

“Untuk segala sesuatu ada masanya, untuk apa pun di bawah langit
ada waktunya”
(Pengkhotbah 3 : 1)

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)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sendy Puspitosary

NIM : 122210101045

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Vitamin C dan Paparan Sinar UV terhadap Efektivitas *In Vitro* Krim Tabir Surya *Avobenzone* 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, 29 Juli 2016

Yang menyatakan,

Sendy Puspitosary

NIM. 122210101045

SKRIPSI

**PENGARUH VITAMIN C DAN PAPARAN SINAR UV TERHADAP
EFEKTIVITAS *IN VITRO* KRIM TABIR SURYA *AVOBENZONE* DAN
OCTYL METHOXYCINNAMATE DENGAN KOMBINASI VITAMIN E
SEBAGAI FOTOPROTEKTOR**

Oleh

Sendy Puspitosary
NIM 122210101045

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Lusia Oktora R.K.S., S.F., M.Sc., Apt.
Dosen Pembimbing Anggota : Lidya Ameliana, S.Si., Apt., M.Farm.

PENGESAHAN

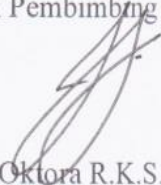
Skripsi Berjudul “Pengaruh Vitamin C dan Paparan Sinar UV terhadap Efektivitas *In Vitro* Krim Tabir Surya *Avobenzone* dan *Octyl Methoxycinnamate* dengan Kombinasi Vitamin E sebagai Fotoprotektor” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Jumat, 29 Juli 2016

tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing

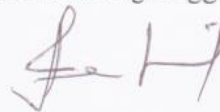
Dosen Pembimbing Utama,



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

NIP 197910032003122001

Dosen Pembimbing Anggota,



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

NIP 198004052005012005

Tim Penguji

Dosen Penguji I,



Eka Deddy Irawan, S.Si., M.Sc., Apt.

NIP 197503092001121001

Dosen Penguji II,



Viddy Agustian R, S.Farm., M.Sc., Apt.

NIP 198608302009121007

Mengesahkan

Dekan,



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

NIP 197604142002122001

RINGKASAN

Pengaruh Vitamin C dan Paparan Sinar UV terhadap Efektifitas *In Vitro* Krim Tabir Surya *Avobenzone* dan *Octyl Methoxycinnamate* dengan Kombinasi Vitamin E sebagai Fotoprotektor; Sendy Puspitosary, 122210101045; 2016; 129 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Sinar Ultraviolet (UV) dibagi menjadi tiga daerah yaitu UV A (320-400 nm) yang dapat menyebabkan pencoklatan kulit, UV B (290-320 nm) yang dapat menyebabkan eritema dan penuaan dini, dan UV C (200-290 nm) yang dapat menyebabkan kanker kulit. Pencegahan efek merugikan dari sinar UV dapat dilakukan dengan penggunaan tabir surya. Tabir surya merupakan perlindungan kulit secara kimia yang mampu menyerap sedikitnya 85% sinar matahari.

Mekanisme kerja tabir surya dibagi menjadi 2 macam yaitu pemblok fisik seperti TiO₂ dan penyerap kimia seperti *avobenzone* sebagai anti UV A dan *octyl methoxycinnamate* sebagai anti UV B. *Avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* merupakan kombinasi yang digunakan secara luas, namun mengalami degradasi karena adanya paparan sinar UV. Strategi untuk mengatasi ketidakstabilan kombinasi tersebut adalah dengan penambahan fotoprotektor seperti vitamin E dan antioksidan seperti vitamin C.

Sediaan yang dipilih untuk penelitian ini adalah krim. Evaluasi sifat fisika kimia yang dilakukan untuk sediaan krim adalah pengujian organoleptis, tipe krim, homogenitas krim, pH, viskositas, dan daya sebar. Efektivitas sediaan tabir surya dapat ditentukan dengan nilai *sun protection factor* (SPF), persen transmisi eritema, dan persen transmisi pigmentasi. Penentuan efektivitas sediaan tabir surya dilakukan sebelum dan setelah paparan sinar UV. Analisis statistik data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis statistik menggunakan program SPSS 17.0.

Sediaan krim dibuat 4 macam formula yaitu F1, F2, F3, F4 yang mengandung vitamin E sebesar 3% dan vitamin C dengan konsentrasi masing-masing 0%, 2,5%, 5%, dan 10%. Nilai SPF keempat formula sebelum paparan secara berturut-turut adalah 10,1710; 11,5605; 9,5347; 8,3785 yang memiliki perbedaan yang signifikan. Nilai SPF setelah paparan sinar UV secara berturut-turut adalah 5,1715; 7,4820; 6,4046; 5,6084. Konsentrasi vitamin C yang dapat memberikan peningkatan nilai SPF adalah 2,5%, apabila konsentrasi ditingkatkan menjadi 5 hingga 10% akan mengalami penurunan nilai SPF. Hal ini dimungkinkan terjadi karena adanya interaksi antara *Avobenzone*, *octyl methoxycinnamate*, vitamin E dan C dengan senyawa reaktif. Hasil analisis statistik nilai SPF sebelum dan setelah paparan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada semua formula.

Nilai persen transmisi eritema sebelum paparan sinar UV pada F1 sebesar 0,00651; F2 sebesar 0,00215; F3 sebesar 0,01721; F4 sebesar 0,00778. Semua formula memiliki nilai persen transmisi eritema dengan kategori *total block*. Nilai persen transmisi eritema setelah paparan sinar UV pada F1 sebesar 0,15836; F2 sebesar 0,02655; F3 sebesar 0,05714; F4 sebesar 0,07152. Hasil analisis statistik nilai persen transmisi eritema menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara sebelum dan setelah paparan.

Nilai persen transmisi pigmentasi sebelum paparan sinar UV pada F1 sebesar 0,03367; F2 sebesar 0,02586; F3 sebesar 0,03936; F4 sebesar 0,05728 dan keempat formula memiliki kategori *total block*. Nilai persen transmisi pigmentasi setelah paparan sinar UV pada F1 sebesar 0,27258; F2 sebesar 0,34898; F3 sebesar 0,16323; F4 sebesar 0,22351. Hasil analisis statistik nilai persen transmisi pigmentasi menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara sebelum dan setelah paparan. Berdasarkan hasil penentuan nilai transmisi eritema dan pigmentasi baik sebelum atau setelah paparan sinar UV menunjukkan nilai yang memenuhi persyaratan.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan YME atas kasih dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Vitamin C dan Paparan Sinar UV terhadap Efektivitas *In Vitro* Krim Tabir Surya *Avobenzone* 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 yang luar biasa kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir untuk mencapai gelar Sarjana Farmasi.
2. Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember.
3. Ibu Lusia Oktora R.K.S., S.F., M.Sc., Apt. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Lidya Ameliana, S.Si., Apt., M.Farm. 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 Eka Deddy Irawan, S.Si., M.Sc., Apt. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Viddy Agustian R, S.Farm., M.Sc., Apt. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan saran dalam proses penulisan skripsi ini.
5. Ibu Lidya Ameliana, S.Si., Apt., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan bimbingan akademik 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 Letda Laut Stevanus Djalmo dan Ibunda Titik Riyani, S.Pd. terimakasih selalu memberikan doa, kasih sayang, pengorbanan, perhatian, tenaga, dan pikiran kepada penulis, terimakasih untuk selalu ada bagi penulis.
8. Kakak tercinta Prada Febrianto Ambar Setiawan, terimakasih telah mengajarkan arti ketegaran, kesabaran, dan kekuatan serta selalu menjadi semangat dan motivasi penulis untuk lulus.
9. Elivia Rosa Anggraini (Elip) dan Novia Kristanti (Enop) 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, Siti Uswatun Hasanah, S.Farm., dan Novia Kristanti yang selalu memberi semangat, tenaga, pikiran, dan meluangkan waktu untuk membantu penulisan skripsi ini.
11. Keluarga besar UKSM ESSENSI dan UKMKK Filadelfia Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah mengajarkan arti solidaritas, kepemimpinan, kepedulian, dan banyak hal kepada penulis.
12. Teman-teman skripsi farmasetika Mia Riswani, S.Farm., Galuh Sinoarsih, S.Farm., Choirul Umam, S.Farm., Bannan Muthiatul A., S.Farm., Lisa Ayu Wardani, Haris Raudhatuzakinah D.P., Dessy Dwi R., Baiq Wahyudyati K., Ifa Rosi M., Rani Firda, Trias Alfiliatiningsih, Nurul Qomariyah dan seluruh anggota *Pharmaceutical Engineering Squad* yang telah memberikan bantuan baik tenaga maupun pikiran kepada penulis.
13. Novia Hilma, S.Farm., Hidayah Dwi Renggani, S.Farm., dan Shahnaz Apsari M. yang selalu menjadi teman satu kelompok praktikum penulis, terimakasih atas kekompakan, bantuan, dan pelajaran selama perkuliahan ini.

14. Keluarga KKN 156 Ludfi T. Ramadhan (Pak Kordes), Mas Putra Dhamai Risandy, Mas Rendi Agus Susanto, Chairunisa, Nila Maya Sari, Betha Ria R., Emilia Agustin, Prita Mustika, Muslimatin, terimakasih telah mengajarkan arti kekeluargaan, kebersamaan, kesabaran, kekompakan, dan banyak hal dalam hidup penulis.
15. 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.
16. Ibu Itus, Mbak Titin, Mbak Hani, Ibu Wayan, Mbak Dini, dan Mbak Indri, terimakasih telah banyak membantu pengerjaan skripsi di laboratorium.
17. 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, 29 Juli 2016

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 |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 5 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Radiasi Ultraviolet | 6 |
| 2.2 Kulit | 7 |
| 2.2.1 Anatomi Kulit..... | 8 |
| 2.2.2 Fungsi Kulit..... | 10 |
| 2.2.3 Mekanisme Perlindungan Alami Kulit..... | 11 |
| 2.3 Krim | 13 |
| 2.4 Tabir Surya | 13 |
| 2.4.1 Tinjauan Tabir Surya..... | 13 |
| 2.4.2 Efektivitas Tabir Surya..... | 15 |

| | |
|---|----|
| 2.5 Tinjauan Bahan Penelitian | 17 |
| 2.5.1 <i>Avobenzone</i> | 17 |
| 2.5.2 <i>Octyl methoxycinnamate</i> | 18 |
| 2.5.3 Vitamin E | 19 |
| 2.5.4 Vitamin C | 20 |
| BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN | 22 |
| 3.1 Rancangan Penelitian | 22 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian | 22 |
| 3.2.1 Alat | 22 |
| 3.2.2 Bahan..... | 22 |
| 3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian | 23 |
| 3.4 Prosedur Penelitian | 24 |
| 3.4.1 Rancangan Formula Sediaan Krim Tabir Surya | 24 |
| 3.4.2 Pembuatan Sediaan Krim Tabir Surya | 25 |
| 3.4.3 Evaluasi Sediaan Krim Tabir Surya | 25 |
| 3.5 Analisis Data | 31 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 32 |
| 4.1 Hasil Pembuatan Krim Tabir Surya | 32 |
| 4.2 Hasil Evaluasi Krim Tabir Surya | 33 |
| 4.2.1 Hasil Pengujian Sifat Fisika Kimia Krim Tabir Surya.... | 34 |
| 4.2.2 Hasil Penentuan Efektivitas Krim Tabir Surya | 41 |
| BAB 5. PENUTUP | 56 |
| 5.1 Kesimpulan | 56 |
| 5.2 Saran | 56 |
| DAFTAR PUSTAKA | 58 |
| LAMPIRAN | 62 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1 Spektrum Ultraviolet..... | 6 |
| Gambar 2.2 Struktur Kulit | 7 |
| Gambar 2.3 Struktur <i>Avobenzone</i> | 18 |
| Gambar 2.4 Struktur <i>Octyl Methoxycinnamate</i> | 18 |
| Gambar 2.5 Struktur Vitamin E | 19 |
| Gambar 2.6 Struktur Vitamin C | 20 |
| Gambar 3.1 Skema Langkah Kerja Penelitian | 23 |
| Gambar 4.1 Hasil Pembuatan Krim Tabir Surya | 33 |
| Gambar 4.2 Hasil Uji Tipe Krim Tabir Surya..... | 35 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2.1 Tipe Kulit, Riwayat <i>Sunburn</i> dan <i>Tanning</i> | 12 |
| Tabel 2.2 Bahan Tabir Surya | 14 |
| Tabel 2.3 Kategori Produk Tabir Surya | 16 |
| Tabel 2.4 Kategori Perlindungan Berdasarkan Nilai %TE dan %TP | 17 |
| Tabel 3.1 Rancangan Formula | 24 |
| Tabel 4.1 Hasil Pengujian Organoleptis Krim Tabir Surya | 34 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian pH Krim Tabir Surya | 36 |
| Tabel 4.3 Hasil Uji <i>Mann-Whitney</i> Nilai pH | 37 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengujian Viskositas Krim Tabir Surya | 38 |
| Tabel 4.5 Hasil Uji LSD Nilai Viskositas | 39 |
| Tabel 4.6 Hasil Pengujian Daya Sebar Krim Tabir Surya | 40 |
| Tabel 4.7 Hasil Uji <i>Mann-Whitney</i> Nilai Daya Sebar | 41 |
| Tabel 4.8 Hasil Pengujian Nilai SPF Sebelum Paparan Sinar UV | 42 |
| Tabel 4.9 Hasil Uji LSD Nilai SPF Sebelum Paparan Sinar UV | 43 |
| Tabel 4.10 Hasil Pengujian Nilai SPF Setelah Paparan Sinar UV | 44 |
| Tabel 4.11 Perbandingan Nilai SPF Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV | 46 |
| Tabel 4.12 Hasil Penentuan Perbandingan Nilai SPF <i>In Vitro</i> Krim Tabir Surya Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV | 47 |
| Tabel 4.13 Hasil Uji LSD Perbandingan Nilai SPF <i>In Vitro</i> Krim Tabir Surya Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV | 48 |
| Tabel 4.14 Hasil Pengujian Persen TE Sebelum Paparan Sinar UV | 49 |
| Tabel 4.15 Hasil Uji <i>Mann-Whitney</i> Nilai Persen TE Sebelum Paparan Sinar UV | 50 |
| Tabel 4.16 Hasil Pengujian Persen TE Setelah Paparan Sinar UV | 51 |
| Tabel 4.17 Perbandingan Nilai Persen TE Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV | 51 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.18 Hasil Pengujian Persen TP Sebelum Paparan Sinar UV | 52 |
| Tabel 4.19 Hasil Uji <i>Mann-Whitney</i> Nilai Persen TP Sebelum paparan Sinar UV | 53 |
| Tabel 4.20 Hasil Pengujian Persen TP Setelah Paparan Sinar UV | 54 |
| Tabel 4.21 Perbandingan Nilai Persen TP Sebelum dan Setelah Paparan Sinar UV | 55 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| A. SERTIFIKAT ANALISIS | 62 |
| A.1 Sertifikat analisis <i>avobenzone</i> | 62 |
| A.2 Sertifikat analisis <i>octyl methoxycinnamate</i> | 63 |
| A.3 Spesifikasi vitamin E | 64 |
| A.4 Spesifikasi vitamin C | 66 |
| B. PENGUJIAN pH | 67 |
| B.1 Hasil pengujian pH | 67 |
| B.2 Hasil analisis statistik pengujian pH | 67 |
| C. PENGUJIAN VISKOSITAS | 71 |
| C.1 Hasil pengujian viskositas | 71 |
| C.2 Hasil analisis statistik pengujian viskositas | 72 |
| D. PENGUJIAN DAYA SEBAR | 74 |
| D.1 Hasil pengujian daya sebar | 74 |
| D.2 Hasil statistik pengujian daya sebar | 75 |
| E. HASIL PENGUJIAN NILAI SPF | 80 |
| E.1 Profil serapan krim tabir surya dalam pelarut isopropanol | 80 |
| E.2 Tabulasi absorbansi dan nilai SPF | 82 |
| E.2.1 Sebelum paparan sinar UV | 82 |
| E.2.2 Setelah paparan sinar UV | 90 |
| E.3 Hasil analisis statistik data SPF | 98 |
| E.3.1 <i>One-Way</i> Anova sebelum | 98 |
| E.3.2 <i>One-Way</i> Anova setelah..... | 100 |
| E.3.3 T-Test Berpasangan..... | 102 |
| E.3.3 Selisih sebelum dan setelah..... | 103 |

| | |
|---|-----|
| F. HASIL PENGUJIAN NILAI TRANSMISI ERITEMA DAN PIGMENTASI | 105 |
| F.1 Profil serapan krim tabir surya dalam pelarut isopropanol | 105 |
| F.2 Tabulasi absorbansi dan persen transmisi eritema dan pigmentasi.. | 107 |
| F.2.1 Sebelum paparan sinar UV | 107 |
| F.2.2 Setelah paparan sinar UV..... | 109 |
| F.3 Hasil analisis statistik persen transmisi eritema | 111 |
| F.3.1 <i>One-Way Anova</i> | 111 |
| F.3.2 T-Test | 116 |
| F.4 Hasil analisis statistik persen transmisi pigmentasi | 118 |
| F.4.1 <i>One-Way Anova</i> | 118 |
| F.4.2 T-Test | 123 |
| G. CONTOH PERHITUNGAN | 125 |
| G.1 Contoh perhitungan preparasi sampel | 125 |
| G.2 Contoh perhitungan nilai SPF <i>in vitro</i> | 125 |
| G.3 Contoh perhitungan nilai persen transmisi eritema | 126 |
| G.4 Contoh perhitungan nilai persen transmisi pigmentasi | 127 |
| H. TABEL TETAPAN FLUKS ERITEMA DAN TETAPAN FLUKS PIGMENTASI | 129 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matahari merupakan sumber cahaya dan energi bagi manusia serta memiliki efek baik yang menguntungkan maupun yang merugikan, tergantung dari frekuensi dan lamanya sinar matahari mengenai kulit, intensitas matahari serta kepekaan seseorang (Soeratri dkk., 2005). Sinar matahari menghasilkan radiasi yang terdiri atas inframerah (> 760 nm), cahaya tampak (400-760 nm), dan sinar ultraviolet (UV) (200-400 nm). Sinar ultraviolet (UV) dibagi menjadi tiga daerah yaitu UV A pada panjang gelombang 320-400 nm, UV B pada panjang gelombang 290-320 nm, dan UV C pada panjang gelombang 200-290 nm (Baumann dkk., 2009). Radiasi sinar UV yang dapat sampai ke bumi adalah UV A yang dapat menyebabkan pencoklatan kulit dan UV B yang dapat menyebabkan eritema (akut) dan penuaan dini (kronis) (Anitha, 2012). Sinar UV C dapat menyebabkan kanker kulit namun sinar ini tidak sampai ke bumi karena tersaring oleh ozon (Jones dan Elizabeth, 2000).

Kulit manusia secara alami mempunyai sistem perlindungan terhadap sinar UV dengan mekanisme penebalan *stratum corneum* dan pembentukan melanin. Jika terlalu sering terpapar sinar UV, sistem perlindungan alami kulit tidak akan memadai sehingga diperlukan perlindungan buatan secara kimia seperti tabir surya yang mampu menyerap sedikitnya 85% sinar matahari pada panjang gelombang 290-320 nm (Zulkarnain dkk., 2013). Tabir surya dapat menghambat penetrasi sinar UV ke dalam kulit melalui 2 mekanisme kerja yaitu *physical blockers* dan *chemical absorber*. Tabir surya *physical blockers* bekerja dengan menghamburkan radiasi sinar UV A maupun UV B. Tabir surya *physical blockers* terdiri atas senyawa-senyawa anorganik seperti TiO_2 , ZnO, kaolin, CaCO_3 dan MgO (Purwanti dkk., 2005). Tabir surya *chemical absorber* bekerja dengan mengabsorpsi energi radiasi sinar UV yang dibedakan menjadi dua yaitu anti UV A seperti *benzophenone*, *anthranilate*, dan *avobenzone*, dan anti UV B yaitu turunan PABA (*Para Amino Benzoic Acid*),

turunan *cinnamate* seperti *octyl methoxycinnamate*, dan turunan *salicylate* (Rai dan Srinivas, 2007).

Avobenzone memiliki aktivitas perlindungan yang baik pada rentang panjang gelombang UV A (320-400 nm) dan potensial memberikan spektrum yang luas untuk perlindungan UV pada sediaan tabir surya. *Octyl methoxycinnamate* lebih potensial dalam menyerap radiasi sinar UV B daripada turunan PABA selain itu juga lebih banyak digunakan dalam sediaan tabir surya (Rai dan Srinivas, 2007). *Avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* merupakan kombinasi yang digunakan secara luas sebagai anti UV A dan anti UV B dengan konsentrasi 3% b/b dan 4% b/b. Namun kombinasi tersebut mengalami degradasi karena adanya paparan sinar UV (Scalia dan Mezzena, 2010). Paparan sinar UV selama 1 jam menyebabkan *octyl methoxycinnamate* terdegradasi lebih dari 34% (Astuti dan Sumarno, 1996) sedangkan paparan sinar matahari selama 15 menit dapat merusak *avobenzone* sebesar 36%, kerusakan tersebut dapat menyebabkan penurunan efektifitasnya sebagai tabir surya (Baumann dkk., 2009).

Untuk mengatasi ketidakstabilan *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dapat ditambahkan *photoprotective agent*. Contoh *photoprotective agent* adalah vitamin E, vitamin C, dan β -carotene (Offord dkk., 2002). Menurut Khamsiah dkk (2012) penambahan vitamin E dapat meningkatkan nilai SPF secara *in vitro* pada sediaan tabir surya demikian pula dengan penambahan vitamin C pada sediaan tabir surya. Konsentrasi vitamin E yang digunakan pada sediaan topikal adalah 1-5% (Mukul dkk., 2011), sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Probowati (2015) konsentrasi vitamin E yang menghasilkan nilai SPF paling tinggi adalah 3%.

Vitamin C dipilih karena memiliki aktivitas sebagai antioksidan yang baik dan tidak disintesis didalam tubuh manusia sehingga diperlukan asupan tambahan vitamin C dari makanan. Sekalipun jumlah vitamin C yang dikonsumsi cukup besar, karena transpor aktif dari saluran pencernaan terbatas membuat jumlah vitamin C yang terdistribusi pada kulit juga terbatas. Paparan sinar UV dan polusi udara di lingkungan sekitar menghasilkan *Reactive*

Oxygen Species (ROS) yang dapat dilawan oleh vitamin C sehingga konsentrasi vitamin C didalam kulit menipis oleh sebab itu penggunaan sediaan topikal sangat menguntungkan untuk meningkatkan konsentrasi vitamin C didalam kulit. Selain itu penggunaan kombinasi vitamin C dan vitamin E akan bekerja sinergis karena vitamin C meregenerasi oksidasi vitamin E (Burke, 2007). Konsentrasi vitamin C maksimum pada sediaan topikal adalah 20% (Pinnell dkk., 2001). Vitamin C merupakan senyawa yang tidak stabil dan akan berubah menjadi kecoklatan karena adanya proses oksidasi menjadi asam dehidroaskorbat ketika bersentuhan dengan udara (Burke, 2007). Pada sediaan krim stabilitas vitamin C dipengaruhi oleh viskositas dan pH sediaan. Peningkatan viskositas krim dapat menyebabkan penurunan tingkat degradasi asam askorbat, selain itu pH sediaan yang tinggi memiliki stabilitas yang rendah dan stabilitas vitamin C paling baik terdapat pada pH 4 (Sheraz dkk., 2014).

Sediaan tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* diformulasikan dalam bentuk sediaan krim. Sediaan krim dibagi menjadi 2 tipe yaitu tipe *o/w* dan *w/o*. Dipilih sediaan krim dengan tipe *o/w* karena memiliki beberapa keunggulan antara lain mudah dicuci air, tidak berminyak, nyaman digunakan, dan tidak meninggalkan bekas setelah pemakaian (Probowati, 2015; Ansel, 2005).

Penentuan efektifitas sediaan tabir surya dinyatakan dengan nilai *Sun Protection Factor* (SPF), persentase transmisi eritema (persen TE), dan persentase transmisi pigmentasi (persen TP). Nilai SPF yang tinggi dari suatu sediaan tabir surya mengindikasikan bahwa sediaan tersebut memiliki tingkat perlindungan yang baik terhadap paparan sinar UV (Dutra dkk., 2004). Nilai persentase transmisi eritema menunjukkan jumlah energi sinar UV yang dapat menyebabkan eritema pada kulit sedangkan nilai persentase transmisi pigmentasi menunjukkan jumlah energi sinar UV yang dapat menyebabkan pigmentasi pada kulit.

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan vitamin C dan paparan

sinar UV terhadap efektifitas krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan kombinasi vitamin E sebagai fotoprotektor secara *in vitro* melalui nilai SPF, nilai persen TE, dan persen TP.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan vitamin C terhadap efektifitas *in vitro* krim tabir surya (SPF *in vitro*, Persen TE, dan Persen TP) menggunakan bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan kombinasi vitamin E sebagai fotoprotektor ?
2. Bagaimana pengaruh paparan sinar UV terhadap efektifitas *in vitro* krim tabir surya (SPF *in vitro*, Persen TE, dan Persen TP) menggunakan bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan fotoprotektor vitamin E dan penambahan vitamin C ?
3. Berapakah konsentrasi vitamin C yang dapat memberikan peningkatan efektifitas *in vitro* sediaan krim tabir surya yang terbaik (peningkatan nilai SPF, Persen TE, dan Persen TP yang sesuai persyaratan) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh penambahan vitamin C terhadap efektifitas *in vitro* krim tabir surya (SPF *in vitro*, Persen TE, dan Persen TP) menggunakan bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan kombinasi vitamin E sebagai fotoprotektor.
2. Mengetahui pengaruh paparan sinar UV terhadap efektifitas *in vitro* krim tabir surya (SPF *in vitro*, Persen TE, dan Persen TP) menggunakan bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan fotoprotektor vitamin E dan penambahan vitamin C.
3. Mengetahui konsentrasi vitamin C yang dapat memberikan peningkatan efektifitas *in vitro* sediaan krim tabir surya yang terbaik (peningkatan nilai SPF, persen TE, dan persen TP yang memenuhi persyaratan).

