



**OPTIMASI ZINK OKSIDA DAN ASAM MALAT DALAM KRIM TABIR
SURYA KOMBINASI AVOBENZONE DAN *OCTYL METHOXYCINNAMATE*
DENGAN
DESAIN FAKTORIAL**

SKRIPSI

Oleh

**Lisanul Ummah
NIM 132210101044**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2018



**OPTIMASI ZINK OKSIDA DAN ASAM MALAT DALAM KRIM TABIR
SURYA KOMBINASI AVOBENZONE DAN *OCTYL METHOXYCINNAMATE*
DENGAN
DESAIN FAKTORIAL**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Studi Farmasi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh

Lisanul Ummah
NIM 132210101044

FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER

2018

PERSEMBAHAN

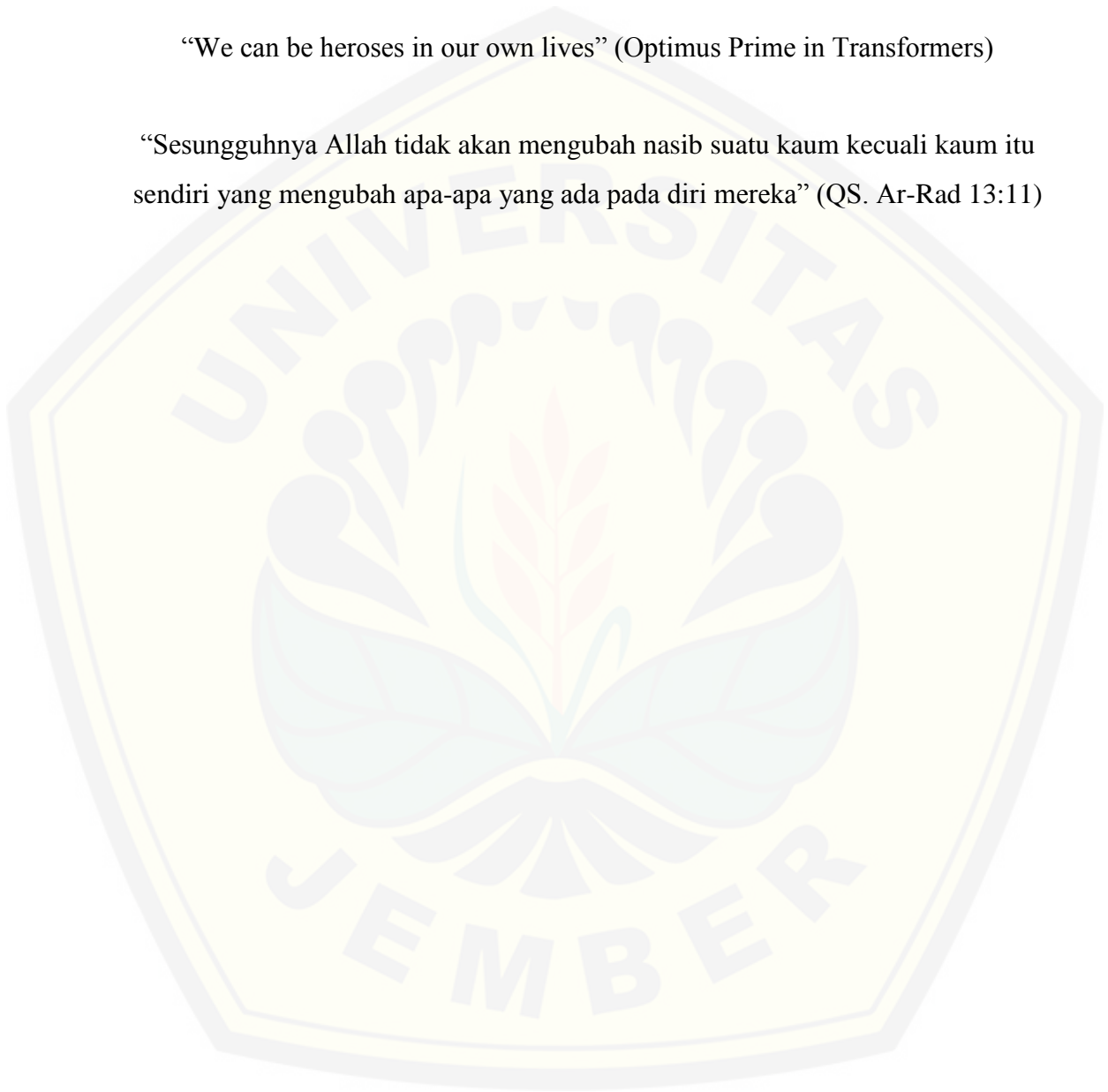
Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan petunjuk, rahmat dan ridho-Nya kepada setiap hamba-Nya.
2. Orang tua penulis M.N. Atok Urrohman dan Suyatmi, atas doa, jerih payah, kasih sayang, nasihat, dukungan, dan motivasi yang selalu mengiringi setiap langkah penulis.
3. Bapak dan ibu guru TK Aisyah, SD N Kalisat 01, SMP N 10 Jember, SMA N Arjasa, serta dosen dan segenap civitas akademika Universitas Jember khususnya Fakultas Farmasi, yang telah menjadi tempat menimba ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.

MOTTO

“We can be heroes in our own lives” (Optimus Prime in Transformers)

“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)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lisanul Ummah

NIM : 132210101044

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Optimasi Zink Oksida Dan Asam Malat dalam Krim Tabir Surya Kombinasi *Avobenzone* dan *Octyl Methoxycinnamate* dengan Desain Faktorial” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya 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 pernyataan ini tidak benar.

Jember, 24 Januari 2018

Yang menyatakan,

Lisanul Ummah

NIM. 132210101044

SKRIPSI

**OPTIMASI KOMPOSISI ZINK OKSIDA DAN ASAM MALATT DALAM
KRIM TABIR SURYA KOMBINASI AVOBENZONE DAN OCTYL
METHOXYCINNAMATE DENGAN DESAIN FAKTORIAL**

Oleh

Lisanul Ummah

NIM. 132210101044

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Nia Kristiningrum., S.Farm.,M.Farm.,Apt.

PENGESAHAN

Skripsi Berjudul “Optimasi Komposisi Zink Oksida dan Asam Malatt dalam Krim Tabir Surya Kombinasi *Avobenzone* dan *Octyl Methoxycinnamate* dengan Desain Faktorial” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Selasa, 13 Februari 2018

Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Viddy Agustian R., S.Farm., MSc., Apt.
NIP. 198608302009121007

Nia Kristiningrum., S.Farm., M.Farm., Apt
NIP. 198204062006042002

Tim Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

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

Endah Puspitasari S.Farm.,M.Sc.,Apt.
NIP. 198107232006042002

Mengesahkan

Dekan,

Lestyo Wulandari, S.Si.,Apt.,M.Farm
NIP. 197604142002122001

RINGKASAN

Optimasi Zink Oksida Dan Asam Malat dalam Krim Tabir Surya Kombinasi Avobenzone dan Octyl Methoxycinnamate dengan Desain Faktorial: Lisanul Ummah, 132210101044; 2018; Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

Sinar ultraviolet (UV) dibedakan menjadi UV A, UV B, dan UV C. UV A dan UV B mampu mencapai permukaan bumi. Sinar ultraviolet mempunyai efek merugikan yang dapat ditimbulkan pada kulit yaitu terjadinya kerusakan epidermis yang biasa disebut dengan sengatan surya, pigmentasi, pengkerutan kulit dan penuaan kulit dini. Salah satu cara mencegah efek buruk paparan sinar matahari terhadap kulit dapat dilakukan dengan menggunakan tabir surya. Mekanisme kerja tabir surya dibagi menjadi dua, yaitu tabir surya *physical blocker* dan *chemical absorber*. Tabir surya *physical blocker* yang digunakan adalah zink oksida (ZnO). *Chemical absorber* yang dipilih yaitu *avobenzone* sebagai anti UV A dan *octyl metoxycinnamate* anti UVB. Kombinasi *physical blocker* dan *chemical absorber* dapat meningkatkan efektivitas sediaan. *Chemical absorber* akan mengalami degradasi saat terpapar sinar UV. 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), sehingga dilakukan penambahan AHA (alpha hydroxy acid) ke dalam formula tabir surya yaitu asam malat untuk menurunkan pH sediaan, asam malat merupakan antioksidan yang juga dapat digunakan untuk mengatasi ketidakstabilan dari *avobenzone* dan *octyl metoxycinnamate*.

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 malat, sedangkan level yang digunakan untuk ZnO, yaitu 0,5% dan 3 %. Penggunaan asam malat, yaitu 0,5% dan 0,8%. 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 pH menunjukkan bahwa pH sediaan krim tabir surya formula A > formula B > formula 1 > formula 2. ZnO memberikan efek positif, yaitu sebesar +1,14, asam malat memberikan efek negatif, yaitu sebesar -0,86 dan interaksi kedua bahan memberikan efek negatif yaitu sebesar -0,22. Hasil dari analisis varian menunjukkan bahwa *model*, ZnO, asam malat, dan interaksi kedua bahan mempunyai nilai $p < 0,05$, yang berarti berpengaruh signifikan terhadap respon pH.

Hasil pengujian viskositas menunjukkan bahwa formula 1 memiliki viskositas yang paling rendah, sedangkan formula Ab memiliki viskositas tertinggi. ZnO memberikan efek positif, yaitu sebesar +93,34, asam malat memberikan efek positif, yaitu sebesar +20,34 dan interaksi kedua bahan memberikan efek negatif yaitu sebesar -18,66. Hasil analisis varian menunjukkan bahwa *model*, ZnO, asam malat, dan interaksi kedua bahan mempunyai nilai $p < 0,05$ yang berarti berpengaruh signifikan terhadap respon viskositas.

Hasil pengujian SPF menunjukkan bahwa nilai SPF formula Ab > formula B > formula 1 > formula A. ZnO memiliki efek negatif, yaitu sebesar -2,82, asam malat memiliki efek positif yaitu sebesar +6,32 dan interaksi kedua bahan memberikan efek positif yaitu sebesar +3,54. Hasil dari analisis varian menunjukkan bahwa *model*, ZnO, asam malat dan interaksi kedua bahan mempunyai nilai $p < 0,05$ yang berarti berpengaruh signifikan terhadap respon SPF.

Hasil pengujian transmisi eritema menunjukkan bahwa transmisi eritema formula A > formula Ab > formula 1 > formula B. ZnO memiliki efek positif yaitu sebesar +0,000722, asam malat memiliki efek negatif yaitu sebesar -0,000648, Interaksi kedua bahan memberikan efek negatif yaitu sebesar -0,000579. Hasil analisis varian menunjukkan bahwa *model*, ZnO dan asam malat memiliki nilai $p < 0,05$ yang berarti berpengaruh signifikan terhadap respon transmisi eritema, sedangkan interaksi kedua bahan mempunyai nilai $p > 0,0555$, yang berarti interaksi kedua bahan berpengaruh tidak signifikan terhadap respon transmisi eritema.

Hasil pengujian transmisi pigmentasi menunjukkan bahwa transmisi pigmentasi formula A > formula Ab > formula 1 > formula B. ZnO memberikan efek sebesar +0,0022940, asam malat memberikan efek sebesar -0,00005994 dan interaksi dari kedua bahan memberikan efek sebesar -0,0018627. Hasil analisis varian menunjukkan bahwa ZnO dan interaksi kedua bahan mempunyai nilai $p > 0,05$, yang berarti ZnO dan interaksi kedua bahan berpengaruh tidak signifikan terhadap respon transmisi pigmentasi. Asam malat mempunyai nilai $p < 0,05$, yang berarti asam malat berpengaruh signifikan terhadap respon transmisi pigmentasi.

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 - 50, & transmisi eritema antara 0 - 1% dan transmisi pigmentasi antar 0 - 40%. Daerah optimum yang berwarna kuning pada overlay plot menunjukkan nilai *desirability* yang paling tinggi yaitu 0,675 diperoleh dari komposisi ZnO yaitu 0,5% dan asam malat yaitu 0,80% menghasilkan respon SPF sebesar 21,242; TE sebesar 0,000; TP 0,000; pH sebesar 4,820; dan viskositas sebesar 80,333 dPa.s.

PRAKATA

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Optimasi Zink Oksida Dan Asam Malat dalam Krim Tabir Surya Kombinasi *Avobenzone* dan *Octyl Methoxycinnamate* dengan Desain Faktorial”. Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Farmasi di Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan petunjuk, rahmat dan ridho-Nya kepada setiap hamba-Nya.
2. Ayahanda M.N Atok Urrohman, Ibunda Suyatmi dan kakak-kakaku tercinta Indah Pusporini dan Rizqi Anisah yang selalu memberikan banyak motivasi, semangat, dan nasehat, yang tiada lelah memberikan cinta, perhatian, kasih sayang, serta doa yang tiada henti di setiap langkah penulis;
3. Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember;
4. Bapak Viddy Agustian R.S., S.Farm., M.S.c., Apt. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Ibu Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm., Apt. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga serta perhatiannya untuk memberikan ilmu, bimbingan, dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
5. Ibu Lusia Oktora R.K.S., S.F., M.Sc., Apt, dan Ibu Endah Puspitasari S.Farm., M.Sc., Apt. selaku Dosen Penguji yang telah berkenan untuk menguji skripsi ini dan memberikan masukan serta saran untuk perkembangan diri penulis dan skripsi ini;

6. Ibu Indah Yulia Ningsih, S.Farm., M.Farm., Apt. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dalam perkuliahan;
7. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan yang berguna dalam menyelesaikan skripsi;
8. Bu Itus dan Bu Titin, selaku teknisi laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember, yang telah bersedia memberikan bantuan, motivasi, dan nasehat selama menempuh penelitian ini;
9. Rekan kerja sesama Sunpro, Mega, Caca, Mia, Subhan dan Deni yang telah memberikan bantuan, motivasi, semangat, kekeluargaan, dan bimbingan selama penelitian penulis;
10. Sahabat FIGHTER (Chita, Diya, Nina, Ratna, dan Nia) yang telah memberikan semangat, motivasi, doa, kerjasama, kerja keras, bantuan dan kebersamaan dalam keadaan susah maupun senang selama penulis berjuang mengejar gelar ini;
11. Avrin, Reni, Rizqi, Riskia, Yoyok, Lala, Niken, Dita, Aini, Tiyas, Ghasiyah, Indah, Linda, Silvi, Lupi, Adis dan istiyam serta teman-teman KKN 14 yang telah memberikan, semangat, bantuan, dan kebersamaan;
12. Keluarga besar Farmasetamol FFUJ Angkatan 2013 atas semua kasih sayang, dukungan, semangat, doa, dan persaudaran yang indah ini;
13. Serta untuk setiap nama yang tidak dapat tertulis satu persatu. Terima kasih sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang berdoa dan turut berbahagia atas keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat baik bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun penelitian di masa mendatang.

