



**OPTIMASI KOMPOSISI ZINK OKSIDA DAN ASAM  
GLIKOLAT DALAM KRIM TABIR SURYA KOMBINASI  
*BENZOPHENONE-3* DAN *OCTYL METHOXYCINNAMATE*  
DENGAN DESAIN FAKTORIAL**

**SKRIPSI**

Oleh

**Ahcmad Subhan Zainuri  
NIM 132210101088**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**



**OPTIMASI KOMPOSISI ZINK OKSIDA DAN ASAM  
GLIKOLAT DALAM KRIM TABIR SURYA KOMBINASI  
*BENZOPHENONE-3* DAN *OCTYL METHOXYCINNAMATE*  
DENGAN DESAIN FAKTORIAL**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Ahcmad Subhan Zainuri**  
**NIM 132210101088**

**FAKULTAS FARMASI**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**2017**

## PERSEMBAHAN

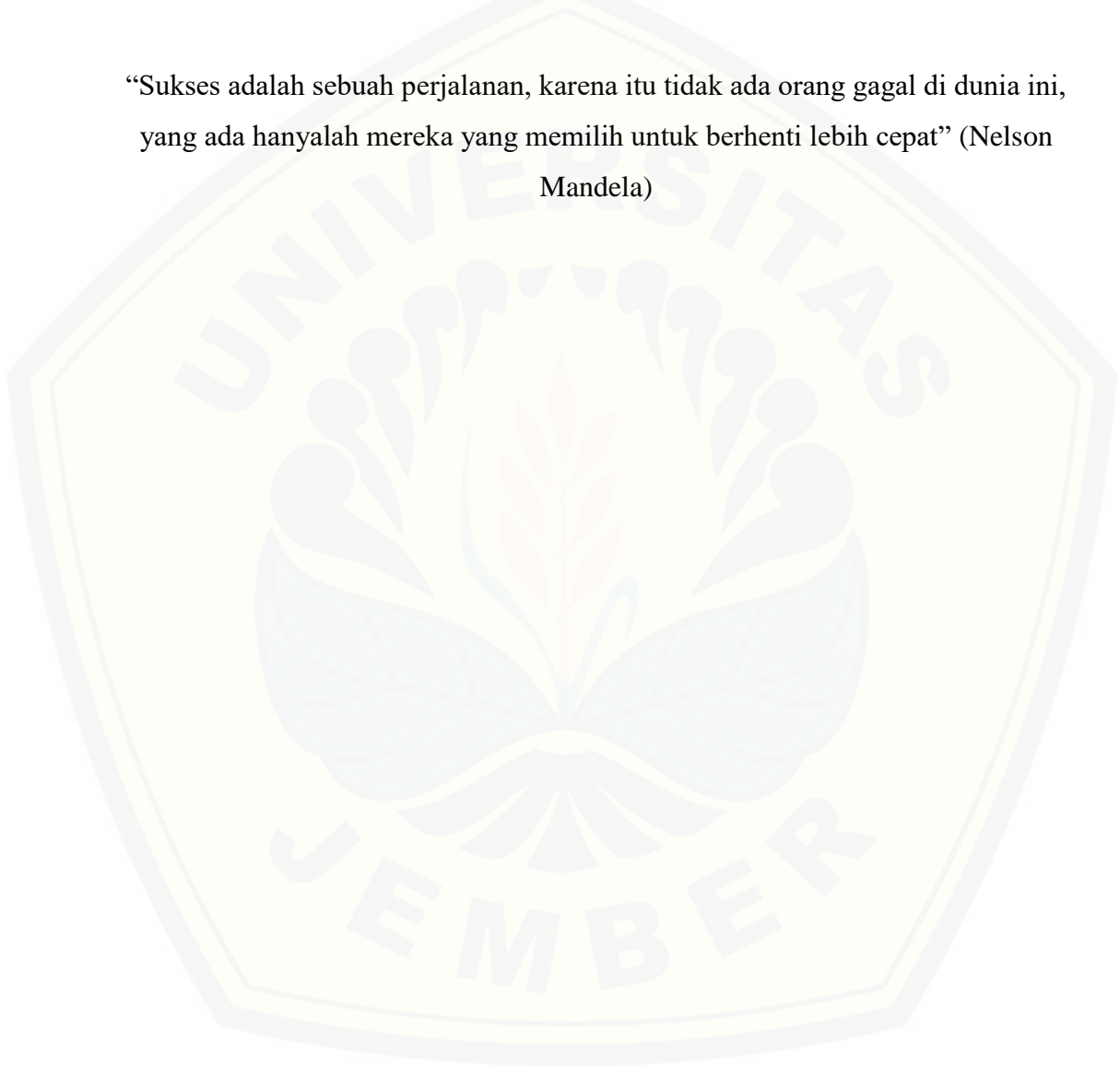
Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan petunjuk, rahmat dan ridho-Nya kepada setiap hamba-Nya.
2. Orang tua penulis Rama Musahnan dan Ibu Suhadiyah, atas doa, jerih payah, kasih sayang, nasihat, dukungan, dan motivasi yang selalu mengiringi setiap langkah penulis.
3. Bapak dan ibu guru TK Tunas Rimba, SD N 1 Alasbuluh, SMP N 1 Wongsorejo, SMA N 1 Wongsorejo, serta dosen dan segenap civitas akademika Universitas Jember khususnya Fakultas Farmasi, yang telah menjadi tempat menimba ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.
4. Teman-teman angkatan Farmasi 2013 terimakasih atas dukungan dan semangat kebersamaan yang sudah diberikan.

**MOTTO**

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa-apa yang ada pada diri mereka” (QS. Ar-Rad 13:11)

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



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahcmad Subhan Zainuri

NIM : 132210101088

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Optimasi Komposisi Zink Oksida Dan Asam Glikolat Dalam Krim Tabir Surya Kombinasi *Benzophenone-3* dan *Octyl Methoxycinnamate* Dengan Desain Faktorial” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah penulis sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Penulis bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 09 Agustus 2017

Yang menyatakan,

Ahcmad Subhan Zainuri

NIM. 132210101088

**SKRIPSI**

**OPTIMASI KOMPOSISI ZINK OKSIDA DAN ASAM  
GLIKOLAT DALAM KRIM TABIR SURYA KOMBINASI  
*BENZOPHENONE-3* DAN *OCTYL METHOXYCINNAMATE*  
DENGAN DESAIN FAKTORIAL**

Oleh

Ahcmad Subhan Zainuri

NIM. 132210101088

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Viddy Agustian R, S.Farm., M.Sc., Apt.

Dosen Pembimbing Anggota : Eka Deddy Irawan, S.Si., M.Sc., Apt.

**PENGESAHAN**

Skripsi Berjudul “Optimasi Komposisi Zink Oksida Dan Asam Glikolat Dalam Krim Tabir Surya Kombinasi *Benzophenone-3* dan *Octyl Methoxycinnamate* Dengan Desain Faktorial” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jumat, Juli 2017

Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

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

NIP 198608302009121007

NIP 197530092001121001

Tim Penguji

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

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

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

NIP 198401242008011001

NIP 197604142002122001

Mengesahkan

Dekan,

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

NIP 197604142002122001



## RINGKASAN

**Optimasi Komposisi Zink Oksida Dan Asam Glikolat Dalam Krim Tabir Surya Kombinasi *Benzophenone-3* dan *Octyl Methoxycinnamate* Dengan Desain Faktorial:** Ahcmad Subhan Zainuri, 132210101088; 09 Agustus 2017; 140 halaman; Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

Sinar ultraviolet (UV) yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu: UVA (320-400 nm), UVB (290-320 nm), dan UVC (290 nm). Paparan sinar matahari memiliki dua efek yaitu efek menguntungkan serta efek yang merugikan. Efek merugikan tersebut terutama disebabkan oleh sinar ultraviolet A dan B. (Barel dkk., 2009; Caswell, 2001). Salah satu cara mencegah efek buruk paparan sinar matahari terhadap kulit dapat dilakukan dengan menggunakan tabir surya (Draelos dan Thaman, 2006). *UV filter* organik yang disetujui oleh FDA adalah *octyl methoxycinnamate* sebagai antiUVB dan *benzophenone-3* sebagai antiUVA (Barel dkk., 2009). *UV filter* organik memiliki karakteristik *photolabile* dan kehilangan 50% dari sifat *photoprotective* setelah 1 jam terpapar UV, sebaliknya *UV filter* anorganik memiliki karakteristik *photostable* setelah terpapar UV (Wang dkk., 2010). *UV filter* anorganik pada penelitian ini adalah zink oksida (ZnO). Menurut Wardhani (2006) ZnO dapat mempengaruhi pH sediaan tabir surya. Semakin besar konsentrasi ZnO yang ditambahkan, maka semakin besar pH sediaan tabir surya. Efektivitas tabir surya dapat dipengaruhi oleh derajat keasaman (pH) baik pH basis sediaan maupun bahan lain yang bersifat asam, sehingga dilakukan penambahan AHA (alpha hydroxy acid) ke dalam formula tabir surya yaitu asam glikolat.

Penelitian ini menggunakan 2 level dan 2 faktor yang dirancang berdasarkan desain faktorial sehingga menghasilkan 4 rancangan formula. Faktor yang digunakan yaitu zink oksida dan asam glikolat, sedangkan level yang digunakan untuk ZnO yaitu 0,5% dan 2 %. Penggunaan asam glikolat yaitu 1% dan 2%. Sediaan dibuat dalam basis *vanishing cream*. Evaluasi sediaan krim yang dilakukan meliputi pengamatan organoleptis, uji homogenitas, uji tipe krim, uji daya sebar, uji viskositas, uji pH, uji SPF, dan uji % transmisi eritema serta uji %



transmisi pigmentasi. Hasil pengujian viskositas, pH, SPF, % transmisi eritema dan pigmentasi dipilih sebagai respon untuk menentukan formula optimum.

Hasil pengujian viskositas menunjukkan bahwa viskositas  $F(ab) > F(a) > F(1) > F(b)$ . Zink oksida memiliki efek +27,5; asam glikolat memiliki efek -0,84; dan kombinasi keduanya memiliki efek +7,5. Berdasarkan hal ini maka diketahui bahwa zink oksida meningkatkan viskositas sediaan krim tabir surya dengan nilai efek sebesar 27,5. Asam glikolat diketahui dapat menurunkan viskositas dengan nilai efek dengan nilai efek sebesar 0,84. Kombinasi keduanya meningkatkan viskositas sediaan krim tabir surya dengan nilai efek sebesar 7,5. Hasil pengujian pH menunjukkan bahwa pH  $F(a) > F(1) > F(ab) > F(b)$ . Zink oksida memiliki efek +0,32; asam glikolat memiliki efek -0,46; dan kombinasi keduanya memiliki efek +0,114. Berdasarkan hal ini maka diketahui bahwa zink oksida meningkatkan pH sediaan krim tabir surya dengan nilai efek sebesar 0,32. Asam glikolat diketahui dapat menurunkan pH dengan nilai efek sebesar 0,46. Kombinasi keduanya meningkatkan pH sediaan krim tabir surya dengan nilai efek sebesar 0,114. Hasil pengujian SPF menunjukkan bahwa nilai SPF  $F(ab) > F(a) > F(1) > F(b)$ . Zink oksida memiliki efek +9,56; asam glikolat memiliki efek -8,3; dan kombinasi keduanya memiliki efek +9,58. Berdasarkan hal ini maka diketahui bahwa zink oksida meningkatkan nilai SPF sediaan krim tabir surya dengan nilai efek sebesar 9,56. Asam glikolat diketahui dapat meningkatkan nilai SPF dengan nilai efek sebesar 8,3. Kombinasi keduanya meningkatkan nilai SPF sediaan krim tabir surya dengan nilai efek sebesar 9,58. Hasil pengujian % transmisi eritema menunjukkan bahwa nilai % transmisi eritema  $F(a) > F(1) > F(b) > F(ab)$ . Zink oksida memiliki efek  $-1,783 \cdot 10^{-4}$ ; asam glikolat memiliki efek  $-9,716 \cdot 10^{-4}$ ; dan kombinasi keduanya memiliki efek  $-1,302 \cdot 10^{-3}$ . Berdasarkan hal ini maka diketahui bahwa zink oksida menurunkan nilai % transmisi eritema sediaan krim tabir surya dengan nilai efek sebesar  $1,783 \cdot 10^{-4}$ . Asam glikolat diketahui dapat menurunkan nilai % transmisi eritema dengan nilai efek sebesar  $9,716 \cdot 10^{-4}$ . Kombinasi keduanya menurunkan nilai % transmisi eritema sediaan krim tabir surya dengan nilai efek sebesar  $1,302 \cdot 10^{-3}$ . Hasil pengujian % transmisi pigmentasi menunjukkan bahwa nilai % transmisi

pigmetasi  $F(a) > F(1) > F(b) > F(ab)$ . Zink oksida memiliki efek -0,56; asam glikolat memiliki efek -9,72; dan kombinasi keduanya memiliki efek -8,1. Berdasarkan hal ini maka diketahui bahwa zink oksida menurunkan nilai % transmisi pigmentasi sediaan krim tabir surya dengan nilai efek sebesar 0,56. Asam glikolat diketahui dapat menurunkan nilai % transmisi pigmentasi dengan nilai efek sebesar 9,72. Kombinasi keduanya menurunkan nilai % transmisi pigmentasi sediaan krim tabir dengan nilai efek surya sebesar 8,1.

Analisis varian menunjukkan bahwa zink oksida, asam glikolat, dan interaksi keduanya mempunyai nilai  $p < 0,0001$ , yang berarti berpengaruh signifikan terhadap respon pH dan SPF ( $p < 0,05$ ). Analisis varian menunjukkan bahwa zink oksida nilai  $p < 0,0001$  yang berarti zink oksida berpengaruh signifikan terhadap respon viskositas. Asam glikolat nilai  $p 0,6305$ , dan interaksi keduanya mempunyai nilai  $p 0,0020$ , yang berarti asam glikolat dan interaksi keduanya tidak berpengaruh signifikan terhadap respon viskositas. Analisis varian menunjukkan bahwa zink oksida nilai  $p 0,2856$  dan asam glikolat nilai  $p 0,0002$  yang berarti zink oksida dan asam tidak berpengaruh signifikan terhadap respon % TE. Interaksi keduanya mempunyai nilai  $p < 0,0001$ , yang berarti interaksi keduanya berpengaruh signifikan terhadap respon % TE. Analisis varian menunjukkan bahwa zink oksida nilai  $p 0,3872$  yang berarti zink oksida tidak berpengaruh signifikan terhadap respon % TP. Asam glikolat dan interaksi keduanya mempunyai nilai  $p < 0,0001$ , yang berarti interaksi keduanya berpengaruh signifikan terhadap respon % TP. Penentuan formula optimum menggunakan desain faktorial dengan kriteria respon yang diinginkan untuk pH adalah antara 4,5-6,5, viskositas antara 50-120 dPa.s, SPF antara 8-31,473, & transmisi eritema antara 0-1% dan % transmisi pigmentasi antar 3-40%. Daerah optimum yang berwarna kuning pada overlay plot menunjukkan jumlah kombinasi zink oksida dan asam glikolat untuk formula optimum adalah 2% dan 1.828%

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Komposisi Zink Oksida Dan Asam Glikolat Dalam Krim Tabir Surya Kombinasi *Benzophenone-3* dan *Octyl Methoxycinnamate* Dengan Desain Faktorial”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Farmasi Universitas Jember.

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

1. Allah S.W.T, atas ijin-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini untuk pencapaian gelar Sarjana Farmasi.
2. Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember, Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm.,Apt.
3. Bapak Viddy Agustian R, S.Farm.,M.Sc.,Apt. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Eka Deddy Irawan., S.si.,M.Sc.,Apt. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang penuh kesabaran memberi bimbingan, dukungan, meluangkan waktu, doa dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini sehingga bisa terlaksana dengan baik.
4. Bapak Dwi Nurahmanto, S.Farm., Apt.,M.Sc. selaku Dosen Penguji I dan Ibu Lestyo Wulandari, S.Si.,M.Farm.,Apt. selaku Dosen Penguji II, terima kasih atas saran dan kritik yang berguna untuk penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Nia Kristiningrum, S.Farm.,M.Farm.,Apt. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu sabar memberikan bimbingannya kepada penulis.
6. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan, saran dan kritik kepada penulis.
7. Keluarga penulis yang telah memberikan semangat yang besar, perhatian, kasih sayang, tenaga, pikiran, dan doa pada penulis terutama selama penyusunan skripsi ini.

8. Teman-teman seperjuangan penelitian dilaboraturium farmasetika khususnya SUNPRO: mega, chacha, lisa, deni, dan mia restu yang selalu siap memberi dukungan, bantuan dan doan hingga penelitian ini selesai.
9. Teknisi Laboratorium Farmasetika (Mbak Titin dan Bu. Itus) dan Karyawan (Pak Saifus, Bu indra, dan Bu ita)
10. Saudara-saudaraku diMPA PRING KUNING: wileng, codot, mbulak, kecap, tayeng, jebol, ketan, pager, bandar, cebong, welas, pibang, mbeng, korban, njeggigis, dan saudara yang lainnya yang telah memberikan ilmu dan doanya.
11. Keluarga koboi kampus: oyum, deni, rifqi, iqbal, mirza, sugi, ridho, reza, Edwin, bayu, syafiq, bagus, dan rendha yang telah memberi inspirasi, semangat, dan doa selalu, terimakasih kawan.
12. Partner *sharing*, belajar, cerita: Tanjung Prabandari terimakasih selalu setia memberi semangat, doa, bantuan sampai saat ini.
13. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2013 yang telah berjuang bersama-sama demi sebuah gelar Sarjana Farmasi yang akan selalu menjadi sebuah keluarga.
14. Teman-teman KKN Universitas Jember Gelombang II T.A 2016/2017 Desa Kupang, Kecamatan Pakem, Kabupaten Bondowoso.
15. Seluruh civitas akademika dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Jember, 09 Agustus 2017

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN</b> .....	v
<b>PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Radiasi Matahari.....	5
2.2 Kulit.....	6
2.2.1 Anatomi Kulit .....	7
2.2.2 Fungsi Kulit.....	10
2.2.3 Perlindungan Alami Kulit .....	11
2.2.4 Respon Kulit Terhadap Paparan Sinar UV .....	12
2.3 Tabir Surya .....	13
2.3.1 Tinjauan Tabir Surya.....	13
2.3.2 Mekanisme Aksi Tabir Surya .....	14
2.3.3 Efektivitas Tabir Surya .....	15
2.4 Krim.....	18



2.5	Tinjauan Desain Faktorial .....	18
2.6	Tinjauan Bahan Penelitian.....	20
2.6.1	<i>Octyl methoxycinnamate</i> .....	20
2.6.2	<i>Benzophenone-3</i> .....	20
2.6.3	Zink Oksida (ZnO).....	21
2.6.4	Asam Glikolat .....	22
<b>BAB 3.</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>23</b>
3.1	Rancangan Penelitian .....	23
3.2	Alat dan Bahan Penelitian .....	23
3.2.1.	Alat.....	23
3.2.2.	Bahan.....	23
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	24
3.4	Prosedur Penelitian.....	25
3.4.1.	Rancangan Formula Sediaan Krim Tabir Surya .....	27
3.4.2.	Pembuatan Sediaan Krim Tabir Surya.....	27
3.4.3.	Evaluasi Sediaan Krim Tabir Surya.....	27
3.4.4.	Penentuan Nilai SPF <i>In Vitro</i> .....	29
3.4.5.	Penentuan Nilai % Transmisi Eritema (%TE) .....	30
3.4.6.	Penentuan Nilai % Transmisi Pigmentasi (%TP) .....	30
3.5	Analisis Data .....	31
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>32</b>
4.1	Hasil Pembuatan Krim .....	32
4.2	Hasil Evaluasi Krim .....	33
4.2.1.	Hasil Pengujian Sifat Fisika Kimia Sediaan Krim Tabir Surya.....	34
4.2.2.	Hasil Evaluasi Efektivitas <i>In Vitro</i> Sediaan Krim Tabir Surya.....	43
<b>BAB 5.</b>	<b>PENUTUP</b> .....	<b>55</b>
5.1.	Kesimpulan.....	55
5.2.	Saran.....	55
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>57</b>
	<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>61</b>

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur kulit .....	7
Gambar 2.2 Lapisan epidermis .....	8
Gambar 2.3 Mekanisme aksi tabir surya .....	14
Gambar 2.4 Struktur <i>octyl methoxycinnamate</i> .....	20
Gambar 2.5 Struktur <i>benzophenone-3</i> .....	21
Gambar 2.6 Asam glikolat .....	22
Gambar 3.1 Skema langkah kerja penelitian.....	24
Gambar 4.1 Hasil pembuatan krim tabir surya .....	33
Gambar 4.2 Hasil pengujian tipe krim tabir surya .....	36
Gambar 4.3 <i>Contour plot</i> respon viskositas .....	40
Gambar 4.4 <i>Contour plot</i> respon pH.....	43
Gambar 4.5 <i>Contour plot</i> respon SPF .....	46
Gambar 4.6 <i>Contour plot</i> respon % transmisi eritema.....	49
Gambar 4.7 <i>Contour plot</i> respon % transmisi pigmentasi .....	52
Gambar 4.8 <i>overlay plot</i> .....	53



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Bahan aktif tabir surya .....	13
Tabel 2.2 Kategori Tabir Surya.....	18
Tabel 3.1 Rancangan desain faktorial .....	25
Tabel 3.2 Susunan aras faktor .....	25
Tabel 3.3 Rancangan formula .....	26
Tabel 4.1 Hasil pengujian organoleptis sediaan krim tabir surya .....	34
Tabel 4.2 Hasil pengujian homogenitas sediaan krim tabir surya .....	35
Tabel 4.3 Hasil pengujian tipe krim tabir surya .....	37
Tabel 4.4 Hasil pengujian daya sebar .....	37
Tabel 4.5 Hasil Evaluasi Viskositas Sediaan Krim Tabir Surya.....	38
Tabel 4.6 Hasil analisis efek faktor terhadap viskositas .....	39
Tabel 4.7 Hasil Pengujian pH Sediaan Krim Tabir Surya .....	41
Tabel 4.8 Hasil analisis efek faktor terhadap pH .....	42
Tabel 4.9 Hasil Pengujian SPF <i>In Vitro</i> Sediaan krim Tabir Surya.....	44
Tabel 4.10 Hasil analisis efek faktor terhadap SPF .....	45
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Nilai % Transmisi Eritema .....	47
Tabel 4.12 Hasil analisis efek faktor terhadap % transmisi eritema .....	48
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Nilai % Transmisi Pigmentasi .....	50
Tabel 4.14 Hasil analisis efek faktor terhadap % transmisi pigmentasi .....	51

DAFTAR LAMPIRAN

A.	Hasil pengujian daya sebar .....	62
B.	Hasil pengujian viskositas .....	63
C.	Hasil pengujian pH .....	64
D.	Hasil pengujian SPF secara <i>in vitro</i> .....	64
D.1.	Profil serapan tabir surya dalam Pelarut isopropanol .....	64
D.2.	Tabulasi nilai absorbansi dan nilai SPF .....	65
E.	Hasil pengujian % transmisi eritema <i>in vitro</i> .....	90
E.1.	Profil serapan tabir surya dalam Pelarut isopropanol .....	90
E.2.	Tabulasi nilai absorbansi dan nilai % transmisi eritema.....	92
F.	Hasil pengujian % transmisi pigmentasi <i>in vitro</i> .....	98
F.1.	Profil serapan tabir surya dalam Pelarut isopropanol .....	98
F.2.	Tabulasi nilai absorbansi dan nilai % transmisi pigmentasi .....	100
G.	Contoh perhitungan .....	105
G.1.	Contoh perhitungan preparasi sampel.....	105
G.2.	Contoh Perhitungan Nilai SPF <i>In Vitro</i> .....	105
G.3.	Contoh Perhitungan Nilai Persen Transmisi Eritema .....	106
H.	Tabel tetapan fluks eritema dan fluk pigmentasi.....	108
I.	Hasil analisis <i>design expert 10.0.1</i> .....	108
I.1.	Hasil analisis desain faktorial dan anova respon viskositas.....	108
I.2.	Hasil analisis efek faktor terhadap viskositas .....	109
I.3.	Hasil analisis desain faktorial dan anova respon pH .....	110
I.4.	Hasil analisis efek faktor terhadap pH .....	111
I.5.	Hasil analisis desain faktorial dan anova respon SPF.....	112
I.6.	Hasil analisis efek faktor terhadap SPF .....	113
I.7.	Hasil analisis desain faktorial dan anova % transmisi eritema .....	113
I.8.	Hasil analisis efek faktor terhadap % transmisi eritema.....	114
I.9.	Hasil analisis desain faktorial dan anova respon % transmisi pigmentasi.....	115
I.10.	Hasil analisis efek faktor terhadap % transmisi pigmentasi .....	116

J.	Solution formula optimum .....	117
K.	Sertifikat analisis .....	118



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sinar matahari menghasilkan radiasi yang tersusun dari sinar inframerah (>700 nm), sinar tampak (400-700 nm), dan ultraviolet (UV) yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu: UVA pada panjang gelombang 320-400 nm, UVB pada panjang gelombang 290-320 nm, dan UVC pada panjang gelombang kurang dari 290 nm. UVA terdiri dari dua subbagian: UVA I (340-400 nm) dan UVA II (320-340 nm). UVA menginduksi reaksi *photobiological*, seperti reaksi *tanning* yang menyebabkan kulit berwarna coklat akibat pembentukan melanin baru (Barel dkk., 2009; Zulkarnain dkk., 2013). UVB pada kulit dapat menyebabkan eritema, melanogenesis, kerusakan DNA dan karsinoma sel skuamosa (Caswell, 2001). UVC merupakan radiasi yang paling merusak secara biologis, akan tetapi sinar ini tidak dapat mencapai permukaan bumi karena mengalami penyerapan di lapisan ozon (Khan, 2014). UVC memiliki tingkat energi yang tinggi sehingga dapat menyebabkan kulit terbakar dan kerusakan kulit (Barel dkk., 2009). Salah satu cara mencegah efek buruk paparan sinar matahari terhadap kulit dapat dilakukan dengan menggunakan tabir surya (Draelos dan Thaman, 2006).