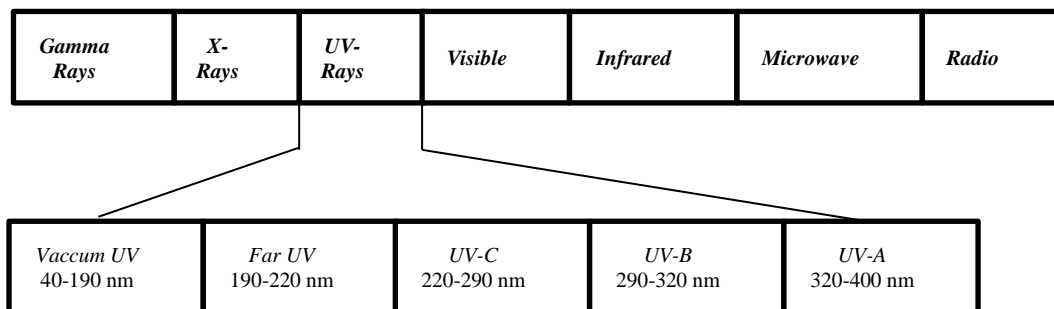
1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat terhadap pengembangan formula krim tabir surya serta memberikan informasi tentang pengaruh penambahan vitamin C dan paparan sinar UV terhadap efektivitas *in vitro* krim tabir surya dengan menggunakan bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan kombinasi vitamin E sebagai fotoprotektor.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Radiasi Ultraviolet

Sinar ultraviolet (UV) merupakan salah satu sinar yang dipancarkan oleh matahari yang berada pada kisaran panjang gelombang 200-400 nm. Sinar ultraviolet terdiri dari tiga daerah yaitu UV A (320-400 nm), UV B (290-320 nm) dan UV C (200-290 nm) (Baumann dkk., 2009). Sinar UV yang paling banyak mencapai permukaan bumi adalah UV A sekitar 90-99% dan UVB sekitar 1-10%, sedangkan UV C memiliki energi yang paling besar dan tidak dapat mencapai permukaan bumi karena diabsorpsi oleh lapisan ozon (Rai dan Srinivas, 2007). Radiasi UV C dapat menyebabkan kerusakan jaringan, UV C tidak merangsang pencoklatan kulit, tetapi dapat menyebabkan eritema (FDA, 2003). Spektrum ultraviolet dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Spektrum Ultraviolet (Hanrahan, 2012)

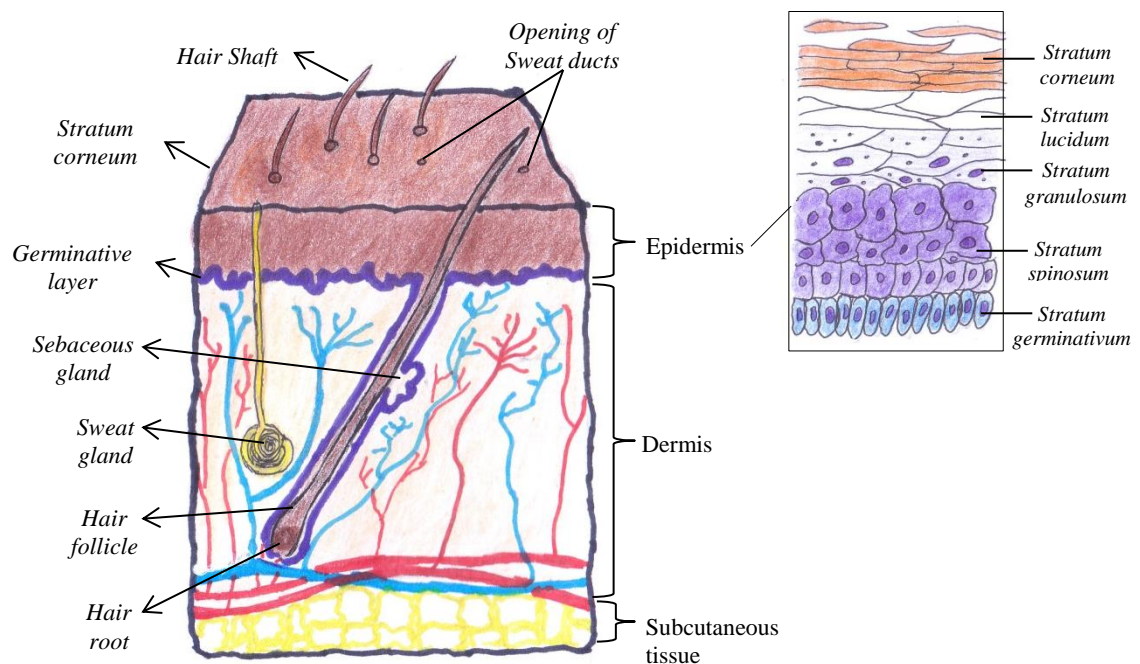
Radiasi UV B dapat menyebabkan luka bakar (*sunburn*) dan kanker kulit, sedangkan UV A menyebabkan penghitaman kulit (*tanning*) dan fotosensitivitas. Baik UV A ataupun UV B berperan dalam menyebabkan kanker kulit walaupun sebenarnya UV B lebih karsinogenik 1000 – 10.000 kali dibanding UV A, karena radiasi UV B 1000 kali lebih kuat daripada UV A dalam pembentukan eritema pada kulit (McKinlay dan Diffey, 1987). Eritema adalah suatu proses perubahan warna kulit menjadi kemerahan, sebagai akibat kerusakan pada kulit yang segera terlihat setelah terpapar radiasi. Derajat

keparahan eritema merupakan indikator tingkat kerusakan pada epidermis. Eritema akibat radiasi terjadi dalam dua tahap yaitu eritema awal yang biasanya muncul dalam waktu beberapa menit atau jam setelah terkena radiasi dan eritema kedua yang muncul dalam waktu 2 - 3 minggu (Alatas, 1998).

2.2 Kulit

Kulit merupakan organ yang esensial, vital, dan memiliki fungsi sangat kompleks, bersifat elastis dan sensitif, serta variasi komposisi dan ukurannya tergantung pada iklim, umur, jenis kelamin, dan ras (Walters, 2002).

Luas permukaan kulit orang dewasa sekitar 1,6 m² dengan berat sekitar 16% dari berat badan. Pada kulit terdapat struktur anatomi pelengkap (*skin appendages*) antara lain saluran keringat, folikel rambut, kelenjar apokrin serta kelenjar ektrin (Mitsui, 1997). Struktur kulit dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Anatomi Kulit (McLafferty dkk., 2012)

2.2.1 Anatomi Kulit

Berdasarkan strukturnya, kulit terbagi menjadi tiga lapisan, yaitu lapisan epidermis, lapisan dermis dan lapisan sub kutan (Wasitaatmadja, 1997).

a. Epidermis

Epidermis adalah lapisan luar kulit yang tipis yang terdiri atas epitel berlapis pipih, bertanduk, mengandung sel melanosit, langerhans, dan merkel. Ketebalan epidermis berbeda-beda diseluruh tubuh bergantung pada volume air yang terdapat pada epidermis, yang paling tebal berukuran 1 milimeter terdapat pada telapak tangan dan telapak kaki, dan lapisan paling tipis berukuran 0,1 milimeter terdapat pada kelopak mata, pipi, dahi, dan perut (Tranggono dan Latifah, 2007). Pada epidermis terjadi regenerasi setiap 4-6 minggu. Lapisan epidermis memiliki beberapa fungsi yaitu: proteksi barier, organisasi sel, sintesis vitamin D dan sitokin, pembelahan dan mobilisasi sel, pigmentasi (melanosit) dan pengenalan alergen (sel langerhans) (Barel dkk., 2009).

Epidermis terdiri atas lima lapis dari lapisan terluar, yaitu :

1. *Stratum corneum*

Stratum corneum (horny cell layer) merupakan *sublayer* luar epidermis dengan ketebalan berkisar dari 8-15 μm yang terdiri dari beberapa lapis sel pipih, tidak memiliki inti, tidak mengalami proses metabolisme, dan tidak berwarna (Tranggono dan Latifah, 2007). Lapisan ini sebagian besar terdiri atas keratin, yaitu jenis protein yang tak larut dalam air dan sangat resisten terhadap bahan-bahan kimia sehingga berfungsi untuk memproteksi tubuh dari pengaruh luar dan mencegah dehidrasi yang berlebihan pada jaringan kulit (Igarashi dkk., 2005).

Horny cells mengandung senyawa kimia khusus yang disebut *Natural Moisturizing Factor* (NMF) yang juga memainkan peran penting dalam mempertahankan kelembaban kulit. NMF terdiri atas natrium PCA, spinolipid dan seramid, fosfolipid, asam lemak, gliserol, squalena dan kolesterol (Igarashi dkk., 2005).

2. *Stratum lucidum*

Stratum lucidum terletak tepat di bawah *stratum corneum* berupa lapisan pipih, tidak berinti, jernih. Lapisan ini terdapat pada telapak kaki dan telapak tangan (Tranggono dan Latifah, 2007).

3. *Stratum granulosum*

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

4. *Stratum spinosum*

Stratum spinosum terdiri atas 10-20 lapisan sel yang terletak tepat dibawah *stratum granulosum*. Merupakan hasil keratinisasi dari *stratum basale* yang membentuk lapisan yang lebih pipih. Lapisan ini mengandung sel langerhans dan banyak glikogen (Baumann dkk., 2009).

5. *Stratum basale*

Stratum basale atau *stratum germinativum* merupakan lapisan terdalam dari epidermis yang terdiri dari satu lapis sel basal. *Stratum basale* membentuk batas antara lapisan epidermis dengan lapisan dermis. Lapisan ini memiliki tugas untuk memproduksi keratinosit yang akan mengalami keratinisasi menjadi lapisan di atasnya. Pada lapisan ini juga terdapat melanosit yang berfungsi untuk memproduksi melanin yaitu pigmen pada kulit (Igarashi dkk., 2005).

b. Dermis

Dermis terletak dibawah epidermis yang terdiri atas jaringan ikat yang menyokong epidermis dan menghubungkannya dengan jaringan subkutan. Dermis memiliki ketebalan 3-5 mm, berupa anyaman serabut kolagen dan elastin yang bertanggungjawab untuk sifat-sifat penting dari kulit. Pada lapisan

ini terdapat pembuluh darah, pembuluh limfe, kelenjar lemak (sebacea), kelenjar keringat, otot, serabut saraf, dan korpus pacini (Anief, 1997). Lapisan dermis tersusun dari dua lapisan yaitu *reticular layers* dan *papillary layers*. *Reticular layers* dibentuk oleh jaringan ikat yang kuat yang mengandung kolagen dan jaringan elastin sedangkan *papillary layers* mengandung saraf dan pembuluh kapiler yang menutrisi epidermis (McLafferty dkk., 2012).

c. Subkutan

Subkutan merupakan lapisan terdalam dari kulit atau yang bisa disebut dengan hipodermis. Lapisan subkutan merupakan lapisan lemak yang terletak di antara kulit dan dasar kulit. Pada lapisan ini terdapat pembuluh darah yang memasok pembuluh darah pada dermis, serta sel utama seperti fibroblas dan makrofag (Walters, 2002).

2.2.2 Fungsi Kulit

a. Sebagai perlindungan tubuh

Lapisan kulit dari epidermis hingga subkutan memiliki fungsi untuk melindungi tubuh dari benda asing diluar tubuh. Epidermis berfungsi untuk menutupi jaringan tubuh dan mencegah masuknya kuman atau mikroorganisme ke dalam tubuh. Lapisan *stratum corneum* dan lapisan lipid berfungsi sebagai penahan penetrasi air dari luar dan menahan keluarnya cairan dari dalam tubuh.

Pada lapisan dermis dan subkutan terdapat serat elastis yang berfungsi untuk mencegah gangguan mekanis dari luar yang mungkin diteruskan secara langsung ke dalam tubuh. Selain itu permukaan kulit memiliki pH rendah berfungsi untuk melindungi kulit dari bahan kimia yang bersifat toksin. Kulit juga melindungi tubuh dari sinar UV dengan adanya mekanisme pigmentasi. Permukaan kulit seperti lapisan *keratohyalin*, *horny layer*, dan *granule*, mempunyai peranan sebagai penghambur sinar UV yang dapat membahayakan tubuh (Mitsui, 1997).

b. Termoregulator

Kulit merupakan organ yang menjaga suhu badan tetap stabil pada sistem isotherm yaitu pada suhu 37°C. Mekanisme termoregulasinya adalah

dengan mengubah jumlah darah yang mengalir melalui kulit dengan cara dilatasi dan konstiksi pembuluh darah kapiler dan dengan sekresi keringat. Pusat pengatur suhu tubuh ditemukan di hipotalamus dengan mekanisme saat suhu tubuh turun, hipotalamus akan meningkatkan aktivitas saraf vasokonstriktor kulit untuk menyempitkan pembuluh darah untuk mencegah panas sehingga kulit akan memucat dan demikian pula sebaliknya (Anief, 1997).

c. Sensorik

Kulit memiliki beberapa reseptor yang dapat merasakan rangsangan dari luar antara lain : *Meissner's corpuscles* merupakan reseptor untuk merasakan sentuhan, *Paccini corpuscles* untuk merasakan tekanan, *Krause corpuscles* untuk sensor dingin, *Ruffini corpuscles* merupakan sensor suhu, dan ujung saraf bebas untuk merasakan sakit (Mitsui, 1997).

d. Absorpsi

Beberapa senyawa dapat diabsorpsi tubuh melalui kulit seperti senyawa lipofil yang larut dalam lemak. Senyawa lipofil dapat diabsorpsi kulit melalui dua jalur absorpsi yakni melalui epidermis dan kelenjar sebaceous pada folikel rambut. Kemampuan senyawa untuk diabsorpsi 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).

2.2.3 Mekanisme Perlindungan Alami Kulit

Paparan radiasi UV akan merusak kulit dan tingkat kerusakan kulit tergantung pada berbagai faktor meliputi jenis radiasi, besar dosis dan laju dosis, luas kulit yang terkena radiasi, dan karakteristik kualitas kulit seperti tekstur, umur, warna, ketebalan dan lokasi kulit (Alatas, 1998). Setelah pemaparan sinar matahari, kulit akan segera mengalami fase *tanning* yang disebabkan oleh oksidasi pigmen melanin yang berada di permukaan kulit (*stratum corneum*), akan tetapi akan kembali ke warna normal dalam beberapa jam. Beberapa jam setelah terpapar sinar UV, kulit akan mengalami kemerahan

dan mencapai puncaknya setelah 8 jam dan kemudian akan berkurang secara bertahap. Fase ini disebut dengan *sunburn* atau eritema. (Mitsui, 1997).

Perkembangan gejala eritema dibagi menjadi 3 fase yaitu memerahnya kulit, terjadinya pengkerutan kulit, dan lepasnya sel-sel epidermis. Beberapa jam setelah paparan, kulit menjadi merah dan mencapai puncaknya setelah 24 jam. Bagian kulit yang memerah akan mengalami pengerutan dan sel-sel epidermisnya akan lepas lalu akan mengalami penyembuhan dalam waktu satu bulan (Alatas, 1998). Kemerahan pada kulit tidak akan hilang sempurna (hanya penurunan intensitas) yang diikuti dengan terjadinya pigmentasi. Pigmentasi ini merupakan suatu bentuk perlindungan dari paparan sinar UV. Pigmentasi yang berlebihan akan menyebabkan *tanning* atau penghitaman kulit (Walters, 2002). Penggolongan tipe kulit berdasarkan riwayat *sunburn* dan *tanning* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tipe Kulit, Riwayat *Sunburn* dan *Tanning* (Mitsui, 1997)

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

2.3 Krim

Krim merupakan bentuk sediaan setengah padat yang mengandung satu atau lebih bahan obat terlarut atau terdispersi dalam bahan dasar yang sesuai (DepKes RI, 2014). Krim merupakan basis yang digunakan sebagai obat luar

yang dioleskan ke bagian kulit badan dan mengandung tidak kurang dari 60% air (Anief, 1997).

Sediaan krim memiliki beberapa keuntungan seperti lebih mudah diaplikasikan, lebih nyaman digunakan pada wajah, tidak lengket dan lebih mudah dicuci dengan air daripada dengan sediaan salep maupun pasta, oleh sebab itu sediaan krim lebih banyak dipilih dan digunakan (Sharon dkk., 2013).

Adapun kriteria kualitas dasar krim yang diharapkan adalah sebagai berikut (Anief, 1997) :

1. Stabil, sediaan stabil pada suhu kamar, kelembaban kamar, dan harus bebas dari inkompatibilitas.
2. Lunak, semua zat dalam keadaan halus dan produk jadi harus lunak dan homogen.
3. Mudah diaplikasikan, umumnya krim tipe emulsi adalah yang paling mudah diaplikasikan dan dihilangkan dari kulit.
4. Terdistribusi merata, obat harus terdispersi merata melalui basis krim padat atau cair pada penggunaan.

Sediaan krim terdapat 2 tipe yaitu sebagai emulsi air dalam minyak (*w/o*), dan minyak dalam air (*o/w*). Tipe minyak dalam air lebih disukai penggunaannya karena tidak menimbulkan bekas setelah penggunaan, tidak lengket di kulit, serta memiliki kemampuan penyebaran yang baik (Ansel, 2005).

2.4 Tabir Surya

2.4.1 Tinjauan Tabir Surya

Tabir surya adalah suatu sediaan yang mengandung senyawa kimia yang dapat menyerap, menghamburkan atau memantulkan sinar UV yang mengenai kulit. Digunakan untuk melindungi fungsi dan struktur kulit manusia dari kerusakan akibat sinar UV (FDA, 2003). Tabir surya topikal dapat dibuat dalam sediaan krim, *lotion*, salep dan gel (Ditjen POM, 1985).

Berdasarkan mekanismenya tabir surya dibedakan menjadi dua macam yaitu tabir surya penyerap kimia (*chemical absorber*) dan tabir surya pemblok

fisik (*physical blocker*). Mekanisme tabir surya *chemical absorber* adalah dengan mengabsorpsi radiasi UV dan mengubah menjadi energi panas. Tabir surya *physical blocker* mengandung senyawa anorganik yang dapat memantulkan atau menghamburkan sinar UV (Rai dan Srinivas, 2007). Bahan-bahan yang termasuk dalam kedua macam tabir surya ini terdapat pada Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Bahan Tabir Surya (Barel dkk., 2009)

| Tabir surya chemical absorber / Senyawa organik | | Tabir surya physical absorber / Senyawa anorganik |
|---|--|---|
| UV A | UV B | |
| Benzofenon | Turunan PABA | 1. TiO ₂ 2. ZnO 3. MgO 4. CaCO ₃ |
| 1. Oksibenzon | 1. Padimate O | |
| 2. Sulisobenzon | 2. PABA | |
| <i>Dibenzoil Methane</i> | <i>Cinnamate</i> | |
| 1. Avobenzon | 1. <i>Octinoxate</i> 2. <i>Cinoxate</i> | |
| <i>Anthranilate</i> | Salisilat | |
| 1. <i>Meradimate</i> | 1. Oktisalat 2. Homosalat 3. Salisilat | |
| | Lainnya | |
| | 1. <i>Anthranilate</i> | |

2.4.2 Efektivitas Sediaan Tabir Surya

Efektivitas sediaan tabir surya dapat diukur menggunakan nilai SPF, persen TE, dan persen TP (Cumpelik, 1972). SPF merupakan perbandingan MED pada kulit manusia yang terlindungi tabir surya dengan MED kulit tanpa perlindungan (Walters, 2002). MED adalah nilai yang menunjukkan sensitivitas akut individu terhadap sinar UV. MED menunjukkan jumlah

minimal sinar UV yang dibutuhkan untuk menimbulkan kemerahan ketika seseorang terpapar sinar UV (Mitsui, 1997).

1. Evaluasi SPF (*Sun Protection Factor*)

SPF secara *in vitro* ditentukan dengan metode spektrofotometri. Hubungan antara SPF dan spektrofotometri adalah (Petro, 1981) :

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

keterangan :

$\lambda_n - \lambda_1$ = interval aktivitas eritemogenik

Berdasarkan teori persamaan tersebut digunakan untuk memprediksi nilai SPF dengan mengukur penyerapan AUC dan membaginya dengan interval panjang gelombang yang sesuai. λ_1 adalah panjang gelombang 290 nm karena lapisan ozon dapat menyaring semua panjang gelombang dibawah 290 nm, dan λ_n adalah panjang gelombang diatas 290 nm yang mempunyai nilai absorbansi lebih besar atau sama dengan 0,05.

Kategori produk dalam memilih tipe sediaan tabir surya disajikan dalam Tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3 Kategori Produk Tabir Surya (Harry, 1982)

| Kategori | Nilai SPF | Keterangan |
|--|-----------|--|
| <i>Minimum Sun Protection Product</i> | 2-4 | Perlindungan paling sedikit dari <i>sunburn</i> , dapat mengakibatkan <i>tanning</i> . |
| <i>Moderate Sun Protection Product</i> | 4-6 | Perlindungan sedang dari <i>sunburn</i> , dapat mengakibatkan beberapa <i>tanning</i> . |
| <i>Extra Sun Protection Product</i> | 6-8 | Perlindungan ekstra dari <i>sunburn</i> , terjadi <i>tanning</i> yang terbatas. |
| <i>Maximal Sun Protection Product</i> | 8-15 | Perlindungan maksimal dari <i>sunburn</i> , sedikit atau tidak menimbulkan <i>tanning</i> . |
| <i>Ultra Sun Protection Product</i> | ≥ 15 | Perlindungan yang paling tinggi dari <i>sunburn</i> dan tidak mengakibatkan <i>tanning</i> . |

2. Evaluasi Persen TE

Evaluasi nilai Persen TE tabir surya dapat ditentukan dengan metode spektrofotometri yaitu dengan mengukur intensitas sinar yang diteruskan oleh sediaan tabir surya pada rentang gelombang eritema. TE dapat dihitung dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm interval 5 nm. Diperoleh absorbansi dan dihitung nilai absorbansi untuk 1 g/L/cm dan T (%) 1 g/L dengan rumus $A = -\log T$. Nilai transmisi eritema dihitung dengan mengalikan nilai transmisi (T) dengan tetapan fluks eritema (Fe) pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm (Cumpelik, 1972). Sediaan tabir surya diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori berdasarkan nilai persen transmisi eritema, dapat dilihat pada Tabel 2.4.

3. Evaluasi Persen TP (Cumpelik, 1972)

Evaluasi nilai persen TP tabir surya dapat ditentukan dengan metode spektrofotometri yaitu dengan mengukur intensitas sinar yang diteruskan oleh sediaan tabir surya pada rentang gelombang pigmentasi. TP dapat dihitung dengan cara mengukur absorbansi pada panjang gelombang 332,5-372,5 nm interval 5 nm. Diperoleh absorbansi dan dihitung nilai absorbansi untuk 1 g/L/cm dan T(%) 1 g/L dengan rumus $A = -\log T$. Nilai transmisi pigmentasi dihitung dengan mengalikan nilai transmisi (T) dengan tetapan fluks pigmentasi (Fp) pada panjang gelombang 332,5-372,5 nm (Cumpelik, 1972). Klasifikasi sediaan tabir surya dalam beberapa kategori terdapat pada Tabel 2.4 berikut :

Tabel 2.4 Kategori Perlindungan Berdasarkan Nilai Persen TE dan Persen TP
(Soeratri dkk., 2005)

| Kategori | Rentang transmisi ultraviolet | |
|-----------------------|-------------------------------|------------|
| | Eritema | Pigmentasi |
| <i>Sun Block</i> | < 1% | 3-40% |
| Proteksi Ekstra | 1-6% | 42-86% |
| <i>Suntan Reguler</i> | 6-12% | 45-86% |
| <i>Tanning cepat</i> | 10-18% | 45-86% |

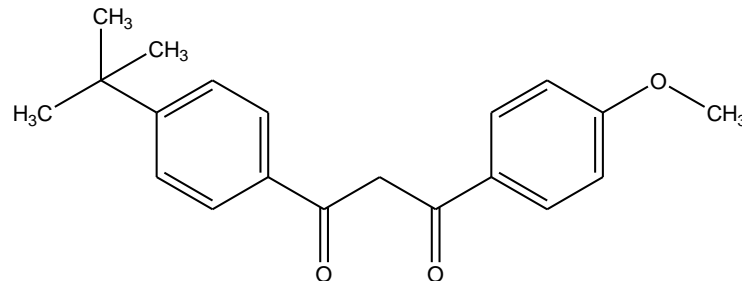
2.5 Tinjauan Bahan Penelitian

2.5.1 Avobenzone

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

Konsentrasi pemakaian yang diijinkan adalah 3%. Berat molekul *avobenzone* adalah 310,4 dengan rumus molekul $C_{20}H_{22}O_3$. *Avobenzone* berwarna putih kekuningan, berupa serbuk kristal, berbau aromatik, larut dalam

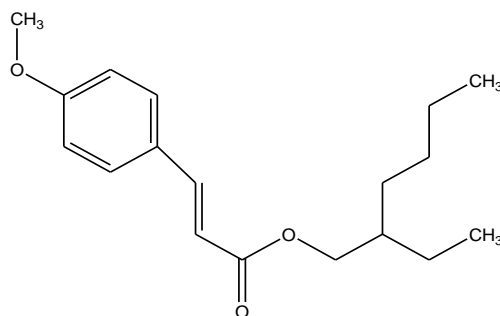
aseton dan metanol panas serta tidak larut di dalam air (FDA Monograph, 1999). Struktur *avobenzone* ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur *Avobenzone* (Sweetman, 2009)

2.5.2 *Octyl methoxycinnamate*

Octyl methoxycinnamate atau *octinoxate* digunakan untuk tabir surya yang diaplikasikan secara topikal. Rumus molekul *Octyl methoxycinnamate* $C_{18}H_{26}O_3$ dan BM 290 dengan pemerian minyak berwarna kuning pucat dan tidak larut dalam air. Tabir surya golongan sinamat secara efektif menyerap cahaya pada rentang radiasi UV B (spesifik pada panjang gelombang 280-310 nm) dan tidak menyerap radiasi UV A sehingga tidak dapat mencegah reaksi fotosensitifitas lain yang terkait dengan sinar UV A (Sweetman, 2009). Konsentrasi pemakaian *Octyl methoxycinnamate* yang diijinkan oleh FDA (1999) sebesar 7,5%. Struktur *octyl methoxycinnamate* ditunjukkan dalam Gambar 2.4.



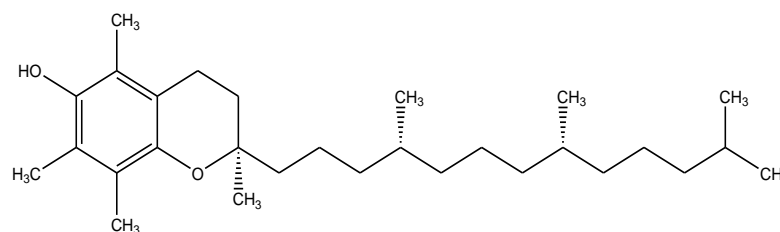
Gambar 2.4 Struktur *Octyl methoxycinnamate* (Sweetman, 2009)

2.5.3 Vitamin E

Vitamin E adalah senyawa yang sangat lipofilik dan merupakan pelarut yang baik untuk kebanyakan bahan yang sukar larut. Vitamin E merupakan produk alami yang tidak berwarna atau kuning kecoklatan, berminyak, dan kental (Rowe dkk., 2009). Zat yang utama adalah *alpha tocopherols* yang merupakan zat paling aktif dan luas di alam, sedangkan *tocopherols* lainnya termasuk *beta*, *gamma*, dan *delta tocopherols* juga banyak terdapat di alam namun tidak digunakan sebagai terapi (Sweetman, 2009). Vitamin E berperan sebagai antioksidan kulit yang cenderung menyerap sinar UV yang meningkatkan kinerja UV filter (Mukul dkk., 2011).

Vitamin E merupakan antioksidan sejati yang bekerja dengan cara bereaksi dengan radikal bebas sehingga dapat menghambat oksidasi minyak dan lemak serta dapat menghentikan reaksi berantai (Kumalaningsih, 2007). Pada sediaan topikal, konsentrasi vitamin E yang digunakan adalah 1-5% (Mukul dkk., 2011). Penambahan vitamin E juga dapat meningkatkan fotostabilitas sediaan tabir surya (Khamsiah dkk., 2012).

Berdasarkan penelitian Nada dkk (2012) sediaan krim yang mengandung vitamin E mengalami ketidakstabilan secara fisika setelah disimpan pada suhu 37°C selama 5 bulan, selain itu vitamin E juga mengalami degradasi sebesar 80% dari konsentrasi semula. Sediaan krim stabil pada suhu penyimpanan 25°C yang dibuktikan dengan konsentrasi vitamin E yang lebih tinggi daripada penyimpanan pada suhu 2-8°C dan 37°C selama 5 bulan (Nada dkk., 2012). Struktur vitamin E dapat dilihat pada Gambar 2.5.