Jember, 24 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN.....	v
PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Radiasi Ultraviolet	6
2.2 Kulit	7
2.2.1 Epidermis.....	7
2.2.2 Dermis	9
2.2.3 Hipodermis	9
2.3 Tabir Surya	9
2.4 Krim.....	13
2.5 Tinjauan Desain Faktorial.....	14

2.6	Tinjauan Bahan Penelitian	15
2.6.1	<i>Octyl methoxycinnamate</i>	15
2.6.2	Zink oksida (ZnO)	16
2.6.3	Asam malat	16
2.6.4	<i>Avobenzone</i>	17
BAB 3.	METODE	18
3.1	Rancangan Penelitian	18
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	18
3.2.1	Alat	18
3.2.2	Bahan	18
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	19
3.4	Prosedur Penelitian	20
3.4.1	Rancangan formula	20
3.4.2	Pembuatan sediaan krim tabir surya	21
3.4.3	Evaluasi sediaan krim tabir surya	22
3.5	Analisis Data	26
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	28
a.	Hasil Pembuatan Krim Tabir Surya	28
4.2	Hasil Evaluasi Krim Tabir Surya	29
4.2.1	Hasil pengujian sifat fisika kimia krim tabir surya	29
4.3	Hasil Penentuan Efektivitas Krim Tabir Surya	37
4.4	Penentuan Formula Optimum	45
BAB 5.	PENUTUP	48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN		54

DAFTAR GAMBAR

2.2 Mekanisme aksi tabir surya.....	10
2.3 Struktur <i>octyl methoxycinnamate</i>	16
2.4 Struktur zink oksida	16
2.5 Struktur asam malat.....	17
2.6 Struktur <i>avobenzone</i>	17
3.1 Skema langkah kerja	19
4.1 Hasil pembuatan krim tabir surya	29
4.2 Hasil uji tipe krim	30
4.3 Hasil pengamatan uji homogenitas	31
4.4 <i>Contour plot</i> 2D respon pH.....	35
4.5 <i>Contour plot</i> 2D respon viskositas.....	36
4.6 <i>Contour plot</i> 2D respon SPF.....	41
4.7 <i>Contour plot</i> 2D respon transmisi eritema.....	43
4.8 <i>Contour plot</i> 2D respon transmisi pigmentasi	44
4.9 <i>Overlay plot</i> daerah optimum.....	47

DAFTAR TABEL

2.1 Kategori perlindungan berdasarkan nilai transmisi eritema dan transmisi pigmentasi	13
3.1 Rancangan percobaan umum berdasarkan desain faktorial	20
3.2 Susunan level faktor berdasarkan metode optimasi desai faktorial	21
3.3 Formula krim tabir Surya	21
3.4 Parameter uji dan kriteria yang diharapkan	27
4.1 Hasil pengujian organoleptis.....	30
4.2 Hasil pengujian evaluasi sifat fisika kimia.....	32
4.3 Hasil analisis efek faktor terhadap pH	34
4.4 Hasil analisis efek faktor terhadap viskositas	35
4.5 Hasil pengujian efektifitas krim tabir surya	38
4.6 Hasil analisis efek faktor terhadap nilai SPF	40
4.7 Hasil analisis efek faktor terhadap nilai transmisi eritema	41
4.8 Hasil analisis efek faktor terhadap nilai transmisi pigmentasi.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

A.1 Sertifikat Analisis Octyl Methoxycinnamate	54
A.2 Sertifikat Analisis Asam Malat	55
B. Pengujian pH	56
B.1 Hasil Pengujian pH	56
B.2 Hasil Pengolahan Respon pH	56
C. Hasil Pengujian Viskositas	58
C.1 Hasil Pengujian Viskositas	58
C.2 Hasil Pengolahan Respon Viskositas.....	58
D. Hasil Pengujian Daya Sebar	60
D.1 Tabulasi hasil diameter daya sebar krim tabir surya formula 1.....	60
D.2 Tabulasi hasil diameter daya sebar krim tabir surya formula A.....	61
D.3 Tabulasi hasil diameter daya sebar krim tabir surya formula B	62
D.4 Tabulasi hasil diameter daya sebar krim tabir surya formula Ab.....	62
E. Hasil Pengujian SPF	63
E.1 Tabulasi hasil absorbansi dan AUC krim tabir surya formula 1	63
E.2 Tabulasi hasil absorbansi dan AUC krim tabir surya formula A.....	68
E.3 Tabulasi hasil absorbansi dan AUC krim tabir surya formula B	72
E.4 Tabulasi hasil absorbansi dan AUC krim tabir surya formula Ab.....	77
E.5 Contoh perhitungan nilai SPF <i>in vitro</i>	82
E.6 Hasil pengolahan respon SPF	82
F. Hasil Pengujian Transmisi Eritema	84
F.1 Tabulasi hasil absorbansi dan transmisi eritema formula 1	84
F.2 Tabulasi hasil absorbansi dan transmisi eritema formula A	86
F.3 Tabulasi hasil absorbansi dan transmisi eritema formula B.....	88
F.4 Tabulasi hasil absorbansi dan transmisi eritema formula Ab	89

F.5 Contoh perhitungan nilai transmisi eritema	91
F.6 Hasil pengolahan respon transmisi eritema.....	91
G. Hasil Pengujian Transmisi Pigmentasi	94
G.1 Tabulasi hasil absorbansi dan transmisi pigmentasi formula 1	94
G.2 Tabulasi hasil absorbansi dan transmisi pigmentasi formula A	95
G.3 Tabulasi hasil absorbansi dan transmisi pigmentasi formula B	97
G.4 Tabulasi hasil absorbansi dan transmisi pigmentasi formula Ab	99
G.5 Contoh perhitungan nilai transmisi pigmentasi	100
G.6 Hasil pengolahan respon transmisi pigmentasi	101
H. Hasil Optimasi.....	103
I. Tabel Tetapan Faktor Efektivitas eritema dan Pigmentasi	104

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sinar matahari mempunyai efek yang menguntungkan maupun merugikan, tergantung dari frekuensi dan lamanya sinar matahari mengenai kulit, intensitas matahari serta kepekaan seseorang. Sinar matahari menghasilkan radiasi yang tersusun dari sinar inframerah (>730 nm), cahaya tampak (400 - 760 nm), serta sinar ultraviolet (UV) (290 - 400). Sinar ultraviolet mempunyai efek merugikan yang dapat ditimbulkan pada kulit yaitu terjadinya kerusakan epidermis yang biasa disebut dengan sengatan surya, pigmentasi, pengkerutan kulit dan penuaan kulit dini (Zulkarnain *et al.*, 2013)

Spektrum ultraviolet yang sampai ke bumi yaitu UV A dengan panjang gelombang 320 - 400 nm dan UV B dengan panjang gelombang 290 - 320 nm (Wilkinson *et al.*, 1982). UVA menginduksi reaksi *photobiological*, seperti reaksi tanning yang menyebabkan kulit berwarna coklat akibat pembentukan melanin baru (Barel *et al.*, 2009). UV B pada kulit dapat menyebabkan eritema, melanogenesis, kerusakan DNA, dan karsinoma sel skuamosa (Zulkarnain *et al.*, 2013).

Perlindungan yang dilakukan untuk mengatasi efek berbahaya dari sinar UV, yaitu penggunaan sediaan tabir surya. Sediaan tabir surya adalah sediaan kosmetika yang berfungsi untuk menyerap atau memantulkan sinar matahari secara efektif terutama di daerah panjang gelombang ultraviolet sehingga dapat mencegah terjadinya gangguan kulit oleh sinar matahari. Tabir surya biasanya dibuat dalam berbagai bentuk sediaan seperti krim, *lotion*, dan salep (Ditjen POM, 1985). Sediaan krim terdiri dari 2 tipe, yaitu tipe minyak dalam air (o/w) dan air dalam minyak (w/o). Bentuk krim dipilih karena dapat dengan mudah menyebar rata terutama krim minyak dalam air (Wardhani, 2006).

Mekanisme kerja tabir surya dibagi menjadi dua, yaitu tabir surya *physical blocker* yang bekerja dengan memantulkan radiasi sinar UV dan *chemical absorber* yang bekerja dengan menyerap radiasi sinar UV (Fields, 2008). Tabir surya *physical blocker* yang banyak digunakan adalah titanium dioksida (TiO_2) dan zink oksida (ZnO) (Smijls & Pavel, 2011). Karakteristik utama tabir surya *physical blocker* yaitu memiliki kemampuan fotoproteksi yang tinggi (Schalka, 2011) dan tidak bereaksi dengan senyawa tabir surya *chemical absorber* (Kale *et al.*, 2011). TiO_2 dan ZnO mempunyai keunggulan, yaitu *photostable* setelah terpapar sinar UV dan sedikit menyebabkan alergi (Wang *et al.*, 2010). ZnO dapat memberikan perlindungan lebih luas terhadap UV A dan tidak memberikan efek warna pucat pada kulit bila dibandingkan dengan TiO_2 (Draelos & Thaman, 2006). Studi penyerapan Zn^{++} menyebutkan setelah pengaplikasian ZnO di kulit menunjukkan tingkat serum zink yang tidak berubah serta (Mitchnick *et al.*, 1998). Penambahan ZnO dapat meningkatkan pH dari sediaan krim tabir surya.

Tabir surya *chemical absorber* terbagi menjadi 2 yaitu anti-UV A dan anti-UV B. Contoh senyawa tabir surya anti-UVA yaitu *benzophenon-3* dan *avobenzone* sedangkan untuk senyawa tabir surya anti-UV B yaitu *octyl metoxycinnamat* dan *para amino benzoic acid* (PABA) (Fields *et al.*, 2008). *Avobenzone* mempunyai aktivitas perlindungan yang baik terhadap sinar UV A dan memiliki potensi memberikan spektrum yang luas untuk perlindungan UV A dibanding *benzophenon-3* yaitu 375 nm sedangkan *benzophenon-3* 326 nm. *Octyl metoxycinnamate* memiliki potensi dalam menyerap radiasi sinar UV B daripada turunan PABA serta penggunaan turunan PABA juga dapat menyebabkan reaksi iritasi pada kulit yang sensitif dan dapat meninggalkan noda pada pakaian saat diaplikasikan pada kulit (Rai & Srinivas, 2007). *Avobenzone* dan *octyl metoxycinnamate* merupakan kombinasi yang digunakan secara luas sebagai anti UV A dan anti UVB. Kelemahan kombinasi tersebut yaitu mengalami degradasi saat terpapar sinar UV (Scalia & Mezzenna, 2009). *Octyl metoxycinnamate* mengalami degradasi lebih dari 34% saat terpapar

sinar UV selama 1 jam (Astuti & Sumarno, 1996) sedangkan paparan sinar UV selama 15 menit akan merusak *avobenzone* (Bauman *et al.*, 2009).

Efektivitas tabir surya dapat dipengaruhi oleh derajat keasaman (pH) baik pH basis sediaan maupun bahan lain yang bersifat asam. Semakin besar pH sediaan maka efektivitas tabir surya *in vitro* akan semakin menurun (Suhiadah, 2013). Senyawa asam yang dapat meningkatkan efektivitas sediaan tabir surya salah satunya adalah golongan *alpha hidroxy acid* (AHA) sebagai *acidifying agen*. (Draelos & Thaman, 2006). Menurut Wardhani (2006) ZnO dapat mempengaruhi pH sediaan tabir surya. Semakin besar konsentrasi ZnO yang ditambahkan, maka semakin besar pH sediaan tabir surya. AHA yang digunakan yaitu asam malat, asam malat dapat meningkatkan derajat keasaman sehingga dapat menurunkan pH sediaan karena penambahan ZnO serta asam malat merupakan antioksidan yang dapat digunakan untuk mengatasi ketidakstabilan dari *avobenzone* dan *octyl metoxycinnamate*. Asam malat juga dapat digunakan pada kulit kering dan berjerawat (Hsiao *et al.*, 2015). Kombinasi *chemical absorber*, *physical blocker*, dan asam malat diharapkan mampu meningkatkan efektivitas tabir surya serta memperluas perlindungan terhadap sinar matahari.

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini dilakukan optimasi ZnO sebagai *physical blocker* dan Asam malat sebagai peningkat derajat keasaman dan mengatasi ketidakstabilan dari bahan aktif pada krim tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dalam basis *vanishing cream*. Respon yang diamati dalam penelitian ini adalah nilai pH, viskositas, SPF, nilai transmisi eritema dan nilai transmisi pigmentasi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh konsentrasi zink oksida, asam malat dan interaksi kedua bahan terhadap nilai pH dan viskositas krim tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*?
- b. Bagaimana pengaruh konsentrasi zink oksida, asam malat dan interaksi kedua bahan terhadap nilai SPF, transmisi eritema dan transmisi pigmentasi krim tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*?
- c. Berapa konsentrasi optimum zink oksida dan asam malat dalam krim tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* menurut *design expert trial* 10.0.1?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui pengaruh konsentrasi zink oksida, asam malat, dan interaksi kedua bahan terhadap nilai pH dan viskositas krim tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*
- b. Mengetahui pengaruh konsentrasi zink oksida, asam malat, dan interaksi kedua bahan terhadap nilai SPF, transmisi eritema dan transmisi pigmentasi krim tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*.
- c. Mengetahui komposisi optimum zink oksida dan asam malat dalam krim tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* yang memberikan respon optimum menurut *design expert trial* 10.0.1.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh penambahan asam malat dan ZnO pada krim tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dalam basis *vanishing cream* dan sebagai pengembangan formula krim tabir surya.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Radiasi Ultraviolet

Radiasi ultraviolet (UV) dibedakan menjadi UV A, UV B, dan UV C. UV C disaring oleh lapisan ozon pada stratosfer, sementara UV A dan UV B mampu mencapai permukaan bumi. UV A dapat berpenetrasi lebih dalam pada kulit dibanding UV B. Radiasi ultraviolet jika mencapai kulit manusia akan menyebabkan reaksi biologis dan metabolik. Radiasi ultraviolet yang sampai di permukaan bumi mengandung 95 - 99% UVA (UV A 1 panjang gelombang 340 - 400 nm dan UV A 2 panjang gelombang 320 - 340 nm) dan 1 - 5% UV B (Kale *et al.*,2011).

a. Radiasi UV A

UV A merupakan sinar yang paling banyak menyebabkan kerusakan pada kulit, akibat radiasi dari paparan sinar UV ini juga menyebabkan eritema. UV A 1.000 kali lebih efektif menyebabkan *sunburn* dibandingkan dengan UV B (Baron & Kirkland, 2008). Efektivitas tertinggi UV A yaitu pada panjang gelombang 340 nm. Daerah UV ini bertanggung jawab dalam perubahan warna kulit yang secara langsung berubah menjadi lebih gelap tanpa menimbulkan kemerahan. UV A dibagi menjadi 2, yaitu UV A 1 dan UV A 2.

b. Radiasi UV B

Sinar UV B dapat disebut sebagai radiasi sengatan matahari (*sunburn*) atau radiasi UV sedang, mempunyai daerah panjang gelombang dengan puncak efektivitas pada 297,6 nm. Sinar UV B adalah daerah UV yang lebih efektif menimbulkan eritema daripada *tanning*. Radiasi UV B menimbulkan *tanning* lambat yang ditandai dengan peningkatan aktivitas dan jumlah melanosit. Pemaparan tunggal dapat meningkatkan aktivitas melanosit sedangkan pemaparan yang berulang dapat meningkatkan jumlah melanosit. Radiasi UV B dalam jangka waktu yang lama juga menimbulkan kemerahan dan nyeri pada kulit (Tahir *et al* 2002). UV B

mendapatkan perhatian lebih karena dapat menyebabkan efek karsinogenik dan dapat menyebabkan eritema (Baron & Kirkland, 2008).

c. Radiasi UV C

Radiasi sinar UV C merupakan gelombang radiasi UV pendek atau radiasi germisidal. Radiasi UV C dapat menyebabkan kerusakan jaringan, akan tetapi sinar UV ini sebagian besar telah tersaring oleh lapisan ozon di atmosfer (Barel *et al.*, 2009).

2.2 Kulit

Kulit merupakan bagian terluar tubuh manusia yang menutupi seluruh tubuh. Kulit memberikan perlindungan terhadap berbagai jenis rangsangan dari luar dan kerusakan termasuk melindungi dari paparan sinar UV (Mitsui, 1997). Perlindungan alamiah kulit terhadap efek sinar UV yang merugikan dapat dilakukan dengan cara penebalan stratum korneum dan pigmentasi kulit, namun tidak efektif untuk menahan kontak dengan sinar matahari yang berlebihan (Ditjen POM, 1985).

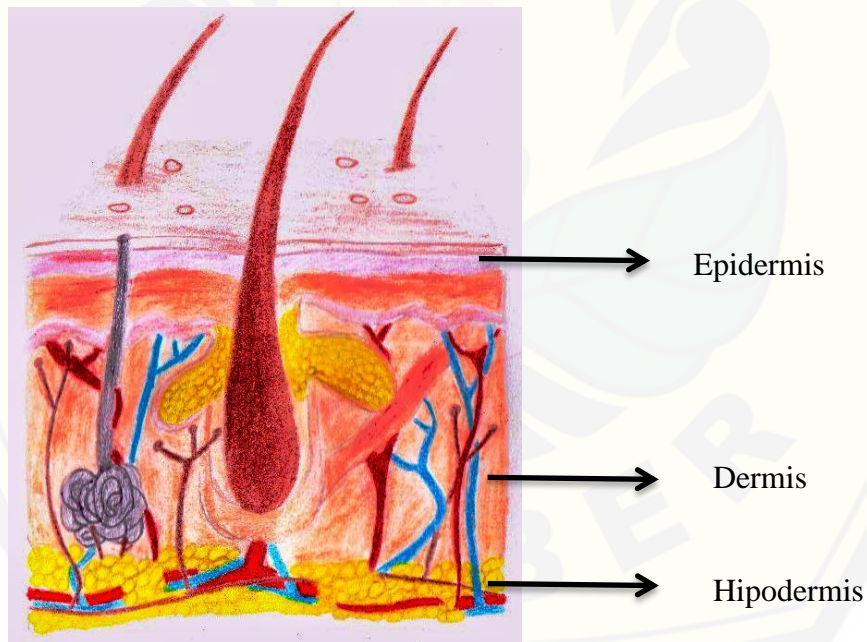
Kulit terdiri atas 2 lapisan utama, yaitu epidermis dan dermis, di bawah dermis terdapat selapis jaringan ikat longgar yaitu lapisan subkutan (hipodermis), yang pada beberapa tempat terutama terdiri dari jaringan lemak. Epidermis merupakan jaringan epitel yang berasal dari ektoderm, sedangkan dermis berupa jaringan ikat agak padat yang berasal dari mesoderm (Kalangi, 2013). Struktur kulit dapat dilihat pada Gambar 2.1.