Fungsi tabir surya adalah untuk menyerap/menghamburkan/memantulkan sinar UV yang mengenai kulit, sehingga mengurangi efek radiasi yang berbahaya terhadap kulit. Hal ini dilakukan melalui penggunaan kombinasi UV *filter* dan pembawa yang membentuk lapisan di kulit (Draelos dan Thaman, 2006). Salah satu UV *filter* organik yang disetujui oleh FDA pada tahun 1978 adalah *ethylhexyl p-methoxycinnamate* yang lebih dikenal dengan *octyl methoxycinnamate*. *Octyl methoxycinnamate* menyerap secara maksimal pada panjang gelombang sekitar 305 nm, di wilayah UVB (Schueller dan Romanowski, 2003). *Octyl methoxycinnamate* membutuhkan kombinasi dengan antiUVB lain untuk mencapai nilai SPF yang lebih tinggi. *Oxybenzone* atau *benzophenone-3* menyerap secara efisien dikisaran UVB dan UVA II. Kombinasi *benzophenone-3* sebagai antiUVA dan *octyl methoxycinnamate* sebagai antiUVB berfungsi untuk

mencegah bahaya radiasi UV dengan spektrum yang lebih luas dan meningkatkan nilai *Sun Protection Factor* (SPF), sehingga efektivitas dari sediaan tabir surya dapat meningkat (Barel dkk., 2009). UV *filter* organik seperti *benzophenone-3* memiliki karakteristik *photolabile* dan kehilangan 50% dari sifat *photoprotective* setelah 1 jam terpapar UV, sebaliknya UV *filter* anorganik memiliki karakteristik *photostable* setelah terpapar UV (Wang dkk., 2010).

UV *filter* anorganik bekerja dengan cara menghamburkan dan memantulkan sinar UV. Saat ini, di Amerika Serikat hanya ada dua UV *filter* anorganik yang disetujui oleh FDA yaitu titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) dan zink oksida (ZnO). TiO<sub>2</sub> dan ZnO memiliki beberapa keunggulan, yaitu keduanya *photostable* dan memiliki tingkat alergi yang rendah (Wang dkk., 2010). ZnO dapat memberikan perlindungan lebih luas sampai UVA I (340-380 nm) dan cenderung kurang pucat pada kulit (Draelos dan Thaman, 2006). Menurut Wardhani (2006) dan Pramudyaningrum (2012) ZnO dapat mempengaruhi pH sediaan tabir surya. Semakin besar konsentrasi ZnO yang ditambahkan, maka semakin besar pH sediaan tabir surya. Efektivitas tabir surya dapat dipengaruhi oleh derajat keasaman (pH) baik pH basis sediaan maupun bahan lain yang bersifat asam. Semakin besar pH sediaan maka nilai SPF *in vitro* akan semakin menurun (Suhiadah, 2013). Senyawa asam yang dapat meningkatkan efektivitas sediaan tabir surya adalah golongan *Alpha Hidroxy Acid* (AHA) sebagai *acidifying agent* dan antioksidan (Draelos dan Thaman, 2006).

Menurut Badan POM (2006) AHA adalah asam organik yang terdiri dari dua rantai karbon atau lebih yang semakin panjang rantai karbonnya akan semakin besar berat molekulnya. Efektivitas AHA dalam kosmetik dipengaruhi oleh pH, konsentrasi, dan availibilitas asam bebasnya. *Alpha Hydroxy Acid* (AHA) adalah asam alfa hidroksi karboksilat termasuk garam dan esternya, terdiri dari: asam glikolat, asam laktat, asam malat, asam ttrat, asam mandelat, dan asam sitrat. Berdasarkan penelitian Ningrum (2008) dan Rosita dkk., (2010) tentang penambahan asam glikolat pada sediaan tabir surya kombinasi *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan konsentrasi asam glikolat 8-



12%, nilai SPF dari sediaan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi asam glikolat.

Berdasarkan acuan tersebut, peneliti melakukan penelitian terhadap sediaan tabir surya yang mengandung kombinasi *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan penambahan asam glikolat dan zink oksida. Penelitian ini dilakukan optimasi bahan aktif pemblok fisik yaitu zink oksida dan peningkat derajat keasaman yaitu asam glikolat menggunakan metode desain faktorial. Penelitian tentang optimasi komposisi zink oksida dan asam glikolat pada krim tabir surya kombinasi *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi tabir surya kimia dan tabir surya fisik serta AHA (*alpha hydroxy acid*) terhadap efektivitas tabir surya secara *in vitro* (SPF *in vitro*, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi).

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh zink oksida, asam glikolat, dan interaksi keduanya terhadap sifat fisika kimia (pH dan viskositas) krim tabir surya dengan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*?
2. Bagaimana pengaruh zink oksida, asam glikolat, dan interaksi keduanya terhadap efektivitas *in vitro* (SPF *in vitro*, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi) krim tabir surya menggunakan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*?
3. Berapakah konsentrasi optimum zink oksida dan asam glikolat yang dapat memberikan efektivitas krim tabir surya terbaik?

### 1.3 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh zink oksida, asam glikolat dan interaksi keduanya terhadap sifat fisika kimia (pH dan viskositas) krim tabir surya dengan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*
2. Mengetahui pengaruh zink oksida, asam glikolat, dan interaksi keduanya terhadap efektivitas *in vitro* (SPF *in vitro*, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi) krim tabir surya menggunakan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*
3. Mengetahui konsentrasi optimum zink oksida dan asam glikolat yang dapat memberikan efektivitas krim tabir surya terbaik.

### 1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah dalam pengembangan formulasi sediaan krim tabir surya yang efektif sebagai pelindung kulit dari bahaya radiasi sinar UV.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Radiasi Matahari

Sinar matahari menghasilkan radiasi yang tersusun dari sinar inframerah, sinar tampak, dan ultraviolet (UV) (Barel dkk., 2009; Zulkarnain dkk., 2013). Sinar matahari memiliki banyak efek yang menguntungkan, namun ada juga efek kurang menguntungkan yang disebabkan oleh paparan sinar matahari. Paparan sinar matahari yang terlalu lama dapat menimbulkan efek buruk pada kulit (Fidiyanti dan Taufikurohmah, 2012). Sinar UV terbagi menjadi tiga kelompok berdasarkan panjang gelombang: UVA, UVB dan UVC (Khan, 2014).

#### a. Sinar UVA

UVA merupakan sinar yang paling banyak menyebabkan kerusakan akibat radiasi sinar UV, sinar ini juga lebih *erythemagenic*. UVA 1.000 kali lebih efektif menyebabkan *sunburn* dibandingkan dengan UVB (Baron dan Kirkland, 2008). Radiasi UVA mempunyai efektivitas tertinggi pada panjang gelombang 340 nm. UVA bertanggung jawab terhadap perubahan warna kulit secara langsung menjadi lebih gelap tanpa menimbulkan kemerahan. UVA dibagi menjadi 2 yaitu:

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

#### b. Sinar UVB

Sinar UVB disebut juga radiasi sengatan matahari (*sunburn*) atau radiasi UV sedang, UVB mempunyai daerah panjang gelombang 290–320 nm dengan puncak efektivitas pada 297,6 nm. Sinar UVB adalah daerah UV eritemogenik yang lebih efektif menimbulkan eritema daripada *tanning*. Radiasi UVB menimbulkan *tanning* lambat yang ditandai dengan peningkatan aktivitas dan jumlah melanosit. Paparan tunggal dapat meningkatkan aktivitas melanosit sedangkan paparan yang berulang dapat meningkatkan jumlah melanosit. Radiasi UVB dalam jangka waktu yang lama menimbulkan kemerahan dan nyeri pada kulit (Tahir dkk., 2002). UVB dapat menyebabkan karsinogenik dan eritema. Pada kulit yang tidak terlindungi, *sunburn* akibat UVB biasanya terjadi dalam waktu 4

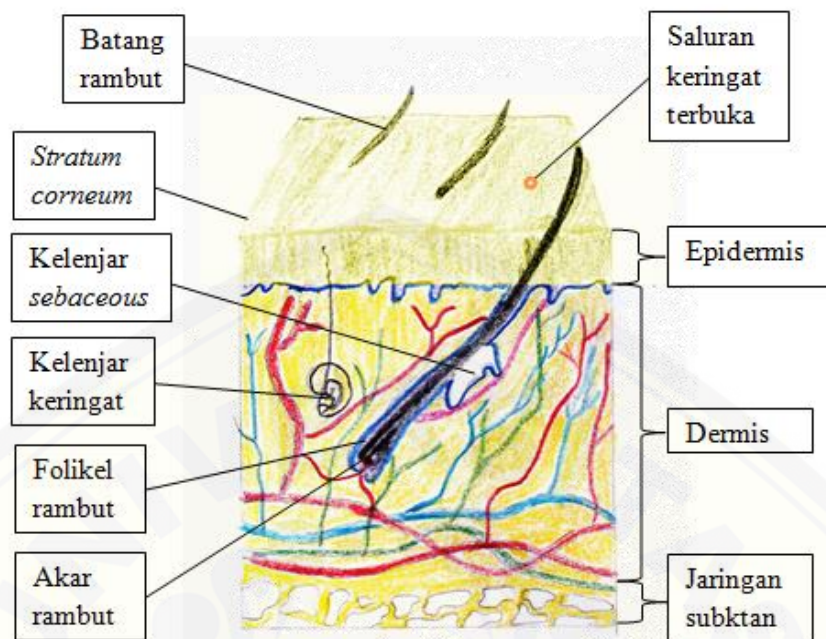
jam setelah paparan dan mencapai puncak dalam waktu 24 jam (Baron dan Kirkland, 2008).

c. Sinar UVC

Radiasi sinar UVC merupakan gelombang radiasi UV pendek atau radiasi germisidal, mempunyai panjang gelombang 200–290 nm. Radiasi UVC dapat menyebabkan kerusakan jaringan, akan tetapi sinar UV ini sebagian besar telah tersaring oleh lapisan ozon di atmosfer. UVC memiliki tingkat energi yang tinggi dan menyebabkan kulit terbakar dan bisa menghancurkan kulit (Barel dkk., 2009).

## 2.2 Kulit

Kulit adalah organ tubuh yang terletak paling luar dan menutupi seluruh tubuh dan melindungi dari berbagai jenis rangsangan eksternal, kerusakan organ didalamnya, dan hilangnya kelembaban (Adi dan Zulkarnain, 2015). Kulit adalah organ terbesar dari tubuh, sekitar 15% dari total berat badan orang dewasa (Kolarsick dkk., 2006). Permukaan total kulit manusia dewasa adalah sekitar 1,5-2 m<sup>2</sup> (Biederman, 2011). Ketebalan kulit manusia bervariasi, tergantung pada lokasi geografis, anatomi tubuh, usia, dan jenis kelamin. Umumnya, kulit pria lebih tebal daripada wanita. Namun, wanita memiliki lapisan lemak subkutan lebih tebal (Kolarsick dkk., 2006; Mitsui, 1997). Kulit dibagi menjadi tiga lapisan yaitu epidermis, dermis, dan jaringan subkutan. Berbagai adneksa-adneksa, seperti rambut, kuku, dan kelenjar (keringat dan *sebaceous*), juga ditemukan di kulit (Mitsui, 1997). Gambar struktur kulit dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur kulit (McLafferty dkk., 2012)

### 2.2.1 Anatomi Kulit

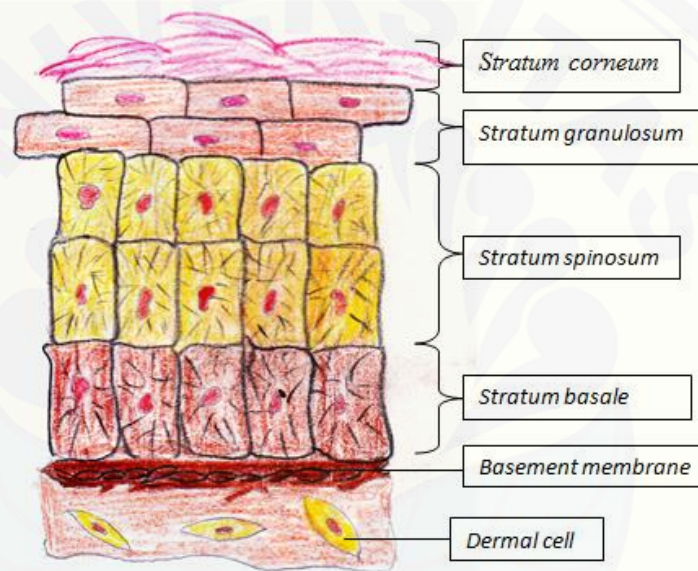
Kulit terdiri dari tiga lapisan: epidermis, dermis, dan jaringan subkutan (Kolarsick dkk., 2006) :

#### a. Lapisan Epidermis

Epidermis adalah lapisan luar kulit yang tipis. Sel-sel epidermis disebut keratinosit (Tranggono dkk., 2007). Keratinosit berproliferasi, sehingga membentuk lebih banyak sel yang dibedakan menjadi stratum spinosum, granulosum dan stratum korneum (Kolarsick dkk., 2006). Dari permukaan luar ke dalam, lapisan ini disebut lapisan tanduk (*stratum corneum*), lapisan granular, lapisan spinosus, dan lapisan basal. Lapisan basal terbentuk dari lapisan sel kolumnar (sel basal) berbatasan terhadap *membrane basement* yang bersentuhan dengan dermis (Mitsui, 1997).

Epidermis terdiri dari beberapa lapisan sel tebal sekitar 0,1-0,3 mm. Ketebalan epidermis berbeda-beda pada berbagai tempat di tubuh, yang paling tebal berukuran 1 milimeter terdapat pada telapak tangan dan telapak kaki, dan lapisan paling tipis berukuran 0,1 milimeter terdapat pada kelopak mata, pipi,

dahi, dan perut (Tranggono dkk., 2007). Epidermis terdiri atas epitel berlapis bentuk pipih, mengandung sel melanosit, langerhans, dan merkel. Pada epidermis terjadi regenerasi setiap 4-6 minggu (Mitsui, 1997). Lapisan epidermis memiliki beberapa fungsi yaitu: respon imun sebagai mekanisme perlindungan terhadap invasi benda asing (sel langerhans), melindungi terhadap pengaruh lingkungan fisik dan kimia, seperti sinar UV (melanosit) atau melawan serangan mikroba seperti bakteri, dan sintesis vitamin D (Kolarsick dkk., 2006; Mitsui, 1997). Gambar lapisan epidermis dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Lapisan epidermis (Biederman, 2011)

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

1). Lapisan Tanduk (*stratum corneum*)

*Stratum corneum* adalah lapisan heterogen epidermis terluar dan ketebalan sekitar 10-20  $\mu\text{M}$ . Setiap sel memiliki ketebalan sekitar 40  $\mu\text{M}$  dan diameter 0,5  $\mu\text{M}$  (Walters dan Dekker, 2002). *Stratum corneum* terdiri atas beberapa lapis sel pipih (*polyhedral*), *stratum corneum* kehilangan inti selama diferensiasi terminal dan dianggap mati, tidak mengalami proses metabolisme, tidak berwarna, dan sangat sedikit mengandung air (Kolarsick dkk., 2006; Tranggono dkk., 2007). Lapisan ini sebagian besar terdiri atas keratin, yaitu jenis protein yang tak larut



dalam air dan sangat resisten terhadap bahan-bahan kimia. Hal tersebut berkaitan dengan fungsinya melindungi tubuh dari pengaruh luar.

2). Lapisan Jernih (*stratum lucidum*)

Lapisan *stratum lucidum* terletak langsung di bawah *stratum corneum*, merupakan lapisan pipih, tanpa inti, dan jernih. Lapisan *stratum lucidum* sangat tampak jelas pada telapak tangan dan telapak kaki. *Stratum corneum* dan *stratum granulosum* terdapat lapisan keratin tipis yang disebut *rein's barrier* (Tranggono dkk., 2007).

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

Lapisan *stratum granulosum* merupakan lapis sel yang tersusun oleh sel-sel keratinosit yang berbentuk poligonal, berbutir kasar, dan berinti mengkerut (Tranggono dkk., 2007). Butiran *keratohyaline* bertanggung jawab untuk sintesis lebih lanjut dan modifikasi protein yang terlibat dalam keratinisasi. Lapisan granular memiliki ketebalan yang berbeda. Pada lapisan *cornified*, lapisan granular hanya 1-3 lapisan sel, sedangkan di bawah telapak tangan dan telapak kaki lapisan granular 10 lapisan sel (Kolarsick dkk., 2006).

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

*Stratum spinosum* (*pericicle cell layer*), yang terletak tepat di atas lapisan basal terdiri dari beberapa lapis sel yang terhubung satu sama lain dengan sel *stratum basale* oleh *desmosom* dan mengandung tonofilamen keratin yang menonjol. Sel-sel dari *stratum spinosum* memiliki sitoplasma lebih besar dari *stratum basale* (Walters dan Dekker, 2002). *Stratum spinosum* terdiri dari berbagai sel yang berbeda bentuk, struktur, dan sifat subseluler tergantung pada lokasinya. Sel *spinosum suprabasale* berbentuk *polyhedral* dan memiliki inti bulat, sedangkan sel lapisan *spinosum* atas umumnya lebih besar dalam ukuran dan lebih datar akibat dorongan ke arah permukaan kulit (Kolarsick dkk., 2006).

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

Lapisan basal, lapisan paling bawah epidermis yang membentuk lapisan sel di atas membran basal dengan mengalami pembelahan sel (Mitsui, 1997). Lapisan basal mengandung keratinosit berbentuk kolom yang menempel pada membran basement. Pada lapisan ini terdapat aktivitas mitosis dan bertanggung

jawab dalam pembaharuan sel epidermis secara konstan (Kolarsick dkk., 2006). Lapisan basal merupakan satu lapis sel yang mengandung melanosit dan enzim tirosinase, sehingga dapat mengubah tirosin menjadi *dihydroxyphenilalanine* (DOPA), *dopaquinone* membentuk melanin yang berpigmen. Melanin mempunyai kemampuan untuk menyerap radiasi sinar UV dan melindungi kulit dari bahaya radiasi sinar UV. (Barel dkk., 2009).

#### b. Lapisan Dermis

Lapisan dermis terdiri atas sel-sel berbagai macam bentuk. Dermis terdiri atas serabut kolagen dan elastin yang berada di dalam substansi dasar yang bersifat koloid dan terbuat dari gelatin mukopolisakarida. Serabut kolagen dapat mencapai 72 persen dari keseluruhan berat kulit manusia. Di dalam dermis terdapat adneksa kulit yaitu folikel rambut, papila rambut, kelenjar keringat, saluran keringat, kelenjar sebacea, otot penegak rambut, ujung pembuluh darah dan ujung saraf, juga sebagian serabut lemak yang terdapat pada bagian bawah kulit (Subkutis/hipodermis) (Tranggono dkk., 2007). Dermis merupakan bagian terbesar kulit yang memberikan kelenturan dan elastisitas. Dermis melindungi tubuh dari cedera mekanik, mengikat air, membantu dalam regulasi termal, dan termasuk reseptor rangsangan sensorik (Kolarsick dkk., 2006).

#### c. Lapisan Subkutan

Subkutan merupakan lapisan yang terdalam dari kulit atau disebut hipodermis yang terdiri atas lapisan lemak (50% dari lemak tubuh) serta sel-sel utama lainnya seperti fibroblas dan makrofag. Pada lapisan subkutis ini terdapat jaringan ikat (kolagen dan elastin) yang menghubungkan kulit secara longgar dengan jaringan di bawahnya (Walters dan Dekker, 2002). Jaringan subkutan memberikan daya apung tubuh, perlindungan, dan sebagai gudang energi (Barel dkk., 2009; Kolarsick dkk., 2006).

### 2.2.2 Fungsi Kulit

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

a. Fungsi Proteksi

Serabut elastin yang terdapat pada dermis serta jaringan lemak subkutis berfungsi mencegah trauma mekanik langsung terhadap tubuh. Lapisan tanduk dan mantel lemak kulit menjaga kadar air tubuh dengan cara mencegah masuknya air dari luar tubuh dan mencegah penguapan air, selain itu juga berfungsi sebagai barier terhadap toksin dari luar. Mantel asam kulit dapat mencegah pertumbuhan bakteri di kulit (Tranggono dkk., 2007). Pada epidermis yaitu lapisan basal terdapat melanin yang berfungsi sebagai pelindung untuk mencegah terjadinya kerusakan akibat sinar UV (Brown dan Burns, 2005; Mitsui, 1997).

b. Fungsi Thermoregulasi

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

c. Fungsi Persepsi Sensoris

Kulit bertanggung jawab sebagai indera terhadap rangsangan dari luar berupa tekanan, raba, suhu, dan nyeri melalui beberapa reseptor seperti *meissener*, *diskus merkell* dan *korpuskulum golgi* sebagai reseptor raba, *korpuskulum pacini* sebagai reseptor tekanan, *korpuskulum ruffini* dan *krauss* sebagai reseptor suhu dan *nervus end plate* sebagai reseptor nyeri. Rangsangan dari luar diterima oleh reseptor-reseptor tersebut dan diteruskan ke sistem saraf pusat, selanjutnya akan diinterpretasikan oleh korteks serebri (Mitsui, 1997; Tranggono dkk., 2007).

### 2.2.3 Perlindungan Alami Kulit

Melanosit terletak di lapisan basal dan melanin memiliki peran penting sebagai penghalang kulit dengan mencegah kerusakan oleh radiasi UV. Dalam lapisan epidermis, butiran melanin membentuk perisai pelindung di atas inti dari keratinosit; di lapisan luar, mereka didistribusikan lebih merata. Melanin menyerap radiasi UV, sehingga melindungi inti sel DNA (asam deoksiribonukleat) dari kerusakan. Radiasi UV menginduksi proliferasi



keratinosit, yang menyebabkan penebalan epidermis (Gawkrodger, 2002). Lapisan epidermis yang menebal memiliki toleransi yang tinggi terhadap radiasi sinar UV daripada lapisan epidermis yang tipis (Edlich dkk, 2004).