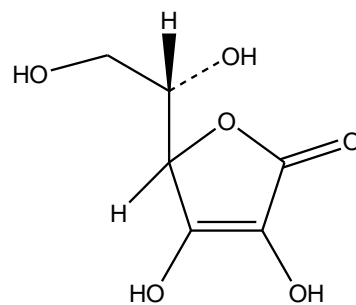


Gambar 2.5 Struktur Vitamin E (Rowe dkk., 2009)

2.5.4 Vitamin C

Vitamin C atau asam askorbat memiliki rumus molekul $C_6H_8O_6$ dengan berat molekul 176,13. Vitamin C berbentuk serbuk kristal dengan warna putih kekuningan, bersifat tidak higroskopis, tidak berbau dan memiliki rasa yang asam. Senyawa ini dapat berubah warna menjadi lebih gelap apabila terkena paparan sinar matahari karena sensitif terhadap cahaya (teroksidasi) (Rowe dkk, 2009).

Vitamin C memiliki mekanisme kerja antioksidan sebagai zat reduktor yang mempunyai potensial redoks lebih rendah dari bahan aktif atau bahan obat sehingga akan bereaksi lebih cepat daripada bahan obatnya, vitamin C akan melepaskan elektron dari senyawanya untuk disumbangkan kepada senyawa lain sehingga dapat mencegah terjadinya oksidasi (Kumalaningsih, 2007). Konsentrasi maksimum vitamin C adalah 20% (Pinnell dkk., 2001).



Gambar 2.6 Struktur Vitamin C (Rowe dkk., 2009)

Vitamin C merupakan senyawa yang sangat sensitif dan mudah terdegradasi menjadi asam dehidroaskorbat (DAA) dan pada tingkat degradasi lebih lanjut dapat membentuk asam 2,3-diketo-L-glukonat (DKGA). Kinetika degradasinya mengikuti kinetika orde 1 (Sheraz dkk., 2014). Berdasarkan penelitian Ahmad dkk (2011), kecepatan degradasi vitamin C dalam sediaan krim pada paparan sinar UV bergantung pada viskositas krim dan pH sediaan. Peningkatan viskositas krim menyebabkan penurunan tingkat degradasi asam askorbat. pH sediaan pada penelitian ini adalah sebesar 4 sampai 7, pada pH 4 dan 5 tidak ditemukan produk degradasi dari asam askorbat (asam dehidroaskorbat) sedangkan pada pH 6 dan 7 sudah ditemukan asam

dehidroaskorbat sehingga laju degradasi akan meningkat seiring dengan meningkatnya pH. Setelah penyimpanan selama 3 bulan pada suhu 30°C, kadar vitamin C dalam sediaan krim pada pH 4 sebesar 9-44% sedangkan pada pH 6 kadar vitamin C dalam sediaan krim berkurang hingga 90% (Sheraz dkk., 2014). Struktur kimia vitamin C dapat dilihat pada Gambar 2.6.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

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

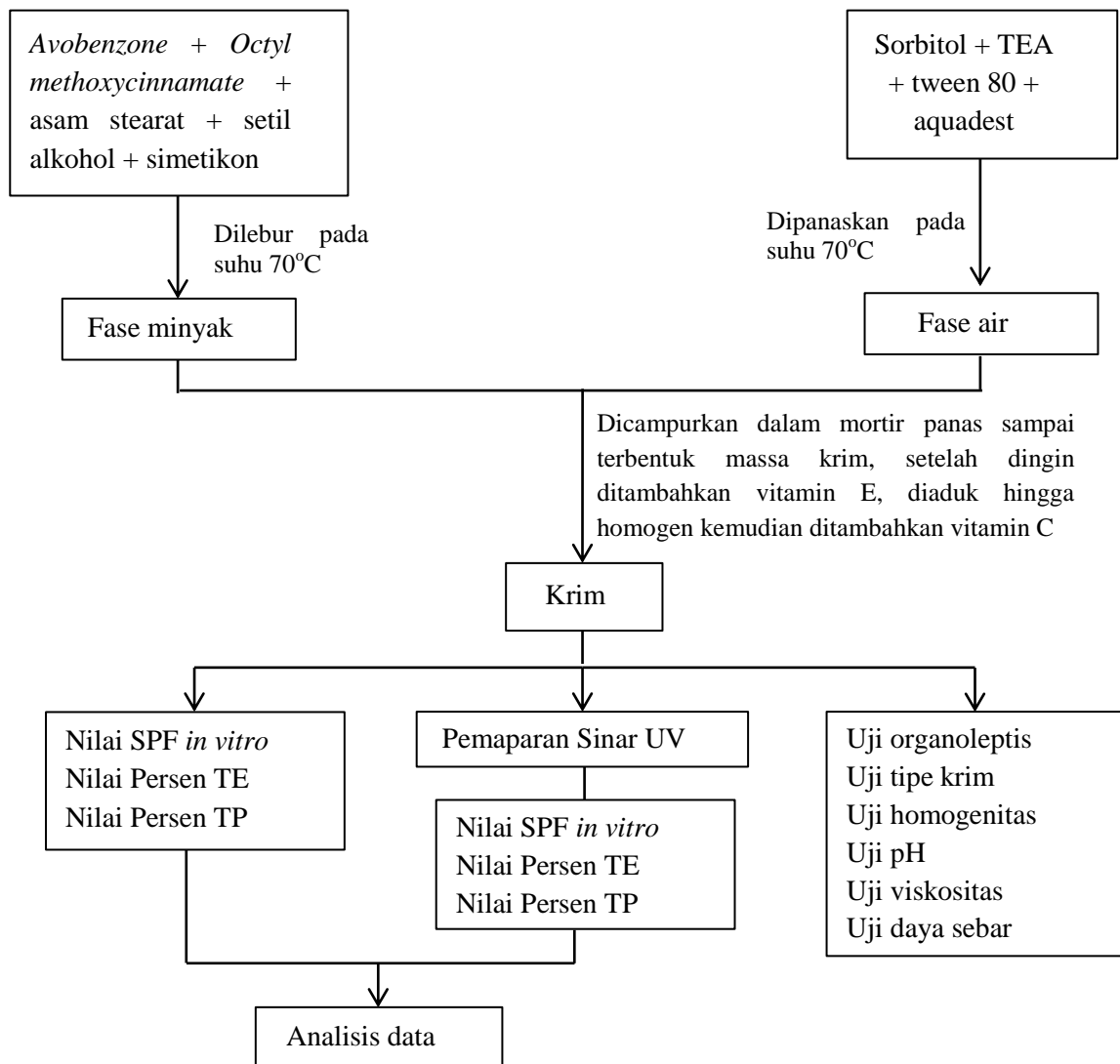
3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis (*Genesys 10S*), mikroskop (*Olympus DP21*), alat penguji viskositas (*Viscotester VT 04*), neraca digital (*Adventure Ohaus*), *waterbath* (*Memmert*), pH meter digital (*Elmetron CP-502*), mortar dan stamper, alat uji daya sebar ekstensometer, lampu UV (*Chromato-vue c-75*), alat-alat gelas, dan program perangkat lunak (*software*) SPSS 17.0 sebagai pengolah data.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *avobenzone* (Vivimed Labs Ltd, India), *octyl methoxycinnamate* (Chemspec Chemicals Pvt.Ltd, India), vitamin E (BASF The Chemical Company, Jerman), vitamin C (CSPC Weisheng Pharmaceutical, China), asam stearat (PT.Bratachem), setil alkohol (PT. Bratachem), simetikon (PT. Bratachem), sorbitol (PT. Bratachem), TEA (PT. Bratachem), tween 80 (PT. Bratachem), aquadest (PT. Aneka Kimia), *methylene blue*, isopropanol (PT. Bratachem).



Gambar 3.1 Skema langkah kerja penelitian

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Farmasi Bagian Farmasetika dan Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember. Waktu penelitian dimulai pada bulan Januari – Juni 2016. Skema kerja dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Rancangan Formula Sediaan Krim Tabir Surya

Penelitian ini dibuat 4 macam formula sediaan krim dalam basis *vanishing cream* yang dimodifikasi yaitu F1, F2, F3 dan F4. Formula penelitian ini disusun berdasarkan formula yang digunakan oleh Probowati (2015) dengan modifikasi pada jumlah *emulsifying agent* dan *humectant* berdasarkan hasil orientasi. Tiap formula terdiri atas bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan perbandingan konsentrasi 3% : 4% (Scalia dan Mezzena, 2009) dan kombinasi vitamin E dengan konsentrasi 3% (Probowati, 2015) dengan penambahan vitamin C sebesar 0%, 2,5%, 5% dan 10%. Adapun rancangan formula sebagai berikut :

Tabel 3.1 Rancangan Formula

| Bahan | Fungsi | Jumlah (%) | | | |
|-------------------------------|--------------------------|------------|------------|----------|-----------|
| | | F1 | F2 | F3 | F4 |
| <i>Avobenzone</i> | <i>Chemical Absorber</i> | 3 | 3 | 3 | 3 |
| <i>Octyl Methoxycinnamate</i> | <i>Chemical Absorber</i> | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Vitamin E | Fotoprotektor | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Vitamin C | Antioksidan | 0 | 2,5 | 5 | 10 |
| Setil Alkohol | <i>Stiffening Agent</i> | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Asam Stearat | <i>Emulsifying agent</i> | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Tween 80 | <i>Emulsifying agent</i> | 10 | 10 | 10 | 10 |
| TEA | <i>Emulsifying agent</i> | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Sorbitol | <i>Humectant</i> | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Simetikon | <i>Antifoaming agent</i> | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Aquadest | Pembawa | 55,8 | 53,3 | 50,8 | 45,8 |
| Total | | 100 | 100 | 100 | 100 |

Variabel penelitian pada penelitian ini adalah :

1. Variabel Bebas : Konsentrasi vitamin C (0%, 2,5%, 5%, 10%)
2. Variabel Kontrol : Konsentrasi *avobenzone*, *octyl methoxycinnamate*, vitamin E, setil alkohol, asam stearat, tween 80, TEA, sorbitol, simetikon, suhu peleburan, pemanasan, dan pencampuran.
3. Variabel Terikat : Sifat fisika kimia sediaan krim, nilai SPF, nilai persen transmisi eritema, nilai persen transmisi pigmentasi.

3.4.2 Pembuatan Sediaan Krim Tabir Surya

Avobenzone, *octyl methoxycinnamate*, asam stearat, setil alkohol, dan simetikon dilebur di atas *waterbath* pada suhu 70°C sampai diperoleh fase minyak. Sorbitol, tween 80, TEA, dan aquadest dipanaskan di atas *waterbath* pada suhu 70°C sampai menjadi fase air. Fase minyak dan fase air pada suhu yang sama dicampurkan secara bersamaan pada mortir panas dan diaduk konstan hingga terbentuk masa krim berwarna putih, lalu ditambahkan vitamin E diaduk hingga rata kemudian ditambahkan vitamin C.

3.4.3 Evaluasi Sediaan Krim Tabir Surya

Evaluasi sediaan krim tabir surya meliputi pengujian sifat fisika kimia yang terdiri atas pengujian organoleptis, viskositas, pH, tipe krim, dan daya sebar serta pengujian efektivitas krim tabir surya yang terdiri atas pengujian SPF, persen TE, dan persen TP.

3.4.3.1 Evaluasi Sifat Fisika Kimia Krim Tabir Surya

1. Pengujian Organoleptis

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

2. Pengujian Tipe Krim

Pengujian tipe krim dilakukan dengan metode pewarnaan menggunakan *methylene blue*. Ditimbang krim sebanyak 0,1 gram lalu ditetesi *methylene blue* kemudian diamati penyebaran warnanya di bawah mikroskop. *Methylene blue* terlarut dalam fase air, jika warna biru terdispersi merata maka krim termasuk

tipe *o/w*. Tipe krim yang diharapkan adalah tipe minyak dalam air (*o/w*) (Agustin dkk., 2013)

3. Pengujian Homogenitas Krim

Pengujian homogenitas krim dilakukan secara visual dengan cara sediaan krim dioleskan pada gelas obyek secara tipis. Krim yang dioleskan harus memiliki susunan yang homogen serta tidak terdapat bintik-bintik bahan penyusun formula (DepKes RI, 2014)

4. Pengujian pH

Pengujian pH sediaan menggunakan pH meter digital (Elmetron CP-502). Elektroda dibilas menggunakan aquadest, dikeringkan, dan dikalibrasi dengan larutan standar pH 4, pH 7, dan pH 9. Ditimbang 1 gram sediaan dilarutkan dalam 10 mL aqua bebas CO₂ lalu elektroda dicelupkan ke dalamnya dan ditunggu sampai angka pada layar stabil. pH krim sebaiknya sama dengan pH kulit yaitu antara 4,5-7 (Wasitaatmadja, 1997).

5. Pengujian Viskositas

Pengujian viskositas dilakukan menggunakan alat Viscotester VT-04. Krim dimasukkan ke dalam gelas beker, spindel yang sesuai dipasang pada alat lalu dicelupkan dalam krim. Alat viskotester dinyalakan dan hasil viskositas krim dapat dilihat dari angka yang ditunjukkan oleh jarum yang sudah stabil (dalam satuan dPa.S). Indeks angka yang dilihat disesuaikan dengan spindel yang dipakai. Nilai viskositas yang diharapkan adalah 50 dPa.S sampai 150 dPa.S (Lachman dkk., 1994)

4. Pengujian Daya Sebar

Pengujian daya sebar dilakukan menggunakan alat uji daya sebar ekstensometer. Ditimbang krim sebanyak 1 gram dan diletakkan di tengah lempeng kaca berskala lalu diletakkan lempeng kaca lain di atasnya dan ditambahkan beban seberat 5 gram didiamkan selama 1 menit dan dicatat penyebarannya melalui 4 sisi. Setiap 1 menit beban ditambah dengan interval 5 gram hingga diperoleh diameter sebar krim yang konstan. Sediaan krim yang diinginkan memiliki diameter sebar 5-7 cm (Garg dkk., 2002).

3.4.3.2 Penentuan Efektivitas Krim Tabir Surya

1. Penentuan Nilai SPF secara *in vitro*

Nilai SPF diperoleh menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis dengan larutan blanko menggunakan pelarut isopropanol. Tahapan kerja penentuan nilai SPF krim tabir surya sebelum pemaparan sinar UV adalah sebagai berikut :

- a. Ditimbang 28,5 mg krim yang setara dengan 2 mg bahan aktif tabir surya.
- b. Dimasukkan dalam labu ukur 10 mL kemudian ditambahkan isopropanol sampai tepat tanda, dikocok sampai larut dan homogen sehingga diperoleh larutan A (konsentrasi 200 ppm).
- c. Larutan A diencerkan menjadi konsentrasi 10 ppm dengan cara dipipet 0,5 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Kemudian ditambahkan isopropanol sampai tepat tanda dan dikocok sampai homogen sehingga diperoleh larutan B (Petro, 1981).
- d. Larutan B diamati menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 290 nm sampai panjang gelombang yang menunjukkan nilai serapan lebih besar atau sama dengan 0,05, rentang pengamatan (interval) 1 nm.

Tahapan kerja dalam penentuan nilai SPF krim tabir surya setelah pemaparan sinar UV 365 nm selama 120 menit adalah sebagai berikut :

- a. Ditimbang sebanyak 28,5 mg krim setara dengan 2 mg bahan aktif tabir surya, kemudian dioleskan pada permukaan lempeng dengan lebar 2,5 cm dan panjang 5,7 cm, dan dipaparkan pada sinar UV 365 nm selama 120 menit. Penelitian Gonzalez dkk (2007) membuktikan bahwa sediaan tabir surya yang diaplikasikan 2 mg/cm^2 mengalami degradasi setelah dipaparkan 120 menit.
- b. Setelah dipaparkan selama 120 menit, sediaan krim pada lempeng dimasukkan labu ukur 10 mL, kemudian ditambahkan isopropanol sampai tepat tanda, dikocok sampai larut dan homogen sehingga diperoleh larutan A (konsentrasi 200 ppm).

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

Larutan yang akan diukur serapannya harus mengandung bahan aktif yang ekuivalen dengan 0,001% atau 0,01 g/L yang artinya 10 mg/L atau 10 ppm (Petro, 1981). Nilai absorbansi pada setiap panjang gelombang sampai diperoleh nilai absorbansi 0,05 selanjutnya dapat dihitung area di bawah kurva (AUC) dengan rumus :

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

Keterangan :

AUC = luas daerah di bawah kurva serapan

A_p = serapan pada panjang gelombang p

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

Keseluruhan luas daerah di bawah kurva diperoleh dengan cara menjumlahkan tiap luas daerah antara dua panjang gelombang yang berurutan. Nilai SPF dapat dihitung menggunakan rumus (1).

2. Penentuan Nilai Persen TE

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

- a. Ditimbang 28,5 mg krim yang setara dengan 2 mg bahan aktif tabir surya.
- b. Dimasukkan dalam labu ukur 10 mL kemudian ditambahkan isopropanol sampai tepat tanda, dikocok sampai larut dan homogen sehingga diperoleh larutan A (konsentrasi 200 ppm).

- c. Larutan A diencerkan menjadi konsentrasi 10 ppm dengan cara dipipet 0,5 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Kemudian ditambahkan isopropanol sampai tepat tanda dan dikocok sampai homogen sehingga diperoleh larutan B (Petro, 1981).
- d. Larutan B diamati menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm dengan rentang pengamatan (interval) 5 nm.

Tahapan kerja dalam penentuan nilai SPF krim tabir surya setelah pemaparan sinar UV 365 nm selama 120 menit adalah sebagai berikut :

- a. Ditimbang sebanyak 28,5 mg krim setara dengan 2 mg bahan aktif tabir surya, kemudian dioleskan pada permukaan lempeng dengan lebar 2,5 cm dan panjang 5,7 cm, dan dipaparkan pada sinar UV 365 nm selama 120 menit.
- b. Setelah dipaparkan selama 120 menit, sediaan krim pada lempeng dimasukkan labu ukur 10 mL, kemudian ditambahkan isopropanol sampai tepat tanda, dikocok sampai larut dan homogen sehingga diperoleh larutan A (konsentrasi 200 ppm).
- c. Larutan A diencerkan menjadi konsentrasi 10 ppm dengan cara dipipet 0,5 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Kemudian ditambahkan isopropanol sampai tepat tanda dan dikocok sampai homogen sehingga diperoleh larutan B (Petro, 1981).
- d. Larutan B diamati menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm dengan rentang pengamatan (interval) 5 nm.

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

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

Nilai transmisi dikalikan dengan tetapan fluks eritema (Fe) pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm menghasilkan nilai transmisi eritema dengan rumus (Cumpelik, 1972) :

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

keterangan :

T = nilai persen transmisi

Fe = tetapan fluks eritema

$\sum Fe$ = jumlah total fluks eritema sinar matahari

$\sum (T.Fe)$ = banyaknya fluks eritema yang diteruskan bahan tabir surya pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm

3. Penentuan Nilai Persen TP

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

Nilai transmisi dikalikan dengan tetapan fluks pigmentasi (Fp) pada panjang gelombang 332,5-372,5 nm menghasilkan nilai transmisi pigmentasi dengan rumus (Cumpelik, 1972) :

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

keterangan :

T = nilai persen transmisi

Fp = tetapan fluks pigmentasi

$\sum Fp$ = jumlah total fluks pigmentasi sinar matahari

$\sum (T.Fp)$ = banyaknya fluks pigmentasi yang diteruskan bahan tabir surya pada panjang gelombang 332,5-372,5 nm.

3.5 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan adalah analisis statistika yang menguji apakah terdapat perbedaan yang bermakna pada hasil penelitian meliputi nilai pH, viskositas, daya sebar, nilai SPF, persen transmisi eritema dan persen transmisi pigmentasi sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan kombinasi vitamin E dengan 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 Variansi (ANOVA) satu arah dengan tingkat kepercayaan 95% (Sudjana, 1996 ; Zar, 1999).

Uji ANOVA memiliki persyaratan yang harus dipenuhi pada analisis variansi yaitu data memiliki distribusi normal dan mempunyai variansi yang relatif sama. Uji normalitas dan uji homogenitas memenuhi persyaratan uji apabila nilai signifikansi lebih dari 0,05 ($p > 0,05$) (Zar, 1999). Apabila terdapat perbedaan bermakna pada uji ANOVA, analisis dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significantly Different*) dengan menggunakan program SPSS. Data hasil uji ANOVA satu arah dan LSD dikatakan berbeda bermakna bila didapatkan harga $p < 0,05$ ($\alpha = 0,05$). Jika uji normalitas dan homogenitas tidak memenuhi persyaratan, maka dipilih analisis statistika uji *Kruskall-Wallis*.

Selain menggunakan uji ANOVA, penelitian ini juga menggunakan t-test untuk menganalisis data yang terdiri atas 2 populasi, yakni membandingkan antara krim sebelum dipaparkan dan setelah dipaparkan sinar UV. T-test bertujuan untuk menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara sediaan sebelum dipaparkan dan setelah dipaparkan sinar UV. Dikatakan memiliki perbedaan bermakna antar sediaan apabila memiliki nilai $p < 0,05$ (Zar, 1999).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Penambahan vitamin C 2,5% pada sediaan krim tabir surya bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan kombinasi vitamin E dapat meningkatkan efektivitas *in vitro* krim tabir surya meliputi peningkatan nilai SPF *in vitro*, nilai persen TE, dan nilai persen TP yang memenuhi persyaratan.
2. Sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* kombinasi vitamin E dengan penambahan vitamin C antara sebelum dan setelah dipaparkan sinar UV menunjukkan adanya perbedaan efektivitas *in vitro* yang meliputi penurunan SPF *in vitro*, peningkatan nilai persen TE dan nilai persen TP.
3. Konsentrasi vitamin C yang dapat memberikan peningkatan efektivitas *in vitro* sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan kombinasi vitamin E yang terbaik meliputi peningkatan nilai SPF *in vitro*, nilai persen TE, dan nilai persen TP yang memenuhi persyaratan adalah vitamin C 2,5%.

5.2 Saran

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

1. Perlu dilakukan uji stabilitas vitamin C dalam sediaan krim tabir surya *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan kombinasi vitamin E.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai interaksi yang terjadi pada krim tabir surya dengan bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* kombinasi vitamin E dengan penambahan vitamin C lebih dari 2,5%.

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

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, R., Oktadefitri, Y., dan Lucida, H. 2013. Formulasi Krim Tabir Surya dari Kombinasi Etil p–Metoksisinamat dengan Katekin. *Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Terkini Sains Farmasi dan Klinik III 2013*.
- Ahmad, I., Sheraz, M.A., Ahmed, S., Shaikh, R. H., Vaid, F.H.M., Khattak, S.R., dan Ansari, S.A. 2011. Photostability and Interaction of Ascorbic Acid in Cream Formulations. *AAPS PharmSciTech*, Vol. 12, No. 3.
- Alatas, Z. 1998. Efek Radiasi Kulit. *Pusat Standardisasi dan Penelitian Keselamatan Radiasi Badan Tenaga Atom Nasional : Buletin ALARA 2 (1) : 27 – 31*
- Anief, M. 1997. *Formulasi Obat Topikal Dengan Dasar Penyakit Kulit*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Anitha, T. 2012. Medical Plants Used in Skin Protection. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, vol 5: 35-38.
- Ansel, H.C. 2005. *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Astuti, R., dan Sumarno, A. M. 1996. Fotostabilitas Oktilmetoksisinamat (OMS) dan Pengaruhnya terhadap Stabilitas Triptopan. *Majalah Farmasi Indonesia*. Vol. 7 (4).
- Barel, A.O., Paye M., dan Maibach H.I. 2009. *Handbook of Cosmetic Science and Technology Third Edition*. New York : Taylor and Francis Group
- Baumann, L., Saghari, S., dan Weisberg, E. 2009. *Cosmetic Dermatology Principles and Practice*. USA : McGraw-Hill Companies, Inc.
- Burke, K.E. 2007. Interaction of vitamins C and E as better cosmeceuticals. *Dermatologic Therapy*, Vol. 20, 2007, 314–321.
- Cumpelik, B.M. 1972. Analytical Procedures and Evaluation Of Sunscreen. *Journal of Society of Cosmetic Chemist*. Vol. 2: 333-345.
- Damiani, T., Rosati, L., Castagna, R., Carloni, P., dan Greci, L. 2006. Changes in ultraviolet absorbance and hence in protective efficacy against lipid peroxidation of organic sunscreens after UVA irradiation. *Elsvier Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, vol 82 : 204–213
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2014. *Farmakope Indonesia ed V*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Ditjen POM. 1985. *Formularium Kosmetika Indonesia*. Jakarta : Departemen Kesehatan R.I

- 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.
- FDA Monograph. 1999. *FDA Sunscreen Monograph*. Federal Register vol 64 : 27666-27693
- 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.
- Garg, A., Anggarwal, D., Garg, S., dan Sigla, A.K. 2002. Spreading of Semisolid Formulation : AnUpdate. *Pharmaceutical Tecnology* : 84-105. <http://pharmtech.com>.
- 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).
- Gonzalez, H., Wahlberg, N.T., Stromdahl, B., Juzeniene, A., Moan, J., Larko, O., Rosen, A., dan Wennberg, A.M. 2007. Photostability of Commercial Sunscreens Upon Sun Exposure and Irradiation by Ultraviolet Lamps. *Biomed Central BMC Dermatology* : 1-9
- Hanrahan G. 2012. *Key Concept in Environmental Chemistry*. USA : Elsevier
- Harry, R.G. 1982. *Harry's Cosmeticology*. Seventh Edition. London : Leonard Hill Book.
- Igarashi, T., Nishino, K., dan Nayar, S.K. 2005. *The Appearance of Human Skin*. New York : Department of Computer Science Columbia University
- Jones., dan Elizabeth, A. 2000. *A Spectroscopic Study of Sunscreens*. Durham E-Theses,Durham University.
- Khamsiah, N., Lai, N.S., Nurfarhanim, M., Mohd, Syazwan, C.S., dan Goon, J.A.2012. Photoprotective Measures of Selected Sunscreens and Their Antioxidant Adjuvantion Effects in the Malaysian Climate. *Med & Health* 7(2): 84-96.
- Kumalaningsih. 2007. *Antioksidan Alami Penangkal Radikal Bebas*. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Lachman, L., Lieberman, H.A., dan Kanig, J.L. 1994. *Teori dan Praktek Farmasi Industri II. Edisi ketiga*, Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- McKinlay, A. F. dan Diffey B. L.1987. In Human Exposure to Ultraviolet Radiation: Risks and Regulations, ed. W. F. Passchier and B. F. M. Bosnjakovic. *Elsevier*.pp. 83–87.
- McLafferty, E., Hendry, C., dan Alistair, F. 2012. The Integumentary System: Anatomy, Physiology and Function of Skin. *Art & Science*. Vol. 27 (3).
- 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.
- Nada, A.H., Hedaya, M., dan Zaghloul, A. 2012. Stability of Vitamin E and Vitamin E Acetate Containing Cosmetic Preparations. *JGPT*. 12; 4(03);1-8
- Offord, E.A, Gautier J.C., Avanti, O., Scaletta C., Runge F., Kramer K., dan Applegate, L.A.2002. Photoprotective Potential of Lycopene, β -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.
- Pattanaargson, S dan Limphong, P. 2000. Stability of Octyl Methoxycinnamate and Identification of its Photo-degradation Product. *Int. J. Cosmet. Sci*. 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., Monteiro-Riviere N., 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.
- Probowati, G.A. 2015. *Pengaruh Vitamin E Dan Paparan Sinar UV Terhadap Efektivitas In Vitro Krim Tabir Surya Avobenzone dan Octyl Methoxycinnamate*. Jember : Skripsi, Fakultas Farmasi Universitas Jember.
- Purwanti, T., Tristiana E., dan Etik K., 2005. Penentuan Komposisi Optimal Bahan Tabir Surya Kombinasi Oksibenson-Oktidimetil PABA Dalam Formula *Vanishing Cream*. *Majalah Farmasi Airlangga*. Vol. 5 (2). Surabaya : Fakultas Farmasi Airlangga
- 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.
- Rowe, R.C., Sheskey, P.J., dan Waller, P.J. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients 6th Edition*. London: Pharmaceutical Press and American Pharmaceutical Association.
- Silalahi, K.N., Fahrurroji, A., dan Kusharyanti, I. 2015. Optimasi Formula Losio dengan Kombinasi Zat Aktif Vitamin C dan Vitamin E sebagai Antipenuaan Kulit serta Uji Stabilitas Losio. *Jurnal Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UNTAN*. Vol. 3 (1).
- Scalia, S. dan Mezzena, M. 2010. Photostabilization Effect of Quercetin on the UV Filter Combination, Butyl Methoxydibenzoylmethane – Octyl Methoxycinnamate. *Photochem Photobiol*. Vol. 2: 273.