2.2.1 Epidermis

Epidermis merupakan lapisan paling luar kulit dan terdiri atas epitel berlapis gepeng dengan lapisan tanduk. Epidermis terdiri atas 5 lapisan, yaitu dari dalam ke luar, stratum basal, stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lusidum, dan stratum korneum. Epidermis hanya terdiri dari jaringan epitel, tidak mempunyai

pembuluh darah maupun limfa oleh karena itu semua nutrisi dan oksigen diperoleh dari kapiler pada lapisan dermis.

Terdapat empat jenis sel epidermis, yaitu: keratinosit, melanosit, sel langerhans, dan sel merkel. Keempat sel epidermis yang berhubungan dengan perlindungan sinar UV yaitu Melanosit. Melanosit meliputi 7 - 10% sel epidermis, merupakan sel kecil dengan cabang dendritik panjang tipis dan berakhir pada keratinosit di stratum basale dan spinosum. Terletak di antara sel pada stratum basale, folikel rambut dan sedikit dalam dermis. Pembentukan melanin terjadi dalam melanosom, salah satu organel sel melanosit yang mengandung asam amino tirosin dan enzim tirosinase. Melalui serentetan reaksi, tirosin akan diubah menjadi melanin yang berfungsi sebagai tirai penahan radiasi ultraviolet yang berbahaya.



Gambar 2.1 Struktur kulit (Sumber: Kessel RG 1998)

2.2.2 Dermis

Dermis terdiri atas stratum papilaris dan stratum retikularis, batas antara kedua lapisan tidak tegas, serat antaranya saling menjalin. Dermis terdiri dari beberapa lapisan, yaitu stratum papilaris, stratum retikularis, dan hipodermis.

Jumlah sel dalam dermis relatif sedikit. Sel-sel dermis merupakan sel-sel jaringan ikat seperti fibroblas, sel lemak, sedikit makrofag, dan sel mast.

2.2.3 Hipodermis

Sebuah lapisan subkutan di bawah retikularis dermis disebut hipodermis. Hipodermis berupa jaringan ikat lebih longgar dengan serat kolagen halus terorientasi terutama sejajar terhadap permukaan kulit, dengan beberapa di antaranya menyatu dengan yang dari dermis. Lemak subkutan cenderung mengumpul di daerah tertentu (Kalangi, 2013)

2.3 Tabir Surya

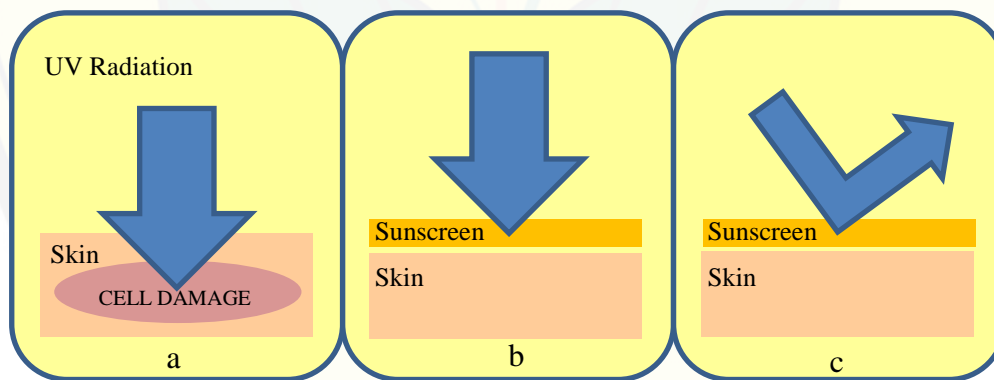
Tabir surya digunakan untuk melindungi kulit dari efek berbahaya radiasi ultraviolet sinar matahari (Smijs & Pavel, 2011). Tabir surya mempunyai cara kerja yang sederhana, yaitu mengabsorpsi, memantulkan, atau menghamburkan radiasi UV sebelum energi tersebut dapat diabsorpsi oleh kromofor yang ada di kulit (Draelos & Thaman, 2006). Tabir surya dapat dibuat dalam beberapa bentuk sediaan topikal yaitu krim, gel, *lotion*, dan *spray* (Lim & Draelos, 2009).

Efektivitas sediaan tabir surya didasarkan pada penentuan nilai *sun protection factor* (SPF) yang menggambarkan efektivitas produk dalam menangkal radiasi UV pada kulit (Purwaningsih *et al.*, 2015). SPF adalah ukuran relatif berapa lama tabir surya dapat melindungi kulit dari sinar UV B, sinar UV B merupakan penyebab utama kulit memerah dan terbakar oleh sinar matahari, selain itu SPF merupakan rasio antara dosis eritematosa minimal (MED) pada yang kulit terlindungi tabir surya dan MED pada kulit yang sama tanpa perlindungan tabir surya. MED merupakan

dosis minimal radiasi UV yang dibutuhkan untuk meningkat kanreaksi eritematosa pertama dengan tepi yang jelas pada kulit (Maniaia, 2013).

Efektivitas sediaan tabir surya juga dapat dinyatakan dengan nilai transmisi eritema (TE), dan transmisi pigmentasi (TP) (Soeratri *et al.*, 2005).

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 radiasi UV kembali ke lingkungan. Di Amerika Serikat ada dua filter anorganik yang populer, yaitu titanium dioksida (TiO_2) dan zink oksida (ZnO) (Draelos & Thaman, 2006; Moloney *et al.*, 2002). Tabir surya golongan *chemical absorber* (organik) menyerap radiasi UV melalui struktur cincin aromatik terkonjugasi (Wang *et al.*, 2010). Tabir surya *physical blocker* bekerja dengan menyebarkan dan memantulkan energi UV kembali ke lingkungan (Draelos & Thaman, 2006). Gambaran mekanisme aksi tabir surya dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.1 Mekanisme aksi tabir surya (a) tanpa menggunakan sunscreen (b) *chemical absorber* menyerap radiasi UV; (c) *physical blocker* memantulkan radiasi UV

Efektivitas sediaan tabir surya dapat dinyatakan dengan nilai SPF (*Sun Protection Factor*), transmisi eritema (TE), dan transmisi pigmentasi (TP) (Soeratri *et al.*, 2005).

a. *Sun protection factor (SPF) in vitro*

Menurut *Food and Drug Administration (FDA)* tiap tabir surya harus mencantumkan nilai SPFnya. SPF ditentukan melalui perbandingan energi sinar yang dipaparkan untuk dapat menimbulkan eritema dan dapat juga melalui waktu yang diperlukan sampai timbul eritema (Draelos & Thaman, 2006). Seiring meningkatnya nilai SPF maka proteksi dari sengatan matahari akan semakin meningkat. Nilai SPF *in vitro* dilakukan dengan metode spektrofotometri. Hubungan antara SPF dengan spektrofotometri dapat dilihat pada persamaan 1 (Petro, 1981)

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

Keterangan:

$\lambda_n - \lambda_1$ = interval aktivitas eritemogenik

Nilai AUC dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2 (Mulyani *et al.*, 2014):

$$\text{AUC} = \frac{(A_a + A_b)}{2} (\lambda_{Pa} - \lambda_{Pb}) \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan : A_a = absorbansi pada panjang gelombang a nm

A_b = absorbansi pada panjang gelombang b nm

$\lambda_{Pa} - \lambda_{Pb}$ = 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 λ_1 adalah panjang gelombang 290 nm. λ_n adalah panjang gelombang di atas 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 transmisi eritema

Transmisi eritema adalah sinar matahari panjang gelombang 290 - 400 nm dengan efektivitas tertinggi 297,5 nm yang dapat menyebabkan eritema (Imamah, 2015). Semakin tinggi nilai transmisi eritema yang didapat maka semakin besar sinar UV yang menyebabkan eritema yang diteruskan ke kulit. Transmisi eritema ditentukan menggunakan spektrofotometri, yaitu dengan cara mengukur intensitas sinar yang diteruskan bahan tabir surya pada panjang gelombang eritemogenik 292,5 - 372,5.

c. Evaluasi transmisi pigmentasi

Transmisi pigmentasi yaitu jumlah energi radiasi sinar UV yang dapat menyebabkan pigmentasi pada panjang gelombang 332,5– 372,5 nm yang dapat diteruskan oleh sediaan tabir surya. (Cumpelik, 1972). Semakin tinggi nilai transmisi eritema yang didapat maka semakin besar sinar UV yang menyebabkan pigmentasi yang diteruskan ke kulit. Evaluasi transmisi pigmentasi (TP) dapat ditentukan menggunakan metode spektrofotometri.

Klasifikasi kategori perlindungan sediaan tabir surya berdasarkan nilai transmisi eritema (TE) dan nilai transmisi pigmentasi (TP) terdapat pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Kategori perlindungan berdasarkan nilai transmisi eritema dan transmisi pigmentasi

Kategori Sediaan	Rentang transmisi UV	
	Eritema	Pigmentasi
<i>Sunblock</i>	1%	0 - 40%
<i>Ultra protection</i>	1 - 6%	42 - 86%
<i>Suntan</i>	6 - 12%	45 - 86%
<i>Fast tanning</i>	10 - 18%	45 - 86%

(Abdassah *et al.*, 2015)

2.4 Krim

Krim adalah sediaan semipadat yang mengandung satu atau lebih zat obat yang dilarutkan atau didispersikan baik dalam emulsi air dalam minyak atau emulsi minyak dalam air atau pada basis yang mudah dicuci dengan air biasanya disebut *vanishing cream*. *Vanishing cream* adalah emulsi minyak dalam air yang mengandung air dan asam stearat yang memiliki persentase besar atau komponen oleaginous lainnya. Setelah pengaplikasian krim, air akan menguap dan meninggalkan lapisan tipis, yaitu residu dari asam stearat atau komponen oleaginous lainnya. Krim banyak dipilih karena lebih mudah menyebar (Allen *et al.*, 2011).

Berikut adalah faktor-faktor yang harus dipertimbangkan adalah kelebihan dari basis *vanishing cream* meliputi (Ansel, 1989):

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

2.5 Tinjauan Desain Faktorial

Desain faktorial merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini, metode tersebut dilakukann untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi bahan dan interaksi dua bahan terhadap respon. Desain faktorial mengandung beberapa pengertian, yaitu faktor, *level*, efek, dan respon. Faktor merupakan setiap besaran yang mempengaruhi respon. *Level* merupakan nilai atau tetapan untuk faktor. Efek adalah perubahan respon yang disebabkan variasi tingkat dari faktor. Interaksi merupakan rata-rata respon pada *level* tinggi dikurangi rata-rata respon pada *level* rendah. Respon merupakan sifat atau hasil percobaan yang diamati. Respon yang diukur harus dapat dikuantitatifkan (Bolton & Bon, 1997).

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 & Bon, 1997). Desain faktorial dua *level* berarti ada dua faktor (misal A dan B) yang masing-masing faktor diuji pada dua *level* yang berbeda, yaitu *level* rendah dan *level* tinggi. Desain faktorial dapat mendesain suatu percobaan untuk mengetahui faktor dominan yan berpengaruh secara signifikan terhadap suatu respon.

Persamaan umum dari desain faktorial dapat dilihat pada persamaan 3:

$$Y = b_0 + b_1X_A + b_2X_B + b_{12}X_A X_B \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan: Y = respon hasil atau sifat yang diamati.

X_A, X_B = *level* bagian A dan B.

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

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

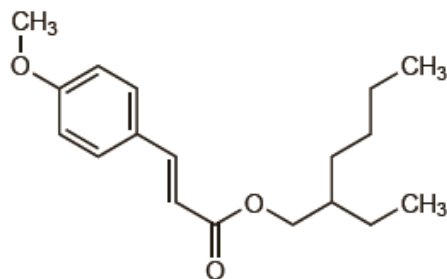
- a. Desain faktorial memiliki efisiensi maksimum dalam memperkirakan efek utama.

- b. Jika interaksi ada, desain faktorial diperlukan untuk mengungkap dan mengidentifikasi interaksi.
- c. Berlaku untuk berbagai kondisi, karena efek faktor diukur pada berbagai tingkat faktor-faktor lain.
- d. Perolehan konsentrasi/penggunaan optimum terbuat dari dari semua data karena semua efek utama dan interaksi dihitung.
- e. Desain faktorial adalah *orthogonal*; semua efek dan interaksi independen dari pengaruh faktor-faktor lain 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 $8^{\circ}C$ 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 UV B (spesifik pada panjang gelombang 280 - 310 nm) dan tidak menyerap radiasi UV A (Sweetman, 2009). Konsentrasi maksimum *octyl methoxycinnamate* yang diijinkan oleh FDA sebagai tabir surya adalah 7,5% (Serpone *et al.*, 2002). Struktur *octyl methoxycinnamate* dapat dilihat pada Gambar 2.3

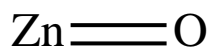


Gambar 2.2 Struktur *Octyl Methoxycinnamate* (Sweetman, 2009)

2.6.2 Zink oksida (ZnO)

Zink oksida memiliki berat molekul 81,38. Pemerian ZnO adalah bubuk putih atau samar-samar kekuningan-putih, lembut, amorf, dan tidak berbau. Praktis tidak larut dalam air dan dalam alkohol, tetapi larut dalam asam encer. ZnO dapat berubah warna menjadi hitam, ketika ZnO dan gliserol terpapar cahaya. ZnO digunakan secara topikal sebagai *physical blocker* (Sweetman, 2009).

Konsentrasi maksimum Zink oksida (ZnO) yang diijinkan oleh FDA sebagai tabir surya adalah 25% (Wang et al., 2010). ZnO adalah UV *filter* spektrum luas yang efektif melemahkan radiasi UV baik di UV A (320 - 400 nm) dan berbagai UV B (290 - 320 nm) dan ZnO juga *photostable*. Kinerja partikel ZnO untuk meredam UV tergantung pada ukuran partikel dengan ukuran optimal 20 - 30 nm. Namun umumnya digunakan dalam berbagai ukuran partikel 30 - 200 nm (Moezzi et al 2012). Studi penyerapan dari Zn^{++} di kulit menunjukkan bahwa aplikasi ZnO pada kulit utuh dan psoriatik tidak merubah kadar serum zink (Mitchnick et al 1998). Gambar struktur zink oksida dapat dilihat pada Gambar 2.4

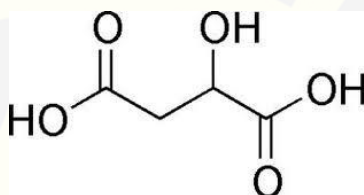


Gambar 2.3 Struktur zink oksida

2.6.3 Asam malat

Asam malat merupakan salah satu golongan *alpha hydroxy acid* (AHA) yang memiliki empat rantai karbon (Barel et al., 2009). Memiliki rumus empiris $C_4H_6O_5$

dengan berat molekul 134,09. Merupakan serbuk berbentuk kristal, berbau tajam, memiliki rasa asam yang kuat, dan bersifat higroskopis. Asam malat larut dalam aseton, dietil eter, metanol, propilen glikol dan air. Asam malat memiliki pH 2,35 biasanya digunakan sebagai *buffering agent*, *chelating agent*, *flavoring agent*, dan agen terapeutik (Rowe *et al.*, 2009). Asam malat juga dapat digunakan sebagai peningkat penetrasi yaitu dengan cara menurunkan kohesi antara komposit pada stratum korneum (Barel *et al.*, 2009). Struktur asam malat dapat dilihat pada Gambar 2.5

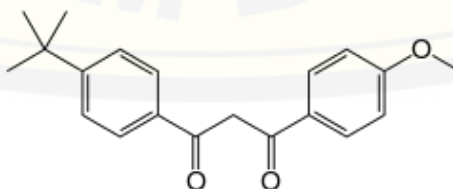


Gambar 2.4 Struktur asam malat (Rowe *et al.*, 2009)