#### 2.2.4 Respon Kulit Terhadap Paparan Sinar UV

Kulit melindungi terhadap paparan sinar UV dengan meningkatkan jumlah pigmen dan meningkatkan proliferasi sel untuk menghasilkan penebalan lapisan luar (stratum korneum). Resiko kesehatan yang berhubungan dengan paparan UV mencakup efek akut dan kronis yang bervariasi sesuai dengan sifat dari paparan. Faktor-faktor penting dalam menilai resiko tersebut meliputi: kadar UV, durasi dan frekuensi terjadinya paparan, serta sensitivitas individu terhadap UV yang ditentukan oleh karakteristik kulit mereka, faktor genetik dan lainnya (WHO, 1994).

Menurut WHO (1994) respon kulit saat terpapar sinar UV:

a. *Sunburn*

*Sunburn* merupakan kemerahan pada kulit (eritema) yang muncul beberapa jam setelah paparan UV dan mencapai intensitas maksimum antara 8 dan 24 jam, kemudian memudar selama beberapa hari.

b. *Tanning*

Ketika kulit terkena paparan UV, terjadi dua jenis reaksi *tanning* yang berbeda. Pertama, terjadi penggelapan pigmen segera, di mana melanin di kulit sudah gelap pada paparan UV dan mulai memudar dalam beberapa jam setelah penghentian paparan. Kedua, *tanning* tertunda yang terjadi selama sekitar 3 hari dan dapat bertahan selama beberapa minggu.

c. Fotosensitivitas

Sebagian kecil orang memiliki kondisi kulit yang membuat mereka sangat sensitif terhadap sinar UV, hal ini disebut fotosensitifitas. Penyakit fotosensitivitas (porfiria) dan penyakit yang diperburuk paparan UV (misalnya lupus eritematosus) dipicu oleh paparan UV minimal. Selain itu, beberapa obat, makanan dan kosmetik mengandung bahan-bahan yang dapat menyebabkan fotosensitivitas. Kombinasi bahan kimia atau obat-obatan dengan UV

menyebabkan efek buruk pada kulit seperti ruam atau sengatan matahari berlebihan.

## 2.3 Tabir Surya

### 2.3.1 Tinjauan Tabir Surya

Tabir surya adalah suatu sediaan yang mengandung senyawa kimia yang dapat menyerap, menghamburkan atau memantulkan sinar UV yang mengenai kulit. Fungsi produk tabir surya adalah untuk menyerap/menghamburkan/memantulkan sinar UV, sehingga mengurangi dosis radiasi berbahaya dan dapat mencegah kerusakan kulit (Draelos dan Thaman, 2006). Menurut Food and Drug Administration (FDA), bahan aktif tabir surya dibagi menjadi dua kelompok yaitu: organik dan anorganik (Wang dkk., 2010). Bahan-bahan yang termasuk tabir surya organik dan anorganik dapat dilihat pada tabel 2.1.

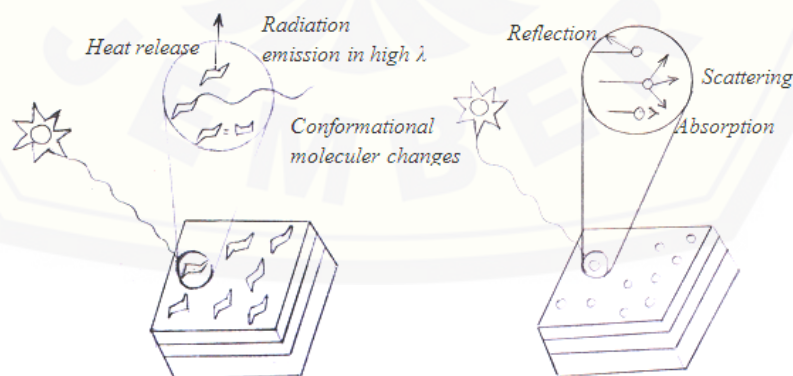
Tabel 2.1 Bahan aktif tabir surya yang disetujui FDA (Wang dkk., 2010)

Bahan Aktif	Konsentrasi Maks.	Puncak Abs.	Spektrum
<b>Golongan Organik</b>			
<b>UVA</b>			
<b>Benzofenon</b>			
Oksibenzon (benzofenon-3)	6%	288, 325	UVB,UVA II
Sulisobenzon (benzofenon-4)	10%	366	UVB,UVA II
Dioksibenzon (benzofenon-8)	3%	352	UVB,UVA II
<b>Dibenzolimetana</b>			
Avobenzon	3%	360	UVA I
<b>Anthralat</b>			
Meradimat	5%	340	UVA II
<b>Kamfor</b>			
Ecamsule	10%	345	UVB, UVA
<b>UVB</b>			
<b>Aminobenzoat (turunan PABA)</b>			
PABA	15%	283	UVB
Padimate-O	8%	311	UVB
<b>Sinamat</b>			
Cinoxate	3%	289	UVB

Octinoxate	7.5%	311	UVB
Salisilat			
Oktisalat	5%	307	UVB
Homosalat	15%	306	UVB
Trolamin salisilat	12%		UVB
Golongan lain			
Oktikrilan	10%	303	UVB,UVA II
Ensulizol	4%	310	UVB
Golongan Inorganik			
Titanium dioxide	25%		UVB,UVA
Zinc oxide	25%		UVB, UVA

### 2.3.2 Mekanisme Aksi Tabir Surya

Berdasarkan mekanisme aksi tabir surya dibagi menjadi dua yaitu, tabir surya *physical blocker* dan tabir surya *chemical absorber*. Tabir surya *physical blocker* (anorganik) bekerja dengan menyebarkan dan memantulkan energi UV kembali ke lingkungan. Saat ini, di Amerika Serikat ada dua UV filter *physical blocker* yang populer yaitu, titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) dan zink oksida ( $\text{ZnO}$ ) (Draelos dan Thaman, 2006; Moloney dkk., 2002). Tabir surya golongan *chemical absorber* menyerap radiasi UV melalui struktur cincin aromatik terkonjugasi (Wang dkk., 2010). Mekanisme aksi tabir surya *physical blocker* dan tabir surya *chemical absorber* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Mekanisme aksi tabir surya organik (kiri) dan anorganik (kanan)  
(Manaiia dkk., 2013)

Mekanisme tabir surya sebagai *chemical absorber* adalah sebagai berikut:

- a. Molekul bahan kimia tabir surya menyerap energi sinar UV, kemudian mengalami eksitasi dari *ground state* ke tingkat energi yang lebih tinggi.
- b. Sewaktu molekul yang tereksitasi kembali ke kedudukan yang lebih rendah (*ground state*) akan melepaskan energi yang lebih rendah dari energi yang semula diserap untuk menyebabkan eksitasi. Maka sinar UV dari energi yang lebih tinggi setelah energinya diserap oleh bahan tabir surya akan mempunyai energi yang lebih rendah (Draelos dan Thaman, 2006).
- c. Sinar UV dengan energi yang lebih rendah akan kurang atau tidak menyebabkan efek *sunburn* pada kulit (FDA, 2003).

### 2.3.3 Efektivitas Tabir Surya

Efektivitas sediaan tabir surya dapat dinyatakan dengan nilai SPF (*Sun Protection Factor*), persentase transmisi eritema (%TE), dan persentase transmisi pigmentasi (%TP) (Soeratri dkk., 2005). Efektivitas sediaan tabir surya didasarkan pada penentuan nilai *Sun Protection factor* (SPF) yang menggambarkan keefektifan produk dalam menangkal radiasi UV pada kulit (Purwaningsih dkk., 2015).

#### a. *Sun Protection Factor* (SPF) Secara *In Vitro*

SPF didefinisikan sebagai rasio antara dosis eritematosa minimal (MED) pada kulit terlindungi tabir surya dan MED pada kulit yang sama tanpa perlindungan. MED didefinisikan sebagai dosis minimal radiasi UV yang dibutuhkan untuk menaikkan reaksi eritematosa pertama dengan tepi yang jelas pada kulit (Maniaia dkk., 2013). SPF dapat ditentukan melalui perbandingan energi sinar yang dipaparkan untuk dapat menimbulkan eritema dan dapat juga melalui waktu yang diperlukan sampai timbul eritema (Draelos dan Thaman, 2006). Food and Drug Administration (FDA) mensyaratkan setiap tabir surya harus mencantumkan nilai SPFnya. Nilai SPF secara *in vitro* dilakukan dengan metode spektrofotometri. Hubungan antara SPF dengan spektrofotometri dapat dilihat pada persamaan (2) dan (3) (Petro, 1981):

$$\text{SPF} = 10^{A_{\text{rata-rata}}} \dots\dots\dots (1)$$

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

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

AUC = luas daerah di bawah kurva serapan

$\lambda_n - \lambda_1$  = interval aktivitas eritemogenik

Nilai AUC dihitung dengan menggunakan persamaan (3) (Mulyani dkk., 2014):

$$\text{AUC} = (A\lambda_p - a + A\lambda_p) / 2 \times [\lambda_p - (\lambda_p - a)] \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :  $A\lambda_p$  = absorbansi pada panjang gelombang a nm.

$A\lambda_p - a$  = absorbansi pada panjang gelombang b nm

$\lambda_p - (\lambda_p - a)$  = selisih panjang gelombang a dan b

Persamaan (2) secara teoritis dapat digunakan untuk memprediksi nilai SPF. Semua radiasi di bawah 290 nm dapat diserap oleh lapisan ozon, maka sebagai  $\lambda_1$  adalah panjang gelombang 290 nm.  $\lambda_n$  adalah panjang gelombang diatas 290 nm yang mempunyai nilai absorbansi lebih besar atau sama dengan 0,05. Jika nilai lebih dari 400 nm, maka diasumsikan sensitivitas kulit dapat diabaikan (Petro, 1981).

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

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



## b. Evaluasi %TE

Perhitungan %TE ditentukan menggunakan spektrofotometri, yaitu dengan cara mengukur intensitas sinar yang diteruskan bahan tabir surya pada panjang gelombang eritemogenik. Sinar matahari panjang gelombang 290-400 nm dengan efektivitas tertinggi 297,6 nm merupakan daerah eritmogenik (Imamah, 2015).

Dari nilai serapan yang diperoleh dari tiga replikasi dihitung nilai serapan untuk 1g/L (A) dan persen nilai transmisi (T) dengan persamaan (4) dan (5):

$$A = -\log T \dots \dots \dots (4)$$

Nilai transmisi eritema dihitung dengan cara mengalikan nilai transmisi (T) dengan faktor efektivitas eritema (Fe) pada panjang gelombang 292,5–372,5 nm. Nilai transmisi pigmentasi dihitung dengan cara mengalikan nilai transmisi (T) dengan faktor efektivitas pigmentasi (Fp) pada panjang gelombang 322,5–372,5 nm. Selanjutnya nilai persen transmisi eritema dan nilai persen transmisi pigmentasi dihitung berdasarkan rumus (Soeratri dkk., 2005):

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

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

$$\% \text{ Transmisi Pigmentasi} = \frac{\sum (T \times Fp)}{\sum Fp} \dots \dots \dots (6)$$

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

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

Tabel 2.2 Kategori Tabir Surya berdasarkan Nilai % Transmisi Eritema dan Nilai % Transmisi Pigmentasi (Soeratri dkk., 2005)

Kategori Sediaan	Rentang transmisi UV	
	Eritema	Pigmentasi
Sunblok	<1%	3-40%
Suntan	6-18%	45-86%

## 2.4 Krim

Krim adalah bentuk sediaan setengah padat yang mengandung satu atau lebih bahan obat terlarut atau terdispersi dalam bahan dasar yang sesuai. Istilah ini secara tradisional telah digunakan untuk sediaan setengah padat yang mempunyai konsistensi relatif cair diformulasi sebagai emulsi air dalam minyak atau minyak dalam air (Depkes RI, 2014). Berdasarkan tipe emulsinya, basis krim dapat digolongkan menjadi dua, yaitu: basis krim tipe air dalam minyak (w/o) yang disebut *cold cream*, sedangkan basis krim tipe minyak dalam air (o/w) yang disebut *vanishing cream* (Allen dkk., 2011).

Kelebihan dari basis *vanishing cream* meliputi (Allen dkk., 2011; Clarence T dkk., 2009):

- Tidak lengket dan terasa ringan saat digunakan pada kulit,
- Terdispersi dengan baik saat digunakan pada kulit,
- Mempunyai efek *cooling* karena adanya penguapan dari air sebagai fase luar,
- Tidak tampak setelah dioleskan.

## 2.5 Tinjauan Desain Faktorial

Desain faktorial merupakan aplikasi persamaan regresi yaitu teknik untuk memberikan model hubungan antara variabel respon dengan satu atau lebih variabel bebas. Desain faktorial digunakan dalam percobaan untuk menentukan



secara simulasi efek dari beberapa faktor dan interaksinya yang signifikan (Bolton dan Bon, 1997). Desain faktorial dua aras berarti ada dua faktor (misal A dan B) yang masing-masing faktor diuji pada dua aras yang berbeda, yaitu aras rendah dan aras tinggi. Desain faktorial dapat mendesain suatu percobaan untuk mengetahui faktor dominan yang berpengaruh secara signifikan terhadap suatu respon.

Desain faktorial mengandung beberapa pengertian, yaitu faktor, aras, efek, dan respon. Faktor merupakan setiap besaran yang mempengaruhi respon. Aras merupakan nilai atau tetapan untuk faktor. Efek adalah perubahan respon yang disebabkan variasi tingkat dari faktor. Interaksi merupakan rata-rata respon pada aras tinggi dikurangi rata-rata respon pada aras rendah. Respon merupakan sifat atau hasil percobaan yang diamati. Respon yang diukur harus dapat dikuantitatifkan (Bolton dan Bon, 1997).

Persamaan umum dari desain faktorial adalah sebagai berikut :

$$Y = b_0 + b_1X_A + b_2X_B + b_{12}X_A X_B \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan: Y = respon hasil atau sifat yang diamati.

$X_A, X_B$  = faktor.

$b_0, b_1, b_2, b_{12}$  = koefisien, dapat dihitung dari hasil percobaan.

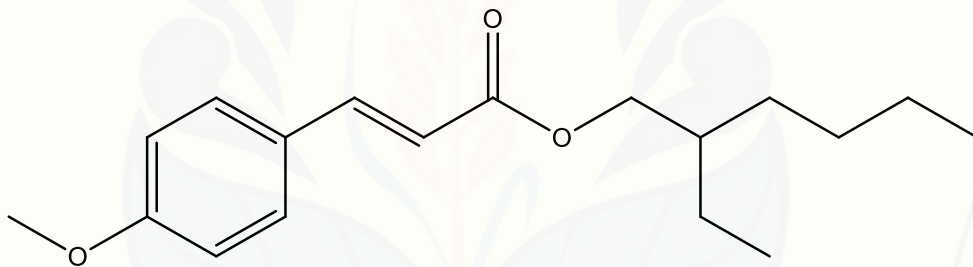
Kelebihan dari desain faktorial (Bolton dan Bon, 1997):

- Desain faktorial memiliki efisiensi maksimum dalam memperkirakan efek utama,
- Jika interaksi ada, desain faktorial diperlukan untuk mengungkap dan mengidentifikasi interaksi,
- Berlaku untuk berbagai kondisi, karena efek faktor diukur pada berbagai tingkat faktor-faktor lain,
- Perolehan konsentrasi/penggunaan optimum terbuat dari dari semua data karena semua efek utama dan interaksi dihitung,
- Desain faktorial adalah *orthogonal*; semua efek dan interaksi independen dari pengaruh faktor-faktor lain yang diperkirakan.

## 2.6 Tinjauan Bahan Penelitian

### 2.6.1 *Octyl methoxycinnamate*

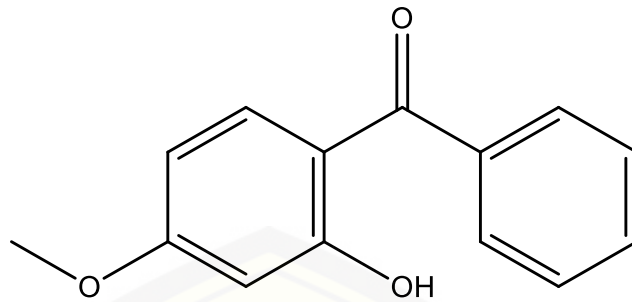
*Octyl methoxycinnamate* memiliki nama lain octinoxate dengan rumus molekul  $C_{18}H_{26}O_3$  dan BM 290,4. *Octyl methoxycinnamate* merupakan minyak berwarna kuning pucat, tidak larut dalam air. *Octyl methoxycinnamate* harus disimpan dalam wadah kedap udara pada suhu  $8^{\circ}$  sampai  $15^{\circ}C$ . *Octyl methoxycinnamate* adalah turunan sinamat tersubstitusi, digunakan untuk aplikasi topikal tabir surya. Tabir surya golongan sinamat secara efektif menyerap cahaya sepanjang rentang radiasi UVB (spesifik pada panjang gelombang 280-310 nm) dan tidak menyerap radiasi UVA (Sweetman, 2009). Konsentrasi maksimum *octyl methoxycinnamate* yang diijinkan oleh FDA sebagai tabir surya adalah 7,5% (Serpone dkk., 2002). Struktur *octyl methoxycinnamate* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



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

### 2.6.2 *Benzophenone-3*

*Benzophenone-3* memiliki nama lain oxybenzone dengan rumus molekul  $C_{14}H_{12}O_3$  dengan berat molekul 228,2. *Benzophenone-3* merupakan bubuk kuning pucat, praktis tidak larut dalam air, sangat mudah larut dalam alkohol dan toluena. *Benzophenone-3* harus disimpan dalam wadah kedap udara dan terlindungi dari cahaya (Sweetman, 2009). Konsentrasi maksimum *benzophenone-3* yang diijinkan oleh FDA sebagai tabir surya adalah 6% (Serpone dkk., 2002). Struktur *benzophenone-3* dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur *benzophenone-3* (Sweetman, 2009)

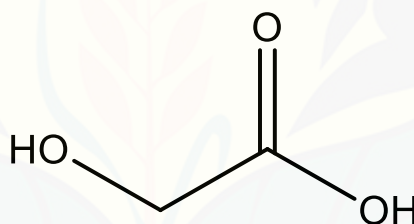
*Benzophenone-3* efektif menyerap cahaya dalam rentang UVB (panjang gelombang 290 sampai 320 nm) dan juga menyerap beberapa cahaya UVA dengan panjang gelombang 320 sampai sekitar 360 nm dan beberapa cahaya UVC dengan panjang gelombang sekitar 250-290 nm. *Benzophenone-3* dapat digunakan untuk mencegah kulit terbakar dan juga dapat memberikan perlindungan terhadap reaksi yang berhubungan dengan *photosensitivity* terkait dengan cahaya UVA. *Benzophenone-3* biasanya dikombinasikan dengan tabir surya dari kelompok lain (Sweetman, 2009).

### 2.6.3 Zink Oksida (ZnO)

Zink oksida memiliki berat molekul 81.38. Pemerian zink oksida berbentuk bubuk putih atau samar-samar kekuningan-putih, lembut, amorf, dan tidak berbau. ZnO tidak larut dalam air dan dalam alkohol, tetapi larut dalam asam encer. Zink oksida dapat berubah warna menjadi hitam, ketika zink oksida dan gliserol terpapar cahaya. ZnO digunakan secara topikal sebagai tabir surya fisik (*physical blocker*) (Sweetman, 2009). Konsentrasi maksimum ZnO yang diijinkan oleh FDA sebagai tabir surya adalah 25% (Wang dkk., 2010). ZnO adalah UV *filter* spektrum luas yang efektif melemahkan radiasi UV baik di UVA (320-400 nm) dan berbagai UVB (290-320 nm) dan ZnO juga *photostable*. Kinerja partikel ZnO untuk meredam UV tergantung pada ukuran partikel dengan ukuran optimal 20-30 nm. ZnO secara umum digunakan dalam berbagai ukuran partikel 30-200 nm (Moezzi dkk., 2012). Studi penyerapan dari  $Zn^{++}$  dikulit menunjukkan bahwa aplikasi ZnO pada kulit tidak merubah kadar serum zink (Mitchnick dkk., 1998).

#### 2.6.4 Asam Glikolat

Asam glikolat memiliki rumus empiris  $C_2H_4O_3$  dengan berat molekul 76.05. Asam hidroksil memiliki mekanisme kerja yang tidak diketahui namun salah satu temuan dari aktivitas biologis dapat dikaitkan dengan kekuatan asam yang melekat pada senyawa. Kemampuan AHA untuk meningkatkan sensitivitas terhadap radiasi UV telah terbukti dan dengan demikian dapat diaplikasikan ke dalam sediaan tabir surya, salah satu yang termasuk AHA (*alpha hydroxy acid*) adalah asam glikolat (Mukul et al., 2011). Asam glikolat adalah asam organik hidroksi alpha yang telah digunakan dalam sediaan topikal untuk hiperpigmentasi dan *photodamaged* kulit (Sweetman, 2009). Asam alpha-hydroxy (AHA) seperti asam glikolat baru-baru ini telah digunakan secara luas dalam formula kosmetik dan dermatologis dalam konsentrasi rendah (2-5%) (Fartasch dkk., 1997). Struktur asam glikolat dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Asam glikolat (Sweetman, 2009)

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan adalah jenis penelitian eksperimental laboratorik. Tahapan penelitian meliputi : 1. Pembuatan krim tabir surya; 2. Pengujian sifat fisika kimia krim tabir surya meliputi uji organoleptis, homogenitas, tipe krim, daya sebar, pH, dan viskositas; 3. Pengujian efektivitas *in vitro* sediaan krim tabir surya meliputi nilai SPF *in vitro* menggunakan spektrofotometri, % TE (Transmisi Eritema), dan %TP (Transmisi Pigmentasi) menggunakan spektrofotometri; 5. Analisis Data; 6. Penentuan formula optimum.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

##### 3.2.1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis (*Genesys 10S*), neraca analitik (*Adventure Ohaus*), pH meter digital (*Elmetron CP-502*), alat penguji viskositas (*Viskotester VT 04*), mikroskop (*Olympus DP21*), *Hot plate*, alat-alat gelas, mortir, stemper, dan program perangkat lunak (*software*) *design expert trial 10.0.1* sebagai program pengolahan data.