- Sharon, N., Anam, S., dan Yuliet. 2013. Formulasi Krim Antioksidan Ekstrak Etanol Bawang Hutan (*Eleutherine palmifolia* L. Merr). *Online Jurnal of Natural Science*, Vol 2 (3) :111-122.
- Sheraz, M.A., Khan, M.F., Ahmed, S., Kazi, S.H., Khattak, S.R., dan Ahmad I. 2014. Factors affecting formulation characteristics and stability of ascorbic acid in water-in-oil creams. *International Journal of Cosmetic Science*, 2014, 36, 494–504.
- Soeratri, I., Ifansyah, N., dan Fitrianingrum, D. 2005. Penentuan Stabilitas Sediaan Krim Tabir Surya dari Bahan Ekstrak Rimpang Kencur (*Kaempferia galanga* L.). *Berk. Penel. Hayati*:Vol.10: 103–105.
- Sudjana. 1996. *Metode Statistika*. Bandung: PT. Tarsito Bandung.
- Sweetman, S.C. 2009. *Martindale*. Edisi 33. London: Pharmaceutical Press.
- Tranggono, R.I dan Latifah, F. 2007. *Buku Pegangan Ilmu pengetahuan Kosmetik*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Walters, K.A. 2002. *Dermatological and Transdermal Formulation*. New York : CRC Press
- Wasitaatmadja, S.M. 1997. *Penuntun Ilmu Kosmetik Medik*. Jakarta : Universitas Indonesia Press
- 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.

LAMPIRAN

A. Sertifikat Analisis

A.1. Avobenzone


Vivimed

CERTIFICATE OF ANALYSIS

| | | | |
|--------------|-----------------------|------------|---------------|
| Product Name | AVIS [AVOBENZONE USP] | | |
| Batch Number | ABN0213087 | Batch Size | 1000 Kg |
| Mfg. Date | Jan 2015 | A R.No. | VLL/FG/130315 |
| Exp. Date | Jan 2018 | Page No | 1 of 1 |

| S.No | Tests | Specifications | Results |
|------|---|---|--------------------|
| 1 | Appearance | Crystalline powder | Crystalline powder |
| 2 | Color | White to pale yellow | Pale yellow |
| 3 | Odor | Slightly aromatic | Complies |
| 4 | Solubility | Insoluble in water. Soluble in Acetone & hot methanol | Complies |
| 5 | Identification a. IR | The IR absorption spectrum of the sample should be concordant with AVIS standard. | Complies |
| | b. UV | Absorptivities at 380nm do not differ by more than 3.0% | Less than 3.0% |
| 6 | Melting Range (in °C) | 81.0°C to 86.0°C | 84.3°C to 85.8°C |
| 7 | Loss on drying (Dry it in vacuum at 70°C for 4 hrs) | Not more than 0.50% w/w | 0.06% w/w |
| 8 | UV-Absorbance (E1% soln. in abs. Ethanol) 1 cm cell at 357 ± 2 nm | 1100 – 1180 | 1149 |
| 9 | Heavy Metals | Not more than 20 ppm | Less than 20 ppm |
| 10 | Impurities (by GC) | | |
| | Individual impurity Sum of the impurities | Not more than 3.0% Not more than 4.5% | 0.49% 0.80% |
| 11 | Assay by GC | Not less than 95.0% and Not more than 105.0% w/w on dried basis | 99.13% w/w |

Remarks: The product Complies as per the above specification.

| | | |
|-----------------|----------------|-------------------------|
| Compiled by | Checked by | Approved by |
| Date <i>Amc</i> | Date <i>dl</i> | Date <i>(Signature)</i> |

Vivimed Labs Ltd (Unit II)
75/3 Mother Industrial Area, Bidar, 585003, Karnataka, India
T: +91 (0) 8482 232045, +91 (0) 8482 232036, F: +91 (0) 8482 232436
info@vivimedlabs.com, www.vivimedlabs.com

Vivimed Labs Ltd (Head Office)
Veeranna Towers, Hobbigege, Hyderabad, A.P. 500 007, India
T: +91 (0) 40-27176805/6, F: +91 (0) 40-2712 3539

A.2. Octyl Methoxycinnamate


Chemspec Chemicals Pvt. Ltd.
 (A Govt. Recognised Star Export House)

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


February 4, 2015

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

| Test | Specification | Result |
|---|--|-------------------------|
| Appearance | Pale Yellow, Slightly Yellow Oily Liquid | Pale Yellow Oily Liquid |
| Odour | Practically Odourless | Complies |
| Solubility | Soluble in Ethanol, Propylene glycol Iso-Propanol | Confirms |
| Purity (By G.L.C.) | 98 %Min. | 98.67 % |
| Acid Value | 1.0Max | 0.16 |
| Refractive Index η_d^{20} | 1.5420-1.5480 | 1.5425 |
| Specific Gravity d_4^{20} | 1.008-1.020 | 1.009 |
| UV Specific Extinction $E_{1\%}^{1\text{cm}}$ (in Methanol) | Min 835 at $310 \pm 2\text{nm}$ | 852 @ 309.0nm |
| Lovibond Color 5 ^{1/4"} cell (Y+5R) | ≤ 2.0 | 1.6 |
| Identification | Infrared Spectrum should match with that of Standard | Complies |

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

 Compiled by
 Analyst

 Checked by
 Sr. Executive Q.C

 Approved by
 Gen. Manager Q.A

A.3. 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. 233-465-0

Product number
10082596

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

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

$C_{55}H_{84}O_2$ Molar mass 430.7 g/mol

Specifications

| | |
|---|------------------|
| Identification (GC): | conforms |
| Appearance: | conforms |
| Assay (Ph.Eur.): | 96.0-102.0% |
| Assay (USP/FCC): | 96.0-102.0% |
| Optical rotation: | -0.01° to +0.01° |
| Acidity (USP/FCC): | conforms |
| Related substances (Ph.Eur.; impurity A): | ≤ 0.5 Area-% |
| Related substances (Ph.Eur.; impurity B): | ≤ 1.5 Area-% |
| Related substances (Ph.Eur.; impurity D+E in sum): | ≤ 1.0 Area-% |
| Related substances (Ph.Eur.; any other impurity max. 0.25 Area-% each): | conforms |
| Related substances (Ph.Eur.; total impurities): | ≤ 2.5 Area-% |
| Lead (FCC, E307, max. 2 mg/kg): | conforms |
| Specific absorbance (E307; at max. 292 nm in ethanol 72.0-76.0): | conforms |
| Refractive index (E307; 1.503-1.507): | conforms |
| Sulphated ash (E307; max. 0.1%): | conforms |
| Mercury (E307; max. 1 mg/kg): | conforms |
| Arsenic (E307; max. 3 mg/kg): | conforms |
| Heavy metals (E307; max. 10 mg/kg): | conforms |

Products for the Dietary Supplement, Beverage and Food Industries – Technical Information May 2005 1

Human Nutrition


B - 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, diabetic 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 products, 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

A.4. 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, 2015 Expiry Date: Jan. 30, 2018

| 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 E | ≤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

B. PENGUJIAN pH

B.1 Hasil Pengujian pH

| Replikasi | pH | | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | F1 | F2 | F3 | F4 |
| 1 | 7,10 | 6,28 | 4,60 | 3,60 |
| 2 | 7,30 | 6,20 | 4,57 | 3,62 |
| 3 | 7,34 | 6,22 | 4,61 | 3,63 |
| 4 | 7,31 | 6,25 | 4,63 | 3,60 |
| 5 | 7,30 | 6,27 | 4,63 | 3,63 |
| Rata-rata ± SD | 7,27 ± 0,096 | 6,24 ± 0,034 | 4,61 ± 0,025 | 3,62 ± 0,021 |

B.2 Hasil Analisis Statistik Pengujian pH

Tests of Normality

| Formula | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| pH Formula 1 | .422 | 5 | .004 | .705 | 5 | .011 |
| Formula 2 | .180 | 5 | .200* | .942 | 5 | .677 |
| Formula 3 | .212 | 5 | .200* | .895 | 5 | .384 |
| Formula 4 | .227 | 5 | .200* | .910 | 5 | .468 |

a. Lilliefors Significance Correction

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

Test of Homogeneity of Variance

| | Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|--------------------------------------|------------------|-----|-------|------|
| pH Based on Mean | 2.895 | 3 | 16 | .068 |
| Based on Median | .611 | 3 | 16 | .618 |
| Based on Median and with adjusted df | .611 | 3 | 4.764 | .638 |
| Based on trimmed mean | 2.195 | 3 | 16 | .128 |

Hasil Transformasi

Tests of Normality

| Formula | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| pHseperak Formula 1 | .423 | 5 | .004 | .702 | 5 | .010 |
| ar Formula 2 | .180 | 5 | .200* | .941 | 5 | .675 |
| Formula 3 | .211 | 5 | .200* | .895 | 5 | .381 |
| Formula 4 | .228 | 5 | .200* | .910 | 5 | .468 |

a. Lilliefors Significance Correction

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

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

| | pHseperakar |
|-------------|-------------|
| Chi-Square | 17.898 |
| df | 3 |
| Asymp. Sig. | .000 |

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Formula

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

Ranks

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

Test Statistics^b

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

Ranks

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

Test Statistics^b

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

Ranks

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

Test Statistics^b

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

Ranks

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

Test Statistics^b

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

Ranks

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

Test Statistics^b

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

C. PENGUJIAN VISKOSITAS

C.1 Hasil Pengujian Viskositas

| Replikasi | Viskositas (dPa.s) | | | |
|----------------|--------------------|---------------|--------------|--------------|
| | F1 | F2 | F3 | F4 |
| 1 | 149 | 120 | 48 | 41 |
| 2 | 147 | 123 | 46 | 41 |
| 3 | 148 | 125 | 49 | 43 |
| 4 | 149 | 124 | 45 | 44 |
| 5 | 150 | 126 | 47 | 42 |
| Rata-rata ± SD | 148,6 ± 1,140 | 123,6 ± 2,302 | 47,0 ± 1,581 | 42,2 ± 1,304 |

C.2 Hasil Analisis Statistik Pengujian Viskositas

Tests of Normality

| Formula | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| Viskositas 1 | .237 | 5 | .200 [*] | .961 | 5 | .814 |
| 2 | .197 | 5 | .200 [*] | .943 | 5 | .685 |
| 3 | .136 | 5 | .200 [*] | .987 | 5 | .967 |
| 4 | .221 | 5 | .200 [*] | .902 | 5 | .421 |

a. Lilliefors Significance Correction

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

Test of Homogeneity of Variances

Viskositas

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .758 | 3 | 16 | .534 |

Hasil Analisis Statistik *One-Way Anova*

ANOVA

Viskositas

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|----------|------|
| Between Groups | 43481.350 | 3 | 14493.783 | 5368.068 | .000 |
| Within Groups | 43.200 | 16 | 2.700 | | |
| Total | 43524.550 | 19 | | | |

Hasil Analisis Statistik *Post Hoc* (LSD)**Multiple Comparisons**

Viskositas

LSD

| (I) Formu la | (J) Formula | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|--------------------|----------------|--------------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2 | 25.000* | 1.039 | .000 | 22.80 | 27.20 |
| | 3 | 101.600* | 1.039 | .000 | 99.40 | 103.80 |
| | 4 | 106.400* | 1.039 | .000 | 104.20 | 108.60 |
| 2 | 1 | -25.000* | 1.039 | .000 | -27.20 | -22.80 |
| | 3 | 76.600* | 1.039 | .000 | 74.40 | 78.80 |
| | 4 | 81.400* | 1.039 | .000 | 79.20 | 83.60 |
| 3 | 1 | -101.600* | 1.039 | .000 | -103.80 | -99.40 |
| | 2 | -76.600* | 1.039 | .000 | -78.80 | -74.40 |
| | 4 | 4.800* | 1.039 | .000 | 2.60 | 7.00 |
| 4 | 1 | -106.400* | 1.039 | .000 | -108.60 | -104.20 |
| | 2 | -81.400* | 1.039 | .000 | -83.60 | -79.20 |
| | 3 | -4.800* | 1.039 | .000 | -7.00 | -2.60 |

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

D. PENGUJIAN DAYA SEBAR

D.1 Hasil Pengujian Daya Sebar

a. Tabulasi hasil diameter daya sebar krim pada pengujian daya sebar krim F1

| Beban (g) | Daya Sebar (cm) | | | | |
|--------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Replikasi 1 | Replikasi 2 | Replikasi 3 | Replikasi 4 | Replikasi 5 |
| 0 | 5,53 | 5,51 | 5,50 | 5,49 | 5,52 |
| 5 | 5,95 | 5,92 | 5,93 | 5,90 | 5,95 |
| 10 | 6,03 | 5,59 | 6,00 | 6,00 | 6,02 |
| 15 | 6,12 | 6,04 | 6,09 | 6,11 | 6,10 |
| 20 | 6,19 | 6,16 | 6,13 | 6,28 | 6,15 |
| 25 | 6,23 | 6,20 | 6,18 | 6,20 | 6,23 |
| 30 | 6,28 | 6,25 | 6,27 | 6,24 | 6,28 |
| 35 | 6,30 | 6,30 | 6,28 | 6,28 | 6,30 |
| 40 | 6,30 | 6,30 | 6,28 | 6,28 | 6,30 |

b. Tabulasi hasil diameter daya sebar krim pada pengujian daya sebar krim F2

| Beban (g) | Daya Sebar (cm) | | | | |
|--------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Replikasi 1 | Replikasi 2 | Replikasi 3 | Replikasi 4 | Replikasi 5 |
| 0 | 5,60 | 5,63 | 5,59 | 5,60 | 5,62 |
| 5 | 5,95 | 5,95 | 5,93 | 5,97 | 5,95 |
| 10 | 6,15 | 6,10 | 6,13 | 6,16 | 6,16 |
| 15 | 6,28 | 6,25 | 6,25 | 6,30 | 6,28 |
| 20 | 6,40 | 6,39 | 6,40 | 6,37 | 6,41 |
| 25 | 6,53 | 6,50 | 6,49 | 6,52 | 6,55 |
| 30 | 6,70 | 6,67 | 6,66 | 6,69 | 6,69 |
| 35 | 6,75 | 6,67 | 6,70 | 6,75 | 6,69 |
| 40 | 6,75 | 6,67 | 6,70 | 6,75 | 6,69 |

c. Tabulasi hasil diameter daya sebar krim pada pengujian daya sebar krim F3

| Beban (g) | Daya Sebar (cm) | | | | |
|--------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Replikasi 1 | Replikasi 2 | Replikasi 3 | Replikasi 4 | Replikasi 5 |
| 0 | 5,89 | 5,80 | 5,86 | 5,90 | 5,92 |
| 5 | 6,10 | 6,12 | 6,10 | 6,15 | 6,10 |
| 10 | 6,23 | 6,24 | 6,27 | 6,18 | 6,20 |
| 15 | 6,45 | 6,42 | 6,46 | 6,40 | 6,44 |
| 20 | 6,65 | 6,67 | 6,67 | 6,64 | 6,66 |
| 25 | 6,80 | 6,78 | 6,79 | 6,80 | 6,76 |
| 30 | 6,93 | 6,90 | 6,89 | 6,90 | 6,92 |
| 35 | 7,00 | 6,68 | 6,66 | 7,00 | 7,10 |
| 40 | 7,00 | 6,68 | 6,66 | 7,00 | 7,10 |

d. Tabulasi hasil diameter daya sebar krim pada pengujian daya sebar krim F4

| Beban (g) | Daya Sebar (cm) | | | | |
|--------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Replikasi 1 | Replikasi 2 | Replikasi 3 | Replikasi 4 | Replikasi 5 |
| 0 | 6,00 | 5,80 | 6,00 | 6,00 | 6,30 |
| 5 | 6,78 | 6,76 | 6,72 | 6,70 | 6,70 |
| 10 | 6,98 | 6,95 | 7,00 | 7,00 | 6,99 |
| 15 | 7,23 | 7,20 | 7,26 | 7,24 | 7,20 |
| 20 | 7,38 | 7,36 | 7,40 | 7,42 | 7,35 |
| 25 | 7,53 | 7,50 | 7,55 | 7,52 | 7,50 |
| 30 | 7,65 | 7,67 | 7,69 | 7,65 | 7,65 |
| 35 | 7,80 | 7,90 | 7,80 | 7,82 | 7,76 |
| 40 | 7,80 | 7,90 | 7,80 | 7,82 | 7,76 |

D.2 Hasil Analisis Statistik Pengujian Daya Sebar

Tests of Normality

| Formula | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| Dayasebar Formula 1 | .241 | 5 | .200* | .903 | 5 | .427 |
| Formula 2 | .287 | 5 | .200* | .914 | 5 | .490 |
| Formula 3 | .265 | 5 | .200* | .836 | 5 | .154 |
| Formula 4 | .300 | 5 | .161 | .833 | 5 | .146 |

a. Lilliefors Significance Correction

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

Test of Homogeneity of Variance

| | Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|--------------------------------------|------------------|-----|-------|------|
| Dayasebar Based on Mean | 6.752 | 3 | 16 | .004 |
| Based on Median | 1.811 | 3 | 16 | .186 |
| Based on Median and with adjusted df | 1.811 | 3 | 8.544 | .219 |
| Based on trimmed mean | 6.613 | 3 | 16 | .004 |

Hasil Transformasi

Test of Homogeneity of Variance

| | | Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|----------------|--------------------------------------|------------------|-----|-------|------|
| Dayasebarseper | Based on Mean | 6.326 | 3 | 16 | .005 |
| | Based on Median | 1.777 | 3 | 16 | .192 |
| | Based on Median and with adjusted df | 1.777 | 3 | 9.056 | .221 |
| | Based on trimmed mean | 6.153 | 3 | 16 | .006 |

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

| | Dayasebarseper |
|-------------|----------------|
| Chi-Square | 17.911 |
| df | 3 |
| Asymp. Sig. | .000 |

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Formula

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

Ranks

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

Test Statistics^b

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

Ranks

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

Test Statistics^b

| | Dayasebarseper |
|--------------------------------|-------------------|
| 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 |
|----------------|-----------|----|-----------|--------------|
| Dayasebarseper | Formula 1 | 5 | 8.00 | 40.00 |
| | Formula 4 | 5 | 3.00 | 15.00 |
| | Total | 10 | | |

Test Statistics^b

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

Ranks

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

Test Statistics^b

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

Ranks

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

Test Statistics^b

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

Ranks

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

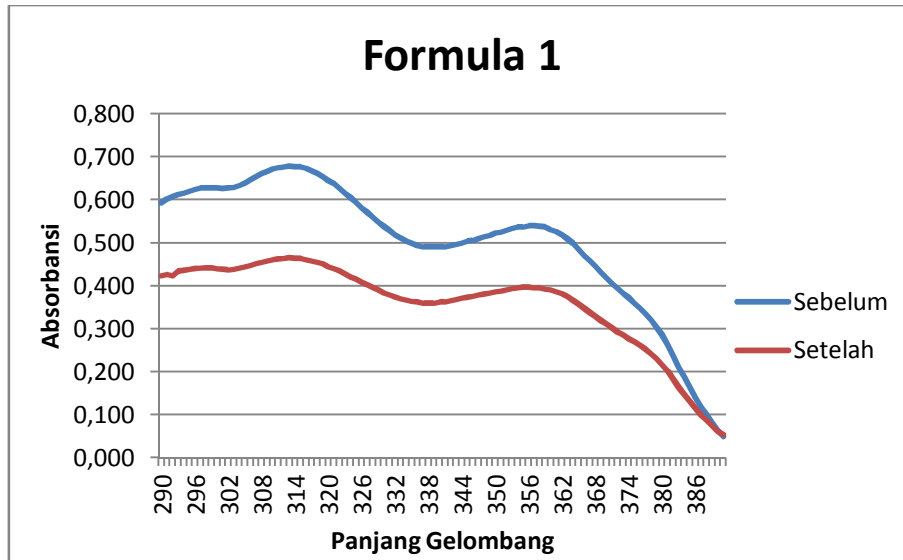
Test Statistics^b

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

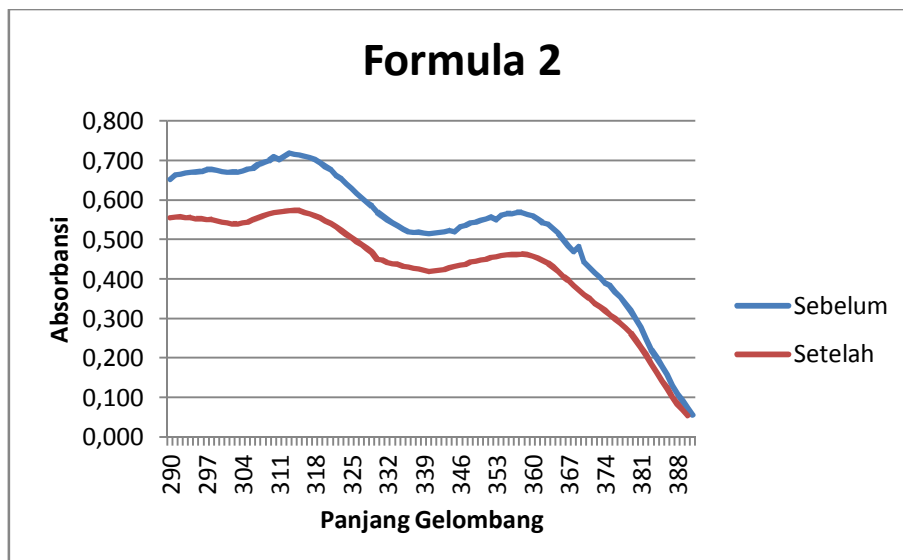
E. HASIL PENGUJIAN SPF

E.1 Profil Serapan Krim Tabir Surya dalam Pelarut Isopropanol

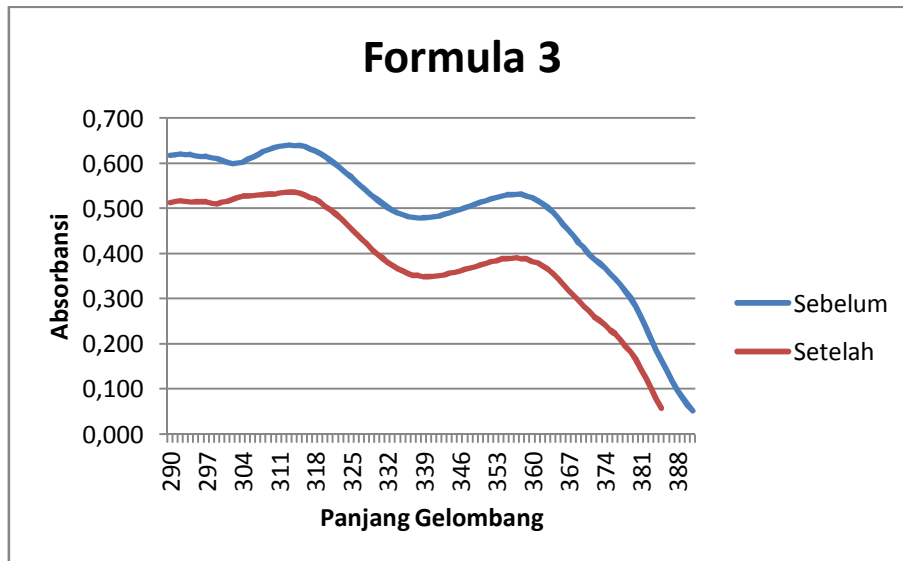
a. F1 sebelum dan setelah paparan



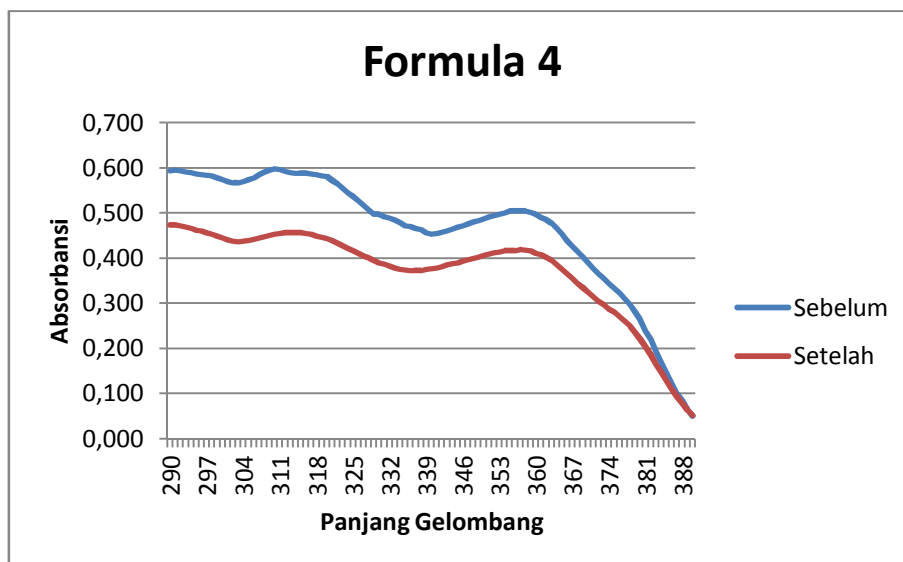
b. F2 sebelum dan setelah paparan



c. F3 sebelum dan setelah paparan



d. F4 sebelum dan setelah paparan



E.2 Tabulasi Absorbansi dan Nilai SPF

E.2.1 Sebelum paparan sinar UV

E.2.1.1 Formula 1

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 290 | 0,593 | 0,533 | 0,590 | 0,618 | 0,590 | 323 | 0,616 | 0,576 | 0,615 | 0,580 | 0,616 |
| 291 | 0,602 | 0,541 | 0,600 | 0,619 | 0,600 | 324 | 0,605 | 0,570 | 0,604 | 0,578 | 0,605 |
| 292 | 0,608 | 0,546 | 0,607 | 0,620 | 0,604 | 325 | 0,595 | 0,564 | 0,594 | 0,568 | 0,595 |
| 293 | 0,612 | 0,549 | 0,611 | 0,614 | 0,610 | 326 | 0,582 | 0,557 | 0,580 | 0,560 | 0,582 |
| 294 | 0,616 | 0,551 | 0,615 | 0,612 | 0,615 | 327 | 0,571 | 0,550 | 0,570 | 0,555 | 0,571 |
| 295 | 0,620 | 0,553 | 0,619 | 0,610 | 0,618 | 328 | 0,561 | 0,545 | 0,560 | 0,548 | 0,561 |
| 296 | 0,624 | 0,555 | 0,620 | 0,592 | 0,600 | 329 | 0,548 | 0,537 | 0,547 | 0,536 | 0,548 |
| 297 | 0,627 | 0,558 | 0,625 | 0,585 | 0,624 | 330 | 0,538 | 0,532 | 0,539 | 0,534 | 0,538 |
| 298 | 0,628 | 0,559 | 0,626 | 0,572 | 0,626 | 331 | 0,529 | 0,526 | 0,530 | 0,528 | 0,529 |
| 299 | 0,628 | 0,558 | 0,626 | 0,566 | 0,627 | 332 | 0,519 | 0,521 | 0,517 | 0,525 | 0,519 |
| 300 | 0,627 | 0,556 | 0,625 | 0,557 | 0,626 | 333 | 0,511 | 0,517 | 0,510 | 0,517 | 0,511 |
| 301 | 0,626 | 0,554 | 0,625 | 0,555 | 0,625 | 334 | 0,504 | 0,515 | 0,503 | 0,515 | 0,504 |
| 302 | 0,627 | 0,553 | 0,626 | 0,554 | 0,626 | 335 | 0,500 | 0,512 | 0,500 | 0,512 | 0,500 |
| 303 | 0,629 | 0,554 | 0,628 | 0,555 | 0,627 | 336 | 0,494 | 0,512 | 0,492 | 0,512 | 0,494 |
| 304 | 0,634 | 0,558 | 0,632 | 0,559 | 0,630 | 337 | 0,491 | 0,512 | 0,490 | 0,512 | 0,491 |
| 305 | 0,640 | 0,562 | 0,639 | 0,563 | 0,630 | 338 | 0,490 | 0,513 | 0,439 | 0,513 | 0,490 |
| 306 | 0,647 | 0,568 | 0,640 | 0,568 | 0,647 | 339 | 0,490 | 0,514 | 0,490 | 0,514 | 0,490 |
| 307 | 0,655 | 0,574 | 0,650 | 0,574 | 0,655 | 340 | 0,490 | 0,518 | 0,490 | 0,518 | 0,490 |
| 308 | 0,662 | 0,580 | 0,660 | 0,580 | 0,662 | 341 | 0,491 | 0,522 | 0,491 | 0,522 | 0,491 |
| 309 | 0,667 | 0,587 | 0,665 | 0,587 | 0,667 | 342 | 0,494 | 0,527 | 0,494 | 0,527 | 0,494 |
| 310 | 0,672 | 0,592 | 0,670 | 0,593 | 0,672 | 343 | 0,496 | 0,532 | 0,496 | 0,532 | 0,496 |
| 311 | 0,675 | 0,597 | 0,673 | 0,580 | 0,675 | 344 | 0,500 | 0,537 | 0,500 | 0,537 | 0,500 |
| 312 | 0,677 | 0,600 | 0,675 | 0,600 | 0,677 | 345 | 0,504 | 0,541 | 0,504 | 0,541 | 0,504 |
| 313 | 0,678 | 0,603 | 0,675 | 0,604 | 0,678 | 346 | 0,506 | 0,547 | 0,506 | 0,547 | 0,506 |
| 314 | 0,677 | 0,605 | 0,676 | 0,605 | 0,677 | 347 | 0,510 | 0,552 | 0,510 | 0,552 | 0,510 |
| 315 | 0,676 | 0,605 | 0,675 | 0,606 | 0,676 | 348 | 0,515 | 0,556 | 0,515 | 0,556 | 0,515 |
| 316 | 0,673 | 0,605 | 0,670 | 0,607 | 0,673 | 349 | 0,518 | 0,563 | 0,518 | 0,563 | 0,518 |
| 317 | 0,668 | 0,604 | 0,666 | 0,605 | 0,668 | 350 | 0,523 | 0,567 | 0,523 | 0,567 | 0,523 |
| 318 | 0,662 | 0,602 | 0,660 | 0,603 | 0,662 | 351 | 0,525 | 0,571 | 0,525 | 0,571 | 0,525 |
| 319 | 0,655 | 0,598 | 0,654 | 0,560 | 0,655 | 352 | 0,529 | 0,576 | 0,529 | 0,576 | 0,529 |
| 320 | 0,646 | 0,594 | 0,645 | 0,596 | 0,646 | 353 | 0,533 | 0,580 | 0,533 | 0,580 | 0,533 |
| 321 | 0,638 | 0,589 | 0,637 | 0,591 | 0,638 | 354 | 0,536 | 0,583 | 0,536 | 0,583 | 0,536 |
| 322 | 0,628 | 0,583 | 0,627 | 0,589 | 0,628 | 355 | 0,537 | 0,586 | 0,537 | 0,586 | 0,537 |