2.6.4 Avobenzone

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

Konsentrasi pemakaian yang diijinkan adalah 3%. Berat molekul *avobenzone* adalah 310,4 dengan rumus moleku $C_{20}H_{22}O_3$. *Avobenzone* berwarna putih kekuningan, berupa serbuk kristal, berbau aromatik, larut dalam aseton dan metanol panas serta tidak larut di dalam air (FDA Monograph, 1999). Struktur *avobenzone* dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2 5 Struktur *avobenzone* (Sweetman, 2009)

BAB 3. METODE

3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian ekperimental laboratorik. Tahapan penelitian meliputi: 1. pembuatan sediaan krim tabir surya; 2. evaluasi sifat fisika kimia sediaan krim tabir surya, meliputi pengujian organoleptis, pengujian tipe krim, pengujian homogenitas krim, pengukuran ph, pengujian viskositas, pengujian daya sebar, dan 3. pengujian efektivitas sediaan krim tabir surya meliputi nilai SPF, nilai transmisi pigmentasi (TP) dan nilai transmisi eritema (TE) menggunakan spektrofotometri; 5. analisis data; 6. penentuan formula optimum. Secara skematis, langkah kerja dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

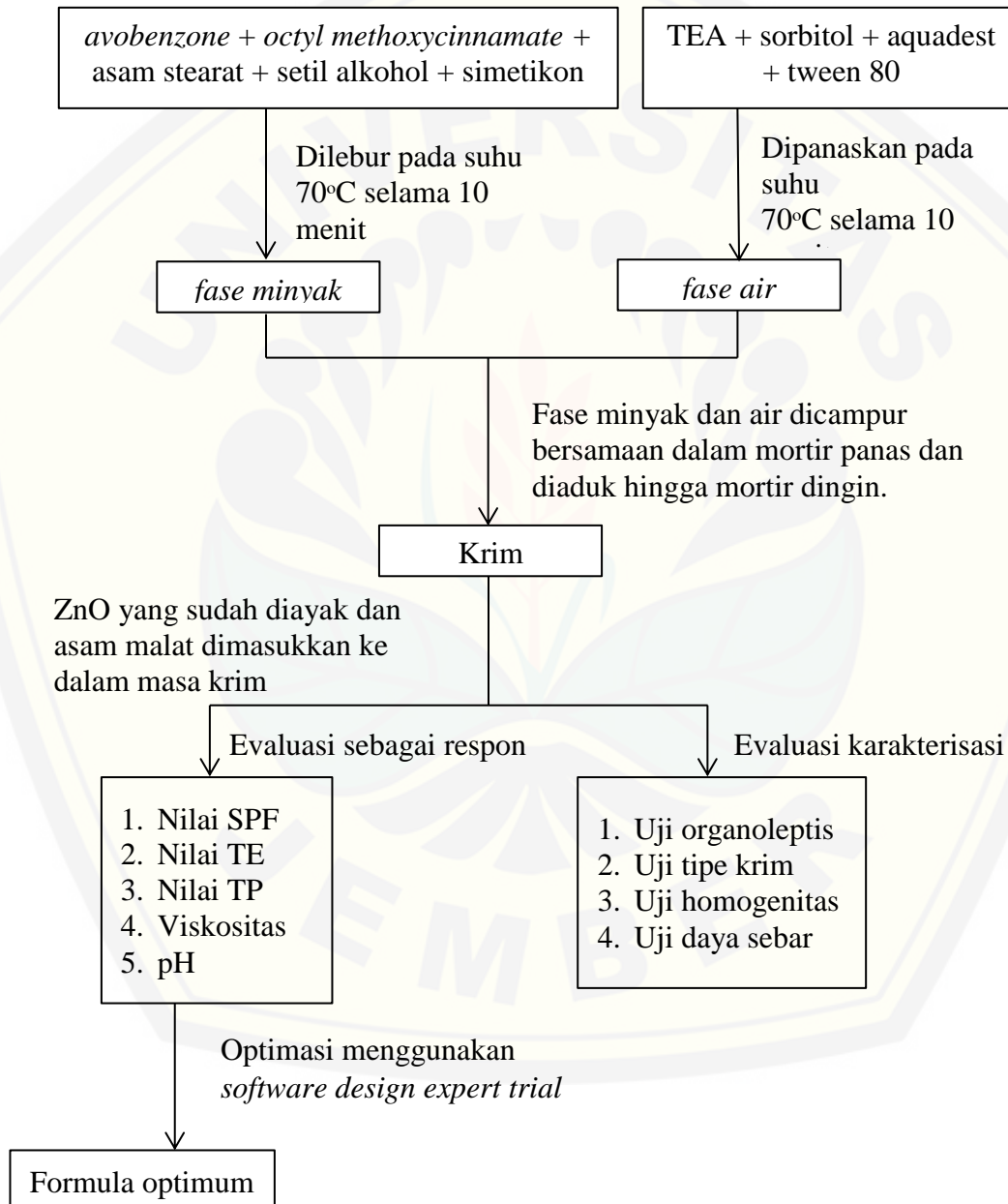
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV - Vis (*Genesys 10S*), neraca analitik (*Adventure Ohaus*), pH meter digital (*Elmetron CP-502*), alat penguji viskositas (*Viskotester VT 04*), mikroskop optik, program (*software*) *design expert trial*, *hot plate*, ekstensometer, alat-alat gelas, mortir dan stemper.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ZnO, asam malat, *octyl methoxycinnamate*, *avobenzone*, setil alkohol, asam stearat, trietanolamin, tween 80, sorbitol, simetikon, akuades.

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Labortorium Teknologi Sediaan Semisolida bagian Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember. Waktu penelitian di mulai pada bulan Juni - November 2017



Gambar 3.1 Skema langkah kerja

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Rancangan formula

Penelitian ini dibuat dengan menggunakan 4 macam formula sediaan krim dalam basis *vanishing cream* yang dimodifikasi, yaitu formula 1, formula A, formula B, dan formula AB. Formula penelitian ini disusun berdasarkan formula yang digunakan oleh Puspitosary (2016) dengan modifikasi pada jumlah *emulsifying agent* (Tween 80 dan asam stearat) dan *humectan* (sorbitol) berdasarkan hasil orientasi yang telah dilakukan. Tiap formula terdiri dari bahan aktif *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan konsentrasi 3%:4%. Konsentrasi tersebut dipilih karena memiliki aktivitas yang maksimal (Scalia & Mezzena, 2010).

Penelitian ini terdiri dari dua faktor, yaitu ZnO dan asam malat. Rancangan percobaan umum berdasarkan desain faktorial yang dapat dilihat pada Tabel 3.1, pada tabel tersebut masing-masing faktor masing-masing faktor akan diuji pada konsentrasi *level* rendah (-1) dan konsentrasi *level* tinggi (+1). Susunan *level* faktor berdasarkan metode optimasi desain faktorial dapat dilihat pada Tabel 3.2. *Level* rendah dan *level* tinggi ZnO yang didapat masing-masing, yaitu 0,5% dan 3%, dua konsentrasi tersebut telah memberikan viskositas yang masih dalam rentang viskositas sediaan semisolid. Asam malat *level* rendah dan *level* tinggi yang didapat masing-masing, yaitu 0,5% dan 0,8%, konsentrasi tersebut dipilih karena asam malat dapat menurunkan pH sediaan krim tabir surya yang masih memenuhi pH fisiologis kulit. Adapun rancangan formula krim tabir surya dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.1 Rancangan percobaan umum berdasarkan desain faktorial

Percobaan	Faktor A (ZnO)	Faktor B (Asam malat)	Interaksi A & B
1	-1	-1	+1
A	+1	-1	-1
B	-1	+1	-1
Ab	+1	+1	+1

Tabel 3.2 Susunan level faktor berdasarkan metode optimasi desai faktorial

Faktor	Level Rendah (-1)	Level Tinggi(+1)
ZnO	0,5%	3%
Asam malat	0,5%	0,8%

Tabel 3.3 Formula krim tabir Surya

Bahan	Fungsi	Jumlah (%)			
		F1	Fa	Fb	Fab
<i>Avobenzone</i>	<i>Chemical absorber</i>	3	3	3	3
<i>Octyl methoxycinnamate</i>	<i>Chemical absorber</i>	4	4	4	4
Zink oksida	<i>Physical blocker</i>	0,5	3	0,5	3
Asam malat	<i>Acidifying agent</i>	0,5	0,5	0,8	0,8
Setil alkohol	<i>Stiffening agent</i>	2	2	2	2
Asam stearat	<i>Emulsifying agent</i>	13	13	13	13
Tween 80	<i>Emulsifying agent</i>	1	1	1	1
TEA	<i>Emulsifying agent</i>	2	2	2	2
Sorbitol	<i>Humectan</i>	6	6	6	6
Simetikon	<i>Antifoaming agent</i>	0,2	0,2	0,2	0,2
Akuades	Pembawa	68	67,7	65,5	65,2
Total			100%		

Variabel penelitian pada penelitian ini adalah:

- Variabel bebas: konsentrasi ZnO dan asam malat.
- Variabel kontrol: konsentrasi *octyl methoxycinnamate*, *avobenzone*, setil alkohol, asam stearat, TEA, tween 80, sorbitol, simetikon, dan temperatur.
- Variabel terikat: pH, viskositas, SPF, nilai transmisi eritema, dan nilai transmisi pigmentasi.

3.4.2 Pembuatan sediaan krim tabir surya

Pembuatan sediaan krim tabir surya dilakukan dengan melebur pada *hot plate* pada suhu 70°C sampai diperoleh fase minyak *avobenzone*, *octyl methoxycinnamate*, asam stearat, setil alkohol, dan simetikon. Sorbitol, tween 80, TEA, dan akuades

dipanaskan di atas *hot plate* pada suhu 70°C sampai melebur. Fase minyak dan fase air pada suhu yang sama dicampurkan secara bersamaan pada mortir panas dan diaduk konstan hingga terbentuk masa krim berwarna putih, lalu setelah mortir dingin tambahkan ZnO yang telah diayak dan asam malat kemudian diaduk hingga homogen.

3.4.3 Evaluasi sediaan krim tabir surya

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

1. Pengujian organoleptis

Pengujian ini dilakukan dengan mengamati warna, tekstur, dan aroma sediaan. Bentuk sediaan yang diharapkan berupa masa krim berwarna putih, berstruktur lembut, dan beraroma tidak menyengat.

2. Pengujian tipe krim

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode pewarnaan menggunakan *methylene blue*. Cara yang dilakukan untuk melakukan uji ini yaitu dengan menimbang krim sebanyak 0,1 gram lalu ditetesi *methylene blue* kemudian diamati penyebaran warnanya di bawah mikroskop. *Methylene blue* terlarut dalam fase air, jika warna biru terdispersi merata maka krim termasuk tipe o/w. Tipe krim yang diharapkan adalah tipe krim minyak dalam air (o/w) (Agustin *et al.*, 2013).

3. Pengujian homogenitas

Pengujian homogenitas krim dilakukan secara visual dengan cara sediaan krim dioleskan pada gelas obyek secara tipis. Krim yang dioleskan harus memiliki susunan yang homogen serta tidak terdapat bintik-bintik bahan penyusun formula (Depkes RI, 1995).

4. Pengujian pH

Pengujian pH dilakukan untuk mengetahui besar pH dari sediaan menggunakan alat pH meter digital. Pengujian pH dilakukan dengan menimbang sampel krim sebanyak 1 gram kemudian larutkan dalam 10 ml akuades. Elektroda yang akan digunakan dibilas menggunakan akuades, kemudian dikeringkan dan dikalibrasi dengan larutan standar pH 7, pH 9 dan pH 4. Elektroda dicelupkan kedalam larutan sampel krim dan ditunggu hingga menunjukkan angka pH yang stabil. pH yang diharapkan sama dengan pH kulit yaitu 4,5 - 6,5 (Naibaho *et al.*, 2013)

5. Pengujian viskositas

Pengujian viskositas dilakukan menggunakan alat *viscotester* VT-04. Krim dimasukkan ke dalam gelas beaker, spindel yang sesuai dipasang pada alat lalu dicelupkan ke dalam krim. Alat *viscotester* dinyalakan dan dapat dilihat dari angka yang ditunjukkan oleh jarum yang sudah stabil (dalam satuan dPa.,S). Indeks angka yang dilihat disesuaikan dengan spindel yang dipakai. Nilai viskositas yang sesuai untuk sediaan semisolid adalah 50 dPa.S sampai 1000 dPa.S. (Lachman, 1994). Viskositas krim tabir surya yang dibuat diharapkan memiliki viskositas dengan rentang 50 dPa.s - 150 dPa.s (Purwaningsih *et al.*, 2014)

6. Pengujian daya sebar

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

7. Penentuan nilai SPF *in vitro*

Nilai SPF *in vitro* diperoleh dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan pelarut dan blanko isopropanol. 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. Dalam penelitian ini dilakukan dalam kuvet 1 cm, sehingga bahan aktif yang diukur ekuivalen dengan 0,002% atau 0,02 g/l (Petro 1981). Dari hasil pengamatan nilai serapan yang diperoleh diubah menjadi nilai serapan untuk konsentrasi 20 ppm pada masing-masing panjang gelombang.

Tahapan kerja penentuan nilai SPF *in vitro* krim tabir surya yaitu dengan menimbang sebanyak 28,5 mg sediaan krim sehingga mengandung 2 mg bahan aktif tabir surya (*octyl methoxycinnamate* dan *avobenzone*). Lalu masukkan dalam labu ukur 10 ml lalu ditambahkan dengan isopropanol sampai tepat tanda dan dikocok sampai homogen (Larutan A dengan konsentrasi 200 ppm). 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. Larutan B diamati pada panjang gelombang 290 nm dengan rentang pengamatan (interval) 1 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis sampai diperoleh nilai serapan 0,05. Hasil pengamatan serapan terhadap panjang gelombang digunakan untuk menghitung nilai SPF. Nilai SPF dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2).

8. Penentuan nilai transmisi eritema (TE)

Nilai transmisi eritema 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 28,5 mg sediaan krim sehingga mengandung 2 mg bahan aktif tabir surya (*octyl methoxycinnamate* dan *avobenzone*).

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

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

- f. Nilai transmisi eritema dihitung dengan cara mengalikan nilai transmisi (T) dengan faktor efektivitas eritema (Fe). Selanjutnya nilai transmisi eritema dihitung berdasarkan persamaan 5 (Soeratri *et al.*, 2005):

$$\text{Transmisi eritema} = \sum (T \cdot Fe) / \sum Fe \dots \dots \dots (5)$$

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

9. 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 (Fp) pada panjang gelombang 332,5 - 372,5 nm menghasilkan nilai transmisi pigmentasi. Nilai TP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 6 (Soeratri *et al.*, 2005):

$$\text{Transmisi pigmentasi} = \frac{\sum(T \times F_p)}{\sum F_p} \dots\dots\dots (6)$$

- Keterangan :
- T = nilai transmisi pigmentasi
 - F_p = tetapan eektivitas pigmentasi
 - ∑F_p = jumlah total eektivitas pigmentasi sinar matahari
 - ∑ (T.F_p) = total eektivitas pigmentasi yang diteruskan bahan tabir surya pada panjang gelombang 332,5–372,5 nm (spektrum pigmentasi).

3.5 Analisis Data

Dari data hasil pengujian, didapatkan harga untuk masing-masing respon untuk melengkapi persamaan umum $Y = b_0 + b_1XA + b_2XB + b_{12}XAXB$ sehingga didapatkan persamaan umum hubungan antara *level* faktor dan respon (Viskositas, SPF, pH, nilai transmisi eritema dan nilai transmisi pigmentasi krim tabir surya). Berdasarkan rumus $Y = b_0 + b_1XA + b_2XB + b_{12}XAXB$ dapat dihitung harga koefisien b_0, b_1, b_2, b_{12} .

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus ini dapat dibuat *Contour plot* dengan menggunakan *software design expert trial 10.0.1*. Pembuatan *Contour plot* meliputi SPF, pH, viskositas, nilai nilai transmisi eritema dan nilai 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 ZnO dan asam malat terhadap efektivitas krim tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dalam basis *vanishing cream*. Dari *Overlay Plot* diharapkan semua parameter uji memenuhi kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Parameter uji dan kriteria yang diharapkan

Parameter uji	Kriteria	Sasaran
pH	4,5 – 6,5	<i>In Range</i>
Viskositas	50 – 150	<i>In Range</i>
SPF	8 – 25	<i>Maximize</i>
Nilai transmisi eritema	<1%	<i>Minimize</i>
Nilai transmisi pigmentasi	0 - 40%	<i>Minimize</i>

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

- a. ZnO berpengaruh meningkatkan nilai pH dan viskositas, sedangkan asam malat berpengaruh menurunkan nilai pH dan asam malat berpengaruh meningkatkan viskositas sedangkan interaksi kedua bahan berpengaruh menurunkan nilai pH dan viskositas krim tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*.
- b. ZnO berpengaruh menurunkan SPF, sedangkan asam malat dan interaksi kedua bahan berpengaruh menaikkan nilai SPF. ZnO berpengaruh meningkatkan nilai transmisi eritema dan transmisi pigmentasi, sedangkan asam malat dan interaksi kedua bahan berpengaruh menurunkan nilai transmisi eritema dan transmisi pigmentasi krim tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate*.
- c. Konsentrasi optimum ZnO dan asam malat dalam krim tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* menurut *design expert trial* 10.0.1, masing-masing yaitu 0,5% dan 0,80%.