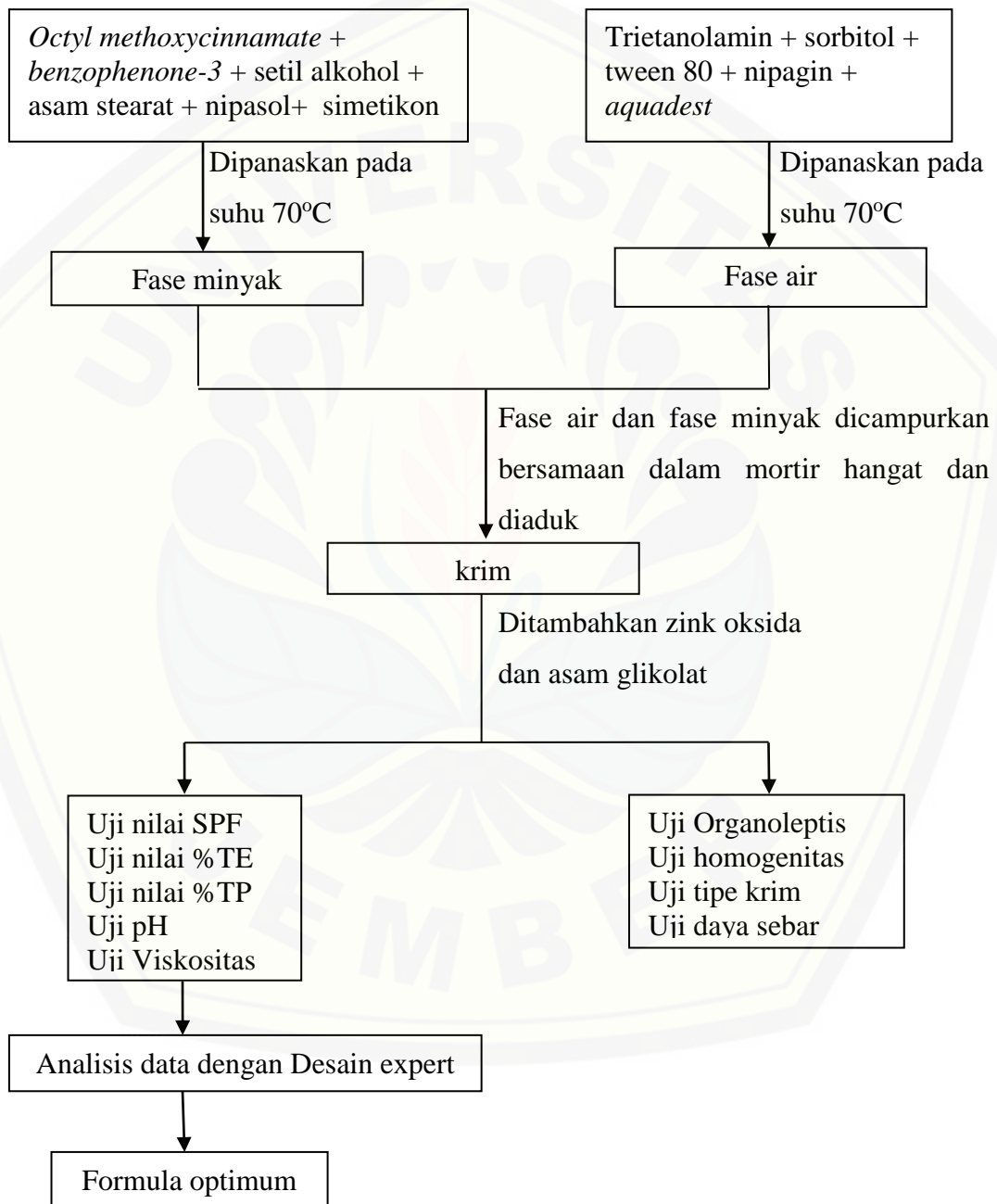
##### 3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah zink oksida (PT. Brataco Chemical), asam glikolat (CABB GmbH), *octyl methoxycinnamate* (Chemspec Chemical Pvt. Ltd), *benzophenone-3* (Alpha chemika), setil alkohol (PT. Brataco Chemical), asam stearat (PT. Brataco Chemical), trietanolamin (PT. Brataco Chemical), tween 80 (PT. Makmur Jaya), nipagin (PT. Brataco Chemical), nipasol (PT. Brataco Chemical), sorbitol (PT. Brataco Chemical), simetikon, *aquadest* (PT. Makmur Jaya), isopropanol (PT. Brataco Chemical).



### 3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmasi Bagian Farmaseti Fakultas Farmasi Universitas Jember. Waktu penelitian pada bulan Maret 2017– Juli 2017. Skema dan langkah kerja dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema langkah kerja penelitian

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1. Rancangan Formula Sediaan Krim Tabir Surya

Penelitian ini menggunakan metode desain faktorial yang merupakan desain percobaan paling sederhana, yaitu terdiri atas dua faktor (zink oksida dan asam glikolat) dan masing-masing faktor akan diuji pada dua aras yang berbeda yaitu aras rendah (-1) dan tinggi (+1). Konsentrasi zink oksida pada aras rendah yaitu 0,5% dan tinggi yaitu 2%. Konsentrasi asam glikolat pada aras rendah yaitu 1% dan tinggi yaitu 2%. Jumlah percobaan keseluruhan yang dilakukan yaitu sebanyak empat formula krim tabir surya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rancangan desain faktorial untuk dua faktor dan dua aras

Formula	Faktor A (Zink Oksida)	Faktor B (Asam Glikolat)	Interkraksi A dan B
1	-1	-1	+1
A	+1	-1	-1
B	-1	+1	-1
Ab	+1	+1	+1

Penelitian ini akan dilakukan optimasi bahan tambahan yaitu faktor zink oksida dan asam glikolat. Pada masing-masing formula yang berbeda, konsentrasi faktor zink oksida dan asam glikolat dibuat dua macam konsentrasi untuk mengetahui komposisi optimum dari zink oksida dan asam glikolat. Penambahan faktor zink oksida dan asam glikolat disesuaikan dengan aras rendah (-) dan aras tinggi (+) yang telah ditentukan sebelumnya. Susunan aras rendah (-) dan aras tinggi (+) untuk masing-masing faktor dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Susunan aras faktor berdasarkan desain faktorial

Faktor	Aras Rendah (-1)	Aras Tinggi (+1)
Zink Oksida	0,5%	2%
Asam Glikolat	1%	2%

Pada penelitian ini dibuat empat macam formula sediaan krim tabir surya yaitu F(1), F(a), F(b), dan F(ab). Tiap formula mengandung bahan aktif *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan perbandingan konsentrasi (2:7). Konsentrasi tersebut dipilih berdasarkan dari hasil penelitian sebelumnya bahwa penggunaan kombinasi *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* (2:7% b/b) dalam krim tabir surya efektif meningkatkan nilai SPF (*Sun Protection Factor*) sediaan dibandingkan pada pemakaian tunggalnya (Zulkarnain, 2003; dalam Rosita dkk., 2010). Kombinasi *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan perbandingan konsentrasi 2:7 dapat memberikan nilai SPF 16,128 (imamah, 2015). Rancangan formula penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Rancangan formula (Probowati, 2015)

Bahan	Jumlah (%)				Fungsi
	F(1)	F(a)	F(b)	F(ab)	
<i>Octyl methoxycinnamate</i>	7	7	7	7	<i>Chemical absorber</i>
<i>Benzophenone-3</i>	2	2	2	2	<i>Chemical absorber</i>
Setil alkohol	2	2	2	2	<i>Stiffening agent</i>
Asam stearat	12	12	12	12	<i>Emulsifying agent</i>
Trietanolamin	1	1	1	1	<i>Emulsifying agent</i>
Sorbitol	3	3	3	3	<i>Humectant</i>
Tween 80	6	6	6	6	<i>Emulsifying agent</i>
Nipagin	0,2	0,2	0,2	0,2	<i>Preservative</i>
Nipasol	0,1	0,1	0,1	0,1	<i>Preservative</i>
Simetikon	0,1	0,1	0,1	0,1	<i>Antifoaming</i>
<b>Asam glikolat</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b><i>Acidifying agent</i></b>
<b>Zink oksida</b>	<b>0,5</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>	<b>2</b>	<b><i>Physical blocker</i></b>
Aquadest	65,1	63,6	64,1	62,6	<i>solvent</i>
Total	100	100	100	100	

Variabel pada penelitian ini adalah:

- a. Variabel bebas: konsentrasi asam glikolat dan zink oksida.
- b. Variabel kontrol: konsentrasi *octyl methoxycinnamate*, *benzophenone-3*, setil alkohol, asam stearat, trietanolamin, tween 80, sorbitol, simetikon, nipagin, nipasol.
- c. Variabel terikat: nilai pH, viskositas, SPF, % transmisi eritema, dan % transmisi pigmentasi.

#### 3.4.2. Pembuatan Sediaan Krim Tabir Surya

Fase minyak (*benzophenone-3*, *octyl methoxycinnamate*, setil alkohol, asam stearat, nipasol, simetikon) dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 70°C di atas *hot plate*. Fase air (nipagin, trietanolamin, sorbitol, tween 80, *aquadest*) juga dipanaskan pada suhu 70°C di atas *hot plate*. Setelah itu fase minyak dan fase air dimasukkan secara bersamaan pada mortir hangat lalu terus diaduk dengan konstan sampai terbentuk konsistensi krim. Setelah terbentuk massa krim yang telah mengandung tabir surya kimiawi, ditambahkan zink oksida dan asam glikolat sambil terus diaduk sampai homogen.

#### 3.4.3. Evaluasi Sediaan Krim Tabir Surya

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

Pengujian sifat fisika kimia krim tabir surya meliputi :

- a. Pengujian organoleptis

Pengujian organoleptis dilakukan secara visual dengan pengamatan terhadap warna, tekstur, dan aroma sediaan. Bentuk sediaan yang diharapkan berupa massa krim, berwarna putih, bertekstur lembut, dan beraroma tidak menyengat.

b. Pengujian Homogenitas

Pengujian homogenitas dilakukan dengan menggunakan gelas objek. Sejumlah tertentu krim dioleskan pada gelas objek dan diamati adanya butiran kasar (Depkes RI, 1979).

c. Pengujian Tipe Krim

Pengujian tipe krim dilakukan dengan cara memberikan satu tetes larutan metilen biru pada 0,1 gram krim, kemudian diamati penyebaran warna metilen biru dalam sediaan dibawah mikroskop. Jika warna menyebar secara merata pada sediaan krim, berarti tipe krim ini adalah minyak dalam air (M/A), tetapi jika warna hanya berupa bintik-bintik berarti tipe krim adalah air dalam minyak (A/M) (Pakki dkk., 2009).

d. Pengujian daya sebar

Sediaan seberat 0,5 gram diletakkan di tengah kaca bulat berskala. Di atas bahan diletakkan kaca bulat lain lalu ditambah beban seberat 5 gram didiamkan selama 1 menit dan dicatat diameternya. Tiap tahap ditambah beban seberat 5 gram dan didiamkan selama 1 menit lalu dicatat diameternya. Pemberat ditambahkan secara bertahap hingga sebaran sediaan konstan. Diameter dicatat melalui 4 sisi (Zulkarnain dkk., 2013). Hasil uji daya sebar yang didapatkan dikatakan baik apabila berdiameter sebesar 5-7 cm (Garg dkk., 2002; dalam Rachman, 2012).

e. Pengujian viskositas

Pengujian viskositas dilakukan dengan menggunakan alat *viskotester VT-04*. Pengujian dilakukan dengan cara sediaan dimasukkan ke dalam beker glass sebanyak 100 gram dimasukkan ke dalam wadah, lalu dipasang rotor no.2 dan pastikan bahwa rotor terendam dalam sediaan uji. Alat viskotester dinyalakan dan dipastikan bahwa spindel dapat berputar. Diamati jarum penunjuk pada alat viskotester, ketika jarum menunjukkan ke arah yang stabil, maka angka itulah merupakan viskositasnya dan dicatat dalam satuan dPa.S (Zulkarnain dkk., 2013). Krim diharapkan memiliki viskositas dengan rentang 50-120 dPa.s.



#### f. Pengujian pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter digital (*Elmetron CP-502*) yang sebelumnya telah dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan buffer pH 4, pH 7, dan pH 10. Pengukuran dilakukan secara langsung dengan mencelupkan sensor pH ke dalam sediaan uji, lalu ditunggu sampai angka yang muncul pada layar stabil. pH krim yang diharapkan memiliki pH yang sesuai dengan pH kulit yaitu 4,5-6,5 karena jika krim memiliki pH yang terlalu basa akan menyebabkan kulit bersisik dan jika terlalu asam maka dapat menimbulkan iritasi (Setiawan, 2010; Tranggono dkk., 2007).

#### 3.4.4. Penentuan Nilai SPF *In Vitro*

Nilai SPF secara *in vitro* diperoleh dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan pelarut dan blanko isopropanol. Petro (1981) menyebutkan bahwa larutan dalam kuvet 2 cm 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. Tahapan kerja penentuan nilai SPF *in vitro* krim tabir surya adalah sebagai berikut (Petro, 1981):

- a. Ditimbang sebanyak 22,2 mg sediaan krim sehingga mengandung 2 mg bahan aktif tabir surya (*octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*).
- b. Dimasukkan dalam labu ukur 10 ml lalu ditambahkan dengan isopropanol sampai tepat tanda dan dikocok sampai homogen (Larutan A dengan konsentrasi 200 ppm).
- c. Larutan A dengan konsentrasi 200 ppm kemudian dipipet 1 ml, dimasukkan dalam labu ukur 10 ml, ditambahkan isopropanol sampai tanda dan dikocok sampai homogen sehingga diperoleh larutan B dengan konsentrasi 20 ppm.
- d. Larutan B diamati pada panjang gelombang 290 nm dengan rentang pengamatan (interval) 1 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis sampai diperoleh nilai serapan 0,05.

- e. Hasil pengamatan serapan terhadap panjang gelombang digunakan untuk menghitung nilai SPF. Nilai SPF dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2).

#### 3.4.5. Penentuan Nilai % Transmisi Eritema (%TE)

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

- a. Ditimbang sebanyak 22,2 mg sediaan krim sehingga mengandung 2 mg bahan aktif tabir surya (*octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*).
- b. Dimasukkan dalam labu ukur 10 ml lalu ditambahkan dengan isopropanol sampai tepat tanda dan dikocok sampai homogen (Larutan A).
- c. Larutan A kemudian dipipet 1 ml, dimasukkan dalam labu ukur 10 ml, ditambahkan isopropanol sampai tanda dan dikocok sampai homogen sehingga diperoleh larutan B.
- d. Larutan B diamati pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang pengamatan (interval) 5 nm.
- e. Nilai serapan yang diperoleh, kemudian dihitung untuk 1g/L/cm dan %TE 1g/L.
- f. Perkalian antara nilai transmisi dengan faktor efektivitas pigmentasi (Fp) pada panjang gelombang 292,5-337,5 nm menghasilkan nilai transmisi eritema. Nilai % TE dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5).

#### 3.4.6. Penentuan Nilai % Transmisi Pigmentasi (%TP)

Penentuan nilai %TP dilakukan dengan cara yang sama dengan penentuan %TE. Transmisi pigmentasi dapat dihitung dengan metode spektrofotometri yaitu dengan cara mengukur serapan pada panjang gelombang 332,5-372,5 nm. Dengan jarak perubahan skala setiap kali pengamatan 5 nm. Nilai serapan yang diperoleh, kemudian dihitung untuk 1g/L/cm dan %TP 1g/L.

Perkalian antara nilai transmisi dengan faktor efektivitas pigmentasi ( $F_p$ ) pada panjang gelombang 332,5-372,5 nm menghasilkan nilai transmisi pigmentasi. Nilai % TP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (6).

### 3.5 Analisis Data

Dari data hasil pengujian, didapatkan nilai untuk masing-masing respon untuk melengkapi persamaan umum  $Y = b_0 + b_1X_A + b_2X_B + b_{12}X_A X_B$  sehingga didapatkan persamaan umum hubungan antara aras faktor dan respon (SPF, pH, Viskositas, % transmisi eritema dan % transmisi pigmentasi krim tabir surya). Berdasarkan rumus  $Y = b_0 + b_1X_A + b_2X_B + b_{12}X_A X_B$  dapat dihitung harga koefisien  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_{12}$ . Dari hasil perhitungan menggunakan rumus ini dapat dibuat *contour plot* dengan menggunakan program *design expert trial 10.0.1*. Pembuatan *contour plot* meliputi SPF, pH, viskositas, nilai % transmisi eritema dan % transmisi pigmentasi krim tabir surya sehingga dapat diketahui efek faktor terhadap respon serta efek interaksi faktor terhadap respon. Dari *contour plot* tersebut kemudian digabungkan menjadi *overlay plot* untuk mengetahui komposisi optimum kombinasi zink oksida dan asam glikolat terhadap efektivitas krim tabir surya kombinasi *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dalam basis *vanishing cream*.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan zink oksida mempunyai efek meningkatkan viskositas, asam glikolat menurunkan viskositas, dan interaksi keduanya meningkatkan viskositas krim tabir surya dengan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*. Penambahan zink oksida mempunyai efek meningkatkan pH, asam glikolat menurunkan pH, dan interaksi keduanya menurunkan pH krim tabir surya dengan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*.
2. Penambahan zink oksida, asam glikolat, dan interaksi keduanya mempunyai efek meningkatkan nilai SPF dan menurunkan nilai % transmisi eritema dan nilai % transmisi pigmentasi krim tabir surya dengan bahan aktif *octyl methoxycinnamate* dan *benzophenone-3*.
3. Komposisi optimum zink oksida dan asam glikolat adalah 2% dan 1,828%.

### 5.2. Saran

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

1. Perlu dilakukan uji stabilitas guna mengetahui stabilitas krim kombinasi *benzophenone-3* dan *octyl methoxycinnamate* dengan penambahan zink oksida dan asam glikolat.
2. Perlu dilakukan pengujian *in vivo* sampai diperoleh nilai SPF *in vivo* sehingga dapat dikomparasikan dengan hasil perhitungan secara *in vitro* untuk keperluan uji sediaan yang lebih sempurna (*In Vitro In Vivo Correlation/ IVIVC*).

3. Perlu dilakukan uji aktivitas pencerah kulit untuk meneliti potensi pada sediaan yang mengandung asam dari AHA, sehingga nantinya sinergisme antara tabir surya dan pencerah kulit dapat dikembangkan untuk mendapatkan produk kosmetik dengan fungsi ganda.





**DAFTAR PUSTAKA**

- Adi, W. dan A. K. Zulkarnain. 2015. Uji Spf In vitro dan Sifat Fisik Beberapa Produk Tabir Surya yang Beredar di Pasaran. *Majalah Farmaseutik*. 1745(965):275–283.
- Allen, L. V, N. G. Popovich, dan H. C. Ansel. 2011. *Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery Systems*. Edisi Ninth. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Anief, M. 1997. *Ilmu Meracik Obat, Teori dan Praktik*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Barel, A. O., M. Paye, dan H. I. Maibach. 2009. *Cosmetic Science and Technology*. Edisi third edit. New York: Informa Healthcare USA, Inc.
- Baron, E. B. dan E. B. Kirkland. 2008. Advances in Photoprotection. *Nurse Assoc*. Vol. 20.
- Biederman, T. 2011. Human Eccrine Sweat Gland Cells Can Reconstitute a Stratified Epidermis. Switzerland : Zurich University.
- Bolton, S. dan C. Bon. 1997. *Pharmaceutical Statistics: Practical and Clinical Application*. Edisi III. New York: Marcel Dekker, Inc.
- BPOM RI. 2006. Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK. 00.06.42.0255 tentang Petunjuk Teknis Pengawasan Alpha Hydroxy Acid Dalam Kosmetik. Jakarta: BPOM RI.
- Brown, GR., Burns, T., 2005. *Lecture Notes Dermatologi*. Jakarta : Erlangga.
- Caswell, M. 2001. Sunscreen Formulation and Testing. lynchburg, [www.fcfar.unesp.br/araquivos/472040.pdf](http://www.fcfar.unesp.br/araquivos/472040.pdf). [Diakses pada 27 Maret 2017].
- Clarence T, E., V. P. Shah, dan K. Derdzinski. 2009. Topical and transdermal drug products. 750–764.
- Cumpelik BS, 1972. S. Analitical Procedures and Evaluation of Sunscreens. *Journal of The Society of Cosmetics Chemist.*, 23: 333–345.
- Depkes RI. 1979. *Farmakope Indonesia edisi III*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Depkes RI. 2014. *Farmakope Indonesia edisi V*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.

- Draelos, Z. D. dan L. A. Thaman. 2006. *Cosmetic Formulation of Skin Care Products*. New York, London: Taylor & Francis Group.
- Edlich, R.F., Cox M.J., dan Nichter L.S. 2004. Photoprotection by Sunscreen With Topical Antioxidants and Systemic Antioxidants to Reduce Sun Exposure. *J Long-Term Eff of Med Implants*. Vol 4: 317
- Fartasch, M., J. Teal, dan G. K. Menon. 1997. Mode of action of glycolic acid on human stratum corneum : ultrastructural and functional evaluation of the epidermal barrier. *Arch Dermatol Res*. 404–409.
- Fidiyanti, H. dan T. Taufikurohmah. 2012. Kajian aktivitas bentonit sebagai matriks dalam sediaan farmasi tabir surya turunan sinamat. *UNESA Journal of Chemistry*. 1(1):26–32.
- Food and Drug Administration (FDA). 2003. *Guidance for Industry Photosafety Testing*. USA: Pharmacology Toxicology Coordinating Committee in the Centre for Drug Evaluation and Research (CDER) at the FDA.
- Garg, A., Aggarwal, D., Garg, S., Sigla, A.K. 2002. Spreading of Semisolid Formulation: An Update. *Pharmaceutical Technology*; dalam Rachman, A. Y. 2012. Optimasi Komposisi Titanium Dioksida Dan Asama Tatrata Pada Krim Tabir Surya Benzophenone-3 Dan Octyl Methoxycinnamate. Jember : *Skripsi*, Universitas Jember.
- Gawkrodger, D. 2002. *Skin Structure and Function*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Harry, R.G. 1982. *Harry's Cosmeticology*. Seventh Edition. London : Leonard Hill Book.
- Imamah, N. 2015. Pengaruh Vitamin E Dan Paparan Sinar UV Terhadap Efektivitas In Vitro Lotion Tabir Surya Octyl Methoxycinnamate Dan Benzopheone. Jember : *Skripsi*, Universitas Jember.
- Khan, M. A. 2014. Sun protection factor determination studies of sunscreen formulations for their selection and use in cosmetics. *Journal of Pharmaceutical Biology*. 4(1):9–11.
- Kolarsick, P. A. J., M. A. Kolarsick, dan C. Goodwin. 2006. Anatomy and physiology of the skin. *Nurse Assoc*. Vol. 3 (4) : 302-213
- Manaia, E. B., R. Cristina, K. Kaminski, M. A. Corrêa, dan L. A. Chiavacci. 2013. Inorganic uv filters. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. Vol. 49 (2).
- Mclafferty, E., C. Hendry, dan A. Farley. 2012. The integumentary system : anatomy , physiology and function of skin. *Art & Science*. Vol. 27 (3).

- Mitchnick, M. A., D. Fairhurst, dan S. R. Pinnell. 1998. Microfine zinc oxide ( z-cote ) as a photostable UVA/ UVB sunblock agent. *American Academy of Dermatology, Inc.* 85–90.
- Mitsui, T. 1997. *New cosmetic science*. Amsterdam : Elsevier Science B.V
- Moezzi, A., A. M. Mcdonagh, dan M. B. Cortie. 2012. Zinc oxide particles : synthesis , properties and applications. *Chemical Engineering Journal*. 185-186:1–22.
- Moloney, F. J., S. Collins, dan G. M. Murphy. 2002. Sunscreens (safety , efficacy and appropriate use). *Am J Clin Derma*. 3(3):185–191.
- Mukul, S., K. Surabhi, dan N. Atul. 2011. Cosmeceuticals for the skin : an overview. *Asian J. Pharm. Cin. Res*. Vol 4 ISSN-0974--2441.
- Mulyani, P. Putri, dan N. Wahidatullail. 2014. Penentuan nilai spf ( sun protecting factor ) ekstrak n-heksan etanol ( 1 : 1 ) dari rice bran ( oryza sativa ) secara in vitro dengan metode spektrofotometri uv-vis. Palu : *Skripsi*. universitas tadulako.
- Ningrum, D. 2008. Pengaruh Asam Glikolat Terhadap Stabilitas Fisikokimia dan Efektivitas Sediaan Tabir Surya Kombinasi Oksibenson dan Oktil Metoksisinamat Dalam Gel Metil Selulosa 4000. Tidak Diterbitkan. *Skripsi*. Surabaya : Universitas Airlangga.
- Pakki, E., Sartini, R. T., dan Nur L. M. 2009. Formulasi dan Evaluasi Kestabilan Fisik Krim Antioksidan Ekstrak Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. Vol. 13: 2.
- Petro, A.J., 1981. Correlation of Spectrophotometric Data With Sunscreen Protection Factor. *International Journal of Cosmetic Science*. Vol. 3: 185-196.
- Probowati, G. A. 2015. Pengaruh Vitamin E Dan Paparan Sinar UV Terhadap Efektivitas In Vitro Krim Tabir Surya Avobenzon Dan Octyl Methoxycinnamate. Jember : *Skripsi*, Universitas Jember.
- Purwaningsih, S., E. Salamah, dan M. N. Adnin. 2015. Efek fotoprotektif krim tabir surya dengan penambahan karaginan dan buah bakau hitam (*rhizopora mucronata lamk.*). *J.Akuatika*. Vol: 5(1). ISSN 0853-25327.
- Rosita, N., T. Purwanti, dan Agustin. 2010. Sediaan tabir surya kombinasi oksibenson dan oktil metoksisinamat dengan. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. VII(2):16–26.
- Schueller, R. dan P. Romanowski. 2003. *Multifunctional Cosmetics*. New York: Marcel Dekker, Inc.