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 356 | 0,539 | 0,586 | 0,539 | 0,586 | 0,539 | 375 | 0,360 | 0,398 | 0,360 | 0,398 | 0,360 |
| 357 | 0,540 | 0,590 | 0,540 | 0,590 | 0,540 | 376 | 0,349 | 0,384 | 0,349 | 0,384 | 0,349 |
| 358 | 0,538 | 0,588 | 0,538 | 0,588 | 0,538 | 377 | 0,335 | 0,370 | 0,335 | 0,370 | 0,335 |
| 359 | 0,536 | 0,587 | 0,536 | 0,587 | 0,536 | 378 | 0,321 | 0,354 | 0,321 | 0,354 | 0,321 |
| 360 | 0,530 | 0,581 | 0,530 | 0,581 | 0,530 | 379 | 0,305 | 0,340 | 0,305 | 0,340 | 0,305 |
| 361 | 0,526 | 0,577 | 0,526 | 0,577 | 0,526 | 380 | 0,286 | 0,316 | 0,286 | 0,316 | 0,286 |
| 362 | 0,519 | 0,570 | 0,519 | 0,570 | 0,519 | 381 | 0,262 | 0,292 | 0,262 | 0,292 | 0,262 |
| 363 | 0,510 | 0,562 | 0,510 | 0,562 | 0,510 | 382 | 0,239 | 0,269 | 0,239 | 0,269 | 0,239 |
| 364 | 0,499 | 0,550 | 0,499 | 0,550 | 0,499 | 383 | 0,211 | 0,242 | 0,211 | 0,242 | 0,211 |
| 365 | 0,485 | 0,537 | 0,485 | 0,537 | 0,485 | 384 | 0,188 | 0,210 | 0,188 | 0,210 | 0,188 |
| 366 | 0,470 | 0,522 | 0,470 | 0,522 | 0,470 | 385 | 0,163 | 0,186 | 0,163 | 0,186 | 0,163 |
| 367 | 0,459 | 0,505 | 0,459 | 0,505 | 0,459 | 386 | 0,141 | 0,163 | 0,141 | 0,163 | 0,141 |
| 368 | 0,446 | 0,492 | 0,446 | 0,492 | 0,446 | 387 | 0,118 | 0,135 | 0,118 | 0,135 | 0,118 |
| 369 | 0,431 | 0,476 | 0,431 | 0,476 | 0,431 | 388 | 0,098 | 0,113 | 0,098 | 0,113 | 0,098 |
| 370 | 0,419 | 0,463 | 0,419 | 0,463 | 0,419 | 389 | 0,081 | 0,094 | 0,081 | 0,094 | 0,081 |
| 371 | 0,405 | 0,448 | 0,405 | 0,448 | 0,405 | 390 | 0,064 | 0,073 | 0,064 | 0,073 | 0,064 |
| 372 | 0,394 | 0,435 | 0,394 | 0,435 | 0,394 | 391 | 0,050 | 0,055 | 0,050 | 0,055 | 0,050 |
| 373 | 0,383 | 0,423 | 0,383 | 0,423 | 0,383 | | | | | | |
| 374 | 0,372 | 0,411 | 0,372 | 0,411 | 0,372 | | | | | | |

E.2.1.2 Formula 2

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 290 | 0,653 | 0,657 | 0,683 | 0,650 | 0,643 | 323 | 0,655 | 0,654 | 0,645 | 0,652 | 0,655 |
| 291 | 0,665 | 0,664 | 0,688 | 0,654 | 0,655 | 324 | 0,641 | 0,643 | 0,631 | 0,642 | 0,641 |
| 292 | 0,666 | 0,668 | 0,691 | 0,552 | 0,656 | 325 | 0,631 | 0,631 | 0,616 | 0,630 | 0,631 |
| 293 | 0,669 | 0,671 | 0,692 | 0,650 | 0,659 | 326 | 0,618 | 0,618 | 0,600 | 0,617 | 0,618 |
| 294 | 0,670 | 0,672 | 0,692 | 0,657 | 0,660 | 327 | 0,606 | 0,606 | 0,585 | 0,606 | 0,606 |
| 295 | 0,671 | 0,674 | 0,692 | 0,650 | 0,661 | 328 | 0,594 | 0,595 | 0,570 | 0,595 | 0,594 |
| 296 | 0,673 | 0,676 | 0,692 | 0,661 | 0,663 | 329 | 0,585 | 0,582 | 0,554 | 0,582 | 0,585 |
| 297 | 0,677 | 0,678 | 0,693 | 0,570 | 0,667 | 330 | 0,571 | 0,571 | 0,539 | 0,571 | 0,561 |
| 298 | 0,677 | 0,678 | 0,692 | 0,678 | 0,667 | 331 | 0,561 | 0,561 | 0,527 | 0,561 | 0,551 |
| 299 | 0,676 | 0,677 | 0,690 | 0,670 | 0,666 | 332 | 0,551 | 0,551 | 0,513 | 0,551 | 0,541 |
| 300 | 0,672 | 0,674 | 0,685 | 0,672 | 0,672 | 333 | 0,542 | 0,542 | 0,502 | 0,540 | 0,532 |
| 301 | 0,671 | 0,671 | 0,682 | 0,670 | 0,671 | 334 | 0,535 | 0,535 | 0,494 | 0,530 | 0,523 |
| 302 | 0,670 | 0,670 | 0,680 | 0,669 | 0,670 | 335 | 0,526 | 0,528 | 0,484 | 0,526 | 0,516 |
| 303 | 0,671 | 0,671 | 0,684 | 0,670 | 0,671 | 336 | 0,520 | 0,523 | 0,478 | 0,521 | 0,510 |
| 304 | 0,674 | 0,674 | 0,684 | 0,674 | 0,674 | 337 | 0,519 | 0,520 | 0,472 | 0,517 | 0,509 |
| 305 | 0,679 | 0,679 | 0,690 | 0,679 | 0,679 | 338 | 0,518 | 0,518 | 0,468 | 0,516 | 0,508 |
| 306 | 0,680 | 0,686 | 0,697 | 0,686 | 0,680 | 339 | 0,516 | 0,516 | 0,466 | 0,515 | 0,510 |
| 307 | 0,690 | 0,693 | 0,705 | 0,693 | 0,690 | 340 | 0,515 | 0,515 | 0,464 | 0,512 | 0,515 |
| 308 | 0,695 | 0,699 | 0,713 | 0,699 | 0,695 | 341 | 0,517 | 0,517 | 0,465 | 0,516 | 0,517 |
| 309 | 0,700 | 0,706 | 0,719 | 0,706 | 0,700 | 342 | 0,519 | 0,519 | 0,466 | 0,516 | 0,519 |
| 310 | 0,709 | 0,711 | 0,723 | 0,711 | 0,709 | 343 | 0,520 | 0,522 | 0,469 | 0,520 | 0,520 |
| 311 | 0,703 | 0,715 | 0,727 | 0,715 | 0,703 | 344 | 0,523 | 0,526 | 0,471 | 0,526 | 0,523 |
| 312 | 0,712 | 0,717 | 0,729 | 0,717 | 0,712 | 345 | 0,520 | 0,528 | 0,475 | 0,526 | 0,520 |
| 313 | 0,719 | 0,718 | 0,729 | 0,718 | 0,719 | 346 | 0,533 | 0,533 | 0,477 | 0,531 | 0,533 |
| 314 | 0,717 | 0,717 | 0,728 | 0,717 | 0,717 | 347 | 0,536 | 0,536 | 0,480 | 0,535 | 0,536 |
| 315 | 0,714 | 0,716 | 0,725 | 0,716 | 0,714 | 348 | 0,542 | 0,542 | 0,485 | 0,541 | 0,542 |
| 316 | 0,711 | 0,713 | 0,720 | 0,713 | 0,711 | 349 | 0,545 | 0,545 | 0,490 | 0,542 | 0,545 |
| 317 | 0,708 | 0,708 | 0,714 | 0,708 | 0,708 | 350 | 0,549 | 0,549 | 0,493 | 0,546 | 0,549 |
| 318 | 0,703 | 0,703 | 0,706 | 0,703 | 0,703 | 351 | 0,553 | 0,553 | 0,498 | 0,550 | 0,553 |
| 319 | 0,695 | 0,695 | 0,697 | 0,695 | 0,695 | 352 | 0,557 | 0,557 | 0,501 | 0,550 | 0,557 |
| 320 | 0,686 | 0,686 | 0,685 | 0,685 | 0,686 | 353 | 0,551 | 0,560 | 0,504 | 0,558 | 0,551 |
| 321 | 0,677 | 0,677 | 0,674 | 0,676 | 0,677 | 354 | 0,562 | 0,563 | 0,508 | 0,553 | 0,562 |
| 322 | 0,663 | 0,667 | 0,661 | 0,666 | 0,663 | 355 | 0,566 | 0,565 | 0,509 | 0,556 | 0,566 |

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 356 | 0,565 | 0,567 | 0,511 | 0,545 | 0,565 | 375 | 0,383 | 0,385 | 0,317 | 0,375 | 0,373 |
| 357 | 0,568 | 0,569 | 0,511 | 0,559 | 0,568 | 376 | 0,367 | 0,370 | 0,304 | 0,360 | 0,357 |
| 358 | 0,568 | 0,568 | 0,511 | 0,558 | 0,568 | 377 | 0,354 | 0,359 | 0,290 | 0,349 | 0,354 |
| 359 | 0,564 | 0,566 | 0,508 | 0,556 | 0,564 | 378 | 0,339 | 0,341 | 0,274 | 0,331 | 0,339 |
| 360 | 0,561 | 0,561 | 0,503 | 0,552 | 0,561 | 379 | 0,320 | 0,327 | 0,256 | 0,312 | 0,320 |
| 361 | 0,553 | 0,556 | 0,499 | 0,546 | 0,553 | 380 | 0,300 | 0,306 | 0,235 | 0,301 | 0,300 |
| 362 | 0,543 | 0,549 | 0,491 | 0,539 | 0,543 | 381 | 0,279 | 0,283 | 0,210 | 0,273 | 0,279 |
| 363 | 0,540 | 0,541 | 0,481 | 0,531 | 0,540 | 382 | 0,249 | 0,259 | 0,186 | 0,249 | 0,249 |
| 364 | 0,528 | 0,529 | 0,469 | 0,519 | 0,528 | 383 | 0,222 | 0,233 | 0,156 | 0,223 | 0,222 |
| 365 | 0,516 | 0,517 | 0,455 | 0,516 | 0,516 | 384 | 0,200 | 0,204 | 0,127 | 0,200 | 0,200 |
| 366 | 0,500 | 0,501 | 0,439 | 0,500 | 0,500 | 385 | 0,180 | 0,180 | 0,101 | 0,170 | 0,170 |
| 367 | 0,485 | 0,487 | 0,425 | 0,482 | 0,485 | 386 | 0,158 | 0,158 | 0,078 | 0,148 | 0,150 |
| 368 | 0,470 | 0,472 | 0,410 | 0,470 | 0,470 | 387 | 0,131 | 0,131 | 0,050 | 0,121 | 0,130 |
| 369 | 0,482 | 0,458 | 0,396 | 0,448 | 0,482 | 388 | 0,110 | 0,110 | | 0,109 | 0,121 |
| 370 | 0,444 | 0,444 | 0,382 | 0,434 | 0,434 | 389 | 0,092 | 0,092 | | 0,080 | 0,092 |
| 371 | 0,430 | 0,430 | 0,367 | 0,420 | 0,420 | 390 | 0,072 | 0,072 | | 0,070 | 0,072 |
| 372 | 0,417 | 0,419 | 0,354 | 0,409 | 0,407 | 391 | 0,056 | 0,056 | | 0,050 | 0,056 |
| 373 | 0,405 | 0,406 | 0,342 | 0,401 | 0,400 | | | | | | |
| 374 | 0,390 | 0,395 | 0,329 | 0,385 | 0,380 | | | | | | |

E.2.1.3 Formula 3

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 290 | 0,618 | 0,595 | 0,590 | 0,585 | 0,615 | 323 | 0,588 | 0,589 | 0,586 | 0,578 | 0,588 |
| 291 | 0,620 | 0,600 | 0,600 | 0,676 | 0,619 | 324 | 0,579 | 0,579 | 0,575 | 0,569 | 0,579 |
| 292 | 0,621 | 0,603 | 0,600 | 0,600 | 0,620 | 325 | 0,570 | 0,570 | 0,567 | 0,560 | 0,570 |
| 293 | 0,619 | 0,604 | 0,603 | 0,603 | 0,618 | 326 | 0,559 | 0,559 | 0,556 | 0,549 | 0,559 |
| 294 | 0,619 | 0,604 | 0,603 | 0,603 | 0,616 | 327 | 0,549 | 0,548 | 0,546 | 0,539 | 0,549 |
| 295 | 0,617 | 0,605 | 0,604 | 0,604 | 0,615 | 328 | 0,539 | 0,539 | 0,530 | 0,529 | 0,539 |
| 296 | 0,616 | 0,606 | 0,605 | 0,605 | 0,613 | 329 | 0,529 | 0,527 | 0,527 | 0,520 | 0,529 |
| 297 | 0,616 | 0,606 | 0,605 | 0,605 | 0,614 | 330 | 0,520 | 0,517 | 0,517 | 0,507 | 0,520 |
| 298 | 0,613 | 0,607 | 0,606 | 0,606 | 0,612 | 331 | 0,512 | 0,509 | 0,509 | 0,506 | 0,512 |
| 299 | 0,611 | 0,606 | 0,605 | 0,605 | 0,610 | 332 | 0,503 | 0,499 | 0,499 | 0,489 | 0,503 |
| 300 | 0,607 | 0,603 | 0,602 | 0,602 | 0,601 | 333 | 0,496 | 0,492 | 0,492 | 0,482 | 0,496 |
| 301 | 0,603 | 0,599 | 0,597 | 0,589 | 0,600 | 334 | 0,491 | 0,485 | 0,485 | 0,472 | 0,491 |
| 302 | 0,600 | 0,598 | 0,596 | 0,588 | 0,597 | 335 | 0,486 | 0,480 | 0,480 | 0,470 | 0,486 |
| 303 | 0,601 | 0,599 | 0,598 | 0,589 | 0,600 | 336 | 0,482 | 0,475 | 0,475 | 0,465 | 0,482 |
| 304 | 0,603 | 0,602 | 0,600 | 0,600 | 0,601 | 337 | 0,480 | 0,473 | 0,473 | 0,463 | 0,480 |
| 305 | 0,609 | 0,606 | 0,602 | 0,600 | 0,607 | 338 | 0,479 | 0,470 | 0,470 | 0,460 | 0,479 |
| 306 | 0,614 | 0,613 | 0,612 | 0,602 | 0,604 | 339 | 0,479 | 0,470 | 0,470 | 0,460 | 0,479 |
| 307 | 0,620 | 0,619 | 0,619 | 0,609 | 0,610 | 340 | 0,480 | 0,470 | 0,470 | 0,460 | 0,480 |
| 308 | 0,626 | 0,626 | 0,625 | 0,616 | 0,616 | 341 | 0,482 | 0,471 | 0,471 | 0,460 | 0,482 |
| 309 | 0,631 | 0,631 | 0,630 | 0,621 | 0,621 | 342 | 0,484 | 0,474 | 0,474 | 0,464 | 0,484 |
| 310 | 0,635 | 0,636 | 0,635 | 0,626 | 0,635 | 343 | 0,488 | 0,577 | 0,577 | 0,567 | 0,488 |
| 311 | 0,638 | 0,640 | 0,638 | 0,630 | 0,628 | 344 | 0,491 | 0,480 | 0,480 | 0,470 | 0,491 |
| 312 | 0,640 | 0,642 | 0,640 | 0,632 | 0,630 | 345 | 0,495 | 0,484 | 0,484 | 0,474 | 0,495 |
| 313 | 0,641 | 0,643 | 0,641 | 0,633 | 0,631 | 346 | 0,498 | 0,487 | 0,487 | 0,474 | 0,498 |
| 314 | 0,640 | 0,643 | 0,642 | 0,633 | 0,633 | 347 | 0,502 | 0,490 | 0,490 | 0,480 | 0,502 |
| 315 | 0,640 | 0,642 | 0,640 | 0,632 | 0,630 | 348 | 0,506 | 0,495 | 0,495 | 0,485 | 0,506 |
| 316 | 0,638 | 0,640 | 0,639 | 0,630 | 0,628 | 349 | 0,510 | 0,499 | 0,499 | 0,489 | 0,510 |
| 317 | 0,633 | 0,636 | 0,637 | 0,620 | 0,623 | 350 | 0,514 | 0,505 | 0,505 | 0,501 | 0,514 |
| 318 | 0,628 | 0,630 | 0,627 | 0,620 | 0,618 | 351 | 0,518 | 0,510 | 0,510 | 0,520 | 0,518 |
| 319 | 0,622 | 0,625 | 0,624 | 0,615 | 0,612 | 352 | 0,522 | 0,512 | 0,512 | 0,510 | 0,522 |
| 320 | 0,615 | 0,616 | 0,620 | 0,606 | 0,615 | 353 | 0,525 | 0,514 | 0,514 | 0,510 | 0,525 |
| 321 | 0,607 | 0,610 | 0,609 | 0,600 | 0,607 | 354 | 0,527 | 0,518 | 0,518 | 0,508 | 0,527 |
| 322 | 0,599 | 0,600 | 0,600 | 0,599 | 0,599 | 355 | 0,530 | 0,520 | 0,520 | 0,517 | 0,530 |

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 356 | 0,530 | 0,519 | 0,519 | 0,516 | 0,530 | 375 | 0,356 | 0,353 | 0,353 | 0,343 | 0,356 |
| 357 | 0,531 | 0,519 | 0,519 | 0,517 | 0,531 | 376 | 0,345 | 0,340 | 0,340 | 0,330 | 0,345 |
| 358 | 0,531 | 0,522 | 0,522 | 0,520 | 0,531 | 377 | 0,332 | 0,328 | 0,328 | 0,305 | 0,332 |
| 359 | 0,528 | 0,517 | 0,517 | 0,517 | 0,528 | 378 | 0,317 | 0,315 | 0,315 | 0,306 | 0,317 |
| 360 | 0,524 | 0,516 | 0,516 | 0,514 | 0,524 | 379 | 0,302 | 0,301 | 0,301 | 0,300 | 0,302 |
| 361 | 0,517 | 0,511 | 0,511 | 0,507 | 0,517 | 380 | 0,284 | 0,282 | 0,282 | 0,252 | 0,284 |
| 362 | 0,511 | 0,504 | 0,504 | 0,503 | 0,511 | 381 | 0,261 | 0,260 | 0,260 | 0,250 | 0,261 |
| 363 | 0,502 | 0,497 | 0,497 | 0,492 | 0,499 | 382 | 0,237 | 0,239 | 0,239 | 0,229 | 0,237 |
| 364 | 0,492 | 0,487 | 0,487 | 0,478 | 0,482 | 383 | 0,211 | 0,215 | 0,215 | 0,205 | 0,211 |
| 365 | 0,479 | 0,475 | 0,475 | 0,467 | 0,461 | 384 | 0,186 | 0,188 | 0,188 | 0,178 | 0,186 |
| 366 | 0,465 | 0,461 | 0,461 | 0,451 | 0,462 | 385 | 0,164 | 0,166 | 0,166 | 0,156 | 0,164 |
| 367 | 0,452 | 0,447 | 0,447 | 0,437 | 0,443 | 386 | 0,140 | 0,144 | 0,144 | 0,134 | 0,140 |
| 368 | 0,439 | 0,435 | 0,435 | 0,425 | 0,429 | 387 | 0,118 | 0,119 | 0,119 | 0,102 | 0,118 |
| 369 | 0,424 | 0,423 | 0,423 | 0,423 | 0,414 | 388 | 0,098 | 0,100 | 0,100 | 0,090 | 0,098 |
| 370 | 0,414 | 0,409 | 0,409 | 0,396 | 0,404 | 389 | 0,080 | 0,083 | 0,083 | 0,070 | 0,080 |
| 371 | 0,400 | 0,396 | 0,396 | 0,393 | 0,400 | 390 | 0,065 | 0,064 | 0,064 | 0,054 | 0,065 |
| 372 | 0,388 | 0,384 | 0,384 | 0,374 | 0,388 | 391 | 0,052 | 0,050 | 0,052 | | 0,052 |
| 373 | 0,378 | 0,374 | 0,374 | 0,364 | 0,378 | | | | | | |
| 374 | 0,368 | 0,363 | 0,363 | 0,353 | 0,368 | | | | | | |

E.2.1.4 Formula 4

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 290 | 0,594 | 0,618 | 0,588 | 0,608 | 0,574 | 323 | 0,556 | 0,543 | 0,543 | 0,547 | 0,556 |
| 291 | 0,595 | 0,615 | 0,591 | 0,610 | 0,572 | 324 | 0,546 | 0,535 | 0,535 | 0,537 | 0,546 |
| 292 | 0,594 | 0,611 | 0,591 | 0,610 | 0,574 | 325 | 0,537 | 0,526 | 0,526 | 0,527 | 0,537 |
| 293 | 0,591 | 0,606 | 0,590 | 0,605 | 0,571 | 326 | 0,527 | 0,516 | 0,516 | 0,515 | 0,527 |
| 294 | 0,590 | 0,600 | 0,589 | 0,599 | 0,570 | 327 | 0,517 | 0,508 | 0,508 | 0,505 | 0,517 |
| 295 | 0,587 | 0,595 | 0,587 | 0,592 | 0,561 | 328 | 0,508 | 0,500 | 0,500 | 0,495 | 0,508 |
| 296 | 0,586 | 0,591 | 0,587 | 0,590 | 0,566 | 329 | 0,498 | 0,490 | 0,490 | 0,484 | 0,498 |
| 297 | 0,584 | 0,586 | 0,585 | 0,581 | 0,564 | 330 | 0,497 | 0,482 | 0,482 | 0,473 | 0,497 |
| 298 | 0,582 | 0,581 | 0,584 | 0,580 | 0,562 | 331 | 0,492 | 0,475 | 0,475 | 0,464 | 0,492 |
| 299 | 0,579 | 0,575 | 0,581 | 0,570 | 0,559 | 332 | 0,489 | 0,467 | 0,467 | 0,457 | 0,489 |
| 300 | 0,574 | 0,569 | 0,577 | 0,563 | 0,554 | 333 | 0,485 | 0,463 | 0,463 | 0,449 | 0,485 |
| 301 | 0,570 | 0,564 | 0,573 | 0,560 | 0,550 | 334 | 0,479 | 0,457 | 0,457 | 0,444 | 0,479 |
| 302 | 0,567 | 0,560 | 0,571 | 0,549 | 0,540 | 335 | 0,472 | 0,453 | 0,453 | 0,438 | 0,472 |
| 303 | 0,567 | 0,559 | 0,571 | 0,549 | 0,567 | 336 | 0,470 | 0,451 | 0,451 | 0,434 | 0,470 |
| 304 | 0,570 | 0,560 | 0,574 | 0,550 | 0,570 | 337 | 0,467 | 0,448 | 0,448 | 0,430 | 0,467 |
| 305 | 0,574 | 0,563 | 0,578 | 0,553 | 0,574 | 338 | 0,463 | 0,448 | 0,448 | 0,429 | 0,463 |
| 306 | 0,579 | 0,567 | 0,582 | 0,547 | 0,579 | 339 | 0,457 | 0,448 | 0,448 | 0,428 | 0,457 |
| 307 | 0,585 | 0,572 | 0,588 | 0,562 | 0,585 | 340 | 0,453 | 0,450 | 0,450 | 0,428 | 0,453 |
| 308 | 0,591 | 0,577 | 0,593 | 0,567 | 0,591 | 341 | 0,455 | 0,452 | 0,452 | 0,429 | 0,455 |
| 309 | 0,595 | 0,581 | 0,597 | 0,571 | 0,595 | 342 | 0,458 | 0,455 | 0,455 | 0,431 | 0,458 |
| 310 | 0,598 | 0,589 | 0,601 | 0,579 | 0,598 | 343 | 0,461 | 0,458 | 0,458 | 0,434 | 0,461 |
| 311 | 0,597 | 0,585 | 0,603 | 0,578 | 0,597 | 344 | 0,465 | 0,462 | 0,462 | 0,436 | 0,465 |
| 312 | 0,592 | 0,576 | 0,605 | 0,567 | 0,592 | 345 | 0,469 | 0,465 | 0,465 | 0,439 | 0,469 |
| 313 | 0,590 | 0,572 | 0,605 | 0,562 | 0,590 | 346 | 0,472 | 0,469 | 0,469 | 0,442 | 0,472 |
| 314 | 0,589 | 0,572 | 0,604 | 0,562 | 0,589 | 347 | 0,476 | 0,472 | 0,472 | 0,445 | 0,476 |
| 315 | 0,588 | 0,574 | 0,603 | 0,564 | 0,588 | 348 | 0,480 | 0,476 | 0,476 | 0,449 | 0,480 |
| 316 | 0,588 | 0,577 | 0,599 | 0,567 | 0,588 | 349 | 0,484 | 0,480 | 0,480 | 0,452 | 0,484 |
| 317 | 0,587 | 0,571 | 0,595 | 0,561 | 0,587 | 350 | 0,488 | 0,483 | 0,483 | 0,456 | 0,488 |
| 318 | 0,585 | 0,568 | 0,589 | 0,568 | 0,585 | 351 | 0,492 | 0,487 | 0,487 | 0,458 | 0,492 |
| 319 | 0,582 | 0,567 | 0,583 | 0,567 | 0,582 | 352 | 0,495 | 0,491 | 0,491 | 0,462 | 0,495 |
| 320 | 0,581 | 0,566 | 0,576 | 0,566 | 0,581 | 353 | 0,498 | 0,494 | 0,494 | 0,465 | 0,498 |
| 321 | 0,573 | 0,560 | 0,567 | 0,560 | 0,573 | 354 | 0,501 | 0,496 | 0,496 | 0,467 | 0,501 |
| 322 | 0,565 | 0,552 | 0,558 | 0,552 | 0,565 | 355 | 0,504 | 0,499 | 0,499 | 0,469 | 0,504 |