5.2 Saran

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

- a. Perlu dilakukan uji iritasi *in vivo* dari krim tabir surya kombinasi *Avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan penambahan zink oksida dan asam malat

- b. Perlu dilakukan uji stabilitas untuk mengetahui stabilitas sediaan krim tabir surya kombinasi *avobenzone* dan *octyl methoxycinnamate* dengan penambahan zink oksida dan asam malat.
- c. Perlu dilakukan pengujian *in vivo* untuk mengetahui kesesuaian nilai SPF *in vitro* dan *in vivo*.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdassah, M., R. Aryani, E. Surachman, dan M. Muchtaridi. 2015. In-Vitro Assesment of Effectiveness and Photostability Avobenzone In Cream Formulation by Combinasion Ethyl Ascorbic acid and alpha Tocopherol Acetate. *J App Pharm Sci*. Vol.5:70 - 74
- Agustin, R., Y. Oktadefitri, & H. Lucida. 2013. Formulasi Krim Tabir Surya dari Kombinasi Etil P-Metoksisinamat dengan Katekin. *Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Terkini Sains Farmasi dan Klinik*. Vol. 3:184 - 198
- Alakh, S., S. Jha, & S. D. Dubey. 2011. Formulation and Evaluation of Curcuminoid Based Herbal Face Cream. *Indo-Global Journal of Pharmaceutical Sciences*. India. Banaras Hindu University. Vol.1:77 - 84.
- Astuti, R., & Sumamo, A. M. 1996. Fotostabilitas Oktimetoksisinamat (OMS) dan Pengaruhnya terhadap Stabilitas Triftofan. *Majalah Farmasi Indonesia*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada. Vol.7:199-209
- Barel, A. O., M. Paye, & H. I. Maibach. 2009. *Cosmetic Science and Technology*. Edisi third edit. New York: Informa Healthcare USA, Inc.
- Baron, E. B. & E. B. Kirkland. 2008. Advances in photoprotection. *Nurse Assoc*. Vol. 20:265 - 272.
- Baumann, L., S. Saghari, & E. Weisberg. 2009. *Cosmetic Dermatology Principles and Practice*. Edisi ketujuh. USA: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Bolton, S. & C. Bon. 1997. *Pharmaceutical Statistics: Practical and Clinical Application*. Edisi III. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Cumpelik, B.M. 1972. Analitical Procedures and Evaluation Of Sunscreen. *J. Soc. Cosmet. Chem*. Washington, D.C. Vol. 2:333 - 345.
- Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan (Ditjen POM). 1985. *Formularium Kosmetika Indonesia (Cetakan I)*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia (Depkes RI). 1995. *Farmakope Indonesia edisi IV*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.

- Draelos, Z. D. & L. A. Thaman. 2006. *Cosmetic Formulation of Skin Care Products*. New York, London: Taylor & Francis Group. Vol.30
- Fields, S.W. 2008. Sunscreens: Mechanims of Action, Use and Excipients. *IJPC*. Rx Triad. Vol.6:4-5.
- Food and Drug Administration (FDA). 2003. *Guidance for Industry Photosafety Testing*, Pharmacology Toxicology Coordinating Committee in the Centre for Drug Evaluation and Research (CDER) at the FDA.
- Garg, A., Aggarwal, D., Garg, S., Sigla, A.K. 2002. Spreading of Semisolid Formulation: AnUpdate. *Pharmaceutical Tecnology*. <http://pharmtech.com>. September 2002. 84 - 102.
- Harry, R.G. 1982. *Harry's Cosmeticology*. Seventh Edition. London : Leonard Hill Book.
- Hsiao, Y., W. Lai., S. Wu., C. Tsai., S. Tang., J. Chung, & J. Yang. 2015. Triggering Apoptotic Death of Human Epidermal Keratinocytes by Malic Acid: Involvement of Endoplasmic Reticulum Stress- and Mitochondria-Dependent Signaling Pathways, Vol.7:81–96.
- Kalangi, S. J. R. 2013 . Histofisiologi kulit. *Jurnal Biomedik (JBM)*. Vol. 5:12–20.
- Kale, S., S. Bhandare, M. Gaikwad, V. Urunkar, & A. Rajmane. 2011. Formulation and In Vitro Evaluation for Sun Protection Factor of Lutein Ester Extracted from *Tagetes erecta* Linn Flower (Family-Asteraceae) Sunscreen Creams. *RJPBSC*. Vol.2:947 - 955.
- Lachman, L., A.H. Lieberman, dan J.L. Kanig. 1994. *Teori dan Praktek Farmasi Industri II*. Edisi Ketiga. Jakarta: UI Press.
- Lim, H. W, & Z. D. Draelos. 2009. *Clinical Guide to Sunscreen and Sunscreens and Photoprotection*. New York: Informa Healthcare USA, Inc.
- Manaia, E. B., R. Cristina, K. Kaminski, M. A. Corrêa, & L. A. Chiavacci. 2013. Inorganic uv filters. *Braz. J. Pharm. Sci.* Vol. 49:201 - 209
- Mitchnick, M. A., D. Fairhurst, & 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, & M. B. Cortie. 2012. Zinc oxide particles : synthesis , properties and applications. *Chemical Engineering Journal*. 185 - 186:1–22.
- Naibaho, O.H., Yamlean, & W. Wiyono. 2013. Pengaruh Basis Salep Terhadap Formulasi Sediaan Salep Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum sanctum L.*) Pada Kulit Punggung Kelinci yang Dibuat Infeksi *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Farmasi UNSRAT*. Vol.2:27-33.
- Petro, A.J. 1981. Correlation Of Spectrofotometric Data With Sun Screen Protection Factor. *Int.J.Cosmet*. Vol.3:185-196.
- Puspitosary, S. 2016. Pengaruh Vitamin C dan Paparan Sinar UV Terhadap Efektivitas *In Vitro* Krim Tabir Surya *Avobenzone* dan *Octyl Methoxycinnamate* dengan Kombinasi Vitamin E Sebagai Fotoprotektor. *Skripsi*. Jember: Fakultas Farmasi 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.
- Rai, R., & Srinivas, C.R. 2007. Potoprotection. *India J Dermatol Venerol Leprol*. Vol.73:72 - 76
- Rowe, R.C., P. J. Sheskey., & M. E. Quinn. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipient 6th Edition*. London Pharmaceutical Press and American Pharmaceutical Association.
- Sayra, R. M., P. P. Agin, J. G. Levee, & E. Marlowe. (1979). A Comparison Of I N V I V O And I N Vitro Testing Of Sunscreening Formulas. *Phuroihtvriirri Ond Phurohiolngy*, Vol. 29:559–566.
- Scalia, S. & M. Mezzene. 2010. Photostabilization Effect of Quercetin on the UV Filter Combination, Butyl Methoxydibenzoylmethane – Octyl Methoxycinnamate. *Photochem Photobiol*. Vol. 86: 273–278
- Schalka, S., & V. M. S. D. Reis. 2011. Sun Protection Factor: Meaning and Controversies. *An Bras Dermatol*. Vol.86:507 - 515.

- Serpone, N., A. Salinaro, A. V Emeline, & 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.
- Shaath, N.A. 1990. The Chemistry Of Sunscreens, *In Sunscreens : Development, Evaluation, and Regulatory Aspects.* New York : Marcel Dekker Inc
- Soeratri, W., N. Ifansyah, & F. F. Unair. 2005. Penentuan persentase transmisi eritema. *Berk. Penel. Hayati:* Vol.10: 103–105.
- Suhaidah, I. 2013. Optimasi 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.
- Toding, L. G., & A. K. Zulkarnain. (2015). Optimasi Formula Dan Uji Iritasi Primer Kualitatif Pada Kelinci Putih Betina Dengan Krim w / o Ekstrak Etanolik Buah Mahkota Dewa [Phaleria Macrocarpa (Scheff .) Boerl .] *Majalah Farmaseutik.* Yogyakarta. UGM. Vol. 11: 321–327.
- 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: 141-150.

LAMPIRAN

A. Sertifikat Analisis

A.1 Sertifikat Analisis Octyl Methoxycinnamate

Chemspec Chemicals Pvt. Ltd.

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



October 14, 2016

CERTIFICATE OF ANALYSIS

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

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

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

S. Q. C.
 Compiled by
 Sr.Executive Q.C

P. S. K.
 Checked by
 Asst. Manager QC

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

A.2 Sertifikat Analisis Asam Malat

Duchefa Biochemie

Biochemie
Biochemie

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Product : MALIC ACID
 Product number : M1315
 Batch number : 011034
 Date of analysis : 15-08-2014
 Date of expiry : 31-08-2019
 Packaging and storage : store in a well-closed container at room temperature

	SPECIFICATION	RESULT	UNITS	REMARKS
Appearance	white or almost white crystalline powder	complies		
Identification	conform	complies		
Appearance of solution	clear and colourless	complies		20% in H ₂ O
In water insoluble matter	≤ 0.1	complies	%	
Melting point	128 – 132	132	°C	
Specific rotation	-0.10 – +0.10	0.00	°	
Heavy metals	≤ 0.001	complies	%	as Pb
Arsenic	≤ 0.0003	complies	%	
Lead	≤ 0.0005	complies	%	
Copper	≤ 0.001	complies	%	
Mercury	≤ 0.00001	complies	%	
Zinc	≤ 0.001	complies	%	
Fumaric acid	≤ 1.0	complies	%	HPLC
Maleic acid	≤ 0.05	complies	%	HPLC
Sulphated ash	≤ 0.1	< 0.1	%	
Water	≤ 2.0	0.1	%	Karl Fischer
Assay	99.0 – 101.0	100.2	%	anhydrous substance

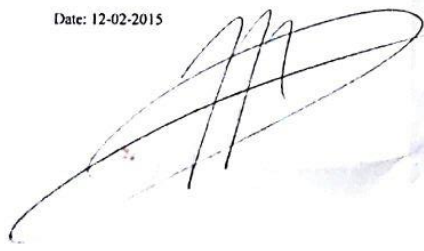
This certificate of analysis is conform the results of the manufacturer.

Conclusion: approved

Released by:

drs. M. van Wissen, pharmacist
 Department of Quality Control Duchefa B.V.

Date: 12-02-2015



The buyer is responsible to test each batch to ensure the product is suitable for their specific purpose.

mail address Postbus 809 2003 RV Haarlem The Netherlands telephone +31(0)23 531 90 93 fax +31(0)23 531 40 27 e-mail info@duchefa.nl
 visiting address A Hofmanweg 71 2031 BH Haarlem telephone +31(0)23 531 40 27 fax +31(0)23 531 40 27 website www.duchefa.com

B. Pengujian pH

B.1 Hasil Pengujian pH

Replikasi	pH			
	F1	Fa	Fb	Fab
1	5,27	6,8	4,8	5,78
2	5,40	6,85	4,82	5,70
3	5,70	6,81	4,84	5,75
Rata-rata ± SD	5,46± 0,23	6,82 ± 0,03	4,82 ± 0,02	5,74± 0,04

B.2 Hasil Pengolahan Respon pH

Response 5 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	6,27	3	2,09	162,71	< 0.0001	significant
<i>A-ZnO</i>	3,92	1	3,92	305,38	< 0.0001	
<i>B-Asam Malat</i>	2,20	1	2,20	171,44	< 0.0001	
<i>AB</i>	0,15	1	0,15	11,31	0,0099	
Pure Error	0,10	8	0,013			
Cor Total	6,37	11				

The Model F-value of 162,71 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.	0,11	R-Squared	0,9839
Mean	5,71	Adj R-Squared	0,9778
C.V. %	1,98	Pred R-Squared	0,9637
PRESS	0,23	Adeq Precision	30,569
-2 Log Likelihood	-23,07	BIC	-13,13
		AICc	-9,36

The "Pred R-Squared" of 0,9637 is in reasonable agreement with the "Adj R-Squared" of 0,9778; i.e. the difference is less than 0.2. "Adeq Precision" measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 30,569 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Factor	Coefficient		Standard 95% CI 95% CI			VIF
	Estimate	df	Error	Low	High	
Intercept	5,71	1	0,033	5,63	5,79	
A-ZnO	0,57	1	0,033	0,50	0,65	1,00
B-Asam Malat	-0,43	1	0,033	-0,50	-0,35	1,00
AB	-0,11	1	0,033	-0,19	-0,035	1,00

Final Equation in Terms of Coded Factors:

pH =
+5,71
+0,57 * A
-0,43 * B
-0,11 * 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:

$$\begin{aligned} \text{pH} = & \\ & +6,09844 \\ & +0,83867 * \text{ZnO} \\ & -1,82889 * \text{Asam Malat} \\ & -0,58667 * \text{ZnO} * \text{Asam Malat} \end{aligned}$$

Persamaan persamaan hubungan antara faktor dan respon yang didapat dari *desain expert trial* 10.01 yaitu persamaan 7.

Final Equation in Terms of Coded Factors:

$$Y = 5,71 + 0,57 * A - 0,43 * B - 0,11 * AB \dots\dots\dots(7)$$

C. Hasil Pengujian Viskositas

C.1 Hasil Pengujian Viskositas

Replikasi	Viskositas (dPa.s)			
	F1	Fa	Fb	Fab
1	40	150	80	160
2	41	160	81	150
3	43	150	80	155
Rata-rata ± SD	41,5 ± 1,52	153,33 ± 5,77	80,33 ± 0,57	155 ± 5

C.2 Hasil Pengolahan Respon Viskositas

Response 4 Viskositas

ANOVA for selected factorial model

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	28419,00	3	9473,00	621,18	< 0.0001 Significant
A-ZnO	26133,33	1	26133,33	1713,66	< 0.0001
B-Asam Malat	1240,33	1	1240,33	81,33	< 0.0001
AB	1045,33	1	1045,33	68,55	< 0.0001
Pure Error	122,00	8	15,25		
Cor Total	28541,00	11			

The Model F-value of 621,18 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.	3,91	R-Squared	0,9957
Mean	107,50	Adj R-Squared	0,9941
C.V. %	3,63	Pred R-Squared	0,9904
PRESS	274,50	Adeq Precision	50,415
-2 Log Likelihood	61,88	BIC	71,82
		AICc	75,60

The "Pred R-Squared" of 0,9904 is in reasonable agreement with the "Adj R-Squared" of 0,9941; i.e. the difference is less than 0.2. "Adeq Precision" measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 50,415 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Factor	Coefficient		Standard 95% CI 95% CI		
	Estimate	df	Error	Low	High VIF
Intercept	107,50	1	1,13	104,90	110,10
A-ZnO	46,67	1	1,13	44,07	49,27 1,00
B-Asam Malat	10,17	1	1,13	7,57	12,77 1,00
AB	-9,33	1	1,13	-11,93	-6,73 1,00

Final Equation in Terms of Coded Factors:

$$\begin{aligned} \text{Viskositas} = & \\ & +107,50 \\ & +46,67 * A \\ & +10,17 * B \\ & -9,33 * AB \end{aligned}$$

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:

$$\begin{aligned} \text{Viskositas} = & \\ & -58,51111 \\ & +69,68889 * \text{ZnO} \\ & +154,88889 * \text{Asam Malat} \\ & -49,77778 * \text{ZnO} * \text{Asam Malat} \end{aligned}$$

Persamaan hubungan antara faktor dan respon yang didapat dari *desain expert trial* 10.01 yaitu persamaan 8.