- Serpone, N., A. Salinaro, A. V Emeline, dan S. Horikoshi. 2002. An in vitro systematic spectroscopic examination of the photostabilities of a random set of commercial sunscreen lotions and their chemical uvb / uva active agent. *Photochem Photobiol Sci.* Vol 1: 970.
- Setiawan, T. 2010. Uji Stabilitas dan Penentuan Nilai SPF Krim Tabir Surya yang Mengandung Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camelia sinensis* L.) Oktimetoksisinamat dan Titanium Dioksida. Depok : *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program studi Farmasi.
- Sharad, J. 2013. Glycolic acid peel therapy – a current review. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology* . 281–288.
- Shaath, N.A. 1990. The Chemistry Of Sunscreens, *In Sunscreens : Development, Evaluation, and Regulatory Aspects*. New York : Marcel Dekker Inc
- Soeratri, W., N. Ifansyah, dan F. F. Unair. 2005. Penentuan persentase transmisi eritema. *Berk. Penel. Hayati*:Vol.10: 103–105.
- Suhaidah, I. 2013. Optimasi Komposisi Kombinasi pH Dan Lama Paparan Sinar UV Terhadap efektifitas In Vitro Oktil Metoksisinamat dalam krim tabir surya. Jember : *Skripsi*, Universitas Jember.
- Sweetman, S. C. 2009. *Martindale The Complete Drug Reference*. Edisi Thirty-six. China: Pharmaceutical Press.
- Tahir, I., Jumina, dan I. Yuliasuti. 2002. Analisis aktivitas perlindungan sinar uv secara in vitro dan in vivo dari beberapa senyawa ester sinamat produk reaksi kondensasi benzaldehida tersubstitusi dan alkil asetat. *Makalah Seminar Nasional Kimia XI Universitas Gajah Mada, Yogyakarta*.
- Tranggano, R.I.S., F. Latifah, dan J. Djajadisastra. 2007. *Buku Pegangan Ilmu Pengetahuan Kosmetik*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama
- Walters, K. A. dan M. Dekker. 2002. *Dermatological and Transdermal*. . New York : Mersel Dekker Inc.
- Wang, S. Q., Y. Balagula, dan U. Osterwalder. 2010. Photoprotection : a review of the current and future technologies. *Dermatol Ther*. Vol 23 :3 1–47.
- Wardhani, L. P. 2006. Pengaruh ZnO Terhadap Efektifitas In Vitro Dan Aseptabilitas Sediaan Tabir Surya Kombinasi Oksibenzon Dan Oktildimetil PABA (3:3% b/b) Dalam Basis *Vanishing Cream*. Surabaya : *Skripsi*, Universitas Airlangga.
- Wasitaadmadja, S.M. 1997. *Penuntun Ilmu Kosmetik Medik*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.



WHO. 1994. Protection against exposure to ultraviolet radiation. [www.who.int/uv/publications/proUVrad.pdf](http://www.who.int/uv/publications/proUVrad.pdf) [Diakses pada 20 Maret 2017].

Zulkarnain, A. K., M. Susanti, dan N. Lathifa. 2013. The physical stability of lotion o / w and w / o from phaleria macrocarpa fruit extract as sunscreen and primary irritation test on rabbit primer pada kelinci. *Trad.Med,J*.Vol.18(3): 141-150. ISSN: 1410-5918





LAMPIRAN

**A. Hasil pengujian daya sebar**

A.1. Tabulasi hasil diameter sebar krim pada pengujian daya sebar krim

F(1)

Beban yang diberikan (g)	Daya sebar (cm)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
5	4,53	4,35	4,32
10	4,74	4,65	4,85
15	4,85	4,86	5,12
20	5,53	5,64	5,46
25	5,85	5,84	5,78
30	5,85	5,84	5,78
35	5,85	5,84	5,78

A.2. Tabulasi hasil diameter sebar krim pada pengujian daya sebar krim

F(1)

Beban yang diberikan (g)	Daya sebar (cm)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
5	4,23	4,20	4,32
10	4,34	4,32	4,57
15	4,65	4,68	4,82
20	4,84	4,93	5,46
25	5,52	5,49	5,78
30	5,52	5,49	5,53
35	5,52	5,49	5,53

A.3. Tabulasi hasil diameter sebar krim pada pengujian daya sebar krim

F(b)

Beban yang diberikan (g)	Daya sebar (cm)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
5	5,43	5,50	5,52
10	5,54	5,72	5,81
15	5,75	5,88	5,92
20	5,94	6,13	6,16
25	6,23	6,28	6,29
30	6,23	6,28	6,29
35	6,23	6,28	6,29

A.4. Tabulasi hasil diameter sebar krim pada pengujian daya sebar krim

F(ab)

Beban yang diberikan (g)	Daya sebar (cm)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
5	4,46	4,20	5,56
10	4,58	4,42	4,81
15	4,75	4,78	4,92
20	4,98	4,93	5,18
25	5,21	5,18	5,23
30	5,21	5,18	5,23
35	5,21	5,18	5,23

**B. Hasil pengujian viskositas**

Replikasi	Viskositas (dPa.s)			
	F(1)	F(a)	F(b)	F(ab)
1	70	90	60	100
2	70	95	60	100

3	75	90	65	95
Rata-rata ±	71,667 ±	91,667 ±	63,333 ±	98,333 ±
SD	2,887	2,887	2,887	2,887

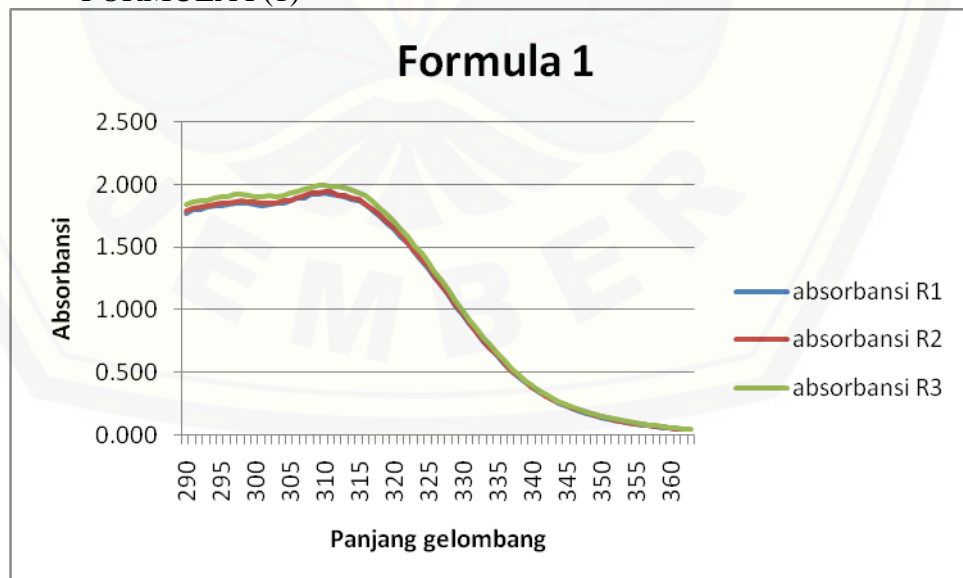
### C. Hasil pengujian pH

Replikasi	pH			
	F(1)	F(a)	F(b)	F(ab)
1	4,54	4,97	4,20	4,40
2	4,52	4,96	4,18	4,42
3	4,52	4,97	4,19	4,39
Rata-rata ±	4,527 ±	4,967 ±	4,19 ±	4,403 ±
SD	0,0115	0,00577	0,01	0,0152

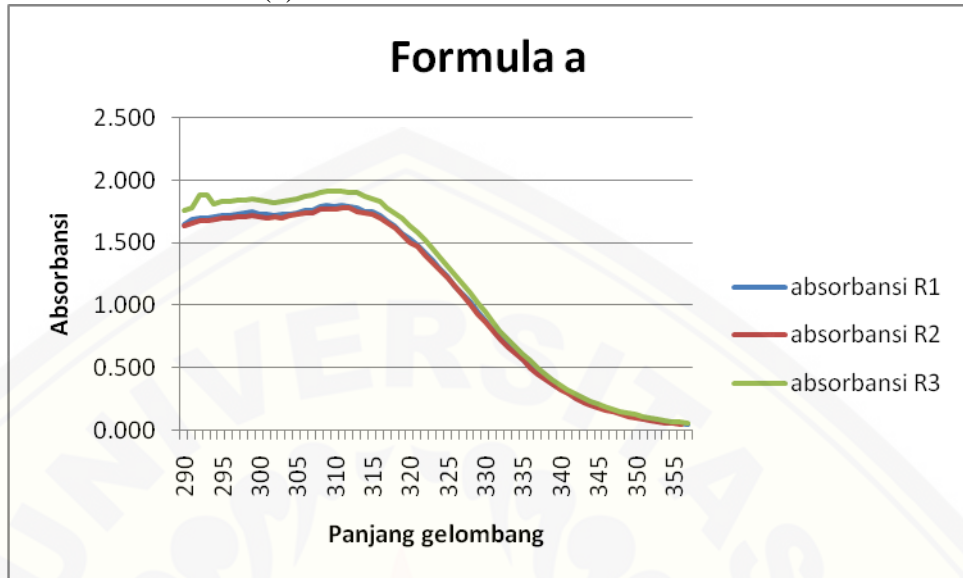
### D. Hasil pengujian SPF secara *in vitro*

#### D.1. Profil serapan tabir surya dalam Pelarut isopropanol

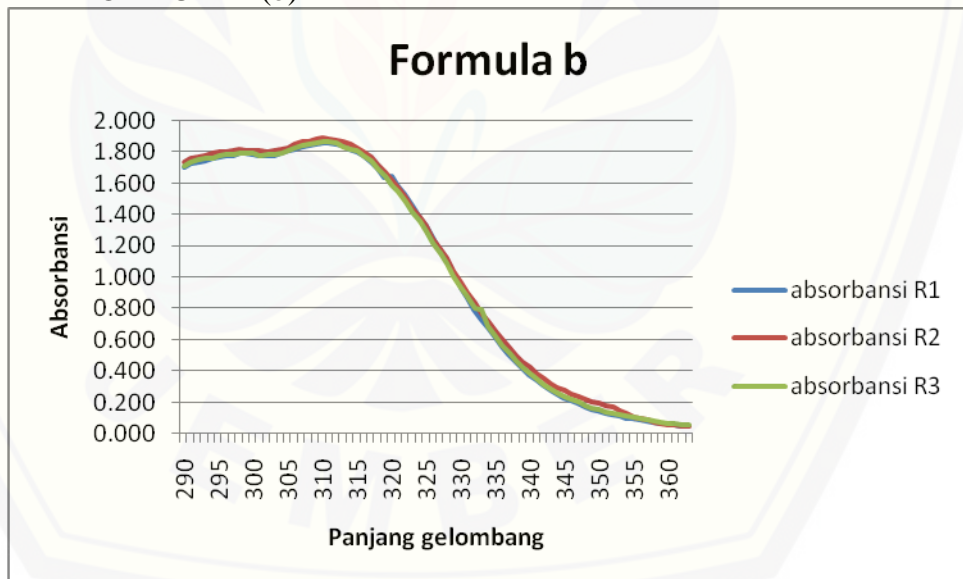
- FORMULA F(1)



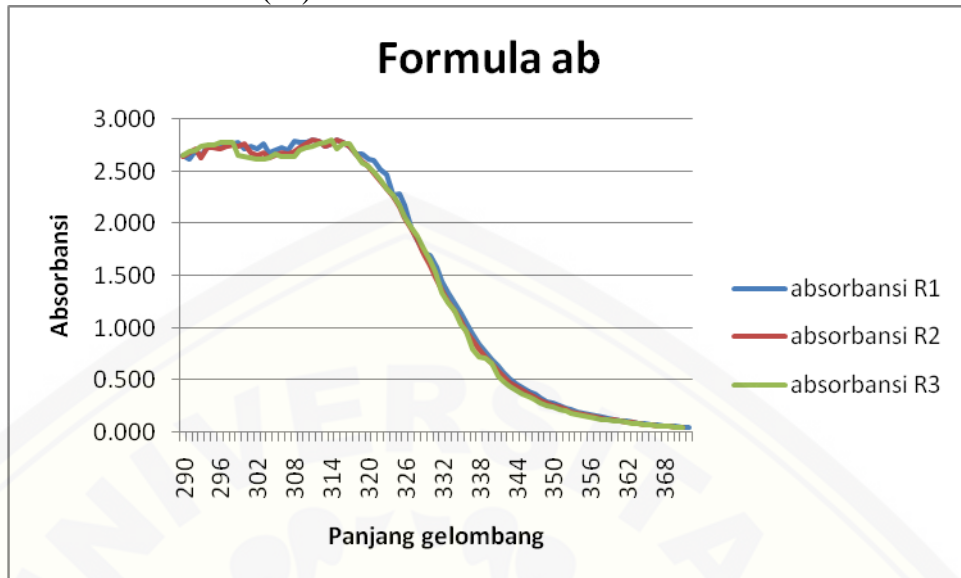
- FORMULA F(a)



- FORMULA F(b)



- FORMULA F(ab)



#### D.2. Tabulasi nilai absorbansi dan nilai SPF

- FORMULA F(1)

Replikasi 1

Panjang gelombang	Absorbansi	AUC
290	1,769	1,785285
291	1,798	1,800300
292	1,799	1,809309
293	1,816	1,820821
294	1,822	1,827828
295	1,830	1,836837
296	1,840	1,846847
297	1,850	1,850851
298	1,848	1,850350
299	1,849	1,846847
300	1,841	1,838338
301	1,832	1,837838
302	1,840	1,843844
303	1,844	1,849850
304	1,852	1,861361
305	1,867	1,877377
306	1,884	1,889389
307	1,891	1,904404
308	1,914	1,915916



309	1,914	1,923423
310	1,929	1,925425
311	1,918	1,916917
312	1,912	1,905405
313	1,895	1,889890
314	1,881	1,874875
315	1,865	1,853353
316	1,838	1,815315
317	1,789	1,768769
318	1,745	1,722222
319	1,696	1,670671
320	1,642	1,614114
321	1,583	1,557558
322	1,529	1,494995
323	1,458	1,427928
324	1,395	1,363864
325	1,330	1,292292
326	1,252	1,218218
327	1,182	1,150150
328	1,116	1,075576
329	1,033	0,996496
330	0,958	0,922923
331	0,886	0,850851
332	0,814	0,781281
333	0,747	0,719219
334	0,690	0,662663
335	0,634	0,604605
336	0,574	0,543544
337	0,512	0,491491
338	0,470	0,449449
339	0,428	0,406406
340	0,384	0,366867
341	0,349	0,332332
342	0,315	0,299299
343	0,283	0,270771
344	0,258	0,247247
345	0,236	0,225225
346	0,214	0,206206
347	0,198	0,188188
348	0,178	0,169169
349	0,160	0,153654

350	0,147	0,141141
351	0,135	0,129129
352	0,123	0,117117
353	0,111	0,107107
354	0,103	0,097598
355	0,092	0,088589
356	0,085	0,081582
357	0,078	0,074575
358	0,071	0,068068
359	0,065	0,062062
360	0,059	0,055055
361	0,051	0,025526
R1	TOTAL	78,489990
	log SPF	1,10549282
	SPF	12,7494902

## Replikasi 2

Panjang gelombang	Absorbansi	AUC
290	1,782	1,800000
291	1,809	1,819048
292	1,820	1,827068
293	1,825	1,834586
294	1,835	1,844110
295	1,844	1,852632
296	1,852	1,861654
297	1,862	1,867168
298	1,863	1,862657
299	1,853	1,857644
300	1,853	1,853133
301	1,844	1,850627
302	1,848	1,854637
303	1,852	1,862657
304	1,864	1,872180
305	1,871	1,884712
306	1,889	1,905263
307	1,912	1,925313
308	1,929	1,934837
309	1,931	1,938346
310	1,936	1,942356
311	1,939	1,930827

312	1,913	1,915288
313	1,908	1,901754
314	1,886	1,885213
315	1,875	1,861153
316	1,838	1,822055
317	1,797	1,782456
318	1,759	1,737845
319	1,708	1,685213
320	1,654	1,629574
321	1,597	1,572932
322	1,541	1,508772
323	1,469	1,440602
324	1,405	1,376942
325	1,342	1,306266
326	1,264	1,231579
327	1,193	1,162406
328	1,126	1,084712
329	1,038	1,005013
330	0,967	0,934837
331	0,898	0,862155
332	0,822	0,791479
333	0,757	0,729323
334	0,698	0,671178
335	0,641	0,613534
336	0,583	0,552381
337	0,519	0,498747
338	0,476	0,455639
339	0,433	0,412030
340	0,389	0,371930
341	0,353	0,337343
342	0,320	0,304762
343	0,288	0,276692
344	0,264	0,252130
345	0,239	0,229073
346	0,218	0,210025
347	0,201	0,191980
348	0,182	0,172431
349	0,162	0,156391
350	0,150	0,143860
351	0,137	0,131328
352	0,125	0,119799

353	0,114	0,109273
354	0,104	0,099749
355	0,095	0,091228
356	0,087	0,083208
357	0,079	0,076190
358	0,073	0,069674
359	0,066	0,063659
360	0,061	0,056140
361	0,051	0,050627
362	0,050	0,025063
R2	TOTAL	79,235088
	Log SPF	1,1004873
	SPF	12,603388

## Replikasi 3

Panjang gelombang	absorbansi	AUC
290	1,842	1,857143
291	1,863	1,870677
292	1,869	1,876692
293	1,875	1,888221
294	1,892	1,900752
295	1,900	1,907769
296	1,906	1,917794
297	1,920	1,925815
298	1,922	1,924311
299	1,917	1,912782
300	1,899	1,907769
301	1,907	1,913784
302	1,911	1,912782
303	1,905	1,914787
304	1,915	1,930326
305	1,936	1,945865
306	1,946	1,960401
307	1,965	1,977444
308	1,980	1,990977
309	1,992	1,998997
310	1,996	1,994987
311	1,984	1,988471
312	1,983	1,981955
313	1,971	1,965915

314	1,951	1,949373
315	1,938	1,928822
316	1,910	1,893734
317	1,868	1,842105
318	1,807	1,787469
319	1,759	1,738346
320	1,709	1,682206
321	1,647	1,619549
322	1,584	1,554386
323	1,517	1,487719
324	1,451	1,419048
325	1,380	1,343860
326	1,301	1,268170
327	1,229	1,197995
328	1,161	1,120301
329	1,074	1,036090
330	0,993	0,959900
331	0,922	0,887218
332	0,848	0,817043
333	0,782	0,754386
334	0,723	0,692732
335	0,659	0,630576
336	0,599	0,567920
337	0,534	0,513283
338	0,490	0,468672
339	0,445	0,424060
340	0,401	0,382456
341	0,362	0,345865
342	0,328	0,312281
343	0,295	0,282707
344	0,269	0,258647
345	0,247	0,236090
346	0,224	0,216541
347	0,208	0,198496
348	0,188	0,178947
349	0,169	0,162406
350	0,155	0,149373
351	0,143	0,136842
352	0,130	0,125313
353	0,120	0,115288
354	0,110	0,105764



355	0,101	0,097243
356	0,093	0,089724
357	0,086	0,082707
358	0,079	0,076190
359	0,073	0,069674
360	0,066	0,062155
361	0,058	0,057143
362	0,056	0,053634
363	0,051	0,025564
R3	TOTAL	81,772431
	log SPF	1,1201703
	SPF	13,187738

- FORMULA F(a)  
Replikasi 1

Panjang gelombang	absorbansi	AUC
290	1,654	1,674174
291	1,691	1,696697
292	1,699	1,700701
293	1,699	1,704705
294	1,707	1,714715
295	1,719	1,721221
296	1,720	1,728228
297	1,733	1,737237
298	1,738	1,744244
299	1,747	1,739740
300	1,729	1,732733
301	1,733	1,726226
302	1,716	1,724224
303	1,729	1,731231
304	1,730	1,739239
305	1,745	1,755255
306	1,762	1,764765
307	1,764	1,779279
308	1,791	1,798799
309	1,803	1,800300
310	1,794	1,797798
311	1,798	1,798799
312	1,796	1,792292
313	1,785	1,771772

314	1,755	1,753253
315	1,748	1,735736
316	1,720	1,700200
317	1,677	1,662162
318	1,644	1,614114
319	1,581	1,560060
320	1,536	1,514515
321	1,490	1,459459
322	1,426	1,394895
323	1,361	1,331331
324	1,299	1,270771
325	1,240	1,201702
326	1,161	1,129630
327	1,096	1,065566
328	1,033	0,993994
329	0,953	0,918919
330	0,883	0,851351
331	0,818	0,781782
332	0,744	0,714715
333	0,684	0,659159
334	0,633	0,604104
335	0,574	0,546046
336	0,517	0,491491
337	0,465	0,441942
338	0,418	0,398398
339	0,378	0,357858
340	0,337	0,320821
341	0,304	0,287788
342	0,271	0,256256
343	0,241	0,228729
344	0,216	0,206206
345	0,196	0,185686
346	0,175	0,167668
347	0,160	0,151652
348	0,143	0,135636
349	0,128	0,121121
350	0,114	0,108609
351	0,103	0,097097
352	0,091	0,086587
353	0,082	0,077077
354	0,072	0,068569

	355	0,065	0,061562
	356	0,058	0,054555
	357	0,051	0,025526
R1	TOTAL		72,668669
	log SPF		1,084607
	SPF		12,1508595

## Replikasi 2

Panjang gelombang	absorbansi	AUC
290	1,639	1,656642
291	1,666	1,675689
292	1,677	1,682206
293	1,679	1,690226
294	1,693	1,701754
295	1,702	1,705764
296	1,701	1,711779
297	1,714	1,719298
298	1,716	1,722807
299	1,721	1,720802
300	1,712	1,711779
301	1,703	1,711779
302	1,712	1,712281
303	1,704	1,716291
304	1,720	1,728822
305	1,729	1,739348
306	1,741	1,747368
307	1,745	1,762907
308	1,772	1,778446
309	1,776	1,780952
310	1,777	1,784962
311	1,784	1,785965
312	1,779	1,772431
313	1,757	1,753885
314	1,742	1,739850
315	1,729	1,721303
316	1,705	1,685213
317	1,657	1,641604
318	1,618	1,596992

319	1,568	1,543860
320	1,512	1,496241
321	1,473	1,444110
322	1,408	1,376942
323	1,339	1,312782
324	1,280	1,253634
325	1,221	1,185464
326	1,144	1,114787
327	1,080	1,051128
328	1,017	0,978446
329	0,935	0,902757
330	0,866	0,837093
331	0,804	0,768421
332	0,729	0,699248
333	0,666	0,641604
334	0,614	0,588972
335	0,561	0,533333
336	0,503	0,480201
337	0,455	0,431579
338	0,406	0,386967
339	0,366	0,348872
340	0,330	0,311779
341	0,292	0,276692
342	0,260	0,244612
343	0,228	0,217544
344	0,206	0,195990
345	0,185	0,175940
346	0,166	0,158396
347	0,150	0,142356
348	0,134	0,125313
349	0,116	0,110777
350	0,105	0,099749
351	0,094	0,089223
352	0,084	0,078697
353	0,073	0,069173
354	0,065	0,061153
355	0,057	0,053634
356	0,050	0,025063
R2	TOTAL	71,671679
	Log SPF	1,0859345
	SPF	12,181806