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 356 | 0,505 | 0,499 | 0,470 | 0,499 | 0,505 | 375 | 0,333 | 0,333 | 0,313 | 0,330 | 0,330 |
| 357 | 0,505 | 0,500 | 0,471 | 0,500 | 0,505 | 376 | 0,323 | 0,322 | 0,303 | 0,320 | 0,320 |
| 358 | 0,505 | 0,500 | 0,469 | 0,500 | 0,505 | 377 | 0,311 | 0,310 | 0,292 | 0,310 | 0,310 |
| 359 | 0,502 | 0,497 | 0,468 | 0,497 | 0,502 | 378 | 0,297 | 0,297 | 0,279 | 0,297 | 0,297 |
| 360 | 0,498 | 0,493 | 0,463 | 0,493 | 0,498 | 379 | 0,280 | 0,281 | 0,265 | 0,281 | 0,281 |
| 361 | 0,491 | 0,487 | 0,457 | 0,487 | 0,491 | 380 | 0,263 | 0,263 | 0,248 | 0,263 | 0,263 |
| 362 | 0,486 | 0,481 | 0,452 | 0,481 | 0,486 | 381 | 0,240 | 0,243 | 0,227 | 0,243 | 0,243 |
| 363 | 0,477 | 0,472 | 0,445 | 0,472 | 0,477 | 382 | 0,219 | 0,221 | 0,207 | 0,221 | 0,221 |
| 364 | 0,466 | 0,462 | 0,434 | 0,462 | 0,466 | 383 | 0,192 | 0,195 | 0,183 | 0,195 | 0,195 |
| 365 | 0,454 | 0,449 | 0,422 | 0,449 | 0,454 | 384 | 0,168 | 0,172 | 0,161 | 0,172 | 0,172 |
| 366 | 0,439 | 0,435 | 0,410 | 0,435 | 0,439 | 385 | 0,146 | 0,151 | 0,140 | 0,151 | 0,151 |
| 367 | 0,427 | 0,424 | 0,399 | 0,424 | 0,427 | 386 | 0,123 | 0,128 | 0,120 | 0,128 | 0,128 |
| 368 | 0,415 | 0,413 | 0,388 | 0,413 | 0,415 | 387 | 0,101 | 0,108 | 0,100 | 0,108 | 0,108 |
| 369 | 0,402 | 0,398 | 0,375 | 0,398 | 0,402 | 388 | 0,083 | 0,088 | 0,083 | 0,088 | 0,088 |
| 370 | 0,390 | 0,388 | 0,365 | 0,388 | 0,390 | 389 | 0,065 | 0,071 | 0,066 | 0,071 | 0,071 |
| 371 | 0,377 | 0,375 | 0,353 | 0,370 | 0,377 | 390 | 0,050 | 0,057 | 0,053 | 0,057 | 0,057 |
| 372 | 0,365 | 0,364 | 0,341 | 0,354 | 0,365 | | | | | | |
| 373 | 0,355 | 0,354 | 0,334 | 0,344 | 0,355 | | | | | | |
| 374 | 0,345 | 0,344 | 0,323 | 0,334 | 0,345 | | | | | | |

E.2.2 Setelah Paparan Sinar UV

E.2.2.1 Formula 1

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 290 | 0,423 | 0,357 | 0,403 | 0,370 | 0,420 | 323 | 0,428 | 0,380 | 0,416 | 0,380 | 0,428 |
| 291 | 0,427 | 0,362 | 0,408 | 0,372 | 0,425 | 324 | 0,421 | 0,376 | 0,410 | 0,386 | 0,421 |
| 292 | 0,423 | 0,365 | 0,411 | 0,376 | 0,420 | 325 | 0,416 | 0,373 | 0,404 | 0,383 | 0,416 |
| 293 | 0,434 | 0,367 | 0,413 | 0,377 | 0,432 | 326 | 0,409 | 0,369 | 0,398 | 0,379 | 0,409 |
| 294 | 0,435 | 0,369 | 0,415 | 0,379 | 0,433 | 327 | 0,403 | 0,365 | 0,391 | 0,379 | 0,403 |
| 295 | 0,438 | 0,371 | 0,418 | 0,381 | 0,430 | 328 | 0,396 | 0,362 | 0,386 | 0,372 | 0,386 |
| 296 | 0,440 | 0,372 | 0,419 | 0,382 | 0,438 | 329 | 0,390 | 0,357 | 0,380 | 0,367 | 0,380 |
| 297 | 0,441 | 0,374 | 0,421 | 0,384 | 0,440 | 330 | 0,383 | 0,354 | 0,374 | 0,364 | 0,383 |
| 298 | 0,441 | 0,374 | 0,421 | 0,384 | 0,439 | 331 | 0,378 | 0,352 | 0,369 | 0,362 | 0,378 |
| 299 | 0,441 | 0,374 | 0,421 | 0,384 | 0,439 | 332 | 0,374 | 0,349 | 0,365 | 0,359 | 0,374 |
| 300 | 0,440 | 0,373 | 0,420 | 0,383 | 0,438 | 333 | 0,370 | 0,347 | 0,361 | 0,367 | 0,370 |
| 301 | 0,438 | 0,371 | 0,419 | 0,381 | 0,435 | 334 | 0,367 | 0,346 | 0,359 | 0,356 | 0,367 |
| 302 | 0,437 | 0,371 | 0,419 | 0,381 | 0,435 | 335 | 0,364 | 0,345 | 0,359 | 0,355 | 0,364 |
| 303 | 0,438 | 0,371 | 0,420 | 0,381 | 0,436 | 336 | 0,362 | 0,345 | 0,355 | 0,355 | 0,362 |
| 304 | 0,441 | 0,373 | 0,423 | 0,383 | 0,440 | 337 | 0,360 | 0,347 | 0,354 | 0,357 | 0,360 |
| 305 | 0,444 | 0,376 | 0,427 | 0,386 | 0,442 | 338 | 0,360 | 0,348 | 0,354 | 0,358 | 0,360 |
| 306 | 0,447 | 0,379 | 0,431 | 0,389 | 0,445 | 339 | 0,360 | 0,349 | 0,354 | 0,359 | 0,360 |
| 307 | 0,452 | 0,383 | 0,436 | 0,393 | 0,450 | 340 | 0,362 | 0,352 | 0,357 | 0,362 | 0,362 |
| 308 | 0,455 | 0,386 | 0,440 | 0,396 | 0,444 | 341 | 0,363 | 0,356 | 0,359 | 0,366 | 0,363 |
| 309 | 0,458 | 0,390 | 0,443 | 0,380 | 0,456 | 342 | 0,365 | 0,359 | 0,361 | 0,369 | 0,365 |
| 310 | 0,461 | 0,392 | 0,446 | 0,389 | 0,460 | 343 | 0,368 | 0,363 | 0,364 | 0,363 | 0,368 |
| 311 | 0,462 | 0,395 | 0,448 | 0,395 | 0,461 | 344 | 0,371 | 0,366 | 0,367 | 0,366 | 0,371 |
| 312 | 0,464 | 0,397 | 0,449 | 0,397 | 0,462 | 345 | 0,373 | 0,370 | 0,371 | 0,380 | 0,373 |
| 313 | 0,465 | 0,398 | 0,450 | 0,398 | 0,454 | 346 | 0,375 | 0,374 | 0,373 | 0,384 | 0,375 |
| 314 | 0,464 | 0,398 | 0,449 | 0,398 | 0,462 | 347 | 0,379 | 0,378 | 0,376 | 0,387 | 0,379 |
| 315 | 0,463 | 0,398 | 0,449 | 0,398 | 0,460 | 348 | 0,380 | 0,382 | 0,380 | 0,391 | 0,380 |
| 316 | 0,461 | 0,398 | 0,447 | 0,398 | 0,459 | 349 | 0,383 | 0,386 | 0,382 | 0,391 | 0,383 |
| 317 | 0,458 | 0,397 | 0,444 | 0,397 | 0,458 | 350 | 0,386 | 0,389 | 0,386 | 0,392 | 0,386 |
| 318 | 0,454 | 0,395 | 0,441 | 0,395 | 0,454 | 351 | 0,388 | 0,392 | 0,389 | 0,392 | 0,388 |
| 319 | 0,451 | 0,393 | 0,438 | 0,393 | 0,451 | 352 | 0,391 | 0,395 | 0,392 | 0,395 | 0,391 |
| 320 | 0,445 | 0,389 | 0,433 | 0,389 | 0,445 | 353 | 0,394 | 0,395 | 0,395 | 0,395 | 0,394 |
| 321 | 0,440 | 0,387 | 0,428 | 0,387 | 0,440 | 354 | 0,395 | 0,399 | 0,397 | 0,399 | 0,395 |
| 322 | 0,435 | 0,384 | 0,422 | 0,384 | 0,435 | 355 | 0,397 | 0,401 | 0,398 | 0,403 | 0,397 |

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 356 | 0,397 | 0,402 | 0,396 | 0,406 | 0,397 | 375 | 0,270 | 0,268 | 0,262 | 0,276 | 0,270 |
| 357 | 0,395 | 0,403 | 0,399 | 0,405 | 0,395 | 376 | 0,262 | 0,259 | 0,254 | 0,270 | 0,262 |
| 358 | 0,395 | 0,403 | 0,398 | 0,405 | 0,395 | 377 | 0,253 | 0,248 | 0,244 | 0,267 | 0,253 |
| 359 | 0,392 | 0,403 | 0,397 | 0,407 | 0,392 | 378 | 0,242 | 0,237 | 0,232 | 0,259 | 0,242 |
| 360 | 0,391 | 0,400 | 0,393 | 0,405 | 0,391 | 379 | 0,231 | 0,226 | 0,220 | 0,239 | 0,231 |
| 361 | 0,386 | 0,395 | 0,389 | 0,400 | 0,386 | 380 | 0,217 | 0,210 | 0,205 | 0,229 | 0,217 |
| 362 | 0,381 | 0,390 | 0,383 | 0,403 | 0,381 | 381 | 0,201 | 0,192 | 0,188 | 0,219 | 0,201 |
| 363 | 0,375 | 0,385 | 0,376 | 0,395 | 0,375 | 382 | 0,184 | 0,176 | 0,171 | 0,199 | 0,184 |
| 364 | 0,367 | 0,376 | 0,367 | 0,386 | 0,367 | 383 | 0,164 | 0,156 | 0,150 | 0,174 | 0,164 |
| 365 | 0,358 | 0,366 | 0,358 | 0,376 | 0,358 | 384 | 0,148 | 0,135 | 0,131 | 0,150 | 0,148 |
| 366 | 0,347 | 0,356 | 0,346 | 0,346 | 0,347 | 385 | 0,132 | 0,117 | 0,113 | 0,124 | 0,132 |
| 367 | 0,338 | 0,344 | 0,337 | 0,354 | 0,338 | 386 | 0,116 | 0,100 | 0,095 | 0,117 | 0,116 |
| 368 | 0,330 | 0,335 | 0,346 | 0,346 | 0,330 | 387 | 0,100 | 0,081 | 0,079 | 0,090 | 0,100 |
| 369 | 0,319 | 0,324 | 0,316 | 0,334 | 0,319 | 388 | 0,087 | 0,065 | 0,063 | 0,065 | 0,087 |
| 370 | 0,312 | 0,314 | 0,307 | 0,324 | 0,312 | 389 | 0,074 | 0,052 | | 0,055 | 0,074 |
| 371 | 0,302 | 0,304 | 0,298 | 0,314 | 0,302 | 390 | 0,062 | | | | 0,062 |
| 372 | 0,292 | 0,293 | 0,288 | 0,296 | 0,292 | 391 | 0,054 | | | | 0,054 |
| 373 | 0,286 | 0,286 | 0,279 | 0,296 | 0,286 | | | | | | |
| 374 | 0,278 | 0,277 | 0,271 | 0,287 | 0,278 | | | | | | |

E.2.2.2 Formula 2

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 290 | 0,555 | 0,518 | 0,500 | 0,515 | 0,545 | 323 | 0,523 | 0,510 | 0,500 | 0,510 | 0,523 |
| 291 | 0,557 | 0,522 | 0,504 | 0,519 | 0,547 | 324 | 0,514 | 0,502 | 0,492 | 0,502 | 0,514 |
| 292 | 0,557 | 0,525 | 0,506 | 0,520 | 0,547 | 325 | 0,506 | 0,495 | 0,484 | 0,495 | 0,506 |
| 293 | 0,556 | 0,526 | 0,508 | 0,525 | 0,546 | 326 | 0,496 | 0,486 | 0,476 | 0,486 | 0,496 |
| 294 | 0,555 | 0,526 | 0,509 | 0,523 | 0,545 | 327 | 0,487 | 0,477 | 0,468 | 0,477 | 0,487 |
| 295 | 0,553 | 0,527 | 0,510 | 0,525 | 0,543 | 328 | 0,478 | 0,470 | 0,461 | 0,470 | 0,478 |
| 296 | 0,553 | 0,528 | 0,511 | 0,257 | 0,543 | 329 | 0,468 | 0,461 | 0,452 | 0,461 | 0,468 |
| 297 | 0,551 | 0,528 | 0,512 | 0,527 | 0,541 | 330 | 0,450 | 0,453 | 0,445 | 0,453 | 0,450 |
| 298 | 0,551 | 0,528 | 0,511 | 0,527 | 0,541 | 331 | 0,448 | 0,446 | 0,438 | 0,446 | 0,448 |
| 299 | 0,548 | 0,527 | 0,510 | 0,523 | 0,538 | 332 | 0,442 | 0,440 | 0,433 | 0,440 | 0,442 |
| 300 | 0,545 | 0,524 | 0,508 | 0,521 | 0,535 | 333 | 0,439 | 0,434 | 0,428 | 0,434 | 0,439 |
| 301 | 0,542 | 0,521 | 0,506 | 0,520 | 0,532 | 334 | 0,437 | 0,430 | 0,423 | 0,430 | 0,437 |
| 302 | 0,540 | 0,520 | 0,505 | 0,517 | 0,538 | 335 | 0,432 | 0,427 | 0,420 | 0,427 | 0,432 |
| 303 | 0,540 | 0,520 | 0,506 | 0,517 | 0,538 | 336 | 0,431 | 0,423 | 0,417 | 0,423 | 0,431 |
| 304 | 0,542 | 0,520 | 0,509 | 0,517 | 0,532 | 337 | 0,428 | 0,422 | 0,415 | 0,422 | 0,428 |
| 305 | 0,545 | 0,526 | 0,514 | 0,520 | 0,535 | 338 | 0,426 | 0,422 | 0,415 | 0,422 | 0,426 |
| 306 | 0,551 | 0,531 | 0,518 | 0,531 | 0,535 | 339 | 0,422 | 0,422 | 0,416 | 0,422 | 0,422 |
| 307 | 0,555 | 0,535 | 0,524 | 0,534 | 0,530 | 340 | 0,420 | 0,422 | 0,417 | 0,422 | 0,420 |
| 308 | 0,560 | 0,540 | 0,529 | 0,539 | 0,540 | 341 | 0,421 | 0,425 | 0,419 | 0,425 | 0,421 |
| 309 | 0,565 | 0,545 | 0,533 | 0,540 | 0,548 | 342 | 0,423 | 0,427 | 0,421 | 0,427 | 0,423 |
| 310 | 0,568 | 0,548 | 0,536 | 0,546 | 0,550 | 343 | 0,425 | 0,431 | 0,425 | 0,431 | 0,425 |
| 311 | 0,571 | 0,551 | 0,539 | 0,551 | 0,562 | 344 | 0,429 | 0,435 | 0,428 | 0,435 | 0,429 |
| 312 | 0,572 | 0,553 | 0,541 | 0,550 | 0,567 | 345 | 0,432 | 0,438 | 0,431 | 0,438 | 0,432 |
| 313 | 0,573 | 0,554 | 0,542 | 0,554 | 0,570 | 346 | 0,435 | 0,441 | 0,434 | 0,441 | 0,435 |
| 314 | 0,573 | 0,553 | 0,542 | 0,553 | 0,573 | 347 | 0,437 | 0,445 | 0,438 | 0,445 | 0,437 |
| 315 | 0,573 | 0,552 | 0,541 | 0,552 | 0,573 | 348 | 0,443 | 0,449 | 0,441 | 0,449 | 0,443 |
| 316 | 0,569 | 0,551 | 0,539 | 0,551 | 0,569 | 349 | 0,445 | 0,452 | 0,445 | 0,452 | 0,445 |
| 317 | 0,566 | 0,548 | 0,536 | 0,548 | 0,566 | 350 | 0,448 | 0,455 | 0,448 | 0,455 | 0,448 |
| 318 | 0,561 | 0,544 | 0,532 | 0,544 | 0,561 | 351 | 0,451 | 0,459 | 0,452 | 0,459 | 0,451 |
| 319 | 0,555 | 0,537 | 0,527 | 0,537 | 0,555 | 352 | 0,455 | 0,462 | 0,455 | 0,462 | 0,455 |
| 320 | 0,548 | 0,532 | 0,521 | 0,532 | 0,548 | 353 | 0,457 | 0,465 | 0,458 | 0,465 | 0,457 |
| 321 | 0,541 | 0,526 | 0,515 | 0,526 | 0,541 | 354 | 0,460 | 0,467 | 0,460 | 0,467 | 0,460 |
| 322 | 0,533 | 0,519 | 0,508 | 0,519 | 0,533 | 355 | 0,462 | 0,469 | 0,462 | 0,469 | 0,462 |

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 356 | 0,462 | 0,470 | 0,462 | 0,470 | 0,462 | 375 | 0,310 | 0,310 | 0,209 | 0,310 | 0,310 |
| 357 | 0,461 | 0,469 | 0,464 | 0,469 | 0,461 | 376 | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 0,300 |
| 358 | 0,463 | 0,470 | 0,463 | 0,470 | 0,463 | 377 | 0,288 | 0,288 | 0,289 | 0,288 | 0,288 |
| 359 | 0,461 | 0,468 | 0,461 | 0,468 | 0,461 | 378 | 0,276 | 0,275 | 0,275 | 0,275 | 0,276 |
| 360 | 0,458 | 0,466 | 0,457 | 0,466 | 0,458 | 379 | 0,264 | 0,263 | 0,262 | 0,263 | 0,264 |
| 361 | 0,453 | 0,460 | 0,452 | 0,460 | 0,453 | 380 | 0,246 | 0,243 | 0,245 | 0,243 | 0,246 |
| 362 | 0,447 | 0,453 | 0,446 | 0,453 | 0,447 | 381 | 0,227 | 0,224 | 0,225 | 0,224 | 0,227 |
| 363 | 0,441 | 0,446 | 0,438 | 0,446 | 0,441 | 382 | 0,208 | 0,203 | 0,206 | 0,203 | 0,208 |
| 364 | 0,431 | 0,436 | 0,427 | 0,436 | 0,431 | 383 | 0,186 | 0,181 | 0,184 | 0,181 | 0,186 |
| 365 | 0,419 | 0,424 | 0,416 | 0,424 | 0,419 | 384 | 0,163 | 0,155 | 0,161 | 0,155 | 0,163 |
| 366 | 0,407 | 0,412 | 0,404 | 0,412 | 0,407 | 385 | 0,143 | 0,136 | 0,140 | 0,136 | 0,143 |
| 367 | 0,396 | 0,399 | 0,394 | 0,399 | 0,396 | 386 | 0,124 | 0,115 | 0,121 | 0,115 | 0,124 |
| 368 | 0,384 | 0,387 | 0,382 | 0,387 | 0,384 | 387 | 0,102 | 0,093 | 0,101 | 0,093 | 0,102 |
| 369 | 0,372 | 0,375 | 0,370 | 0,375 | 0,372 | 388 | 0,084 | 0,075 | 0,084 | 0,075 | 0,084 |
| 370 | 0,361 | 0,364 | 0,360 | 0,364 | 0,361 | 389 | 0,070 | 0,059 | 0,067 | 0,059 | 0,070 |
| 371 | 0,351 | 0,352 | 0,349 | 0,352 | 0,351 | 390 | 0,054 | | 0,054 | | 0,054 |
| 372 | 0,339 | 0,341 | 0,338 | 0,341 | 0,339 | | | | | | |
| 373 | 0,330 | 0,332 | 0,329 | 0,332 | 0,330 | | | | | | |
| 374 | 0,320 | 0,322 | 0,319 | 0,322 | 0,320 | | | | | | |

E.2.2.3 Formula 3

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 290 | 0,513 | 0,509 | 0,502 | 0,505 | 0,511 | 323 | 0,477 | 0,477 | 0,471 | 0,567 | 0,567 |
| 291 | 0,516 | 0,511 | 0,503 | 0,509 | 0,514 | 324 | 0,466 | 0,469 | 0,465 | 0,459 | 0,459 |
| 292 | 0,517 | 0,512 | 0,502 | 0,504 | 0,513 | 325 | 0,455 | 0,462 | 0,457 | 0,450 | 0,450 |
| 293 | 0,516 | 0,511 | 0,501 | 0,504 | 0,514 | 326 | 0,444 | 0,453 | 0,449 | 0,543 | 0,543 |
| 294 | 0,515 | 0,510 | 0,499 | 0,502 | 0,514 | 327 | 0,433 | 0,446 | 0,442 | 0,436 | 0,436 |
| 295 | 0,515 | 0,509 | 0,497 | 0,505 | 0,514 | 328 | 0,422 | 0,438 | 0,435 | 0,430 | 0,430 |
| 296 | 0,514 | 0,508 | 0,496 | 0,507 | 0,513 | 329 | 0,41 | 0,429 | 0,427 | 0,429 | 0,429 |
| 297 | 0,514 | 0,507 | 0,494 | 0,506 | 0,512 | 330 | 0,4 | 0,423 | 0,420 | 0,417 | 0,417 |
| 298 | 0,512 | 0,506 | 0,492 | 0,505 | 0,511 | 331 | 0,391 | 0,416 | 0,414 | 0,412 | 0,412 |
| 299 | 0,51 | 0,504 | 0,489 | 0,503 | 0,510 | 332 | 0,381 | 0,409 | 0,409 | 0,385 | 0,385 |
| 300 | 0,514 | 0,500 | 0,486 | 0,497 | 0,514 | 333 | 0,374 | 0,404 | 0,404 | 0,384 | 0,384 |
| 301 | 0,516 | 0,497 | 0,483 | 0,495 | 0,516 | 334 | 0,367 | 0,400 | 0,400 | 0,383 | 0,383 |
| 302 | 0,52 | 0,495 | 0,481 | 0,493 | 0,520 | 335 | 0,361 | 0,396 | 0,398 | 0,386 | 0,386 |
| 303 | 0,525 | 0,494 | 0,482 | 0,490 | 0,525 | 336 | 0,356 | 0,392 | 0,396 | 0,382 | 0,382 |
| 304 | 0,528 | 0,496 | 0,483 | 0,493 | 0,528 | 337 | 0,352 | 0,391 | 0,393 | 0,381 | 0,381 |
| 305 | 0,528 | 0,498 | 0,287 | 0,489 | 0,528 | 338 | 0,351 | 0,391 | 0,393 | 0,381 | 0,381 |
| 306 | 0,529 | 0,502 | 0,291 | 0,500 | 0,529 | 339 | 0,349 | 0,390 | 0,394 | 0,380 | 0,380 |
| 307 | 0,53 | 0,507 | 0,496 | 0,504 | 0,530 | 340 | 0,348 | 0,391 | 0,396 | 0,381 | 0,381 |
| 308 | 0,53 | 0,510 | 0,500 | 0,508 | 0,530 | 341 | 0,35 | 0,393 | 0,397 | 0,383 | 0,383 |
| 309 | 0,531 | 0,514 | 0,504 | 0,510 | 0,531 | 342 | 0,352 | 0,395 | 0,400 | 0,389 | 0,389 |
| 310 | 0,532 | 0,517 | 0,506 | 0,516 | 0,532 | 343 | 0,353 | 0,398 | 0,403 | 0,390 | 0,390 |
| 311 | 0,534 | 0,519 | 0,509 | 0,513 | 0,534 | 344 | 0,357 | 0,401 | 0,406 | 0,396 | 0,396 |
| 312 | 0,536 | 0,520 | 0,510 | 0,510 | 0,536 | 345 | 0,359 | 0,403 | 0,409 | 0,398 | 0,398 |
| 313 | 0,536 | 0,520 | 0,511 | 0,510 | 0,536 | 346 | 0,362 | 0,407 | 0,413 | 0,398 | 0,398 |
| 314 | 0,536 | 0,520 | 0,511 | 0,510 | 0,536 | 347 | 0,365 | 0,410 | 0,415 | 0,399 | 0,399 |
| 315 | 0,534 | 0,518 | 0,510 | 0,515 | 0,534 | 348 | 0,369 | 0,414 | 0,419 | 0,410 | 0,410 |
| 316 | 0,53 | 0,516 | 0,508 | 0,513 | 0,530 | 349 | 0,372 | 0,416 | 0,423 | 0,416 | 0,416 |
| 317 | 0,525 | 0,513 | 0,505 | 0,512 | 0,525 | 350 | 0,375 | 0,420 | 0,426 | 0,420 | 0,420 |
| 318 | 0,521 | 0,509 | 0,501 | 0,505 | 0,521 | 351 | 0,378 | 0,423 | 0,429 | 0,423 | 0,423 |
| 319 | 0,514 | 0,503 | 0,497 | 0,500 | 0,514 | 352 | 0,382 | 0,425 | 0,432 | 0,425 | 0,425 |
| 320 | 0,505 | 0,497 | 0,491 | 0,492 | 0,505 | 353 | 0,384 | 0,428 | 0,434 | 0,428 | 0,428 |
| 321 | 0,497 | 0,492 | 0,486 | 0,488 | 0,497 | 354 | 0,388 | 0,431 | 0,436 | 0,431 | 0,431 |
| 322 | 0,487 | 0,485 | 0,479 | 0,476 | 0,487 | 355 | 0,389 | 0,432 | 0,438 | 0,432 | 0,432 |