Final Equation in Terms of Coded Factors:

$$Y = 107,50 + 46,67 * A + 10,17 * B - 9,33 * \text{ZnO} * \text{AB} \dots\dots\dots(8)$$

D. Hasil Pengujian Daya Sebar**D.1 Tabulasi Hasil Diameter Daya Sebar Krim Tabir Surya Formula 1**

Beban (g)	Daya Sebar (cm)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
0	5,3	5,52	5,43
5	5,45	5,57	5,55
10	5,55	5,65	5,62
15	5,55	5,73	5,74
20	5,6	5,78	5,79
25	5,7	5,8	5,83
30	5,75	5,83	5,85
35	5,8	5,86	5,86
40	5,8	5,86	5,86
45	5,8	5,86	5,86
50	5,3	5,52	5,43
Rata-rata	5,63	5,746	5,739
Rata-rata \pm SD	5,705 \pm 0,0650		

D.2 Tabulasi Hasil Diameter Daya Sebar Krim Tabir Surya Formula A

Beban (g)	Daya Sebar (cm)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
0	3,5	3,55	0,6
5	3,71	3,62	3,72
10	3,83	3,78	3,78
15	3,92	3,85	3,83
20	3,93	3,89	3,94
25	4,01	3,93	3,98
30	4,03	3,98	4,01
35	4,05	4,02	4,03
40	4,05	4,03	4,06
45	4,05	4,03	4,06
50	3,908	3,868	3,601
Rata-rata	3,5	3,55	0,6

Rata-rata ± SD	3,79 ± 0,17
----------------	-------------

D.3 Tabulasi Hasil Diameter Daya Sebar Krim Tabir Surya Formula B

Beban (g)	Daya Sebar (cm)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
0	4,62	4,78	4,43
5	4,7	4,86	4,49
10	4,78	5,19	4,71
15	4,85	5,21	5,09
20	4,88	5,25	5,15
25	4,93	5,29	5,23
30	4,9	5,33	5,28
35	5,01	5,55	5,33
40	5,01	5,55	5,33
45	5,01	5,55	5,33
50	4,62	4,78	4,43
Rata-rata	4,869	5,256	5,037
Rata-rata ± SD	5,054 ± 0,194		

D.4 Tabulasi Hasil Diameter Daya Sebar Krim Tabir Surya Formula Ab

Beban (g)	Daya Sebar (cm)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
0	3,05	3,15	3,33
5	3,15	3,23	3,49
10	3,25	3,34	3,58
15	3,33	3,48	3,76
20	3,75	3,6	3,82
25	3,89	3,77	3,93
30	3,94	3,81	3,97

35	4,01	4	4,04
40	4,02	4,03	4,05
45	4,02	4,03	4,05
50	3,641	3,644	3,802
Rata-rata	3,05	3,15	3,33
Rata-rata ± SD	3,696 ± 0,0921		

E. Hasil Pengujian SPF

E.1 Tabulasi Hasil Absorbansi dan AUC Krim Tabir Surya Formula 1

E.1.1 Replikasi 1

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
290	1,484	1,4877		345	1,277	1,2802	1,2772
291	1,507	1,5108	1,4992	346	1,286	1,2892	1,2847
292	1,523	1,5268	1,5188	347	1,294	1,2972	1,2932
293	1,540	1,5439	1,5353	348	1,302	1,3053	1,3013
294	1,552	1,5559	1,5499	349	1,313	1,3163	1,3108
295	1,564	1,5679	1,5619	350	1,321	1,3243	1,3203
296	1,579	1,5830	1,5754	351	1,328	1,3313	1,3278
297	1,594	1,5980	1,5905	352	1,337	1,3404	1,3358
298	1,603	1,6070	1,6025	353	1,345	1,3484	1,3444
299	1,607	1,6110	1,6090	354	1,353	1,3564	1,3524
300	1,611	1,6150	1,6130	355	1,356	1,3594	1,3579
301	1,615	1,6190	1,6170	356	1,361	1,3644	1,3619
302	1,623	1,6271	1,6231	357	1,364	1,3674	1,3659
303	1,633	1,6371	1,6321	358	1,360	1,3634	1,3654
304	1,650	1,6541	1,6456	359	1,357	1,3604	1,3619
305	1,677	1,6812	1,6677	360	1,346	1,3494	1,3549
306	1,698	1,7023	1,6917	361	1,329	1,3323	1,3409
307	1,762	1,7664	1,7343	362	1,312	1,3153	1,3238
308	1,764	1,7684	1,7674	363	1,291	1,2942	1,3048
309	1,762	1,7664	1,7674	364	1,263	1,2662	1,2802
310	1,777	1,7815	1,7739	365	1,229	1,2321	1,2491
311	1,787	1,7915	1,7865	366	1,194	1,1970	1,2145

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
312	1,798	1,8025	1,7970	367	1,164	1,1669	1,1820
313	1,793	1,7975	1,8000	368	1,130	1,1328	1,1499
314	1,801	1,8055	1,8015	369	1,095	1,0977	1,1153
315	1,790	1,7945	1,8000	370	1,066	1,0687	1,0832
316	1,782	1,7865	1,7905	371	1,032	1,0346	1,0516
317	1,765	1,7694	1,7779	372	1,002	1,0045	1,0195
318	1,750	1,7544	1,7619	373	0,978	0,9805	0,9925
319	1,729	1,7333	1,7439	374	0,950	0,9524	0,9664
320	1,709	1,7133	1,7233	375	0,921	0,9233	0,9378
321	1,683	1,6872	1,7003	376	0,892	0,8942	0,9088
322	1,653	1,6571	1,6722	377	0,860	0,8622	0,8782
323	1,629	1,6331	1,6451	378	0,825	0,8271	0,8446
324	1,595	1,5990	1,6160	379	0,785	0,7870	0,8070
325	1,564	1,5679	1,5835	380	0,738	0,7398	0,7634
326	1,530	1,5338	1,5509	381	0,697	0,6987	0,7193
327	1,497	1,5008	1,5173	382	0,619	0,6206	0,6596
328	1,470	1,4737	1,4872	383	0,560	0,5614	0,5910
329	1,435	1,4386	1,4561	384	0,496	0,4972	0,5293
330	1,402	1,4055	1,4221	385	0,437	0,4381	0,4677
331	1,378	1,3815	1,3935	386	0,377	0,3779	0,4080
332	1,350	1,3534	1,3674	387	0,324	0,3248	0,3514
333	1,327	1,3303	1,3419	388	0,270	0,2707	0,2977
334	1,308	1,3113	1,3208	389	0,230	0,2306	0,2506
335	1,291	1,2942	1,3028	390	0,189	0,1895	0,2100
336	1,277	1,2802	1,2872	391	1,530	1,5338	0,8617
337	1,264	1,2672	1,2737	392	0,125	0,1253	0,8296
338	1,257	1,2602	1,2637	393	0,105	0,1053	0,1153
339	1,255	1,2581	1,2591	394	0,082	0,0822	0,0937
340	1,252	1,2551	1,2566	395	0,065	0,0652	0,0737
341	1,255	1,2581	1,2566	396	0,054	0,0541	0,0596
342	1,259	1,2622	1,2602	AUC total			133,3744
343	1,263	1,2662	1,2642	Log SPF			1,2582
344	1,271	1,2742	1,2702	SPF			18,1238

E.1.2 Replikasi 2

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
290	1,510	1,5138		345	1,304	1,2802	1,2772
291	1,534	1,5378	1,5258	346	1,313	1,2892	1,2847
292	1,550	1,5539	1,5459	347	1,320	1,2972	1,2932
293	1,561	1,5649	1,5594	348	1,330	1,3053	1,3013
294	1,574	1,5779	1,5714	349	1,338	1,3163	1,3108
295	1,589	1,5930	1,5855	350	1,347	1,3243	1,3203
296	1,602	1,6060	1,5995	351	1,356	1,3313	1,3278
297	1,617	1,6211	1,6135	352	1,363	1,3404	1,3358
298	1,627	1,6311	1,6261	353	1,373	1,3484	1,3444
299	1,633	1,6371	1,6341	354	1,378	1,3564	1,3524
300	1,636	1,6401	1,6386	355	1,385	1,3594	1,3579
301	1,639	1,6431	1,6416	356	1,392	1,3644	1,3619
302	1,647	1,6511	1,6471	357	1,389	1,3674	1,3659
303	1,660	1,6642	1,6576	358	1,399	1,3634	1,3654
304	1,680	1,6842	1,6742	359	1,383	1,3604	1,3619
305	1,700	1,7043	1,6942	360	1,372	1,3494	1,3549
306	1,726	1,7303	1,7173	361	1,355	1,3323	1,3409
307	1,751	1,7554	1,7429	362	1,339	1,3153	1,3238
308	1,779	1,7835	1,7694	363	1,317	1,2942	1,3048
309	1,791	1,7955	1,7895	364	1,290	1,2662	1,2802
310	1,805	1,8095	1,8025	365	1,256	1,2321	1,2491
311	1,816	1,8206	1,8150	366	1,219	1,1970	1,2145
312	1,828	1,8326	1,8266	367	1,188	1,1669	1,1820
313	1,826	1,8306	1,8316	368	1,153	1,1328	1,1499
314	1,827	1,8316	1,8311	369	1,116	1,0977	1,1153
315	1,821	1,8256	1,8286	370	1,087	1,0687	1,0832
316	1,811	1,8155	1,8206	371	1,054	1,0346	1,0516
317	1,797	1,8015	1,8085	372	1,024	1,0045	1,0195
318	1,779	1,7835	1,7925	373	0,998	0,9805	0,9925
319	1,762	1,7664	1,7749	374	0,971	0,9524	0,9664
320	1,738	1,7424	1,7544	375	0,939	0,9233	0,9378
321	1,711	1,7153	1,7288	376	0,911	0,8942	0,9088
322	1,686	1,6902	1,7028	377	0,881	0,8622	0,8782
323	1,656	1,6602	1,6752	378	0,845	0,8271	0,8446
324	1,624	1,6281	1,6441	379	0,802	0,7870	0,8070
325	1,592	1,5960	1,6120	380	0,756	0,7398	0,7634
326	1,559	1,5629	1,5794	381	0,694	0,6987	0,7193
327	1,525	1,5288	1,5459	382	0,635	0,6206	0,6596
328	1,496	1,4997	1,5143	383	0,574	0,5614	0,5910

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
329	1,461	1,4647	1,4822	384	0,508	0,4972	0,5293
330	1,429	1,4326	1,4486	385	0,448	0,4381	0,4677
331	1,401	1,4045	1,4185	386	0,386	0,3779	0,4080
332	1,378	1,3815	1,3930	387	0,330	0,3248	0,3514
333	1,354	1,3574	1,3694	388	0,281	0,2707	0,2977
334	1,334	1,3373	1,3474	389	0,232	0,2306	0,2506
335	1,317	1,3203	1,3288	390	0,195	0,1895	0,2100
336	1,302	1,3053	1,3128	391	0,158	1,5338	0,8617
337	1,288	1,2912	1,2982	392	0,129	0,1253	0,8296
338	1,228	1,2311	1,2612	393	0,109	0,1053	0,1153
339	1,278	1,2812	1,2561	394	0,086	0,0822	0,0937
340	1,277	1,2802	1,2807	395	0,068	0,0652	0,0737
341	1,280	1,2832	1,2817	396	0,057	0,0541	0,0596
342	1,284	1,2872	1,2852	AUC total			134,3474
343	1,289	1,2922	1,2897	Log SPF			1,2674
344	1,297	1,3003	1,2962	SPF			18,5109

E.1.3 Replikasi 3

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
290	1,514	1,5178		345	1,313	1,3163	1,3133
291	1,543	1,5469	1,5323	346	1,322	1,3253	1,3208
292	1,556	1,5599	1,5534	347	1,329	1,3323	1,3288
293	1,570	1,5739	1,5669	348	1,339	1,3424	1,3373
294	1,585	1,5890	1,5815	349	1,348	1,3514	1,3469
295	1,596	1,6000	1,5945	350	1,356	1,3594	1,3554
296	1,610	1,6140	1,6070	351	1,363	1,3664	1,3629
297	1,625	1,6291	1,6216	352	1,375	1,3784	1,3724
298	1,625	1,6291	1,6291	353	1,382	1,3855	1,3820
299	1,634	1,6381	1,6336	354	1,388	1,3915	1,3885
300	1,641	1,6451	1,6416	355	1,395	1,3985	1,3950
301	1,650	1,6541	1,6496	356	1,397	1,4005	1,3995
302	1,648	1,6521	1,6531	357	1,401	1,4045	1,4025
303	1,655	1,6591	1,6556	358	1,398	1,4015	1,4030
304	1,671	1,6752	1,6672	359	1,392	1,3955	1,3985
305	1,685	1,6892	1,6822	360	1,382	1,3855	1,3905

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
306	1,709	1,7133	1,7013	361	1,366	1,3694	1,3774
307	1,733	1,7373	1,7253	362	1,348	1,3514	1,3604
308	1,759	1,7634	1,7504	363	1,326	1,3293	1,3404
309	1,790	1,7945	1,7789	364	1,300	1,3033	1,3163
310	1,798	1,8025	1,7985	365	1,265	1,2682	1,2857
311	1,813	1,8175	1,8100	366	1,228	1,2311	1,2496
312	1,824	1,8286	1,8231	367	1,196	1,1990	1,2150
313	1,835	1,8396	1,8341	368	1,162	1,1649	1,1820
314	1,830	1,8346	1,8371	369	1,124	1,1268	1,1459
315	1,828	1,8326	1,8336	370	1,095	1,0977	1,1123
316	1,820	1,8246	1,8286	371	1,062	1,0647	1,0812
317	1,802	1,8065	1,8155	372	1,032	1,0346	1,0496
318	1,788	1,7925	1,7995	373	1,005	1,0075	1,0211
319	1,769	1,7734	1,7830	374	0,977	0,9794	0,9935
320	1,745	1,7494	1,7614	375	0,948	0,9504	0,9649
321	1,717	1,7213	1,7353	376	0,919	0,9213	0,9358
322	1,696	1,7003	1,7108	377	0,885	0,8872	0,9043
323	1,661	1,6652	1,6827	378	0,851	0,8531	0,8702
324	1,629	1,6331	1,6491	379	0,807	0,8090	0,8311
325	1,600	1,6040	1,6185	380	0,761	0,7629	0,7860
326	1,565	1,5689	1,5865	381	0,699	0,7008	0,7318
327	1,534	1,5378	1,5534	382	0,642	0,6436	0,6722
328	1,504	1,5078	1,5228	383	0,576	0,5774	0,6105
329	1,467	1,4707	1,4892	384	0,512	0,5133	0,5454
330	1,439	1,4426	1,4566	385	0,453	0,4541	0,4837
331	1,412	1,4155	1,4291	386	0,391	0,3920	0,4231
332	1,383	1,3865	1,4010	387	0,334	0,3348	0,3634
333	1,361	1,3644	1,3754	388	0,285	0,2857	0,3103
334	1,342	1,3454	1,3549	389	0,239	0,2396	0,2627
335	1,325	1,3283	1,3368	390	0,199	0,1995	0,2195
336	1,309	1,3123	1,3203	391	0,162	0,1624	0,1810
337	1,296	1,2992	1,3058	392	0,133	0,1333	0,1479
338	1,291	1,2942	1,2967	393	0,113	0,1133	0,1233
339	1,287	1,2902	1,2922	394	0,091	0,0912	0,1023
340	1,284	1,2872	1,2887	395	0,071	0,0712	0,0812
341	1,289	1,2922	1,2897	396	0,060	0,0602	0,0657
342	1,293	1,2962	1,2942	AUC total			134,9875
343	1,298	1,3013	1,2987	Log SPF			1,273467
344	1,307	1,3103	1,3058	SPF			18,7701