## Replikasi 3

Panjang gelombang	absorbansi	AUC
290	1,760	1,775439
291	1,782	1,838095
292	1,885	1,891228
293	1,888	1,857143
294	1,817	1,828571
295	1,831	1,838596
296	1,837	1,847619
297	1,849	1,852632
298	1,847	1,854135
299	1,852	1,854637
300	1,848	1,847619
301	1,838	1,838095
302	1,829	1,839098
303	1,840	1,847619
304	1,846	1,856642
305	1,858	1,870175
306	1,873	1,885213
307	1,888	1,903759
308	1,910	1,918797
309	1,918	1,921805
310	1,916	1,919799
311	1,914	1,917794
312	1,912	1,912281
313	1,903	1,895739
314	1,879	1,874687
315	1,861	1,853634
316	1,837	1,816541
317	1,787	1,771930
318	1,748	1,728822
319	1,701	1,676692
320	1,644	1,621053
321	1,590	1,561404
322	1,525	1,493734
323	1,455	1,427569
324	1,393	1,362406
325	1,325	1,289724
326	1,248	1,216040



327	1,178	1,146366
328	1,109	1,068672
329	1,023	0,986967
330	0,946	0,915789
331	0,881	0,842105
332	0,799	0,767920
333	0,733	0,706767
334	0,677	0,647619
335	0,615	0,586967
336	0,556	0,527318
337	0,496	0,473684
338	0,449	0,428070
339	0,405	0,386466
340	0,366	0,346366
341	0,325	0,308772
342	0,291	0,275689
343	0,259	0,246617
344	0,233	0,221554
345	0,209	0,199499
346	0,189	0,180952
347	0,172	0,162907
348	0,153	0,144862
349	0,136	0,130326
350	0,124	0,117794
351	0,111	0,104762
352	0,098	0,093734
353	0,089	0,084211
354	0,079	0,074687
355	0,070	0,066667
356	0,063	0,059649
357	0,056	0,028070
R3	TOTAL	77,838597
	log SPF	1,1617701
	SPF	14,513431

- FORMULA F(b)

Replikasi 1

Panjang gelombang	absorbansi	AUC
290	1,700	1,716717
291	1,730	1,735736

292	1,738	1,743744
293	1,746	1,754254
294	1,759	1,763764
295	1,765	1,772272
296	1,776	1,777778
297	1,776	1,784785
298	1,790	1,790791
299	1,788	1,786787
300	1,782	1,780781
301	1,776	1,777277
302	1,775	1,778779
303	1,779	1,785786
304	1,789	1,798799
305	1,805	1,813814
306	1,819	1,826827
307	1,831	1,839339
308	1,844	1,849850
309	1,852	1,855355
310	1,855	1,857858
311	1,857	1,856356
312	1,852	1,848849
313	1,842	1,829830
314	1,814	1,808308
315	1,799	1,787788
316	1,773	1,756757
317	1,737	1,716717
318	1,693	1,666667
319	1,637	1,641141
320	1,642	1,614114
321	1,583	1,557558
322	1,529	1,494995
323	1,458	1,427928
324	1,395	1,363864
325	1,330	1,292292
326	1,252	1,218218
327	1,182	1,150150
328	1,116	1,075576
329	1,033	0,983984
330	0,933	0,901902
331	0,869	0,832332
332	0,794	0,763764

333	0,732	0,705205
334	0,677	0,648148
335	0,618	0,590090
336	0,561	0,537538
337	0,513	0,487988
338	0,462	0,441441
339	0,420	0,399399
340	0,378	0,360861
341	0,343	0,326827
342	0,310	0,294795
343	0,279	0,266767
344	0,254	0,243744
345	0,233	0,222723
346	0,212	0,204204
347	0,196	0,187187
348	0,178	0,169670
349	0,161	0,155155
350	0,149	0,143143
351	0,137	0,131131
352	0,125	0,119620
353	0,114	0,109610
354	0,105	0,101101
355	0,097	0,093594
356	0,090	0,087087
357	0,084	0,080581
358	0,077	0,074074
359	0,071	0,068068
360	0,065	0,061562
361	0,058	0,055055
362	0,052	0,026026
R1	TOTAL	76,572573
	log SPF	1,06350795
	SPF	11,5746522

## Replikasi 2

Panjang gelombang	absorbansi	AUC
290	1,735	1,752381
291	1,761	1,769424
292	1,769	1,775439
293	1,773	1,785464

294	1,789	1,799499
295	1,801	1,806516
296	1,803	1,812030
297	1,812	1,818045
298	1,815	1,817043
299	1,810	1,814035
300	1,809	1,812030
301	1,806	1,807519
302	1,800	1,809023
303	1,809	1,816541
304	1,815	1,825564
305	1,827	1,842105
306	1,848	1,860150
307	1,863	1,868672
308	1,865	1,876692
309	1,879	1,889724
310	1,891	1,892231
311	1,884	1,885213
312	1,877	1,876190
313	1,866	1,861153
314	1,847	1,842105
315	1,828	1,820551
316	1,804	1,789474
317	1,766	1,745363
318	1,716	1,696241
319	1,668	1,647118
320	1,618	1,599499
321	1,573	1,544862
322	1,509	1,480201
323	1,444	1,417544
324	1,384	1,356892
325	1,323	1,288221
326	1,247	1,218045
327	1,183	1,153885
328	1,119	1,080702
329	1,037	1,006015
330	0,970	0,939850
331	0,905	0,870677
332	0,832	0,803509
333	0,771	0,746366
334	0,718	0,690226

335	0,659	0,633083
336	0,604	0,577444
337	0,548	0,526817
338	0,503	0,483208
339	0,461	0,444110
340	0,425	0,406516
341	0,386	0,370927
342	0,354	0,339850
343	0,324	0,312281
344	0,299	0,289223
345	0,278	0,268170
346	0,257	0,249123
347	0,240	0,232080
348	0,223	0,214536
349	0,205	0,200000
350	0,194	0,188471
351	0,182	0,175940
352	0,169	0,159900
353	0,150	0,142356
354	0,134	0,120301
355	0,106	0,102256
356	0,098	0,093734
357	0,089	0,083709
358	0,078	0,072682
359	0,067	0,064160
360	0,061	0,058145
361	0,055	0,054637
362	0,054	0,052130
363	0,050	0,025063
R2	TOTAL	78,550877
	Log SPF	1,0760394
	SPF	11,913501

## Replikasi 3

Panjang gelombang	absorbansi	AUC
290	1,710	1,728321
291	1,738	1,748872
292	1,751	1,759398
293	1,759	1,765414
294	1,763	1,772932



295	1,774	1,782456
296	1,782	1,789975
297	1,789	1,795489
298	1,793	1,796491
299	1,791	1,794987
300	1,790	1,789975
301	1,781	1,786967
302	1,784	1,790476
303	1,788	1,795990
304	1,795	1,807519
305	1,811	1,825063
306	1,830	1,840602
307	1,842	1,850627
308	1,850	1,861153
309	1,863	1,870175
310	1,868	1,872682
311	1,868	1,869173
312	1,861	1,854135
313	1,838	1,834085
314	1,821	1,819048
315	1,808	1,796992
316	1,777	1,763409
317	1,741	1,721805
318	1,694	1,674687
319	1,647	1,623058
320	1,591	1,571930
321	1,545	1,517794
322	1,483	1,453133
323	1,416	1,388972
324	1,355	1,327318
325	1,293	1,259148
326	1,219	1,188972
327	1,153	1,122807
328	1,087	1,048622
329	1,005	0,971930
330	0,934	0,904762
331	0,871	0,836090
332	0,797	0,797494
333	0,794	0,740351
334	0,683	0,653133
335	0,620	0,593985

336	0,565	0,541353
337	0,515	0,490226
338	0,463	0,443108
339	0,421	0,403008
340	0,383	0,364912
341	0,345	0,328321
342	0,310	0,296742
343	0,282	0,269674
344	0,256	0,245614
345	0,234	0,224561
346	0,214	0,206516
347	0,198	0,188972
348	0,179	0,170927
349	0,162	0,156391
350	0,150	0,144361
351	0,138	0,132331
352	0,126	0,121303
353	0,116	0,111779
354	0,107	0,103258
355	0,099	0,095238
356	0,091	0,088221
357	0,085	0,081203
358	0,077	0,074687
359	0,072	0,068672
360	0,065	0,063158
361	0,061	0,059148
362	0,057	0,055138
363	0,053	0,026566
R3	TOTAL	76,713784
	log SPF	1,0508738
	SPF	11,247823

- FORMULA F(ab)

Replikasi 1

Panjang gelombang	Absorbansi	AUC
290	2,647	2,631632
291	2,611	2,654154
292	2,692	2,665165
293	2,633	2,686687
294	2,735	2,730230

295	2,720	2,737237
296	2,749	2,753253
297	2,752	2,759259
298	2,761	2,770771
299	2,775	2,744244
300	2,708	2,722222
301	2,731	2,725225
302	2,714	2,740741
303	2,762	2,719219
304	2,671	2,686186
305	2,696	2,712713
306	2,724	2,714214
307	2,699	2,743744
308	2,783	2,781782
309	2,775	2,773273
310	2,766	2,781281
311	2,791	2,789790
312	2,783	2,763764
313	2,739	2,753253
314	2,762	2,781782
315	2,796	2,787788
316	2,774	2,757257
317	2,735	2,699700
318	2,659	2,664665
319	2,665	2,639139
320	2,608	2,603704
321	2,594	2,557658
322	2,516	2,490991
323	2,461	2,369369
324	2,273	2,282282
325	2,287	2,231732
326	2,172	2,067067
327	1,958	1,899900
328	1,838	1,779279
329	1,717	1,707207
330	1,694	1,639139
331	1,581	1,516016
332	1,448	1,394895
333	1,339	1,291291
334	1,241	1,190190
335	1,137	1,086587

336	1,034	0,987988
337	0,940	0,894394
338	0,847	0,810811
339	0,773	0,739740
340	0,705	0,671171
341	0,636	0,606106
342	0,575	0,548048
343	0,520	0,495996
344	0,471	0,451952
345	0,432	0,413914
346	0,395	0,380881
347	0,366	0,349850
348	0,333	0,317317
349	0,301	0,289289
350	0,277	0,266767
351	0,256	0,246246
352	0,236	0,226226
353	0,216	0,207708
354	0,199	0,191692
355	0,184	0,176677
356	0,169	0,163664
357	0,158	0,152152
358	0,146	0,141141
359	0,136	0,130130
360	0,124	0,119620
361	0,115	0,110611
362	0,106	0,099600
363	0,093	0,090090
364	0,087	0,086086
365	0,085	0,081582
366	0,078	0,075576
367	0,073	0,070571
368	0,068	0,065566
369	0,063	0,060561
370	0,058	0,056056
371	0,054	0,052052
372	0,050	0,025025
R1	TOTAL	122,830531
	log SPF	1,4979333
	SPF	31,4726491

## Replikasi 2

Panjang gelombang	absorbansi	AUC
290	2,634	2,660150
291	2,673	2,698246
292	2,710	2,671679
293	2,620	2,676190
294	2,719	2,727820
295	2,723	2,724812
296	2,713	2,728321
297	2,730	2,746366
298	2,749	2,750376
299	2,738	2,755388
300	2,759	2,721303
301	2,670	2,666667
302	2,650	2,666165
303	2,669	2,653133
304	2,624	2,643108
305	2,649	2,670175
306	2,678	2,675188
307	2,659	2,681203
308	2,690	2,713784
309	2,724	2,749875
310	2,762	2,782957
311	2,790	2,793484
312	2,783	2,768421
313	2,740	2,757393
314	2,761	2,785464
315	2,796	2,792481
316	2,775	2,761404
317	2,734	2,702757
318	2,658	2,628070
319	2,585	2,571930
320	2,546	2,515789
321	2,473	2,446115
322	2,407	2,374436
323	2,330	2,298747
324	2,256	2,213033
325	2,159	2,107769
326	2,046	2,002506



327	1,949	1,899749
328	1,841	1,779449
329	1,709	1,654135
330	1,591	1,540351
331	1,482	1,422556
332	1,356	1,308271
333	1,254	1,213033
334	1,166	1,116792
335	1,062	1,018045
336	0,969	0,926817
337	0,880	0,838596
338	0,793	0,760401
339	0,724	0,692732
340	0,658	0,627569
341	0,594	0,567419
342	0,538	0,512782
343	0,485	0,464662
344	0,442	0,424561
345	0,405	0,388471
346	0,370	0,357393
347	0,343	0,328321
348	0,312	0,297744
349	0,282	0,272180
350	0,261	0,251629
351	0,241	0,231078
352	0,220	0,211529
353	0,202	0,194987
354	0,187	0,179950
355	0,172	0,166416
356	0,160	0,154386
357	0,148	0,142857
358	0,137	0,132832
359	0,128	0,123308
360	0,118	0,112782
361	0,107	0,103258
362	0,099	0,096742
363	0,094	0,090226
364	0,086	0,083208
365	0,080	0,077193
366	0,074	0,071178
367	0,068	0,066165

368	0,064	0,062155
369	0,060	0,057143
370	0,054	0,052130
371	0,050	0,025063
R2	TOTAL	120,380952
	Log SPF	1,4861846
	SPF	30,632652

## Replikasi 3

Panjang gelombang	absorbansi	AUC
290	2,655	2,674687
291	2,681	2,697744
292	2,701	2,726316
293	2,738	2,748371
294	2,745	2,752882
295	2,747	2,766416
296	2,772	2,776942
297	2,768	2,775439
298	2,769	2,716792
299	2,651	2,652632
300	2,641	2,638596
301	2,623	2,627068
302	2,618	2,624561
303	2,618	2,627569
304	2,624	2,651128
305	2,665	2,660150
306	2,642	2,646115
307	2,637	2,640602
308	2,631	2,669674
309	2,695	2,716792
310	2,725	2,733835
311	2,729	2,752381
312	2,762	2,774937
313	2,774	2,791980
314	2,796	2,761905
315	2,714	2,746366
316	2,765	2,767419
317	2,756	2,715288

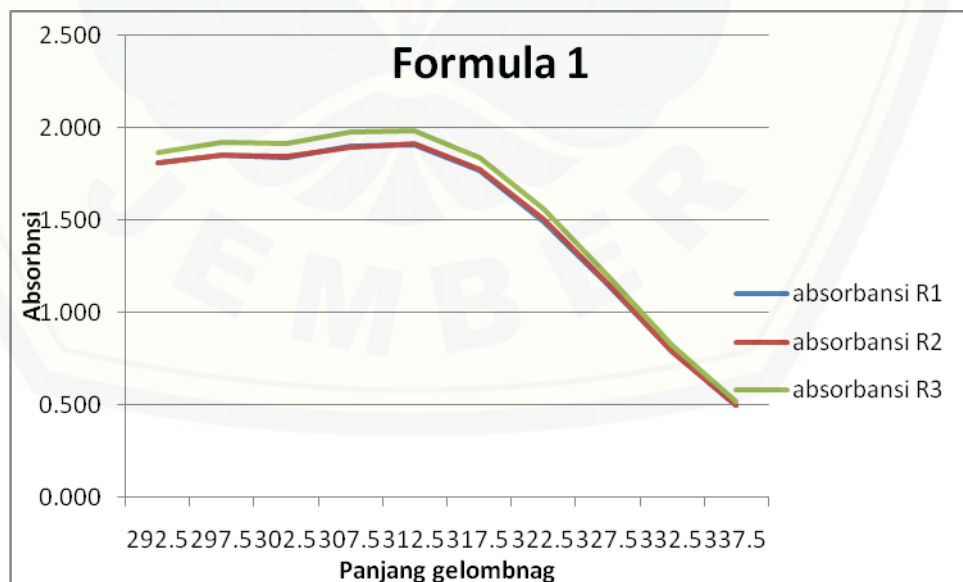
318	2,661	2,622556
319	2,571	2,567920
320	2,552	2,525313
321	2,486	2,455138
322	2,412	2,378446
323	2,333	2,304762
324	2,265	2,225063
325	2,174	2,120802
326	2,057	2,017043
327	1,967	1,924311
328	1,872	1,816040
329	1,751	1,701754
330	1,644	1,595489
331	1,539	1,440100
332	1,334	1,290727
333	1,241	1,204010
334	1,161	1,100251
335	1,034	1,002005
336	0,965	0,885213
337	0,801	0,764912
338	0,725	0,719799
339	0,711	0,688722
340	0,663	0,605514
341	0,545	0,520301
342	0,493	0,468672
343	0,442	0,425564
344	0,407	0,391479
345	0,374	0,357393
346	0,339	0,328321
347	0,316	0,303258
348	0,289	0,276190
349	0,262	0,253133
350	0,243	0,234586
351	0,225	0,216040
352	0,206	0,198496
353	0,190	0,182957
354	0,175	0,168922
355	0,162	0,156892
356	0,151	0,146366
357	0,141	0,135840
358	0,130	0,126817

359	0,123	0,118296
360	0,113	0,110777
361	0,108	0,102757
362	0,097	0,094737
363	0,092	0,088722
364	0,085	0,081704
365	0,078	0,075188
366	0,072	0,069674
367	0,067	0,065163
368	0,063	0,061654
369	0,060	0,057644
370	0,055	0,053133
371	0,051	0,025564
R3	TOTAL	119,686717
	log SPF	1,4776138
	SPF	30,003404

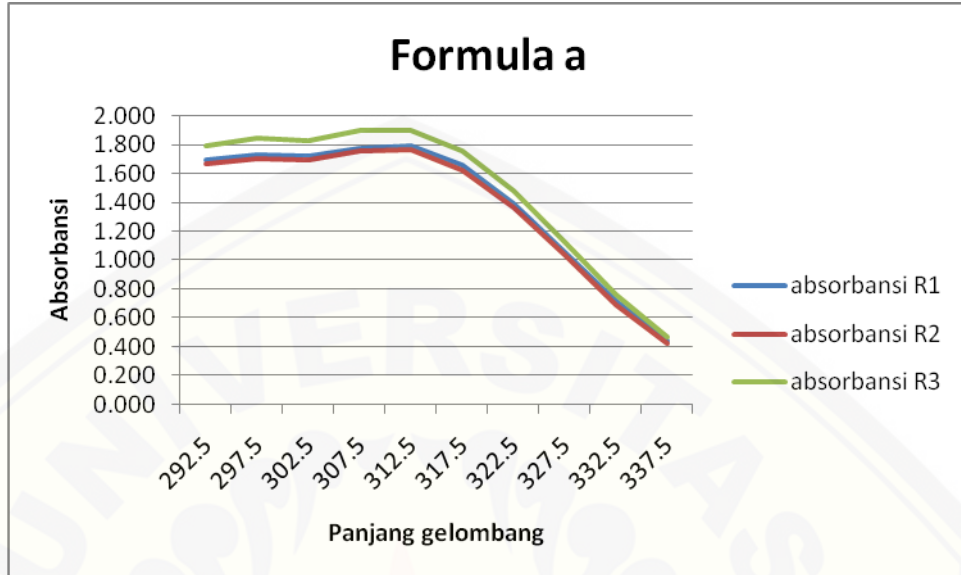
### E. Hasil pengujian % transmisi eritema *in vitro*

#### E.1. Profil serapan tabir surya dalam Pelarut isopropanol

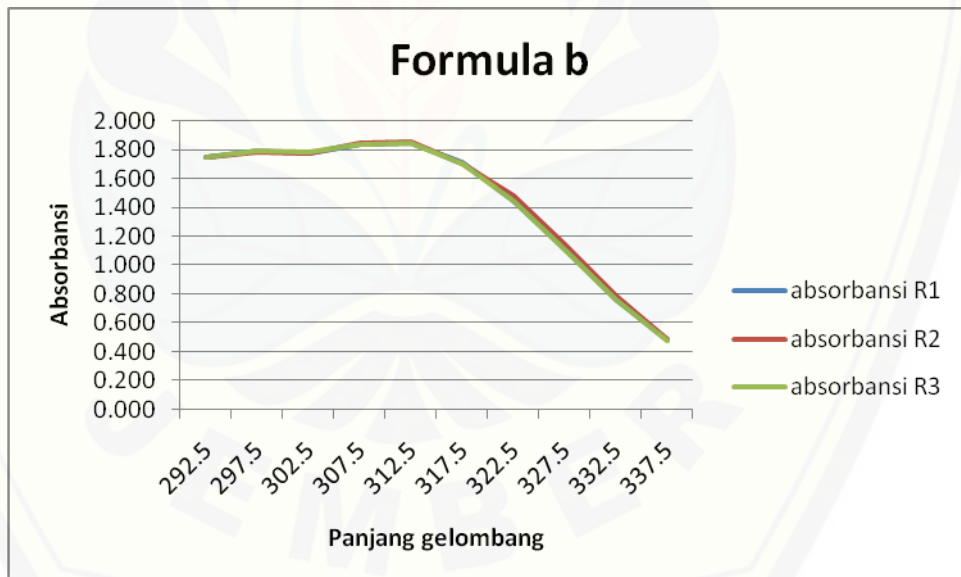
- FORMULA F(1)



- FORMULA F(a)

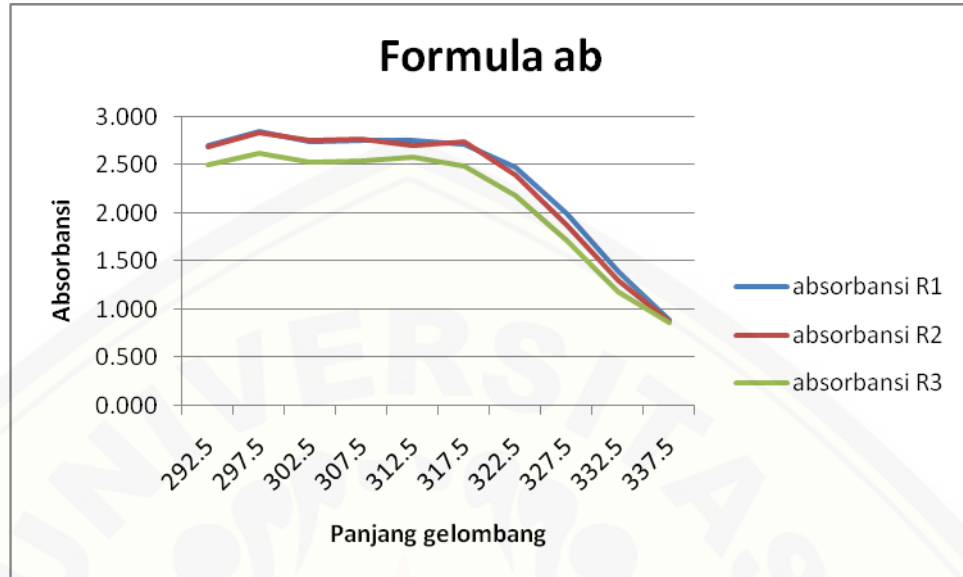


- FORMULA (b)





- FORMLA (ab)



#### E.2. Tabulasi nilai absorbansi dan nilai % transmisi eritema

- FORMULA F(1)

Replikasi 1

pjg gel	abs	Abs 1 g/l	% T	Fe	%T x Fe
292,5	1,811	8,157658	0,000000696	1,1390	7,92257E-07
297,5	1,852	8,342342	0,000000455	6,5100	2,95964E-06
302,5	1,840	8,288288	0,000000515	10,0000	5,14887E-06
307,5	1,900	8,558559	0,000000276	3,5770	9,88463E-07
312,5	1,907	8,590090	0,000000257	0,9734	2,5015E-07
317,5	1,770	7,972973	0,000001064	0,5670	6,03407E-07
322,5	1,493	6,725225	0,000018827	0,4550	8,56616E-06
327,5	1,146	5,162162	0,000688395	0,2890	0,000198946
332,5	0,788	3,549550	0,028213077	0,1290	0,003639487
337,5	0,496	2,234234	0,583130511	0,0456	0,026590751
			TOTAL	23,6850	0,030448493
			%TE	0,00128556	