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 356 | 0,39 | 0,434 | 0,438 | 0,434 | 0,370 | 375 | 0,231 | 0,289 | 0,291 | 0,289 | 0,231 |
| 357 | 0,391 | 0,433 | 0,440 | 0,433 | 0,378 | 376 | 0,222 | 0,278 | 0,282 | 0,278 | 0,222 |
| 358 | 0,389 | 0,434 | 0,439 | 0,434 | 0,374 | 377 | 0,21 | 0,269 | 0,272 | 0,269 | 0,210 |
| 359 | 0,388 | 0,433 | 0,437 | 0,433 | 0,378 | 378 | 0,196 | 0,257 | 0,260 | 0,257 | 0,196 |
| 360 | 0,383 | 0,430 | 0,434 | 0,430 | 0,373 | 379 | 0,182 | 0,245 | 0,246 | 0,245 | 0,182 |
| 361 | 0,38 | 0,425 | 0,429 | 0,425 | 0,370 | 380 | 0,165 | 0,228 | 0,230 | 0,228 | 0,165 |
| 362 | 0,373 | 0,419 | 0,422 | 0,419 | 0,370 | 381 | 0,145 | 0,209 | 0,211 | 0,209 | 0,145 |
| 363 | 0,365 | 0,413 | 0,415 | 0,413 | 0,365 | 382 | 0,125 | 0,192 | 0,192 | 0,192 | 0,125 |
| 364 | 0,356 | 0,405 | 0,406 | 0,405 | 0,356 | 383 | 0,102 | 0,170 | 0,171 | 0,170 | 0,102 |
| 365 | 0,344 | 0,393 | 0,394 | 0,393 | 0,344 | 384 | 0,077 | 0,149 | 0,150 | 0,149 | 0,077 |
| 366 | 0,331 | 0,382 | 0,382 | 0,382 | 0,331 | 385 | 0,058 | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,058 |
| 367 | 0,319 | 0,370 | 0,372 | 0,370 | 0,319 | 386 | | 0,111 | 0,113 | 0,111 | |
| 368 | 0,307 | 0,360 | 0,361 | 0,360 | 0,307 | 387 | | 0,091 | 0,093 | 0,091 | |
| 369 | 0,296 | 0,349 | 0,349 | 0,349 | 0,296 | 388 | | 0,075 | 0,077 | 0,075 | |
| 370 | 0,284 | 0,338 | 0,341 | 0,338 | 0,284 | 389 | | 0,061 | 0,062 | 0,061 | |
| 371 | 0,273 | 0,327 | 0,330 | 0,327 | 0,273 | | | | | | |
| 372 | 0,26 | 0,316 | 0,319 | 0,316 | 0,260 | | | | | | |
| 373 | 0,252 | 0,308 | 0,310 | 0,308 | 0,252 | | | | | | |
| 374 | 0,242 | 0,298 | 0,301 | 0,298 | 0,242 | | | | | | |

E.2.2.4 Formula 4

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 290 | 0,474 | 0,461 | 0,459 | 0,481 | 0,470 | 323 | 0,428 | 0,424 | 0,434 | 0,428 | 0,428 |
| 291 | 0,474 | 0,462 | 0,450 | 0,482 | 0,470 | 324 | 0,423 | 0,417 | 0,427 | 0,423 | 0,430 |
| 292 | 0,472 | 0,462 | 0,470 | 0,482 | 0,469 | 325 | 0,417 | 0,412 | 0,422 | 0,417 | 0,416 |
| 293 | 0,469 | 0,461 | 0,465 | 0,481 | 0,467 | 326 | 0,411 | 0,404 | 0,419 | 0,411 | 0,410 |
| 294 | 0,466 | 0,459 | 0,465 | 0,475 | 0,463 | 327 | 0,406 | 0,399 | 0,410 | 0,406 | 0,405 |
| 295 | 0,462 | 0,457 | 0,460 | 0,575 | 0,460 | 328 | 0,401 | 0,393 | 0,413 | 0,401 | 0,400 |
| 296 | 0,460 | 0,456 | 0,459 | 0,476 | 0,458 | 329 | 0,395 | 0,387 | 0,412 | 0,385 | 0,394 |
| 297 | 0,457 | 0,455 | 0,456 | 0,465 | 0,456 | 330 | 0,390 | 0,381 | 0,410 | 0,380 | 0,386 |
| 298 | 0,453 | 0,453 | 0,452 | 0,460 | 0,452 | 331 | 0,387 | 0,376 | 0,399 | 0,374 | 0,384 |
| 299 | 0,450 | 0,449 | 0,449 | 0,469 | 0,448 | 332 | 0,382 | 0,371 | 0,394 | 0,372 | 0,380 |
| 300 | 0,445 | 0,446 | 0,444 | 0,464 | 0,445 | 333 | 0,379 | 0,367 | 0,390 | 0,379 | 0,375 |
| 301 | 0,441 | 0,443 | 0,441 | 0,463 | 0,441 | 334 | 0,376 | 0,363 | 0,387 | 0,366 | 0,373 |
| 302 | 0,438 | 0,440 | 0,436 | 0,460 | 0,438 | 335 | 0,374 | 0,361 | 0,376 | 0,364 | 0,372 |
| 303 | 0,437 | 0,440 | 0,434 | 0,460 | 0,437 | 336 | 0,373 | 0,360 | 0,372 | 0,363 | 0,372 |
| 304 | 0,438 | 0,441 | 0,436 | 0,461 | 0,438 | 337 | 0,373 | 0,358 | 0,360 | 0,363 | 0,371 |
| 305 | 0,440 | 0,443 | 0,437 | 0,463 | 0,440 | 338 | 0,373 | 0,358 | 0,358 | 0,373 | 0,372 |
| 306 | 0,442 | 0,446 | 0,440 | 0,464 | 0,442 | 339 | 0,375 | 0,358 | 0,358 | 0,365 | 0,374 |
| 307 | 0,445 | 0,449 | 0,440 | 0,469 | 0,445 | 340 | 0,377 | 0,360 | 0,360 | 0,367 | 0,370 |
| 308 | 0,448 | 0,452 | 0,446 | 0,463 | 0,448 | 341 | 0,379 | 0,361 | 0,361 | 0,369 | 0,375 |
| 309 | 0,451 | 0,454 | 0,450 | 0,464 | 0,451 | 342 | 0,381 | 0,363 | 0,363 | 0,361 | 0,380 |
| 310 | 0,453 | 0,456 | 0,450 | 0,476 | 0,453 | 343 | 0,385 | 0,366 | 0,366 | 0,362 | 0,384 |
| 311 | 0,455 | 0,458 | 0,454 | 0,478 | 0,455 | 344 | 0,388 | 0,368 | 0,368 | 0,367 | 0,386 |
| 312 | 0,456 | 0,459 | 0,455 | 0,479 | 0,456 | 345 | 0,390 | 0,370 | 0,370 | 0,380 | 0,387 |
| 313 | 0,457 | 0,459 | 0,455 | 0,479 | 0,457 | 346 | 0,394 | 0,373 | 0,373 | 0,384 | 0,392 |
| 314 | 0,457 | 0,458 | 0,456 | 0,478 | 0,457 | 347 | 0,397 | 0,376 | 0,376 | 0,387 | 0,395 |
| 315 | 0,456 | 0,457 | 0,455 | 0,477 | 0,456 | 348 | 0,400 | 0,377 | 0,377 | 0,390 | 0,400 |
| 316 | 0,455 | 0,455 | 0,453 | 0,475 | 0,455 | 349 | 0,403 | 0,381 | 0,381 | 0,395 | 0,403 |
| 317 | 0,453 | 0,453 | 0,453 | 0,473 | 0,453 | 350 | 0,407 | 0,383 | 0,383 | 0,407 | 0,405 |
| 318 | 0,450 | 0,449 | 0,449 | 0,479 | 0,450 | 351 | 0,410 | 0,386 | 0,386 | 0,410 | 0,409 |
| 319 | 0,447 | 0,445 | 0,446 | 0,475 | 0,447 | 352 | 0,412 | 0,388 | 0,388 | 0,412 | 0,411 |
| 320 | 0,443 | 0,441 | 0,440 | 0,471 | 0,443 | 353 | 0,414 | 0,390 | 0,390 | 0,414 | 0,413 |
| 321 | 0,439 | 0,436 | 0,439 | 0,452 | 0,439 | 354 | 0,416 | 0,392 | 0,392 | 0,416 | 0,415 |
| 322 | 0,434 | 0,430 | 0,430 | 0,430 | 0,434 | 355 | 0,417 | 0,393 | 0,393 | 0,417 | 0,415 |

| λ | Absorbansi | | | | | λ | Absorbansi | | | | |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 356 | 0,416 | 0,392 | 0,415 | 0,392 | 0,410 | 375 | 0,280 | 0,269 | 0,281 | 0,269 | 0,280 |
| 357 | 0,419 | 0,394 | 0,419 | 0,394 | 0,409 | 376 | 0,271 | 0,260 | 0,270 | 0,260 | 0,271 |
| 358 | 0,418 | 0,393 | 0,416 | 0,393 | 0,408 | 377 | 0,261 | 0,252 | 0,260 | 0,252 | 0,261 |
| 359 | 0,416 | 0,390 | 0,412 | 0,390 | 0,406 | 378 | 0,250 | 0,241 | 0,246 | 0,241 | 0,250 |
| 360 | 0,411 | 0,386 | 0,410 | 0,386 | 0,401 | 379 | 0,236 | 0,230 | 0,220 | 0,230 | 0,236 |
| 361 | 0,408 | 0,384 | 0,405 | 0,384 | 0,402 | 380 | 0,221 | 0,215 | 0,212 | 0,215 | 0,221 |
| 362 | 0,402 | 0,378 | 0,400 | 0,378 | 0,400 | 381 | 0,204 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,204 |
| 363 | 0,395 | 0,372 | 0,392 | 0,372 | 0,385 | 382 | 0,185 | 0,183 | 0,180 | 0,183 | 0,185 |
| 364 | 0,386 | 0,364 | 0,380 | 0,364 | 0,376 | 383 | 0,164 | 0,163 | 0,160 | 0,163 | 0,164 |
| 365 | 0,376 | 0,355 | 0,373 | 0,355 | 0,366 | 384 | 0,147 | 0,147 | 0,144 | 0,147 | 0,147 |
| 366 | 0,365 | 0,345 | 0,360 | 0,345 | 0,356 | 385 | 0,129 | 0,132 | 0,115 | 0,132 | 0,129 |
| 367 | 0,355 | 0,337 | 0,350 | 0,337 | 0,355 | 386 | 0,110 | 0,113 | 0,102 | 0,113 | 0,110 |
| 368 | 0,345 | 0,327 | 0,340 | 0,327 | 0,345 | 387 | 0,094 | 0,100 | 0,085 | 0,100 | 0,094 |
| 369 | 0,334 | 0,317 | 0,330 | 0,317 | 0,334 | 388 | 0,079 | 0,087 | 0,070 | 0,087 | 0,079 |
| 370 | 0,325 | 0,309 | 0,321 | 0,309 | 0,325 | 389 | 0,640 | 0,073 | 0,610 | 0,073 | 0,640 |
| 371 | 0,315 | 0,301 | 0,312 | 0,301 | 0,315 | 390 | 0,052 | 0,062 | 0,050 | 0,062 | 0,052 |
| 372 | 0,305 | 0,291 | 0,300 | 0,291 | 0,305 | 391 | | 0,055 | | 0,055 | |
| 373 | 0,297 | 0,284 | 0,292 | 0,284 | 0,297 | | | | | | |
| 374 | 0,288 | 0,277 | 0,283 | 0,277 | 0,288 | | | | | | |

E.3 Hasil Analisis Statistik Data SPF

E.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 | .188 | 5 | .200* | .978 | 5 | .921 |
| | Formula 2 | .183 | 5 | .200* | .929 | 5 | .590 |
| | Formula 3 | .296 | 5 | .176 | .834 | 5 | .149 |
| | Formula 4 | .199 | 5 | .200* | .961 | 5 | .817 |

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

SPF

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 2.025 | 3 | 16 | .151 |

c. Uji ANOVA

ANOVA

SPF

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 26.394 | 3 | 8.798 | 226.941 | .000 |
| Within Groups | .620 | 16 | .039 | | |
| Total | 27.014 | 19 | | | |

d. Uji *Post Hoc***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 | -1.389500 [*] | .1245274 | .000 | -1.653486 | -1.125514 |
| | Formula 3 | .6363000 [*] | .1245274 | .000 | .372314 | .900286 |
| | Formula 4 | 1.7925600 [*] | .1245274 | .000 | 1.528574 | 2.056546 |
| Formula 2 | Formula 1 | 1.3895000 [*] | .1245274 | .000 | 1.125514 | 1.653486 |
| | Formula 3 | 2.0258000 [*] | .1245274 | .000 | 1.761814 | 2.289786 |
| | Formula 4 | 3.1820600 [*] | .1245274 | .000 | 2.918074 | 3.446046 |
| Formula 3 | Formula 1 | -.6363000 [*] | .1245274 | .000 | -.900286 | -.372314 |
| | Formula 2 | -2.0258000 [*] | .1245274 | .000 | -2.289786 | -1.761814 |
| | Formula 4 | 1.1562600 [*] | .1245274 | .000 | .892274 | 1.420246 |
| Formula 4 | Formula 1 | -1.7925600 [*] | .1245274 | .000 | -2.056546 | -1.528574 |
| | Formula 2 | -3.1820600 [*] | .1245274 | .000 | -3.446046 | -2.918074 |
| | Formula 3 | -1.1562600 [*] | .1245274 | .000 | -1.420246 | -.892274 |

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

E.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 | .296 | 5 | .174 | .888 | 5 | .347 |
| | Formula 2 | .262 | 5 | .200* | .935 | 5 | .632 |
| | Formula 3 | .258 | 5 | .200* | .874 | 5 | .284 |
| | Formula 4 | .277 | 5 | .200* | .889 | 5 | .350 |

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

SPF

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| .877 | 3 | 16 | .474 |

c. Uji ANOVA

ANOVA

SPF

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 15.443 | 3 | 5.148 | 137.695 | .000 |
| Within Groups | .598 | 16 | .037 | | |
| Total | 16.042 | 19 | | | |

d. Uji *Post Hoc***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 | -2.310500* | .1222874 | .000 | -2.569738 | -2.051262 |
| | Formula 3 | -1.233080* | .1222874 | .000 | -1.492318 | -.973842 |
| | Formula 4 | -.436940* | .1222874 | .003 | -.696178 | -.177702 |
| Formula 2 | Formula 1 | 2.310500* | .1222874 | .000 | 2.051262 | 2.569738 |
| | Formula 3 | 1.077420* | .1222874 | .000 | .818182 | 1.336658 |
| | Formula 4 | 1.873560* | .1222874 | .000 | 1.614322 | 2.132798 |
| Formula 3 | Formula 1 | 1.233080* | .1222874 | .000 | .973842 | 1.492318 |
| | Formula 2 | -1.077420* | .1222874 | .000 | -1.336658 | -.818182 |
| | Formula 4 | .796140* | .1222874 | .000 | .536902 | 1.055378 |
| Formula 4 | Formula 1 | .436940* | .1222874 | .003 | .177702 | .696178 |
| | Formula 2 | -1.873560* | .1222874 | .000 | -2.132798 | -1.614322 |
| | Formula 3 | -.796140* | .1222874 | .000 | -1.055378 | -.536902 |

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

E.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 | .188 | 5 | .200* | .978 | 5 | .921 |
| | Formula 2 | .183 | 5 | .200* | .929 | 5 | .590 |
| | Formula 3 | .296 | 5 | .176 | .834 | 5 | .149 |
| | Formula 4 | .199 | 5 | .200* | .961 | 5 | .817 |
| SPFsetelah | Formula 1 | .296 | 5 | .174 | .888 | 5 | .347 |
| | Formula 2 | .262 | 5 | .200* | .935 | 5 | .632 |
| | Formula 3 | .258 | 5 | .200* | .874 | 5 | .284 |
| | Formula 4 | .277 | 5 | .200* | .889 | 5 | .350 |

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. T-Test

Paired Samples Test

| | | Paired Differences | | | | | t | df | Sig. (2-tailed) |
|--------|-------------------------|--------------------|----------------|-----------------|---|-----------|--------|----|-----------------|
| | | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference | | | | |
| | | | | | Lower | Upper | | | |
| Pair 1 | SPFsebelum - SPFsetelah | 3.744570 | .9187026 | .2054282 | 3.3146039 | 4.1745361 | 18.228 | 19 | .000 |

E.4 SELISIH SEBELUM DAN SETELAH

a. Uji normalitas dan homogenitas

| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|----------|-----------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| Formula | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| DeltaSPF | Formula 1 | .287 | 5 | .200* | .867 | 5 | .254 |
| | Formula 2 | .228 | 5 | .200* | .965 | 5 | .846 |
| | Formula 3 | .210 | 5 | .200* | .943 | 5 | .687 |
| | Formula 4 | .300 | 5 | .161 | .917 | 5 | .514 |

a. Lilliefors Significance Correction

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

| | | Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|----------|--------------------------------------|------------------|-----|--------|-------|
| DeltaSPF | Based on Mean | .018 | 3 | 16 | .997 |
| | Based on Median | .001 | 3 | 16 | 1.000 |
| | Based on Median and with adjusted df | .001 | 3 | 14.591 | 1.000 |
| | Based on trimmed mean | .020 | 3 | 16 | .996 |

c. Uji ANOVA

ANOVA

DeltaSPF

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 15.068 | 3 | 5.023 | 83.039 | .000 |
| Within Groups | .968 | 16 | .060 | | |
| Total | 16.036 | 19 | | | |

d. Uji *Post Hoc* (LSD)**Multiple Comparisons**

DeltaSPF

LSD

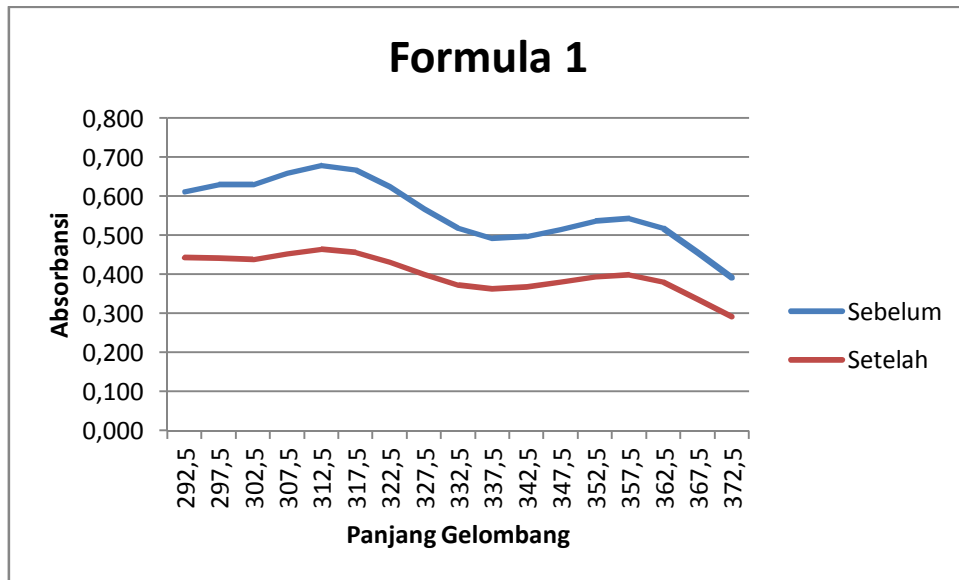
| (I) Formula | (J) Formula | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-------------|-------------|--------------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| Formula 1 | Formula 2 | .921000 [*] | .1555479 | .000 | .591253 | 1.250747 |
| | Formula 3 | 1.8693800 [*] | .1555479 | .000 | 1.539633 | 2.199127 |
| | Formula 4 | 2.2295000 [*] | .1555479 | .000 | 1.899753 | 2.559247 |
| Formula 2 | Formula 1 | -.9210000 [*] | .1555479 | .000 | -1.250747 | -.591253 |
| | Formula 3 | .9483800 [*] | .1555479 | .000 | .618633 | 1.278127 |
| | Formula 4 | 1.3085000 [*] | .1555479 | .000 | .978753 | 1.638247 |
| Formula 3 | Formula 1 | -1.8693800 [*] | .1555479 | .000 | -2.199127 | -1.539633 |
| | Formula 2 | -.9483800 [*] | .1555479 | .000 | -1.278127 | -.618633 |
| | Formula 4 | .3601200 [*] | .1555479 | .034 | .030373 | .689867 |
| Formula 4 | Formula 1 | -2.2295000 [*] | .1555479 | .000 | -2.559247 | -1.899753 |
| | Formula 2 | -1.3085000 [*] | .1555479 | .000 | -1.638247 | -.978753 |
| | Formula 3 | -.3601200 [*] | .1555479 | .034 | -.689867 | -.030373 |

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

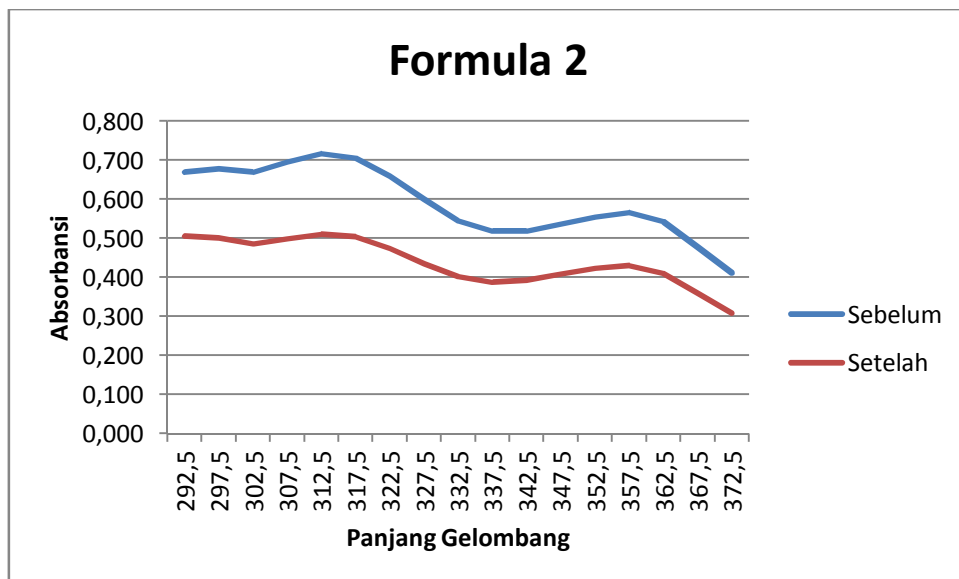
F. HASIL PENGUJIAN NILAI TRANSMISI ERITEMA DAN PIGMENTASI

F.1 Profil Serapan Krim Tabir Surya Dalam Pelarut Isopropanol

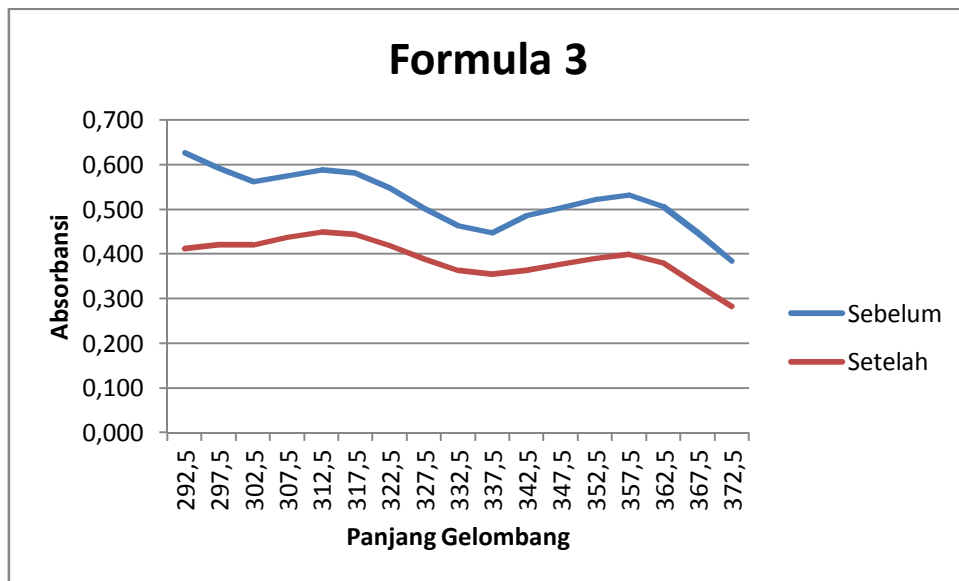
a. F1 sebelum dan setelah paparan



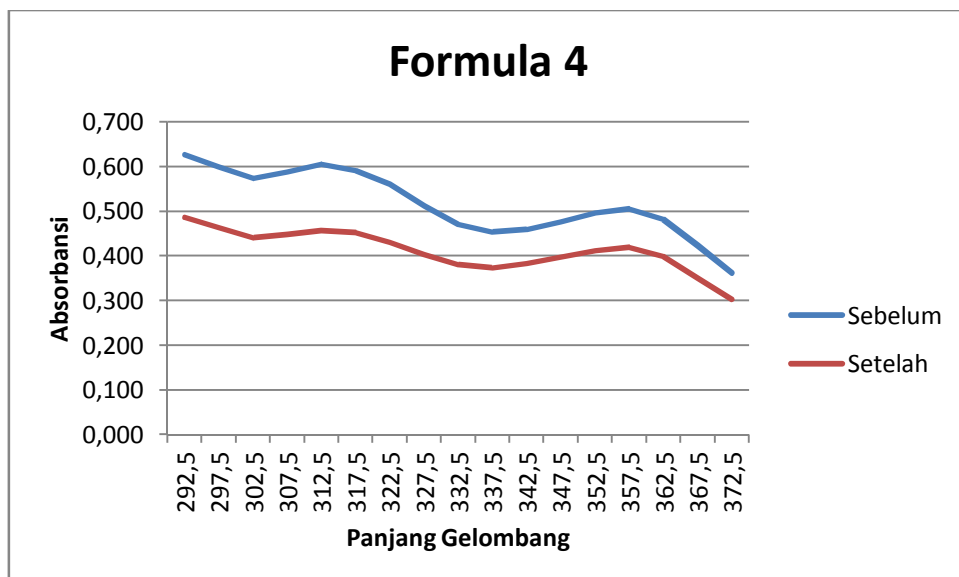
b. F2 sebelum dan setelah paparan



c. F3 sebelum dan setelah paparan



d. F4 sebelum dan setelah paparan



F.2 TABULASI ABSORBANSI PERSEN TRANSMISI ERITEMA DAN TRANSMISI PIGMENTASI

F.2.1 Sebelum paparan sinar UV

F.2.1.1 Formula 1

| p/jg gel | Absorbansi | | | | | p/jg gel | Absorbansi | | | | |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 292,5 | 0,612 | 0,548 | 0,672 | 0,546 | 0,610 | 337,5 | 0,492 | 0,512 | 0,497 | 0,510 | 0,491 |
| 297,5 | 0,630 | 0,560 | 0,698 | 0,560 | 0,629 | 342,5 | 0,498 | 0,526 | 0,497 | 0,550 | 0,499 |
| 302,5 | 0,630 | 0,554 | 0,698 | 0,553 | 0,629 | 347,5 | 0,516 | 0,551 | 0,515 | 0,551 | 0,516 |
| 307,5 | 0,660 | 0,578 | 0,736 | 0,568 | 0,659 | 352,5 | 0,536 | 0,574 | 0,539 | 0,564 | 0,537 |
| 312,5 | 0,680 | 0,602 | 0,760 | 0,600 | 0,659 | 357,5 | 0,543 | 0,586 | 0,548 | 0,580 | 0,544 |
| 317,5 | 0,668 | 0,604 | 0,745 | 0,602 | 0,666 | 362,5 | 0,518 | 0,563 | 0,520 | 0,561 | 0,518 |
| 322,5 | 0,625 | 0,581 | 0,686 | 0,580 | 0,624 | 367,5 | 0,456 | 0,495 | 0,448 | 0,492 | 0,457 |
| 327,5 | 0,568 | 0,546 | 0,609 | 0,545 | 0,567 | 372,5 | 0,392 | 0,427 | 0,371 | 0,426 | 0,393 |
| 332,5 | 0,518 | 0,518 | 0,536 | 0,516 | 0,517 | | | | | | |