E.2 Tabulasi Hasil Absorbansi dan AUC Krim Tabir Surya Formula A

E.2.1 Replikasi 1

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
290	1,408	1,4115		347	1,287	1,2902	1,2852
291	1,425	1,4286	1,4201	348	1,296	1,2992	1,2947
292	1,439	1,4426	1,4356	349	1,307	1,3103	1,3048
293	1,450	1,4536	1,4481	350	1,317	1,3203	1,3153
294	1,452	1,4556	1,4546	351	1,328	1,3313	1,3258
295	1,473	1,4767	1,4662	352	1,336	1,3393	1,3353
296	1,485	1,4887	1,4827	353	1,344	1,3474	1,3434
297	1,497	1,5008	1,4947	354	1,350	1,3534	1,3504
298	1,504	1,5078	1,5043	355	1,358	1,3614	1,3574
299	1,509	1,5128	1,5103	356	1,360	1,3634	1,3624
300	1,511	1,5148	1,5138	357	1,362	1,3654	1,3644
301	1,515	1,5188	1,5168	358	1,360	1,3634	1,3644
302	1,521	1,5248	1,5218	359	1,359	1,3624	1,3629
303	1,532	1,5358	1,5303	360	1,346	1,3494	1,3559
304	1,549	1,5529	1,5444	361	1,332	1,3353	1,3424
305	1,571	1,5749	1,5639	362	1,319	1,3223	1,3288
306	1,590	1,5940	1,5845	363	1,309	1,3123	1,3173
307	1,614	1,6180	1,6060	364	1,273	1,2762	1,2942
308	1,634	1,6381	1,6281	365	1,242	1,2451	1,2607
309	1,650	1,6541	1,6461	366	1,209	1,2120	1,2286
310	1,664	1,6682	1,6612	367	1,179	1,1820	1,1970
311	1,673	1,6772	1,6727	368	1,149	1,1519	1,1669
312	1,680	1,6842	1,6807	369	1,118	1,1208	1,1363
313	1,682	1,6862	1,6852	370	1,080	1,0827	1,1018
314	1,683	1,6812	1,6837	371	1,054	1,0566	1,0697
315	1,677	1,6772	1,6792	372	1,026	1,0286	1,0426
316	1,673	1,6662	1,6717	373	0,998	1,0005	1,0145
317	1,662	1,6541	1,6602	374	0,975	0,9464	0,9734
318	1,650	1,6321	1,6431	375	0,944	0,8902	0,9183
319	1,628	1,6321	1,6321	376	0,917	0,8541	0,8722
320	1,609	1,6130	1,6205	377	0,888	0,8160	0,8351
321	1,586	1,5900	1,5975	378	0,852	0,7699	0,7930
322	1,566	1,5699	1,5760	379	0,814	0,7148	0,7424
323	1,535	1,5388	1,5505	380	0,768	0,6586	0,6867
324	1,511	1,5148	1,5249	381	0,713	0,5975	0,6281
325	1,483	1,4867	1,5008	382	0,657	0,5975	0,5975

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
326	1,456	1,4596	1,4732	383	0,596	0,5363	0,5669
327	1,428	1,4316	1,4456	384	0,596	0,4822	0,5093
328	1,404	1,4075	1,4195	385	0,535	0,3689	0,4256
329	1,375	1,3784	1,3930	386	0,481	0,3188	0,3439
330	1,361	1,3644	1,3714	387	0,368	0,2757	0,2972
331	1,341	1,3444	1,3544	388	0,318	0,2376	0,2566
332	1,322	1,3253	1,3348	389	0,275	0,2005	0,2190
333	1,306	1,3093	1,3173	390	0,237	0,1724	0,1865
334	1,292	1,2952	1,3023	391	0,200	0,1504	0,1614
335	1,281	1,2842	1,2897	392	0,172	0,1263	0,1383
336	1,269	1,2722	1,2782	393	0,150	0,1083	0,1173
337	1,262	1,2652	1,2687	394	0,126	0,0942	0,1013
338	1,257	1,2602	1,2627	395	0,108	0,0832	0,0887
339	1,232	1,2351	1,2476	396	0,094	0,0742	0,0787
340	1,234	1,2371	1,2361	397	0,083	0,0672	0,0707
341	1,236	1,2391	1,2381	398	0,074	0,0622	0,0647
342	1,244	1,2471	1,2431	399	0,067	0,0672	0,0647
343	1,250	1,2531	1,2501	400	0,062	0,0622	0,0647
344	1,260	1,2632	1,2581	AUC total			127,4639
345	1,268	1,2712	1,2672	Log SPF			1,1588
346	1,277	1,2802	1,2757	SPF			14,4133

E.2.2 Replikasi 2

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
290	1,271	1,2742		347	1,166	1,1689	1,1649
291	1,286	1,2892	1,2817	348	1,174	1,1769	1,1729
292	1,299	1,3023	1,2957	349	1,183	1,1860	1,1815
293	1,310	1,3133	1,3078	350	1,204	1,2070	1,1965
294	1,320	1,3233	1,3183	351	1,212	1,2150	1,2110
295	1,331	1,3343	1,3288	352	1,220	1,2231	1,2190
296	1,342	1,3454	1,3398	353	1,123	1,1256	1,1743
297	1,353	1,3564	1,3509	354	1,234	1,2371	1,1814
298	1,360	1,3634	1,3599	355	1,242	1,2451	1,2411
299	1,365	1,3684	1,3659	356	1,244	1,2471	1,2461
300	1,367	1,3704	1,3694	357	1,246	1,2491	1,2481
301	1,371	1,3744	1,3724	358	1,244	1,2471	1,2481

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
302	1,387	1,3905	1,3825	359	1,243	1,2461	1,2466
303	1,398	1,4015	1,3960	360	1,212	1,2150	1,2306
304	1,415	1,4185	1,4100	361	1,198	1,2010	1,2080
305	1,427	1,4496	1,4341	362	1,184	1,1870	1,1940
306	1,446	1,4737	1,4617	363	1,167	1,1699	1,1784
307	1,470	1,4937	1,4837	364	1,141	1,1439	1,1569
308	1,490	1,5098	1,5018	365	1,114	1,1168	1,1303
309	1,506	1,5118	1,5108	366	1,081	1,0837	1,1003
310	1,508	1,5118	1,5118	367	1,053	1,0556	1,0697
311	1,517	1,5208	1,5163	368	1,026	1,0286	1,0421
312	1,524	1,5278	1,5243	369	0,997	0,9995	1,0140
313	1,526	1,5288	1,5283	370	0,969	0,9714	0,9855
314	1,525	1,5258	1,5273	371	0,941	0,9434	0,9574
315	1,522	1,5208	1,5233	372	0,915	0,9173	0,9303
316	1,517	1,5108	1,5158	373	0,892	0,8942	0,9058
317	1,507	1,4977	1,5043	374	0,869	0,8712	0,8827
318	1,494	1,4837	1,4907	375	0,843	0,8451	0,8581
319	1,480	1,4837	1,4837	376	0,819	0,8211	0,8331
320	1,471	1,4747	1,4792	377	0,793	0,7950	0,8080
321	1,448	1,4516	1,4632	378	0,761	0,7629	0,7789
322	1,428	1,4316	1,4416	379	0,725	0,7268	0,7449
323	1,397	1,4005	1,4160	380	0,721	0,7228	0,7248
324	1,373	1,3764	1,3885	381	0,675	0,6767	0,6997
325	1,234	1,2371	1,3068	382	0,629	0,6306	0,6536
326	1,318	1,3213	1,2792	383	0,566	0,5674	0,5990
327	1,293	1,2962	1,3088	384	0,519	0,5203	0,5439
328	1,269	1,2722	1,2842	385	0,471	0,4722	0,4962
329	1,240	1,2431	1,2576	386	0,420	0,4211	0,4466
330	1,226	1,2291	1,2361	387	0,378	0,3789	0,4000
331	1,206	1,2090	1,2190	388	0,335	0,3358	0,3574
332	1,187	1,1900	1,1995	389	0,297	0,2977	0,3168
333	1,171	1,1739	1,1820	390	0,101	0,1013	0,1995
334	1,157	1,1599	1,1669	391	0,172	0,1724	0,1368
335	1,146	1,1489	1,1544	392	0,146	0,1464	0,1594
336	1,134	1,1368	1,1429	393	0,128	0,1283	0,1373
337	1,127	1,1298	1,1333	394	0,109	0,1093	0,1188
338	1,122	1,1248	1,1273	395	0,093	0,0932	0,1013
339	1,121	1,1238	1,1243	396	0,082	0,0822	0,0877
340	1,122	1,1248	1,1243	397	0,074	0,0742	0,0782
341	1,125	1,1278	1,1263	398	0,066	0,0662	0,0702
342	1,129	1,1318	1,1298	399	0,061	0,0612	0,0637

343	1,136	1,1388	1,1353	400	0,057	0,0571	0,0591
344	1,144	1,1469	1,1429	AUC total			116,8640
345	1,150	1,1529	1,1499	Log SPF			1,0624
346	1,158	1,1609	1,1569	SPF			11,5452

E.2.3 Replikasi 3

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
290	1,233	1,2361		347	1,010	1,0128	1,0553
291	1,249	1,2521	1,2441	348	1,111	1,1138	1,0633
292	1,261	1,2642	1,2581	349	1,128	1,1308	1,1223
293	1,269	1,2722	1,2682	350	1,138	1,1409	1,1358
294	1,278	1,2812	1,2767	351	1,147	1,1499	1,1454
295	1,287	1,2902	1,2857	352	1,155	1,1579	1,1539
296	1,296	1,2992	1,2947	353	1,163	1,1659	1,1619
297	1,305	1,3083	1,3038	354	1,169	1,1719	1,1689
298	1,311	1,3143	1,3113	355	1,177	1,1799	1,1759
299	1,315	1,3183	1,3163	356	1,179	1,1820	1,1810
300	1,317	1,3203	1,3193	357	1,181	1,1840	1,1830
301	1,321	1,3243	1,3223	358	1,179	1,1820	1,1830
302	1,337	1,3404	1,3323	359	1,178	1,1810	1,1815
303	1,348	1,3514	1,3459	360	1,147	1,1499	1,1654
304	1,365	1,3684	1,3599	361	1,133	1,1358	1,1429
305	1,377	1,3805	1,3744	362	1,119	1,1218	1,1288
306	1,396	1,3995	1,3900	363	1,102	1,1048	1,1133
307	1,420	1,4236	1,4115	364	1,076	1,0787	1,0917
308	1,440	1,4436	1,4336	365	1,049	1,0516	1,0652
309	1,442	1,4456	1,4446	366	1,016	1,0185	1,0351
310	1,444	1,4476	1,4466	367	0,988	0,9905	1,0045
311	1,450	1,4536	1,4506	368	0,961	0,9634	0,9769
312	1,457	1,4607	1,4571	369	0,958	0,9604	0,9619
313	1,460	1,4637	1,4622	370	0,956	0,9584	0,9594
314	1,462	1,4657	1,4647	371	0,931	0,9333	0,9459
315	1,454	1,4576	1,4617	372	0,904	0,9063	0,9198
316	1,451	1,4546	1,4561	373	0,882	0,8842	0,8952
317	1,437	1,4406	1,4476	374	0,859	0,8612	0,8727
318	1,426	1,4296	1,4351	375	0,833	0,8351	0,8481
319	1,408	1,4115	1,4206	376	0,809	0,8110	0,8231
320	1,399	1,4025	1,4070	377	0,783	0,7850	0,7980
321	1,376	1,3794	1,3910	378	0,754	0,7559	0,7704

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
322	1,356	1,3594	1,3694	379	0,723	0,7248	0,7404
323	1,325	1,3283	1,3439	380	0,683	0,6847	0,7048
324	1,301	1,3043	1,3163	381	0,637	0,6386	0,6617
325	1,273	1,2762	1,2902	382	0,591	0,5925	0,6155
326	1,246	1,2491	1,2627	383	0,538	0,5393	0,5659
327	1,218	1,2211	1,2351	384	0,491	0,4922	0,5158
328	1,194	1,1970	1,2090	385	0,443	0,4441	0,4682
329	1,165	1,1679	1,1825	386	0,392	0,3930	0,4185
330	1,159	1,1619	1,1649	387	0,348	0,3489	0,3709
331	1,139	1,1419	1,1519	388	0,307	0,3078	0,3283
332	1,120	1,1228	1,1323	389	0,269	0,2697	0,2887
333	1,104	1,1068	1,1148	390	0,231	0,2316	0,2506
334	1,089	1,0917	1,0992	391	0,194	0,1945	0,2130
335	1,080	1,0827	1,0872	392	0,166	0,1664	0,1805
336	1,070	1,0727	1,0777	393	0,144	0,1444	0,1554
337	1,063	1,0657	1,0692	394	0,120	0,1203	0,1323
338	1,059	1,0617	1,0637	395	0,102	0,1023	0,1113
339	1,058	1,0607	1,0612	396	0,088	0,0882	0,0952
340	1,059	1,0617	1,0612	397	0,080	0,0802	0,0842
341	1,062	1,0647	1,0632	398	0,072	0,0722	0,0762
342	1,066	1,0687	1,0667	399	0,070	0,0702	0,0712
343	1,073	1,0757	1,0722	400	0,068	0,0682	0,0692
344	1,081	1,0837	1,0797	AUC total			111,8945
345	1,087	1,0897	1,0867	Log SPF			1,0172
346	1,095	1,0977	1,0937	SPF			10,4045

E.3 Tabulasi Hasil Absorbansi dan AUC Krim Tabir Surya Formula B

E.3.1 Replikasi 1

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
290	1,509	1,5128		346	1,376	1,3794	1,3759
291	1,535	1,5388	1,5258	347	1,385	1,3885	1,3840
292	1,552	1,5559	1,5474	348	1,395	1,3985	1,3935
293	1,566	1,5699	1,5629	349	1,406	1,4095	1,4040
294	1,578	1,5820	1,5759	350	1,417	1,4206	1,4150

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
295	1,592	1,5960	1,5890	351	1,425	1,4286	1,4246
296	1,605	1,6090	1,6025	352	1,435	1,4386	1,4336
297	1,620	1,6241	1,6165	353	1,442	1,4456	1,4421
298	1,630	1,6341	1,6291	354	1,451	1,4546	1,4501
299	1,636	1,6401	1,6371	355	1,456	1,4596	1,4571
300	1,640	1,6441	1,6421	356	1,462	1,4657	1,4627
301	1,643	1,6471	1,6456	357	1,462	1,4657	1,4657
302	1,649	1,6531	1,6501	358	1,461	1,4647	1,4652
303	1,663	1,6672	1,6602	359	1,456	1,4596	1,4622
304	1,680	1,6842	1,6757	360	1,446	1,4496	1,4546
305	1,702	1,7063	1,6952	361	1,429	1,4326	1,4411
306	1,728	1,7323	1,7193	362	1,413	1,4165	1,4246
307	1,741	1,7454	1,7388	363	1,394	1,3975	1,4070
308	1,764	1,7684	1,7569	364	1,364	1,3674	1,3825
309	1,778	1,7825	1,7754	365	1,326	1,3293	1,3484
310	1,807	1,8115	1,7970	366	1,292	1,2952	1,3123
311	1,820	1,8246	1,8180	367	1,255	1,2581	1,2767
312	1,928	1,9328	1,8787	368	1,220	1,2231	1,2406
313	1,832	1,8366	1,8847	369	1,287	1,2902	1,2566
314	1,833	1,8376	1,8371	370	1,151	1,1539	1,2221
315	1,830	1,8346	1,8361	371	1,116	1,1188	1,1363
316	1,826	1,8306	1,8326	372	1,083	1,0857	1,1023
317	1,811	1,8155	1,8231	373	1,058	1,0607	1,0732
318	1,798	1,8025	1,8090	374	1,027	1,0296	1,0451
319	1,778	1,7825	1,7925	375	0,996	0,9985	1,0140
320	1,757	1,7614	1,7719	376	0,967	0,9694	0,9840
321	1,737	1,7414	1,7514	377	0,933	0,9353	0,9524
322	1,708	1,7123	1,7268	378	0,891	0,8932	0,9143
323	1,683	1,6872	1,6997	379	0,856	0,8581	0,8757
324	1,652	1,6561	1,6717	380	0,804	0,8060	0,8321
325	1,621	1,6251	1,6406	381	0,744	0,7459	0,7759
326	1,590	1,5940	1,6095	382	0,688	0,6897	0,7178
327	1,559	1,5629	1,5784	383	0,621	0,6226	0,6561
328	1,536	1,5398	1,5514	384	0,549	0,5504	0,5865
329	1,502	1,5058	1,5228	385	0,489	0,4902	0,5203
330	1,475	1,4787	1,4922	386	0,426	0,4271	0,4586
331	1,449	1,4526	1,4657	387	0,363	0,3639	0,3955
332	1,421	1,4246	1,4386	388	0,313	0,3138	0,3388
333	1,401	1,4045	1,4145	389	0,268	0,2687	0,2912
334	1,382	1,3855	1,3950	390	0,219	0,2195	0,2441
335	1,370	1,3734	1,3794	391	0,180	0,1805	0,2000

336	1,356	1,3594	1,3664	392	0,150	0,1504	0,1654
337	1,346	1,3494	1,3544	393	0,126	0,1263	0,1383
338	1,339	1,3424	1,3459	394	0,102	0,1023	0,1143
339	1,337	1,3404	1,3414	395	0,083	0,0832	0,0927
340	1,338	1,3414	1,3409	396	0,070	0,0702	0,0767
341	1,341	1,3444	1,3429	397	0,059	0,0591	0,0647
342	1,347	1,3504	1,3474	AUC total			138,7509
343	1,352	1,3554	1,3529	Log SPF			1,2967
344	1,359	1,3624	1,3589	SPF			19,8033
345	1,369	1,3724	1,3674				