## Replikasi 2

pjg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,817	8,184685	0,000000654	1,1390	7,44456E-07
297,5	1,858	8,369369	0,000000427	6,5100	2,78107E-06
302,5	1,849	8,328829	0,000000469	10,0000	4,68998E-06
307,5	1,900	8,558559	0,000000276	3,5770	9,88463E-07
312,5	1,918	8,639640	0,000000229	0,9734	2,23178E-07
317,5	1,777	8,004505	0,000000990	0,5670	5,61149E-07
322,5	1,505	6,779279	0,000016623	0,4550	7,56366E-06
327,5	1,161	5,229730	0,000589210	0,2890	0,000170282
332,5	0,792	3,567568	0,027066521	0,1290	0,003491581
337,5	0,501	2,256757	0,553660121	0,0456	0,025246901
			TOTAL	23,6850	0,028926316
			%TE	0,001221293	

## Replikasi 3

pjg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,866	8,405405	0,000000393	1,1390	0,000000448
297,5	1,924	8,666667	0,000000215	6,5100	0,000001403
302,5	1,914	8,621622	0,000000239	10,0000	0,000002390
307,5	1,975	8,896396	0,000000127	3,5770	0,000000454
312,5	1,984	8,936937	0,000000116	0,9734	0,000000113
317,5	1,836	8,270270	0,000000537	0,5670	0,000000304
322,5	1,560	7,027027	0,000009397	0,4550	0,000004275
327,5	1,196	5,387387	0,000409838	0,2890	0,000118443
332,5	0,823	3,707207	0,019624238	0,1290	0,002531527
337,5	0,516	2,324324	0,473887961	0,0456	0,021609291
			TOTAL	23,6850	0,024268648
			%TE	0,001024642	

- FORMULA F(a)

## Replikasi 1

pjg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,691	7,617117	0,000002415	1,1390	2,75047E-06
297,5	1,731	7,797297	0,000001595	6,5100	1,03821E-05
302,5	1,722	7,756757	0,000001751	10,0000	1,75083E-05

307,5	1,775	7,995495	0,000001010	3,5770	3,61429E-06
312,5	1,790	8,063063	0,000000865	0,9734	8,41838E-07
317,5	1,655	7,454955	0,000003508	0,5670	1,98897E-06
322,5	1,388	6,252252	0,000055943	0,4550	2,54542E-05
327,5	1,049	4,725225	0,001882672	0,2890	0,000544092
332,5	0,709	3,193694	0,064018620	0,1290	0,008258402
337,5	0,437	1,968468	1,075304668	0,0456	0,049033893
			TOTAL	23,6850	0,057898927
			%TE	0,00244454	

## Replikasi 2

pg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,675	7,545045	0,000002851	1,1390	3,24697E-06
297,5	1,711	7,707207	0,000001962	6,5100	1,27754E-05
302,5	1,698	7,648649	0,000002246	10,0000	2,2457E-05
307,5	1,757	7,914414	0,000001218	3,5770	4,35617E-06
312,5	1,770	7,972973	0,000001064	0,9734	1,0359E-06
317,5	1,632	7,351351	0,000004453	0,5670	2,52483E-06
322,5	1,369	6,166667	0,000068129	0,4550	3,09988E-05
327,5	1,039	4,680180	0,002088430	0,2890	0,000603556
332,5	0,695	3,130631	0,074023458	0,1290	0,009549026
337,5	0,427	1,923423	1,192824570	0,0456	0,0543928
			TOTAL	23,6850	0,064622778
			%TE	0,002728426	

## Replikasi 3

pg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,792	8,072072	0,000000847	1,1390	0,000000965
297,5	1,840	8,288288	0,000000515	6,5100	0,000003352
302,5	1,824	8,216216	0,000000608	10,0000	0,000006078
307,5	1,896	8,540541	0,000000288	3,5770	0,000001030
312,5	1,897	8,545045	0,000000285	0,9734	0,000000277
317,5	1,755	7,905405	0,000001243	0,5670	0,000000705
322,5	1,480	6,666667	0,000021544	0,4550	0,000009803
327,5	1,126	5,072072	0,000847087	0,2890	0,000244808
332,5	0,757	3,409910	0,038912586	0,1290	0,005019724
337,5	0,468	2,108108	0,779636013	0,0456	0,035551402

			TOTAL	23,6850	0,040838144
			%TE	0,00172422	

- FORMULA F(b)

Replikasi 1

pg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,746	7,864865	0,000001365	1,1390	1,55474E-06
297,5	1,787	8,049550	0,000000892	6,5100	5,80806E-06
302,5	1,775	7,995495	0,000001010	10,0000	1,01043E-05
307,5	1,833	8,256757	0,000000554	3,5770	1,98044E-06
312,5	1,843	8,301802	0,000000499	0,9734	4,85836E-07
317,5	1,709	7,698198	0,000002004	0,5670	1,13602E-06
322,5	1,446	6,513514	0,000030654	0,4550	1,39475E-05
327,5	1,110	5,000000	0,001000000	0,2890	0,000289
332,5	0,759	3,418919	0,038113697	0,1290	0,004916667
337,5	0,482	2,171171	0,674262224	0,0456	0,030746357
			TOTAL	23,6850	0,035987041
			%TE	0,001519402	

Replikasi 2

pg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,747	7,869369	0,000001351	1,1390	1,5387E-06
297,5	1,785	8,040541	0,000000911	6,5100	5,92981E-06
302,5	1,776	8,000000	0,000001000	10,0000	1E-05
307,5	1,844	8,306306	0,000000494	3,5770	1,7669E-06
312,5	1,856	8,360360	0,000000436	0,9734	4,24552E-07
317,5	1,701	7,662162	0,000002177	0,5670	1,2343E-06
322,5	1,478	6,657658	0,000021996	0,4550	1,00081E-05
327,5	1,144	5,153153	0,000702824	0,2890	0,000203116
332,5	0,788	3,549550	0,028213077	0,1290	0,003639487
337,5	0,483	2,175676	0,667304916	0,0456	0,030429104
			TOTAL	23,6850	0,03430261
			%TE	0,001448284	

## Replikasi 3

pjg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fe	%T x Fe
292,5	1,750	7,882883	0,000001310	1,1390	0,000001492
297,5	1,790	8,063063	0,000000865	6,5100	0,000005630
302,5	1,781	8,022523	0,000000949	10,0000	0,000009495
307,5	1,838	8,279279	0,000000526	3,5770	0,000001880
312,5	1,844	8,306306	0,000000494	0,9734	0,000000481
317,5	1,704	7,675676	0,000002110	0,5670	0,000001196
322,5	1,442	6,495495	0,000031952	0,4550	0,000014538
327,5	1,105	4,977477	0,001053228	0,2890	0,000304383
332,5	0,762	3,432432	0,036946012	0,1290	0,004766036
337,5	0,480	2,162162	0,688395207	0,0456	0,031390821
			TOTAL	23,6850	0,036495952
			%TE	0,001540889	

- FORMULA F(ab)

## Replikasi 1

pjg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fe	%T x Fe
292,5	2,696	12,144144	0,000000000	1,1390	8,17296E-11
297,5	2,848	12,828829	0,000000000	6,5100	9,655E-11
302,5	2,745	12,364865	0,000000000	10,0000	4,31653E-10
307,5	2,760	12,432432	0,000000000	3,5770	1,32156E-10
312,5	2,754	12,405405	0,000000000	0,9734	3,82724E-11
317,5	2,710	12,207207	0,000000000	0,5670	3,51865E-11
322,5	2,470	11,126126	0,000000001	0,4550	3,40318E-10
327,5	1,997	8,995495	0,000000101	0,2890	2,92013E-08
332,5	1,390	6,261261	0,000054795	0,1290	7,06852E-06
337,5	0,885	3,986486	0,010316052	0,0456	0,000470412
			TOTAL	23,6850	0,000477511
			%TE	2,01609E-05	

## Replikasi 2

pjg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fe	%T x Fe
292,5	2,685	12,094595	0,000000000	1,1390	9,16071E-11
297,5	2,832	12,756757	0,000000000	6,5100	1,13979E-10
302,5	2,747	12,373874	0,000000000	10,0000	4,22791E-10



307,5	2,765	12,454955	0,000000000	3,5770	1,25477E-10
312,5	2,704	12,180180	0,000000000	0,9734	6,42852E-11
317,5	2,734	12,315315	0,000000000	0,5670	2,74326E-11
322,5	2,388	10,756757	0,000000002	0,4550	7,96626E-10
327,5	1,878	8,459459	0,000000347	0,2890	1,00332E-07
332,5	1,312	5,909910	0,000123052	0,1290	1,58738E-05
337,5	0,881	3,968468	0,010753047	0,0456	0,000490339
			TOTAL	23,6850	0,000506315
			%TE	2,1377E-05	

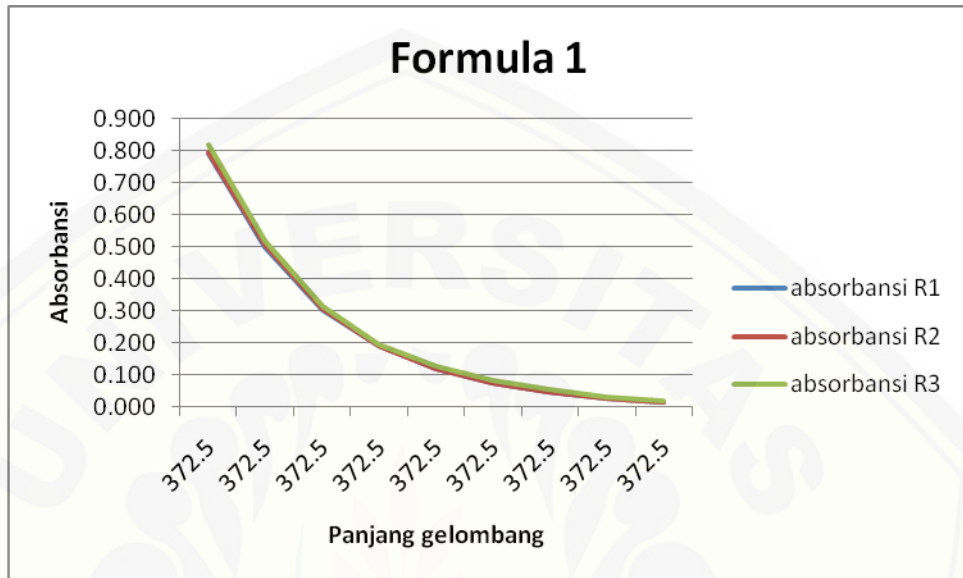
## Replikasi 3

pg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fe	%T x Fe
292,5	2,498	11,252252	0,000000001	1,1390	0,000000001
297,5	2,619	11,797297	0,000000000	6,5100	0,000000001
302,5	2,522	11,360360	0,000000000	10,0000	0,000000004
307,5	2,540	11,441441	0,000000000	3,5770	0,000000001
312,5	2,578	11,612613	0,000000000	0,9734	0,000000000
317,5	2,480	11,171171	0,000000001	0,5670	0,000000000
322,5	2,175	9,797297	0,000000016	0,4550	0,000000007
327,5	1,707	7,689189	0,000002046	0,2890	0,000000591
332,5	1,182	5,324324	0,000473888	0,1290	0,000061132
337,5	0,858	3,864865	0,013650078	0,0456	0,000622444
			TOTAL	23,6850	0,000684181
			%TE	2,88867E-05	

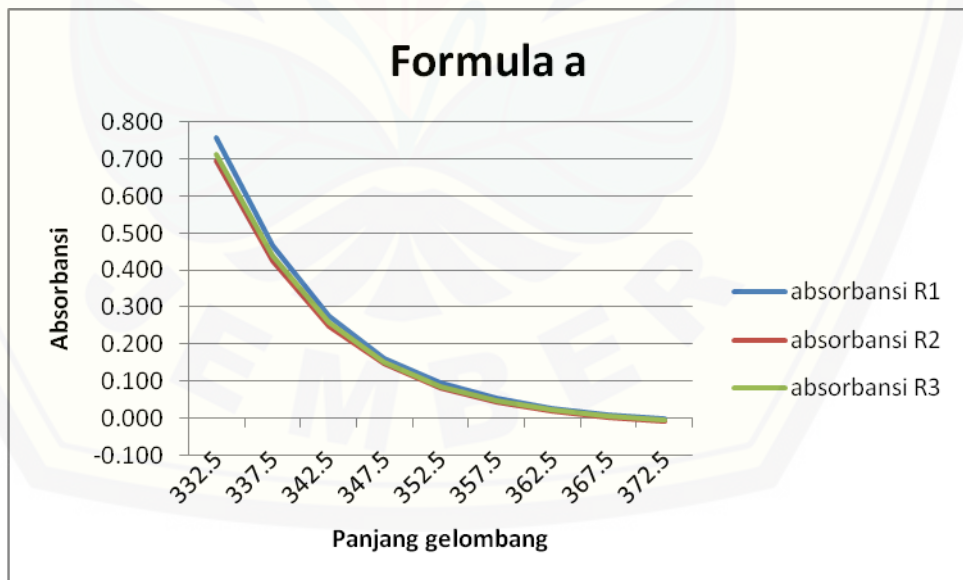
**F. Hasil pengujian % transmisi pigmentasi *in vitro***

**F.1. Profil serapan tabir surya dalam Pelarut isopropanol**

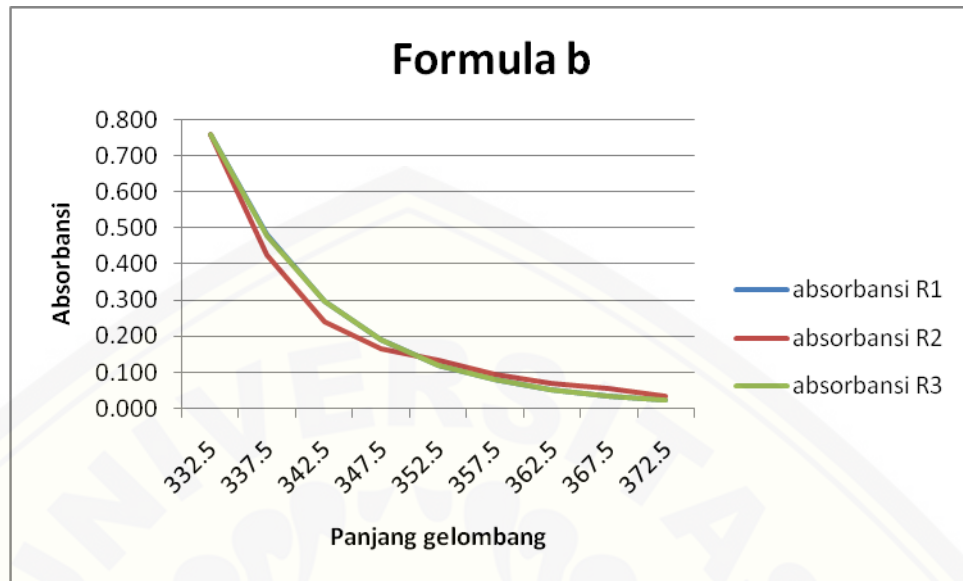
- FORMULA F(1)



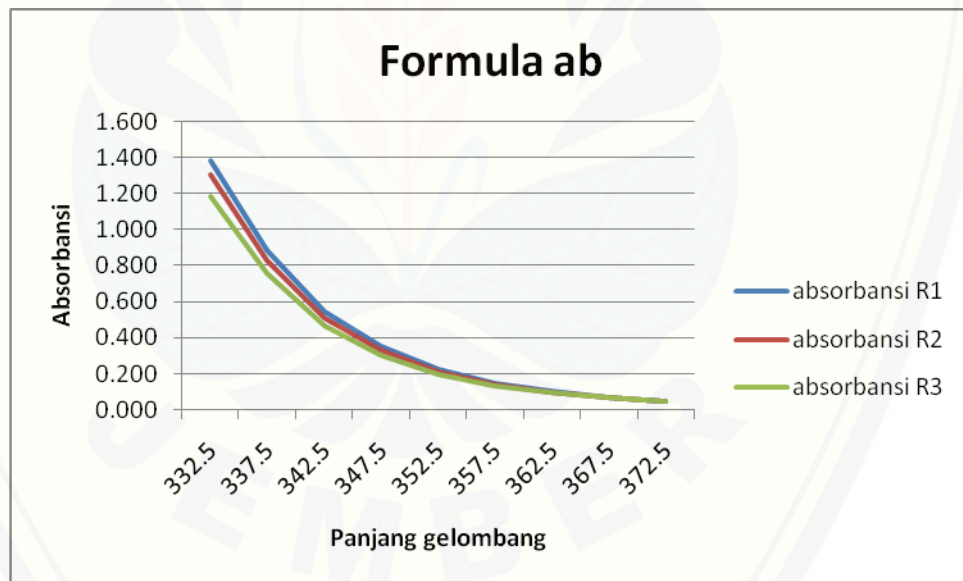
- FORMULA (a)



- FORMULA (b)



- FORMULA (ab)



## F.2. Tabulasi nilai absorbansi dan nilai % transmisi pigmentasi

## • FORMULA F(1)

## Replikasi 1

pg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fp	%T x Fp
372,5	0,792	3,567568	0,027066521	0,9360	0,025334263
372,5	0,500	2,252252	0,55943257	0,7980	0,446427191
372,5	0,303	1,364865	4,316533691	0,6690	2,887761039
372,5	0,191	0,860360	13,792393512	0,5700	7,861664302
372,5	0,117	0,527027	29,714811043	0,4880	14,500827789
372,5	0,075	0,337838	45,936950576	0,4560	20,947249463
372,5	0,047	0,211712	61,416956071	0,3560	21,864436361
372,5	0,027	0,121622	75,575038722	0,3100	23,428262004
372,5	0,013	0,058559	87,385915690	0,2600	22,720338080
			TOTAL	4,8430	114,682300491
			%TP	23,68001249	

## Replikasi 2

pg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fp	%T x Fp
332,5	0,794	3,576577	0,026510836	0,9360	0,024814142
337,5	0,505	2,274775	0,531159832	0,7980	0,423865546
342,5	0,305	1,373874	4,227913817	0,6690	2,828474344
347,5	0,190	0,855856	13,936192739	0,5700	7,943629861
352,5	0,119	0,536036	29,104756079	0,4880	14,203120967
357,5	0,076	0,342342	45,462954691	0,4560	20,731107339
362,5	0,047	0,211712	61,416956071	0,3560	21,864436361
367,5	0,028	0,126126	74,795225154	0,3100	23,186519798
372,5	0,015	0,067568	85,591853748	0,2600	22,253881974
			TOTAL	4,8430	113,459850333
			%TP	23,4275966	

## Replikais 3

pjg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fp	%T x Fp
332,5	0,820	3,693694	0,020244465	0,9360	0,018948819
337,5	0,520	2,342342	0,454629547	0,7980	0,362794378
342,5	0,313	1,409910	3,891258568	0,6690	2,603251982
347,5	0,196	0,882883	13,095350202	0,5700	7,464349615
352,5	0,126	0,567568	27,066520696	0,4880	13,208462100
357,5	0,082	0,369369	42,719939659	0,4560	19,480292485
362,5	0,053	0,238739	57,711353677	0,3560	20,545241909
367,5	0,032	0,144144	71,755609187	0,3100	22,244238848
372,5	0,018	0,081081	82,969585207	0,2600	21,572092154
			TOTAL	4,8430	107,499672290
			%TP	22,19691767	

- FORMULA F(a)

## Replikasi 1

pjg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fp	%T x Fp
332,5	0,758	3,414414	0,03851107	0,9360	0,036046362
337,5	0,466	2,099099	0,7959777	0,7980	0,635190204
342,5	0,277	1,247748	5,652652036	0,6690	3,781624212
347,5	0,161	0,725225	18,826724815	0,5700	10,731233145
352,5	0,094	0,423423	37,720424930	0,4880	18,407567366
357,5	0,053	0,238739	57,711353677	0,4560	26,316377277
362,5	0,027	0,121622	75,575038722	0,3560	26,904713785
367,5	0,009	0,040541	91,087641976	0,3100	28,237169012
372,5	0,002	-0,009009	102,096066231	0,2600	26,544977220
			TOTAL	4,8430	141,594898582
			%TP	29,23702221	

## Replikasi 2

pjg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fp	%T x Fp
332,5	0,694	3,126126	0,074795225	0,9360	0,070008331
337,5	0,425	1,914414	1,217826963	0,7980	0,971825917
342,5	0,248	1,117117	7,636298259	0,6690	5,108683535
347,5	0,146	0,657658	21,995930677	0,5700	12,537680486

352,5	0,081	0,364865	43,165336922	0,4880	21,064684418
357,5	0,043	0,193694	64,018619724	0,4560	29,192490594
362,5	0,019	0,085586	82,113471742	0,3560	29,232395940
367,5	0,002	0,009009	97,946966707	0,3100	30,363559679
372,5	-	-0,036036	108,651577466	0,2600	28,249410141
			TOTAL	4,8430	156,790739041
			%TP	32,37471382	

Replikasi 3

pkg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fp	%T x Fp
332,5	0,711	3,202703	0,062704296	0,9360	0,058691221
337,5	0,437	1,968468	1,075304668	0,7980	0,858093125
342,5	0,259	1,166667	6,812920689	0,6690	4,557843941
347,5	0,152	0,684685	20,668802493	0,5700	11,781217421
352,5	0,087	0,391892	40,560949045	0,4880	19,793743134
357,5	0,049	0,220721	60,156045515	0,4560	27,431156755
362,5	0,025	0,112613	77,159141587	0,3560	27,468654405
367,5	0,008	0,036036	92,037319965	0,3100	28,531569189
372,5	-	-0,013514	103,160517839	0,2600	26,821734638
			TOTAL	4,8430	147,302703829
			%TP	30,4155903	

• FORMULA F(b)

Replikasi 1

pkg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fp	%T x Fp
332,5	0,759	3,418919	0,038113697	0,9360	0,035674421
337,5	0,482	2,171171	0,674262224	0,7980	0,538061255
342,5	0,297	1,337838	4,593695056	0,6690	3,073181993
347,5	0,190	0,855856	13,936192739	0,5700	7,943629861
352,5	0,120	0,540541	28,804441530	0,4880	14,056567467
357,5	0,080	0,360360	43,615377888	0,4560	19,888612317
362,5	0,054	0,243243	57,115864778	0,3560	20,333247861
367,5	0,035	0,157658	69,557240202	0,3100	21,562744463
372,5	0,024	0,108108	77,963601302	0,2600	20,270536338



			TOTAL	4,8430	107,702255975
			%TP	22,23874788	

## Replikasi 2

pgg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fp	%T x Fp
332,5	0,761	3,427928	0,037331210	0,9360	0,034942013
337,5	0,425	1,914414	1,217826963	0,7980	0,971825917
342,5	0,242	1,090090	8,126619198	0,6690	5,436708243
347,5	0,165	0,743243	18,061622320	0,5700	10,295124723
352,5	0,135	0,608108	24,654255467	0,4880	12,031276668
357,5	0,095	0,427928	37,331210453	0,4560	17,023031967
362,5	0,072	0,324324	47,388796093	0,3560	16,870411409
367,5	0,057	0,256757	55,366012089	0,3100	17,163463748
372,5	0,035	0,157658	69,557240202	0,2600	18,084882453
			TOTAL	4,8430	97,911667140
			%TP	20,217152	

## Replikasi 3

pgg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fp	%T x Fp
332,5	0,759	3,418919	0,038113697	0,9360	0,035674421
337,5	0,480	2,162162	0,688395207	0,7980	0,549339375
342,5	0,298	1,342342	4,546295468	0,6690	3,041471668
347,5	0,191	0,860360	13,792393512	0,5700	7,861664302
352,5	0,121	0,545045	28,507225747	0,4880	13,911526164
357,5	0,082	0,369369	42,719939659	0,4560	19,480292485
362,5	0,055	0,247748	56,526520372	0,3560	20,123441252
367,5	0,036	0,162162	68,839520694	0,3100	21,340251415
372,5	0,025	0,112613	77,159141587	0,2600	20,061376813
			TOTAL	4,8430	106,405037894
			%TP	21,97089364	

- FORMULA F(ab)

## Replikasi 1

pjg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fp	%T x Fp
332,5	1,383	6,229730	5,8921E-05	0,9360	5,51501E-05
337,5	0,883	3,977477	0,010532283	0,7980	0,008404762
342,5	0,548	2,468468	0,340041193	0,6690	0,227487558
347,5	0,351	1,581081	2,623728657	0,5700	1,495525334
352,5	0,225	1,013514	9,693631059	0,4880	4,730491957
357,5	0,150	0,675676	21,102034282	0,4560	9,622527633
362,5	0,103	0,463964	34,358645612	0,3560	12,231677838
367,5	0,070	0,315315	48,382096645	0,3100	14,998449960
372,5	0,049	0,220721	60,156045515	0,2600	15,640571834
			TOTAL	4,8430	58,955192026
			%TP	12,17327938	

## Replikasi 2

pjg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fp	%T x Fp
332,5	1,308	5,891892	0,000128265	0,9360	0,000120056
337,5	0,831	3,743243	0,018061622	0,7980	0,014413175
342,5	0,509	2,292793	0,509573937	0,6690	0,340904964
347,5	0,331	1,490991	3,228561093	0,5700	1,840279823
352,5	0,211	0,950450	11,208552993	0,4880	5,469773860
357,5	0,142	0,639640	22,927693125	0,4560	10,455028065
362,5	0,097	0,436937	36,564788274	0,3560	13,017064626
367,5	0,066	0,297297	50,431594868	0,3100	15,633794409
372,5	0,046	0,207207	62,057288065	0,2600	16,134894897
			TOTAL	4,8430	62,906273874
			%TP	12,98911292	

## Replikasi 3

pjg gel	abs	Abs 1 g/l	%T	Fp	%T x Fp
332,5	1,187	5,346847	0,000449938	0,9360	0,000421142
337,5	0,759	3,418919	0,038113697	0,7980	0,030414730
342,5	0,466	2,099099	0,795977700	0,6690	0,532509081
347,5	0,305	1,373874	4,227913817	0,5700	2,409910876
352,5	0,198	0,891892	12,826498302	0,4880	6,259331172
357,5	0,135	0,608108	24,654255467	0,4560	11,242340493

362,5	0,093	0,418919	38,113697349	0,3560	13,568476256
367,5	0,065	0,292793	50,957393699	0,3100	15,796792047
372,5	0,046	0,207207	62,057288065	0,2600	16,134894897
			TOTAL	4,8430	65,975090694
			%TP	13,62277322	

### G. Contoh perhitungan

#### G.1. Contoh perhitungan preparasi sampel

Sediaan krim mengandung 9% bahan aktif tabir surya, sehingga dalam 100g sediaan mengandung 9g 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 22,2mg yang mengandung 1,998mg bahan aktif hingga diperoleh konsentrasi 19,98ppm. Hal tersebut dilakukan untuk memenuhi kriteria pengujian nilai SPF *in vitro* krim tabir surya konsentrasi 20ppm. Preparasi sampel dengan paparan sinar UV untuk mendapatkan nilai absorbansi optimal dilakukan dengan mengoleskan sediaan sebesar 2 mg/cm<sup>2</sup>.