F.2.1.2 Formula 2

| p/jg gel | Absorbansi | | | | | p/jg gel | Absorbansi | | | | |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 292,5 | 0,664 | 0,669 | 0,684 | 0,666 | 0,663 | 337,5 | 0,517 | 0,518 | 0,469 | 0,510 | 0,515 |
| 297,5 | 0,675 | 0,677 | 0,689 | 0,675 | 0,674 | 342,5 | 0,515 | 0,518 | 0,466 | 0,517 | 0,517 |
| 302,5 | 0,662 | 0,669 | 0,678 | 0,665 | 0,660 | 347,5 | 0,530 | 0,536 | 0,482 | 0,535 | 0,532 |
| 307,5 | 0,695 | 0,695 | 0,708 | 0,683 | 0,692 | 352,5 | 0,551 | 0,554 | 0,504 | 0,553 | 0,553 |
| 312,5 | 0,716 | 0,717 | 0,729 | 0,710 | 0,712 | 357,5 | 0,560 | 0,566 | 0,512 | 0,565 | 0,562 |
| 317,5 | 0,704 | 0,705 | 0,712 | 0,700 | 0,700 | 362,5 | 0,541 | 0,543 | 0,486 | 0,542 | 0,543 |
| 322,5 | 0,659 | 0,660 | 0,654 | 0,656 | 0,654 | 367,5 | 0,472 | 0,478 | 0,418 | 0,477 | 0,474 |
| 327,5 | 0,499 | 0,600 | 0,580 | 0,598 | 0,494 | 372,5 | 0,410 | 0,412 | 0,348 | 0,411 | 0,412 |
| 332,5 | 0,544 | 0,545 | 0,508 | 0,534 | 0,541 | | | | | | |

F.2.1.3 Formula 3

| pJg gel | Absorbansi | | | | | pJg gel | Absorbansi | | | | |
|------------|------------|-------|-------|-------|-------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 292,5 | 0,628 | 0,610 | 0,615 | 0,609 | 0,625 | 337,5 | 0,448 | 0,471 | 0,474 | 0,470 | 0,446 |
| 297,5 | 0,593 | 0,610 | 0,615 | 0,609 | 0,591 | 342,5 | 0,486 | 0,474 | 0,471 | 0,473 | 0,489 |
| 302,5 | 0,563 | 0,600 | 0,609 | 0,578 | 0,561 | 347,5 | 0,504 | 0,491 | 0,485 | 0,490 | 0,506 |
| 307,5 | 0,575 | 0,622 | 0,624 | 0,600 | 0,573 | 352,5 | 0,523 | 0,509 | 0,506 | 0,508 | 0,525 |
| 312,5 | 0,589 | 0,643 | 0,645 | 0,641 | 0,585 | 357,5 | 0,532 | 0,520 | 0,517 | 0,519 | 0,536 |
| 317,5 | 0,581 | 0,634 | 0,636 | 0,630 | 0,580 | 362,5 | 0,507 | 0,499 | 0,496 | 0,498 | 0,509 |
| 322,5 | 0,548 | 0,595 | 0,560 | 0,590 | 0,545 | 367,5 | 0,448 | 0,439 | 0,436 | 0,438 | 0,450 |
| 327,5 | 0,503 | 0,542 | 0,545 | 0,540 | 0,500 | 372,5 | 0,385 | 0,378 | 0,371 | 0,377 | 0,388 |
| 332,5 | 0,464 | 0,494 | 0,499 | 0,492 | 0,462 | | | | | | |

F.2.1.4 Formula 4

| pJg gel | Absorbansi | | | | | pJg gel | Absorbansi | | | | |
|------------|------------|-------|-------|-------|-------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 292,5 | 0,627 | 0,626 | 0,614 | 0,620 | 0,623 | 337,5 | 0,452 | 0,449 | 0,430 | 0,448 | 0,457 |
| 297,5 | 0,600 | 0,591 | 0,597 | 0,590 | 0,597 | 342,5 | 0,459 | 0,456 | 0,432 | 0,455 | 0,460 |
| 302,5 | 0,574 | 0,561 | 0,576 | 0,560 | 0,572 | 347,5 | 0,477 | 0,474 | 0,447 | 0,473 | 0,479 |
| 307,5 | 0,589 | 0,573 | 0,592 | 0,571 | 0,586 | 352,5 | 0,497 | 0,492 | 0,464 | 0,491 | 0,499 |
| 312,5 | 0,606 | 0,586 | 0,607 | 0,584 | 0,603 | 357,5 | 0,505 | 0,500 | 0,471 | 0,499 | 0,508 |
| 317,5 | 0,592 | 0,578 | 0,594 | 0,576 | 0,590 | 362,5 | 0,482 | 0,477 | 0,450 | 0,477 | 0,486 |
| 322,5 | 0,561 | 0,547 | 0,554 | 0,540 | 0,556 | 367,5 | 0,423 | 0,421 | 0,395 | 0,420 | 0,426 |
| 327,5 | 0,513 | 0,502 | 0,501 | 0,500 | 0,512 | 372,5 | 0,362 | 0,360 | 0,339 | 0,359 | 0,365 |
| 332,5 | 0,471 | 0,463 | 0,454 | 0,460 | 0,470 | | | | | | |

F.2.2 Setelah Paparan Sinar UV

F.2.2.1 Formula 1

| pJg gel | Absorbansi | | | | | pJg gel | Absorbansi | | | | |
|------------|------------|-------|-------|-------|-------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 292,5 | 0,443 | 0,361 | 0,412 | 0,360 | 0,442 | 337,5 | 0,363 | 0,345 | 0,354 | 0,342 | 0,365 |
| 297,5 | 0,441 | 0,369 | 0,421 | 0,368 | 0,440 | 342,5 | 0,368 | 0,359 | 0,362 | 0,353 | 0,370 |
| 302,5 | 0,438 | 0,365 | 0,419 | 0,364 | 0,437 | 347,5 | 0,381 | 0,378 | 0,378 | 0,373 | 0,383 |
| 307,5 | 0,453 | 0,378 | 0,437 | 0,376 | 0,452 | 352,5 | 0,394 | 0,394 | 0,391 | 0,382 | 0,396 |
| 312,5 | 0,464 | 0,391 | 0,449 | 0,390 | 0,463 | 357,5 | 0,399 | 0,401 | 0,398 | 0,399 | 0,401 |
| 317,5 | 0,457 | 0,391 | 0,443 | 0,389 | 0,454 | 362,5 | 0,380 | 0,384 | 0,380 | 0,382 | 0,382 |
| 322,5 | 0,432 | 0,378 | 0,419 | 0,376 | 0,430 | 367,5 | 0,336 | 0,336 | 0,331 | 0,332 | 0,338 |
| 327,5 | 0,400 | 0,359 | 0,388 | 0,350 | 0,399 | 372,5 | 0,292 | 0,287 | 0,282 | 0,286 | 0,291 |
| 332,5 | 0,373 | 0,344 | 0,363 | 0,340 | 0,370 | | | | | | |

F.2.2.2 Formula 2

| pJg gel | Absorbansi | | | | | pJg gel | Absorbansi | | | | |
|------------|------------|-------|-------|-------|-------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 292,5 | 0,558 | 0,506 | 0,508 | 0,500 | 0,554 | 337,5 | 0,320 | 0,387 | 0,416 | 0,386 | 0,322 |
| 297,5 | 0,551 | 0,500 | 0,512 | 0,496 | 0,549 | 342,5 | 0,319 | 0,393 | 0,423 | 0,392 | 0,320 |
| 302,5 | 0,539 | 0,486 | 0,507 | 0,483 | 0,535 | 347,5 | 0,329 | 0,408 | 0,441 | 0,407 | 0,331 |
| 307,5 | 0,556 | 0,499 | 0,527 | 0,490 | 0,553 | 352,5 | 0,341 | 0,424 | 0,455 | 0,423 | 0,343 |
| 312,5 | 0,571 | 0,511 | 0,542 | 0,500 | 0,568 | 357,5 | 0,348 | 0,430 | 0,464 | 0,429 | 0,350 |
| 317,5 | 0,561 | 0,503 | 0,535 | 0,489 | 0,558 | 362,5 | 0,332 | 0,411 | 0,443 | 0,410 | 0,334 |
| 322,5 | 0,526 | 0,474 | 0,505 | 0,470 | 0,520 | 367,5 | 0,291 | 0,360 | 0,387 | 0,359 | 0,293 |
| 327,5 | 0,480 | 0,435 | 0,464 | 0,430 | 0,471 | 372,5 | 0,251 | 0,309 | 0,334 | 0,308 | 0,254 |
| 332,5 | 0,439 | 0,402 | 0,430 | 0,400 | 0,435 | | | | | | |

F.2.2.3 Formula 3

| pJg gel | Absorbansi | | | | | pJg gel | Absorbansi | | | | |
|------------|------------|-------|-------|-------|-------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 292,5 | 0,412 | 0,531 | 0,509 | 0,530 | 0,410 | 337,5 | 0,354 | 0,422 | 0,416 | 0,421 | 0,356 |
| 297,5 | 0,421 | 0,531 | 0,514 | 0,530 | 0,419 | 342,5 | 0,363 | 0,428 | 0,423 | 0,427 | 0,366 |
| 302,5 | 0,420 | 0,522 | 0,507 | 0,530 | 0,419 | 347,5 | 0,377 | 0,446 | 0,440 | 0,445 | 0,379 |
| 307,5 | 0,438 | 0,540 | 0,528 | 0,535 | 0,435 | 352,5 | 0,391 | 0,462 | 0,455 | 0,461 | 0,340 |
| 312,5 | 0,450 | 0,555 | 0,543 | 0,550 | 0,447 | 357,5 | 0,399 | 0,470 | 0,464 | 0,469 | 0,341 |
| 317,5 | 0,443 | 0,547 | 0,535 | 0,546 | 0,440 | 362,5 | 0,380 | 0,449 | 0,443 | 0,447 | 0,382 |
| 322,5 | 0,419 | 0,516 | 0,505 | 0,515 | 0,416 | 367,5 | 0,331 | 0,393 | 0,388 | 0,392 | 0,335 |
| 327,5 | 0,389 | 0,474 | 0,465 | 0,470 | 0,385 | 372,5 | 0,283 | 0,337 | 0,334 | 0,334 | 0,286 |
| 332,5 | 0,364 | 0,438 | 0,431 | 0,430 | 0,363 | | | | | | |

F.2.2.4 Formula 4

| pJg gel | Absorbansi | | | | | pJg gel | Absorbansi | | | | |
|------------|------------|-------|-------|-------|-------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 292,5 | 0,487 | 0,467 | 0,490 | 0,460 | 0,485 | 337,5 | 0,373 | 0,359 | 0,363 | 0,358 | 0,376 |
| 297,5 | 0,464 | 0,457 | 0,469 | 0,453 | 0,463 | 342,5 | 0,383 | 0,365 | 0,373 | 0,364 | 0,386 |
| 302,5 | 0,441 | 0,442 | 0,450 | 0,440 | 0,440 | 347,5 | 0,398 | 0,377 | 0,388 | 0,376 | 0,340 |
| 307,5 | 0,448 | 0,451 | 0,450 | 0,452 | 0,445 | 352,5 | 0,412 | 0,388 | 0,401 | 0,387 | 0,415 |
| 312,5 | 0,457 | 0,460 | 0,462 | 0,459 | 0,455 | 357,5 | 0,419 | 0,394 | 0,420 | 0,393 | 0,423 |
| 317,5 | 0,452 | 0,452 | 0,459 | 0,450 | 0,450 | 362,5 | 0,399 | 0,376 | 0,400 | 0,375 | 0,341 |
| 322,5 | 0,431 | 0,428 | 0,435 | 0,423 | 0,430 | 367,5 | 0,351 | 0,333 | 0,361 | 0,332 | 0,354 |
| 327,5 | 0,403 | 0,397 | 0,410 | 0,391 | 0,400 | 372,5 | 0,303 | 0,289 | 0,313 | 0,287 | 0,305 |
| 332,5 | 0,381 | 0,370 | 0,390 | 0,379 | 0,380 | | | | | | |

F.3 Hasil Analisis Statistik Persen Transmisi Eritema

F.3.1 *One-Way* ANOVA

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

| Formula | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| TE Formula 1 | .306 | 5 | .143 | .826 | 5 | .129 |
| Formula 2 | .201 | 5 | .200* | .933 | 5 | .619 |
| Formula 3 | .232 | 5 | .200* | .873 | 5 | .278 |
| Formula 4 | .377 | 5 | .019 | .795 | 5 | .074 |

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 | 10.451 | 3 | 16 | .000 |
| | Based on Median | 1.911 | 3 | 16 | .168 |
| | Based on Median and with adjusted df | 1.911 | 3 | 6.807 | .218 |
| | Based on trimmed mean | 9.850 | 3 | 16 | .001 |

c. Hasil Transformasi Data

Tests of Normality

| Formula | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|----------------|-----------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| TE_satupersqrt | Formula 1 | .261 | 5 | .200 [*] | .866 | 5 | .250 |
| | Formula 2 | .204 | 5 | .200 [*] | .940 | 5 | .669 |
| | Formula 3 | .229 | 5 | .200 [*] | .890 | 5 | .356 |
| | Formula 4 | .426 | 5 | .003 | .683 | 5 | .006 |

a. Lilliefors Significance Correction

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

Test of Homogeneity of Variance

| | | Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|----------------|--------------------------------------|------------------|-----|-------|------|
| TE_satupersqrt | Based on Mean | 2.686 | 3 | 16 | .081 |
| | Based on Median | 2.242 | 3 | 16 | .123 |
| | Based on Median and with adjusted df | 2.242 | 3 | 6.641 | .175 |
| | Based on trimmed mean | 2.802 | 3 | 16 | .073 |

d. Uji *Kruskal-Wallis*Test Statistics^{a,b}

| | TE_satupersqrt |
|-------------|----------------|
| Chi-Square | 8.394 |
| df | 3 |
| Asymp. Sig. | .039 |

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Formula

e. Uji *Mann-Whitney***Ranks**

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

Test Statistics^b

| | TE_satupersqrt |
|--------------------------------|-------------------|
| 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

Ranks

| | Formula | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
|----------------|-----------|----|-----------|--------------|
| TE_satupersqrt | Formula 1 | 5 | 6.00 | 30.00 |
| | Formula 3 | 5 | 5.00 | 25.00 |
| | Total | 10 | | |

Test Statistics^b

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

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Ranks

| | Formula | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
|----------------|-----------|----|-----------|--------------|
| TE_satupersqrt | Formula 1 | 5 | 5.60 | 28.00 |
| | Formula 4 | 5 | 5.40 | 27.00 |
| | Total | 10 | | |

Test Statistics^b

| | TE_satupersqrt |
|--------------------------------|--------------------|
| 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 |
|----------------|-----------|----|-----------|--------------|
| TE_satupersqrt | Formula 2 | 5 | 8.00 | 40.00 |
| | Formula 3 | 5 | 3.00 | 15.00 |
| | Total | 10 | | |

Test Statistics^b

| | TE_satupersqrt |
|--------------------------------|-------------------|
| 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 |
|----------------|-----------|----|-----------|--------------|
| TE_satupersqrt | Formula 2 | 5 | 8.00 | 40.00 |
| | Formula 4 | 5 | 3.00 | 15.00 |
| | Total | 10 | | |

Test Statistics^b

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

Ranks

| | Formula | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
|----------------|-----------|----|-----------|--------------|
| TE_satupersqrt | Formula 3 | 5 | 5.60 | 28.00 |
| | Formula 4 | 5 | 5.40 | 27.00 |
| | Total | 10 | | |

Test Statistics^b

| | TE_satupersqrt |
|--------------------------------|--------------------|
| 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

F.3.2 T-TEST

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

| Formula | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | | |
|-----------|---------------------------------|------|------|-------------------|------|------|------|
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. | |
| TEsebelum | Formula 1 | .305 | 5 | .144 | .826 | 5 | .129 |
| | Formula 2 | .201 | 5 | .200 [*] | .934 | 5 | .625 |
| | Formula 3 | .437 | 5 | .002 | .637 | 5 | .002 |
| | Formula 4 | .378 | 5 | .019 | .795 | 5 | .074 |
| TEsetelah | Formula 1 | .312 | 5 | .127 | .845 | 5 | .179 |
| | Formula 2 | .227 | 5 | .200 [*] | .881 | 5 | .314 |
| | Formula 3 | .342 | 5 | .057 | .726 | 5 | .018 |
| | Formula 4 | .277 | 5 | .200 [*] | .875 | 5 | .285 |

b. Transformasi Data

Tests of Normality

| Formula | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|------------|-----------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| TE_setelah | Formula 1 | .398 | 5 | .010 | .685 | 5 | .007 |
| | Formula 2 | .218 | 5 | .200* | .878 | 5 | .298 |
| | Formula 3 | .359 | 5 | .034 | .713 | 5 | .013 |
| | Formula 4 | .266 | 5 | .200* | .889 | 5 | .351 |
| TE_sebelum | Formula 1 | .346 | 5 | .050 | .757 | 5 | .034 |
| | Formula 2 | .197 | 5 | .200* | .928 | 5 | .582 |
| | Formula 3 | .231 | 5 | .200* | .856 | 5 | .215 |
| | Formula 4 | .335 | 5 | .069 | .868 | 5 | .258 |

a. Lilliefors Significance Correction

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

c. Uji *Wilcoxon*

Ranks

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

a. TE_setelah < TE_sebelum

b. TE_setelah > TE_sebelum

c. TE_setelah = TE_sebelum

Test Statistics^b

| | |
|------------------------|----------------------------|
| | TE_setelah - TE_sebelum |
| Z | -3.920 ^a |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | .000 |

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

F.4 Hasil Analisis Statistik Persen Transmisi Pigmentasi**F.4.1 Uji *One-Way* ANOVA**

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

| Formula | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| TPsebelum Formula 1 | .400 | 5 | .009 | .694 | 5 | .008 |
| Formula 2 | .382 | 5 | .016 | .728 | 5 | .018 |
| Formula 3 | .219 | 5 | .200* | .898 | 5 | .400 |
| Formula 4 | .347 | 5 | .049 | .792 | 5 | .070 |

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. |
|---|------------------|-----|-------|------|
| TPsebelum Based on Mean | 2.084 | 3 | 16 | .143 |
| Based on Median | .612 | 3 | 16 | .617 |
| Based on Median and with adjusted df | .612 | 3 | 7.144 | .628 |
| Based on trimmed mean | 1.551 | 3 | 16 | .240 |

c. Hasil Transformasi Data

Tests of Normality

| Formula | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| TPkuadrat Formula 1 | .437 | 5 | .002 | .625 | 5 | .001 |
| Formula 2 | .414 | 5 | .005 | .673 | 5 | .005 |
| Formula 3 | .230 | 5 | .200* | .893 | 5 | .374 |
| Formula 4 | .368 | 5 | .026 | .756 | 5 | .034 |

a. Lilliefors Significance Correction

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

Test of Homogeneity of Variance

| | | Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|-----------|--------------------------------------|------------------|-----|-------|------|
| TPkuadrat | Based on Mean | 2.552 | 3 | 16 | .092 |
| | Based on Median | .536 | 3 | 16 | .664 |
| | Based on Median and with adjusted df | .536 | 3 | 6.954 | .672 |
| | Based on trimmed mean | 1.860 | 3 | 16 | .177 |

d. Uji *Kruskall-Wallis*Test Statistics^{a,b}

| | TPkuadrat |
|-------------|-----------|
| Chi-Square | 10.634 |
| df | 3 |
| Asymp. Sig. | .014 |

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:

Formula

e. Uji Mann-Whitney

Ranks

| | Formula | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
|-----------|-----------|----|-----------|--------------|
| TPkuadrat | Formula 1 | 5 | 6.40 | 32.00 |
| | Formula 2 | 5 | 4.60 | 23.00 |
| | Total | 10 | | |

Test Statistics^b

| | TPkuadrat |
|--------------------------------|-------------------|
| 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 |
|-----------|-----------|----|-----------|--------------|
| TPkuadrat | Formula 1 | 5 | 4.00 | 20.00 |
| | Formula 3 | 5 | 7.00 | 35.00 |
| | Total | 10 | | |

Test Statistics^b

| | TPkuadrat |
|--------------------------------|-------------------|
| 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 |

Ranks

| | Formula | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
|-----------|-----------|----|-----------|--------------|
| TPkuadrat | Formula 1 | 5 | 3.80 | 19.00 |
| | Formula 4 | 5 | 7.20 | 36.00 |
| | Total | 10 | | |

Test Statistics^b

| | TPkuadrat |
|--------------------------------|-------------------|
| Mann-Whitney U | 4.000 |
| Wilcoxon W | 19.000 |
| Z | -1.776 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | .076 |
| Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] | .095 ^a |

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula

Ranks

| | Formula | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
|-----------|-----------|----|-----------|--------------|
| TPkuadrat | Formula 2 | 5 | 4.00 | 20.00 |
| | Formula 3 | 5 | 7.00 | 35.00 |
| | Total | 10 | | |

Test Statistics^b

| | TPkuadrat |
|--------------------------------|-------------------|
| 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 |

Ranks

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

Test Statistics^b

| | TPkuadrat |
|--------------------------------|-------------------|
| 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 |
|-----------|-----------|----|-----------|--------------|
| TPkuadrat | Formula 3 | 5 | 3.00 | 15.00 |
| | Formula 4 | 5 | 8.00 | 40.00 |
| | Total | 10 | | |

Test Statistics^b

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

F.4.2 T-TEST

a. Uji Normalitas

Tests of Normality

| Formula | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------|-----------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| TPsebelum | Formula 1 | .400 | 5 | .009 | .694 | 5 | .008 |
| | Formula 2 | .382 | 5 | .016 | .728 | 5 | .018 |
| | Formula 3 | .219 | 5 | .200* | .898 | 5 | .400 |
| | Formula 4 | .347 | 5 | .049 | .792 | 5 | .070 |
| TPsetelah | Formula 1 | .212 | 5 | .200* | .893 | 5 | .373 |
| | Formula 2 | .207 | 5 | .200* | .926 | 5 | .567 |
| | Formula 3 | .352 | 5 | .042 | .747 | 5 | .028 |
| | Formula 4 | .201 | 5 | .200* | .921 | 5 | .533 |

a. Lilliefors Significance Correction

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

b. Hasil Transfromasi Data

Tests of Normality

| Formula | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---------------|-----------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| TPsebelumsqrt | Formula 1 | .371 | 5 | .023 | .740 | 5 | .024 |
| | Formula 2 | .362 | 5 | .031 | .758 | 5 | .035 |
| | Formula 3 | .214 | 5 | .200* | .901 | 5 | .413 |
| | Formula 4 | .335 | 5 | .068 | .811 | 5 | .098 |
| TPsesudahsqrt | Formula 1 | .214 | 5 | .200* | .894 | 5 | .379 |
| | Formula 2 | .227 | 5 | .200* | .940 | 5 | .665 |
| | Formula 3 | .346 | 5 | .050 | .747 | 5 | .028 |
| | Formula 4 | .201 | 5 | .200* | .921 | 5 | .535 |

a. Lilliefors Significance Correction

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

c. Uji *Wilcoxon***Ranks**

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

a. TPsesudahsqr < TPsebelumsqr

b. TPsesudahsqr > TPsebelumsqr

c. TPsesudahsqr = TPsebelumsqr

Test Statistics^b

| | TPsesudahsqr - TPsebelumsqr |
|------------------------|--------------------------------|
| Z | -3.920 ^a |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | .000 |

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

G. CONTOH PERHITUNGAN

G.1 Contoh Perhitungan Preparasi Sampel

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

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

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

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

G.2 Contoh Perhitungan Nilai SPF *In Vitro*

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

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

$$\frac{1,995 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ppm} = 199,5 \text{ ppm}$$

$$\frac{0,5 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 199,5 \text{ ppm} = 9,975 \text{ ppm}$$

Nilai absorbansi pada 9,975 ppm diubah menjadi 10 ppm

Contoh besar absorbansi = 0,593

$$\frac{10 \text{ ppm}}{9,975 \text{ ppm}} \times 0,593 = 0,594486$$

AUC

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

$$[AUC]_{\lambda_p-a}^{\lambda_p} = \frac{0,594486 + 0,603509}{2} (291 - 290) \\ = 0,598998$$

SPF

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

$$\text{Log SPF} = \frac{50,950877}{391 - 290} \times 2$$

$$\text{SPF} = 10,2077$$

G.3 Contoh Perhitungan Nilai Persen Transmisi Eritema

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

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

$$\frac{28,5 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ppm} = 2850 \text{ ppm} = 2,85 \text{ g/L}$$

$$\frac{0,5 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 2850 \text{ ppm} = 142,5 \text{ ppm} = 0,1425 \text{ g/L}$$

Nilai absorbansi pada 0,1425 g/l diubah menjadi 1 g/l

Contoh nilai absorbansi sebesar 0,612

$$\frac{1 \text{ g/L}}{0,1425 \text{ g/L}} \times 0,612 = 4,294737$$

Nilai absorbansi pada 1 g/L dikonversi menjadi nilai transmisi

$$A = -\log T$$

$$4,294737 = -\log T$$

$$T = 0,005072980 \%$$

Selanjutnya dihitung T x Fe untuk nilai persen transmisi eritema

$$\begin{aligned} T \times Fe &= 0,005072980 \times 1,139 \mu \text{ W/cm}^2 \\ &= 0,005778124 \mu \text{ W/cm}^2 \end{aligned}$$

Selanjutnya nilai persen transmisi eritema dihitung berdasarkan rumus :

$$\text{Persen TE} = \frac{\sum(T \times Fe)}{\sum Fe}$$

Sehingga formula ini memiliki nilai persen transmisi eritema sebesar 0,003758186.

G.4 Contoh Perhitungan Nilai Persen Transmisi Pigmentasi

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

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

$$\frac{28,5 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ppm} = 2850 \text{ ppm} = 2,85 \text{ g/L}$$

$$\frac{0,5 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 2850 \text{ ppm} = 142,5 \text{ ppm} = 0,1425 \text{ g/L}$$

Nilai absorbansi pada 0,1425 g/l diubah menjadi 1 g/l

Contoh nilai absorbansi sebesar 0,625

$$\frac{1 \text{ g/L}}{0,1425 \text{ g/L}} \times 0,625 = 4,385965$$

Nilai absorbansi pada 1 g/L dikonversi menjadi nilai transmisi

$$A = -\log T$$

$$4,385965 = -\log T$$

$$T = 0,00411829 \%$$

Selanjutnya dihitung T x Fe untuk nilai persen transmisi pigmentasi

$$\begin{aligned} T \times Fe &= 0,00411829 \times 1,079 \mu \text{ W/cm}^2 \\ &= 0,004436664 \mu \text{ W/cm}^2 \end{aligned}$$

Selanjutnya nilai persen transmisi pigmentasi dihitung berdasarkan rumus :

$$\text{Persen TE} = \frac{\sum(T \times Fp)}{\sum Fp}$$

Sehingga formula ini memiliki nilai persen transmisi pigmentasi sebesar 0,027106213.

H. TABEL TETAPAN FLUKS ERITEMA DAN TETAPAN FLUKS PIGMENTASI (Cumpelik, 1972)

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