#### G.2. Contoh Perhitungan Nilai SPF *In Vitro*

Contoh perhitungan dilakukan pada formula 1 replikasi 1. Penimbangan sampel krim sebesar 22,2mg. Dalam 22,2mg krim terkandung 9% bahan aktif anti UV, sehingga dalam 22,2 mg terkandung 1,998 mg bahan aktif. Krim yang telah ditimbang tersebut diencerkan dengan isopropanol hingga konsentrasinya 19,98 ppm. Nilai absorbansi pada 19,98 ppm diubah menjadi 20 ppm.

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

$$\frac{1 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 199,8 \text{ ppm} = 19,98 \text{ ppm}$$

Nilai absorbansi pada 19,98 ppm diubah menjadi 20 ppm

Contoh besar absorbansi = 1,769

$$\frac{20 \text{ ppm}}{19,98 \text{ ppm}} \times 1,769 = 1,770771$$

$$\text{AUC} = (A\lambda_p - a + A\lambda_p)/2 \times [\lambda_p - (\lambda_p - a)]$$

$$\begin{aligned} \text{AUC} &= (1,770771 + 1,799800)/2 \times [291 - 290] \\ &= 1,785285 \end{aligned}$$

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

$$\text{Log SPF} = \frac{78,489990}{361 - 290}$$

$$\text{SPF} = 12,7494902$$

### G.3. Contoh Perhitungan Nilai Persen Transmisi Eritema

Contoh perhitungan dilakukan pada formula 1 replikasi 1. Penimbangan sampel krim sebesar 22,2 mg. Dalam 22,2 mg krim terkandung 9% bahan aktif tabir surya, sehingga dalam 22,2 mg terkandung 1,998 mg bahan aktif. Krim yang telah ditimbang tersebut diencerkan dengan isopropanol sehingga sampel dalam kuvet sebesar 0,222 g/L. Nilai absorbansi pada pada 0,222 g/L diubah menjadi 1 g/L.

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

$$\frac{1 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 2220 \text{ ppm} = 222 = 0,222 \text{ g/L}$$

Nilai absorbansi pada 0,222 g/L diubah menjadi 1g/L

Contoh nilai absorbansi sebesar 1,811

$$\frac{1 \text{ g/L}}{0,222 \text{ g/L}} \times 1,811 = 8,157658$$

Nilai absorbansi pada 1 g/L dikonversi menjadi nilai transmisi

$$A = -\log T$$

$$8,157658 = -\log T$$

$$T = 0,000000696\%$$

Selanjutnya dihitung T x Fe untuk nilai persen transmisi eritema

$$\begin{aligned} T \times Fe &= 0,000000696\% \times 1,1390 \mu \text{ W/cm}^2 \\ &= 7,92257 \cdot 10^{-7} \% \mu \text{ W/cm}^2 \end{aligned}$$

Selanjutnya nilai persen transmisi eritema dihitung berdasarkan rumus :

$$\% TE = \Sigma (T \times Fe) / \Sigma Fe$$

Sehingga formula ini memiliki nilai persen transmisi eritema sebesar 0,00128556

- Contoh Perhitungan Nilai Persen Transmisi Pigmentasi

Contoh perhitungan dilakukan pada formula 1 replikasi 1. Penimbangan sampel krim sebesar 22,2 mg. Dalam 22,2 mg krim terkandung 9% bahan aktif tabir surya, sehingga dalam 22,2 mg terkandung 1,998 mg bahan aktif. Krim yang telah ditimbang tersebut diencerkan dengan isopropanol sehingga sampel dalam kuvet sebesar 0,222 g/L. Nilai absorbansi pada 0,222 g/L diubah menjadi 1 g/L.

$$\begin{aligned} \frac{22,2 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 &= 2220 \text{ ppm} \\ \frac{1 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 2220 \text{ ppm} &= 222 = 0,222 \text{ g/L} \end{aligned}$$

Nilai absorbansi pada 0,222 g/L diubah menjadi 1 g/L

Contoh nilai absorbansi sebesar 0,792

$$\frac{1 \text{ g/L}}{0,222 \text{ g/L}} \times 0,792 = 3,567568$$

Nilai absorbansi pada 1 g/L dikonversi menjadi nilai transmisi

$$\begin{aligned} A &= -\log T \\ 3,567568 &= -\log T \\ T &= 0,027066521\% \end{aligned}$$

Selanjutnya dihitung T x Fe untuk nilai persen transmisi eritema

$$\begin{aligned} T \times Fp &= 0,027066521\% \times 0,9360 \mu \text{ W/cm}^2 \\ &= 0,025334263 \% \mu \text{ W/cm}^2 \end{aligned}$$



Selanjutnya nilai persen transmisi eritema dihitung berdasarkan rumus :

$$\% T_p = \frac{\sum (T \times F_p)}{\sum F_p}$$

Sehingga formula ini memiliki nilai persen transmisi eritema sebesar 23,68001249

#### H. Tabel tetapan fluks eritema dan fluk pigmentasi

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

#### I. Hasil analisis *design expert 10.0.1*

I.1. Hasil analisis desain faktorial dan anova respon viskositas

ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
	Sum of		Mean	F	p-value	
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F	
Model	2439,58	3	813,19	97,58	< 0,0001	significant
A-zink oksida	2268,75	1	2268,75	272,25	< 0,0001	
B-asam glikolat	2,08	1	2,08	0,25	0,6305	
AB	168,75	1	168,75	20,25	0,0020	



Pure Error	66,67	8	8,33			
Cor Total	2506,25	11				

The Model F-value of 97,58 implies the model is significant. There is only a 0,01% chance that an F-value this large could occur due to noise,

"Values of ""Prob > F"" less than 0,0500 indicate model terms are significant, "

In this case A, AB are significant model terms.

Values greater than 0,1000 indicate the model terms are not significant.

If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

Std, Dev,	2,89	R-Squared	0,9734
Mean	81,25	Adj R-Squared	0,9634
C,V, %	3,55	Pred R-Squared	0,9401
PRESS	150,00	Adeq Precision	21,000
-2 Log Likelihood	54,63	BIC	64,57
		AICc	68,35

## I.2. Hasil analisis efek faktor terhadap viskositas

	Coefficient		Standard	95% CI	95% CI	
Factor	Estimate	df	Error	Low	High	VIF
Intercept	81,25	1	0,83	79,33	83,17	
A-zink oksida	13,75	1	0,83	11,83	15,67	1,00
B-asam glikolat	-0,42	1	0,83	-2,34	1,51	1,00
AB	3,75	1	0,83	1,83	5,67	1,00

Final Equation in Terms of Coded Factors:	
viskositas	=
+81,25	
+13,75	* A
-0,42	* B

+3,75	* AB
-------	------

The equation in terms of coded factors can be used to make predictions about the response for given levels of each factor, By default, the high levels of the factors are coded as +1 and the low levels of the factors are coded as -1, The coded equation is useful for identifying the relative impact of the factors by comparing the factor coefficients.

Final Equation in Terms of Actual Factors:	
viskositas	=
+78,33333	
+3,33333	* zink oksida
-13,33333	* asam glikolat
+10,00000	* zink oksida * asam glikolat

I.3. Hasil analisis desain faktorial dan anova respon pH

ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
	Sum of		Mean	F	p-value	
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F	
Model	0,97	3	0,32	2576,44	< 0,0001	significant
A-zink oksida	0,32	1	0,32	2561,07	< 0,0001	
B-asam glikolat	0,61	1	0,61	4860,00	< 0,0001	
AB	0,039	1	0,039	308,27	< 0,0001	
Pure Error	1,000E-003	8	1,250E-004			
Cor Total	0,97	11				

The Model F-value of 2576,44 implies the model is significant. There is only a 0,01% chance that an F-value this large could occur due to noise,

"Values of ""Prob > F"" less than 0,0500 indicate model terms are significant, "

In this case A, B, AB are significant model terms.

Values greater than 0,1000 indicate the model terms are not significant.

If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

Std, Dev,	0,011	R-Squared	0,9990
Mean	4,52	Adj R-Squared	0,9986
C,V, %	0,25	Pred R-Squared	0,9977
PRESS	2,250E-003	Adeq Precision	120,321
-2 Log Likelihood	-78,66	BIC	-68,72
		AICc	-64,94

I.4. Hasil analisis efek faktor terhadap pH

	Coefficient		Standard	95% CI	95% CI	
Factor	Estimate	df	Error	Low	High	VIF
Intercept	4,52	1	3,227E-003	4,51	4,53	
A-zink oksida	0,16	1	3,227E-003	0,16	0,17	1,00
B-asam glikolat	-0,23	1	3,227E-003	-0,23	-0,22	1,00
AB	-0,057	1	3,227E-003	-0,064	-0,049	1,00

Final Equation in Terms of Coded Factors:	
pH =	
+4,52	
+0,16	* A
-0,23	* B
-0,057	* AB

The equation in terms of coded factors can be used to make predictions about the response for given levels of each factor, By default, the high levels of the factors are coded as +1 and the low levels of the factors are coded as -1, The coded equation is useful for identifying the relative impact of the factors by comparing the factor coefficients.

Final Equation in Terms of Actual Factors:	
pH	=
+4,64111	
+0,44444	* zink oksida
-0,26111	* asam glikolat
-0,15111	* zink oksida * asam glikolat

#### I.5. Hasil analisis desain faktorial dan anova respon SPF

ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
	Sum of		Mean	F	p-value	
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F	
Model	755,43	3	251,81	488,20	< 0,0001	Significant
A-zink oksida	273,78	1	273,78	530,80	< 0,0001	
B-asam glikolat	206,84	1	206,84	401,01	< 0,0001	
AB	274,81	1	274,81	532,80	< 0,0001	
Pure Error	4,13	8	0,52			
Cor Total	759,55	11				

The Model F-value of 488,20 implies the model is significant. There is only a 0,01% chance that an F-value this large could occur due to noise,

"Values of ""Prob > F"" less than 0,0500 indicate model terms are significant, "

In this case A, B, AB are significant model terms.

Values greater than 0,1000 indicate the model terms are not significant.

If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

Std, Dev,	0,72	R-Squared	0,9946
Mean	16,99	Adj R-Squared	0,9925
C,V, %	4,23	Pred R-Squared	0,9878
PRESS	9,28	Adeq Precision	46,122
-2 Log Likelihood	21,24	BIC	31,18
		AICc	34,96

## I.6. Hasil analisis efek faktor terhadap SPF

	Coefficient		Standard	95% CI	95% CI	
Factor	Estimate	df	Error	Low	High	VIF
Intercept	16,99	1	0,21	16,51	17,47	
A-zink oksida	4,78	1	0,21	4,30	5,25	1,00
B-asam glikolat	4,15	1	0,21	3,67	4,63	1,00
AB	4,79	1	0,21	4,31	5,26	1,00

Final Equation in Terms of Coded Factors:	
SPF	=
+16,99	
+4,78	* A
+4,15	* B
+4,79	* AB

The equation in terms of coded factors can be used to make predictions about the response for given levels of each factor, By default, the high levels of the factors are coded as +1 and the low levels of the factors are coded as -1, The coded equation is useful for identifying the relative impact of the factors by comparing the factor coefficients.

Final Equation in Terms of Actual Factors:	
SPF	=
+20,50100	
-12,77333	* zink oksida
-7,64833	* asam glikolat
+12,76133	* zink oksida * asam glikolat

## I.7. Hasil analisis desain faktorial dan anova respon % transmisi eritema

ANOVA for selected factorial model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]					
	Sum of		Mean	F	p-value
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F

Model	8,010E-006	3	2,670E-006	36,67	< 0,0001	significant
A-zink oksida	9,532E-008	1	9,532E-008	1,31	0,2856	
B-asam glikolat	2,832E-006	1	2,832E-006	38,90	0,0002	
AB	5,082E-006	1	5,082E-006	69,81	< 0,0001	
Pure Error	5,824E-007	8	7,281E-008			
Cor Total	8,592E-006	11				

The Model F-value of 36,67 implies the model is significant. There is only a 0,01% chance that an F-value this large could occur due to noise,

"Values of "Prob > F" less than 0,0500 indicate model terms are significant, "

In this case B, AB are significant model terms.

Values greater than 0,1000 indicate the model terms are not significant.

If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

Std, Dev,	2,698E-004	R-Squared	0,9322
Mean	1,249E-003	Adj R-Squared	0,9068
C,V, %	21,60	Pred R-Squared	0,8475
PRESS	1,311E-006	Adeq Precision	14,592
-2 Log Likelihood	-168,04	BIC	-158,10
		AICc	-154,32

#### I.8. Hasil analisis efek faktor terhadap % transmisi eritema

	Coefficient		Standard	95% CI	95% CI	
Factor	Estimate	df	Error	Low	High	VIF
Intercept	1,249E-003	1	7,789E-005	1,070E-003	1,429E-003	
A-zink oksida	-8,913E-005	1	7,789E-005	-2,687E-004	9,049E-005	1,00
B-asam glikolat	-4,858E-004	1	7,789E-005	-6,654E-004	-3,062E-004	1,00
AB	-6,508E-004	1	7,789E-005	-8,304E-004	-4,712E-004	1,00

Final Equation in Terms of Coded Factors:	
% eritema	=
+1,249E-003	
-8,913E-005	* A



-4,858E-004	* B
-6,508E-004	* AB

The equation in terms of coded factors can be used to make predictions about the response for given levels of each factor, By default, the high levels of the factors are coded as +1 and the low levels of the factors are coded as -1, The coded equation is useful for identifying the relative impact of the factors by comparing the factor coefficients.

Final Equation in Terms of Actual Factors:	
% eritema	=
-3,98833E-004	
+2,48433E-003	* zink oksida
+1,19772E-003	* asam glikolat
-1,73544E-003	* zink oksida * asam glikolat

- I.9. Hasil analisis desain faktorial dan anova respon % transmisi pigmentasi

ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
	Sum of		Mean	F	p-value	
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F	
Model	481,74	3	160,58	142,42	< 0,0001	significant
A-zink oksida	0,94	1	0,94	0,84	0,3872	
B-asam glikolat	283,88	1	283,88	251,77	< 0,0001	
AB	196,91	1	196,91	174,64	< 0,0001	
Pure Error	9,02	8	1,13			
Cor Total	490,76	11				

The Model F-value of 142,42 implies the model is significant. There is only a 0,01% chance that an F-value this large could occur due to noise,

"Values of "Prob > F" less than 0,0500 indicate model terms are significant, "

In this case B, AB are significant model terms.

Values greater than 0,1000 indicate the model terms are not significant.

If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

Std, Dev,	1,06	R-Squared	0,9816
Mean	22,01	Adj R-Squared	0,9747
C,V, %	4,82	Pred R-Squared	0,9586
PRESS	20,30	Adeq Precision	29,082
-2 Log Likelihood	30,63	BIC	40,57
		AICc	44,34

#### I.10. Hasil analisis efek faktor terhadap % transmisi pigmentasi

	Coefficient		Standard	95% CI	95% CI	
Factor	Estimate	df	Error	Low	High	VIF
Intercept	22,01	1	0,31	21,30	22,72	
A-zink oksida	-0,28	1	0,31	-0,99	0,43	1,00
B-asam glikolat	-4,86	1	0,31	-5,57	-4,16	1,00
AB	-4,05	1	0,31	-4,76	-3,34	1,00

Final Equation in Terms of Coded Factors:	
% pigmentasi	=
+22,01	
-0,28	* A
-4,86	* B
-4,05	* AB

The equation in terms of coded factors can be used to make predictions about the response for given levels of each factor, By default, the high levels of the factors are coded as +1 and the low levels of the factors are coded as -1, The coded equation is useful for identifying the relative impact of the factors by comparing the factor coefficients.

Final Equation in Terms of Actual Factors:	
% pigmentasi	=
+16,81289	
+15,82956	* zink oksida
+3,77511	* asam glikolat
-10,80222	* zink oksida * asam glikolat

### J. Solution formula optimum

#### Solutions

Number	zink oksida	asam glikolat	SPF	% eritema	% pigmentasi	pH	viskositas	Desirability
1	<u>2,000</u>	<u>1,828</u>	<u>27,636</u>	<u>0,000</u>	<u>15,873</u>	<u>4,500</u>	<u>97,189</u>	<u>0,817</u> Selected
2	2,000	1,824	27,548	0,000	15,960	4,503	97,157	0,815
3	2,000	1,801	27,144	0,000	16,363	4,515	97,006	0,805
4	1,921	1,804	26,399	0,001	16,589	4,500	95,345	0,791
5	0,500	1,000	12,847	0,001	23,102	4,527	71,667	0,455

**K. Sertifikat analisis**

- Sertifikat asam glikolat

CABB GmbH  
 Werk Gersthofen  
 Quality Control  
 Postbox 101562  
 D-86005 Augsburg  
 Tel.: +49 821/479-2634  
 Fax : +49 821/479-2377



Infraserv Logistics  
 Fax: +49 69 305 17089  
 Frankfurt

repeated print

---

Inspection certificate according to EN10204-3.1 Date : 26.04.2016  
Page : 1 / 2

---

Your order from 20.04.2016  
 Order No. : 7140009507  
 Material No. : 110490387

Our consignment from 10.06.2016  
 Delivery no./Pos. : 80161398 / 000010  
 Order : 156301  
 Material : GLYTECH TM BASIC 70 0250  
 Material No. : 10004511686  
 Batch No. : DEFM151635 Manufacturing date: 14.04.2016  
Shelf life: 1.095 days

Quantity : 1.000 KG  
 Truck no. : OS BT 472  
 Traylor No. : OS K 1712

On the batch, of which the consignment is a part, the following values were determined. They conform to the agreed product specification.

Test item/-method	Specification	Test result
Total acid as glycolic acid PAQ 04-533, acid/ base- titration	70,0 - 72,0	70,1 %[m/m]
Glycolic acid PAQ 04-533, acid/ base- titration	60,0 - 64,0	62,1 %[m/m]
Sodium chloride PAQ 04-537, argentometry	<= 10,0	9,6 %[m/m]

CABB GmbH  
Werk Gersthofen  
Quality Control  
Postbox 101562  
D-86005 Augsburg  
Tel.: +49 821/479-2634  
Fax : +49 821/479-2377

**CABB**

Infraserv Logistics  
Fax: +49 69 305 17089  
Frankfurt

repeated print

---

Inspection certificate according to EN10204-3.1 Date : 26.04.2016  
Page : 2 / 2

---

Material : GLYTECH TM BASIC 70 0250  
Material No. : 10004511686  
Batch No. : DEFM151635 Date of Manufacture: 14.04.2016  
Shelf life: 1.095 days

---

Test item/-method	Specification	Test result
-------------------	---------------	-------------


---

The above particulars do not release the customer from the obligation to carry out an inspection of goods received.

M. Branzi  
(Quality Inspector)

This report does not require a signature.

- Sertifikat Zink Oksida



**Technical Data Sheet**

**Product** Zinc Oxide-White Seal

**Description** High Purity French Process Zinc Oxide

**Application** Primers, paints, ceramics, adhesives, dentures

**Chemical Analysis**

	TYPICAL VALUES
Zinc Oxide	99.80 %
Lead	0.01 %
Cadmium	0.002 %
Iron	0.001 %
Copper	0.0005 %
Manganese	0.0005 %

**Physical Properties**

Colour	White
Specific Gravity	5.6 approx
Bulk Density	0.7-0.8 g/cm <sup>3</sup>
Minus 325 mesh	99.9 %
Mean Particle Diameter	11.2 micron

**Pack** 25 kg Polyethylene/Woven Polypropylene bags

These are on dry weight basis. Storage in a dry place is recommended. This represents average results of production. Actual results may vary and are subject to normal variations. They should not be used as a quality standard.

DOTTO



- Sertifikat *octyl methoxycinnamate*

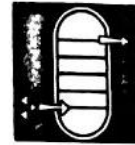
## Chemspec Chemicals Pvt. Ltd.

(A Govt. Recognised Star Export House)

(An ISO 9001 : 2008, 14001 : 2004 & OHSAS 18001 : 2007 Certified Company)

Factory : Plot No. 3-C, MIDC Talaja, Tal. Panvel, Dist. Raigad - 410208 (Maharashtra) India

CIN No. : U24114MH1975PTC018665



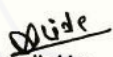
October 14, 2016

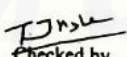
### CERTIFICATE OF ANALYSIS

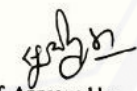
PRODUCT NAME : Octyl Methoxy Cinnamate ( OMCX /Octinoxate )  
 BATCH NO. : MX # 1811016  
 QUANTITY : 2820.0 Kg  
 DATE OF MFG. : October - 2016  
 BEST BEFORE : October - 2018

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

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

  
 Compiled by  
 Sr.Executive Q.C

  
 Checked by  
 Asst.Manager QC

  
 F Approved by  
 GM Q.A/Q.C.

- Sertifikat *benzophenone-3*





**ISO 9001 QUALITY SYSTEM CERTIFIED ORGANIZATION**

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

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

ISO 9001-2000 REGISTERED

**CERTIFICATE OF ANALYSIS**

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

**Product Name :-** BENZOPHENONE  
**Mol. Formula :-** C<sub>13</sub>H<sub>10</sub>O  
**Mol. Weight :-** 182.22  
**Batch no. :-** G158606  
**Mfg date :-** NOV-2012

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

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

Regards,