E.3.2 Replikasi 2

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
290	1,608	1,6120		346	1,470	1,4737	1,4702
291	1,636	1,6401	1,6261	347	1,479	1,4827	1,4782
292	1,653	1,6571	1,6486	348	1,489	1,4927	1,4877
293	1,670	1,6742	1,6657	349	1,517	1,5208	1,5068
294	1,685	1,6892	1,6817	350	1,520	1,5238	1,5223
295	1,700	1,7043	1,6967	351	1,531	1,5348	1,5293
296	1,715	1,7193	1,7118	352	1,543	1,5469	1,5409
297	1,731	1,7353	1,7273	353	1,553	1,5569	1,5519
298	1,743	1,7474	1,7414	354	1,558	1,5619	1,5594
299	1,751	1,7554	1,7514	355	1,565	1,5689	1,5654
300	1,719	1,7233	1,7393	356	1,570	1,5739	1,5714
301	1,725	1,7293	1,7263	357	1,577	1,5810	1,5774
302	1,739	1,7434	1,7363	358	1,571	1,5749	1,5779
303	1,756	1,7604	1,7519	359	1,566	1,5699	1,5724
304	1,778	1,7825	1,7714	360	1,557	1,5609	1,5654
305	1,804	1,8085	1,7955	361	1,540	1,5439	1,5524
306	1,817	1,8216	1,8150	362	1,552	1,5559	1,5499
307	1,840	1,8446	1,8331	363	1,502	1,5058	1,5308
308	1,854	1,8586	1,8516	364	1,473	1,4767	1,4912
309	1,867	1,8717	1,8652	365	1,437	1,4406	1,4586
310	1,933	1,9378	1,9048	366	1,402	1,4055	1,4231
311	1,945	1,9499	1,9439	367	1,364	1,3674	1,3865
312	1,953	1,9579	1,9539	368	1,330	1,3333	1,3504
313	1,954	1,9589	1,9584	369	1,298	1,3013	1,3173
314	1,955	1,9599	1,9594	370	1,235	1,2381	1,2697
315	1,954	1,9589	1,9594	371	1,200	1,2030	1,2206

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
316	1,948	1,9529	1,9559	372	1,162	1,1649	1,1840
317	1,932	1,9368	1,9449	373	1,136	1,1388	1,1519
318	1,912	1,9168	1,9268	374	1,101	1,1038	1,1213
319	1,898	1,9028	1,9098	375	1,068	1,0707	1,0872
320	1,871	1,8757	1,8892	376	1,036	1,0386	1,0546
321	1,845	1,8496	1,8627	377	1,000	1,0025	1,0206
322	1,813	1,8175	1,8336	378	0,955	0,9574	0,9799
323	1,783	1,7875	1,8025	379	0,914	0,9163	0,9368
324	1,756	1,7604	1,7739	380	0,861	0,8632	0,8897
325	1,718	1,7223	1,7414	381	0,796	0,7980	0,8306
326	1,676	1,6802	1,7013	382	0,734	0,7358	0,7669
327	1,649	1,6531	1,6667	383	0,658	0,6596	0,6977
328	1,618	1,6221	1,6376	384	0,585	0,5865	0,6231
329	1,587	1,5910	1,6065	385	0,519	0,5203	0,5534
330	1,569	1,5729	1,5820	386	0,452	0,4531	0,4867
331	1,543	1,5469	1,5599	387	0,385	0,3860	0,4195
332	1,514	1,5178	1,5323	388	0,329	0,3298	0,3579
333	1,494	1,4977	1,5078	389	0,283	0,2837	0,3068
334	1,478	1,4817	1,4897	390	0,231	0,2316	0,2576
335	1,461	1,4647	1,4732	391	0,190	0,1905	0,2110
336	1,448	1,4516	1,4581	392	0,156	0,1564	0,1734
337	1,437	1,4406	1,4461	393	0,130	0,1303	0,1434
338	1,433	1,4366	1,4386	394	0,105	0,1053	0,1178
339	1,430	1,4336	1,4351	395	0,087	0,0872	0,0962
340	1,431	1,4346	1,4341	396	0,070	0,0702	0,0787
341	1,434	1,4376	1,4361	397	0,058	0,0581	0,0642
342	1,440	1,4436	1,4406	AUC total			147,9008
343	1,445	1,4486	1,4461	Log SPF			1,3823
344	1,453	1,4566	1,4526	SPF			24,1129
345	1,463	1,4667	1,4617				

E.3.3 Replikasi 3

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
290	1,526	1,5298		346	1,370	1,3734	1,3699
291	1,551	1,5549	1,5424	347	1,379	1,3825	1,3779
292	1,567	1,5709	1,5629	348	1,389	1,3925	1,3875
293	1,582	1,5860	1,5784	349	1,400	1,4035	1,3980

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
294	1,596	1,6000	1,5930	350	1,407	1,4105	1,4070
295	1,610	1,6140	1,6070	351	1,417	1,4206	1,4155
296	1,625	1,6291	1,6216	352	1,427	1,4306	1,4256
297	1,640	1,6441	1,6366	353	1,434	1,4376	1,4341
298	1,650	1,6541	1,6491	354	1,443	1,4466	1,4421
299	1,657	1,6612	1,6576	355	1,449	1,4526	1,4496
300	1,661	1,6652	1,6632	356	1,452	1,4556	1,4541
301	1,664	1,6682	1,6667	357	1,456	1,4596	1,4576
302	1,670	1,6742	1,6712	358	1,454	1,4576	1,4586
303	1,684	1,6882	1,6812	359	1,449	1,4526	1,4551
304	1,701	1,7053	1,6967	360	1,440	1,4436	1,4481
305	1,723	1,7273	1,7163	361	1,423	1,4266	1,4351
306	1,749	1,7534	1,7404	362	1,405	1,4085	1,4175
307	1,772	1,7764	1,7649	363	1,385	1,3885	1,3985
308	1,795	1,7995	1,7880	364	1,356	1,3594	1,3739
309	1,814	1,8185	1,8090	365	1,320	1,3233	1,3414
310	1,827	1,8316	1,8251	366	1,285	1,2882	1,3058
311	1,838	1,8426	1,8371	367	1,248	1,2511	1,2697
312	1,844	1,8486	1,8456	368	1,214	1,2170	1,2341
313	1,849	1,8536	1,8511	369	1,178	1,1810	1,1990
314	1,846	1,8506	1,8521	370	1,146	1,1489	1,1649
315	1,844	1,8486	1,8496	371	1,110	1,1128	1,1308
316	1,837	1,8416	1,8451	372	1,080	1,0827	1,0977
317	1,823	1,8276	1,8346	373	1,051	1,0536	1,0682
318	1,808	1,8125	1,8201	374	1,023	1,0256	1,0396
319	1,786	1,7905	1,8015	375	0,990	0,9925	1,0090
320	1,769	1,7734	1,7820	376	0,963	0,9654	0,9789
321	1,743	1,7474	1,7604	377	0,928	0,9303	0,9479
322	1,711	1,7153	1,7313	378	0,893	0,8952	0,9128
323	1,681	1,6852	1,7003	379	0,853	0,8551	0,8752
324	1,659	1,6632	1,6742	380	0,799	0,8010	0,8281
325	1,621	1,6251	1,6441	381	0,739	0,7409	0,7709
326	1,589	1,5930	1,6090	382	0,684	0,6857	0,7133
327	1,562	1,5659	1,5794	383	0,615	0,6165	0,6511
328	1,531	1,5348	1,5504	384	0,547	0,5484	0,5825
329	1,500	1,5038	1,5193	385	0,487	0,4882	0,5183
330	1,467	1,4707	1,4872	386	0,425	0,4261	0,4571
331	1,444	1,4476	1,4591	387	0,361	0,3619	0,3940
332	1,418	1,4216	1,4346	388	0,309	0,3098	0,3358
333	1,395	1,3985	1,4100	389	0,265	0,2657	0,2877
334	1,380	1,3835	1,3910	390	0,217	0,2175	0,2416

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
335	1,363	1,3664	1,3749	391	0,177	0,1774	0,1975
336	1,349	1,3524	1,3594	392	0,149	0,1494	0,1634
337	1,340	1,3434	1,3479	393	0,124	0,1243	0,1368
338	1,332	1,3353	1,3393	394	0,101	0,1013	0,1128
339	1,330	1,3333	1,3343	395	0,083	0,0832	0,0922
340	1,331	1,3343	1,3338	396	0,069	0,0692	0,0762
341	1,334	1,3373	1,3358	397	0,057	0,0571	0,0632
342	1,340	1,3434	1,3404	AUC total			138,7694
343	1,345	1,3484	1,3459	Log SPF			1,2969
344	1,353	1,3564	1,3524	SPF			19,8112
345	1,363	1,3664	1,3614				

E.4 Tabulasi Hasil Absorbansi dan AUC Krim Tabir Surya Formula Ab

E.4.1 Replikasi 1

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
290	1,477	1,4807		347	1,585	1,5890	1,5799
291	1,501	1,5048	1,4927	348	1,603	1,6070	1,5980
292	1,513	1,5168	1,5108	349	1,624	1,6281	1,6175
293	1,525	1,5288	1,5228	350	1,643	1,6471	1,6376
294	1,541	1,5449	1,5368	351	1,656	1,6602	1,6536
295	1,557	1,5609	1,5529	352	1,673	1,6772	1,6687
296	1,570	1,5739	1,5674	353	1,687	1,6912	1,6842
297	1,586	1,5900	1,5820	354	1,701	1,7053	1,6982
298	1,597	1,6010	1,5955	355	1,710	1,7343	1,7198
299	1,603	1,6070	1,6040	356	1,730	1,7303	1,7323
300	1,608	1,6120	1,6095	357	1,726	1,7363	1,7333
301	1,619	1,6231	1,6175	358	1,732	1,7263	1,7313
302	1,625	1,6291	1,6261	359	1,722	1,7263	1,7263
303	1,645	1,6491	1,6391	360	1,718	1,7223	1,7243
304	1,667	1,6712	1,6602	361	1,703	1,7073	1,7148
305	1,691	1,6952	1,6832	362	1,687	1,6912	1,6992
306	1,718	1,7223	1,7088	363	1,666	1,6702	1,6807
307	1,742	1,7464	1,7343	364	1,636	1,6401	1,6551
308	1,757	1,7614	1,7539	365	1,594	1,5980	1,6190

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
309	1,775	1,7794	1,7704	366	1,555	1,5589	1,5784
310	1,785	1,7895	1,7845	367	1,520	1,5238	1,5414
311	1,800	1,8045	1,7970	368	1,486	1,4897	1,5068
312	1,808	1,8125	1,8085	369	1,443	1,4466	1,4682
313	1,814	1,8185	1,8155	370	1,453	1,4566	1,4516
314	1,818	1,8226	1,8206	371	1,412	1,4155	1,4361
315	1,815	1,8195	1,8211	372	1,377	1,3805	1,3980
316	1,808	1,8125	1,8160	373	1,345	1,3484	1,3644
317	1,800	1,8045	1,8085	374	1,311	1,3143	1,3313
318	1,784	1,7885	1,7965	375	1,275	1,2782	1,2962
319	1,771	1,7754	1,7820	376	1,201	1,2040	1,2411
320	1,758	1,7624	1,7689	377	1,162	1,1649	1,1845
321	1,732	1,7363	1,7494	378	1,117	1,1198	1,1424
322	1,710	1,7143	1,7253	379	1,068	1,0707	1,0952
323	1,689	1,6932	1,7038	380	0,995	0,9975	1,0341
324	1,662	1,6662	1,6797	381	0,932	0,9343	0,9659
325	1,640	1,6441	1,6551	382	0,861	0,8632	0,8987
326	1,613	1,6170	1,6306	383	0,780	0,7820	0,8226
327	1,592	1,5960	1,6065	384	0,708	0,7098	0,7459
328	1,556	1,5599	1,5779	385	0,638	0,6396	0,6747
329	1,541	1,5449	1,5524	386	0,567	0,5684	0,6040
330	1,495	1,4987	1,5218	387	0,497	0,4982	0,5333
331	1,475	1,4787	1,4887	388	0,431	0,4321	0,4652
332	1,461	1,4647	1,4717	389	0,371	0,3719	0,4020
333	1,449	1,4526	1,4586	390	0,324	0,3248	0,3484
334	1,442	1,4456	1,4491	391	0,275	0,2757	0,3003
335	1,435	1,4386	1,4421	392	0,238	0,2386	0,2571
336	1,433	1,4366	1,4376	393	0,205	0,2055	0,2221
337	1,438	1,4416	1,4391	394	0,172	0,1724	0,1890
338	1,443	1,4466	1,4441	395	0,147	0,1474	0,1599
339	1,455	1,4586	1,4526	396	0,129	0,1293	0,1383
340	1,471	1,4747	1,4667	397	0,112	0,1123	0,1208
341	1,482	1,4857	1,4802	398	0,098	0,0982	0,1053
342	1,496	1,4997	1,4927	399	0,089	0,0892	0,0937
343	1,516	1,5198	1,5098	400	0,081	0,0812	0,0852
344	1,534	1,5378	1,5288	AUC total			150,7358
345	1,550	1,5539	1,5459	Log SPF			1,3703
346	1,567	1,5709	1,5624	SPF			23,4599

E.4.2 Replikasi 2

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
290	1,411	1,4145		347	1,514	1,5178	1,5083
291	1,438	1,4416	1,4281	348	1,532	1,5358	1,5268
292	1,453	1,4566	1,4491	349	1,552	1,5559	1,5459
293	1,463	1,4667	1,4617	350	1,567	1,5709	1,5634
294	1,476	1,4797	1,4732	351	1,581	1,5850	1,5779
295	1,490	1,4937	1,4867	352	1,598	1,6020	1,5935
296	1,508	1,5118	1,5028	353	1,614	1,6180	1,6100
297	1,521	1,5248	1,5183	354	1,624	1,6281	1,6231
298	1,529	1,5328	1,5288	355	1,637	1,6411	1,6346
299	1,535	1,5388	1,5358	356	1,650	1,6541	1,6476
300	1,538	1,5419	1,5404	357	1,651	1,6551	1,6546
301	1,543	1,5469	1,5444	358	1,652	1,6561	1,6556
302	1,549	1,5649	1,5559	359	1,649	1,6531	1,6546
303	1,561	1,5850	1,5749	360	1,641	1,6451	1,6491
304	1,581	1,6070	1,5960	361	1,618	1,6221	1,6336
305	1,603	1,6311	1,6190	362	1,614	1,6180	1,6201
306	1,627	1,6581	1,6446	363	1,529	1,5328	1,5754
307	1,654	1,6822	1,6702	364	1,564	1,5679	1,5504
308	1,678	1,6822	1,6822	365	1,531	1,5348	1,5514
309	1,693	1,6972	1,6897	366	1,492	1,4957	1,5153
310	1,711	1,7153	1,7063	367	1,459	1,4627	1,4792
311	1,722	1,7263	1,7208	368	1,425	1,4286	1,4456
312	1,727	1,7313	1,7288	369	1,384	1,3875	1,4080
313	1,732	1,7363	1,7338	370	1,394	1,3975	1,3925
314	1,733	1,7373	1,7368	371	1,353	1,3564	1,3769
315	1,730	1,7283	1,7328	372	1,318	1,3213	1,3388
316	1,724	1,7183	1,7233	373	1,286	1,2892	1,3053
317	1,714	1,7073	1,7128	374	1,252	1,2551	1,2722
318	1,703	1,6922	1,6997	375	1,216	1,2190	1,2371
319	1,688	1,6922	1,6922	376	1,179	1,1820	1,2005
320	1,701	1,7053	1,6987	377	1,140	1,1429	1,1624
321	1,675	1,6792	1,6922	378	1,095	1,0977	1,1203
322	1,654	1,6581	1,6687	379	1,046	1,0486	1,0732
323	1,627	1,6311	1,6446	380	0,955	0,9574	1,0030
324	1,605	1,6090	1,6201	381	0,893	0,8952	0,9263
325	1,588	1,5920	1,6005	382	0,823	0,8251	0,8602
326	1,561	1,5649	1,5784	383	0,752	0,7539	0,7895
327	1,525	1,5288	1,5469	384	0,682	0,6837	0,7188
328	1,510	1,5138	1,5213	385	0,615	0,6165	0,6501

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
329	1,490	1,4937	1,5038	386	0,546	0,5474	0,5820
330	1,444	1,4476	1,4707	387	0,482	0,4832	0,5153
331	1,424	1,4276	1,4376	388	0,420	0,4211	0,4521
332	1,410	1,4135	1,4206	389	0,365	0,3659	0,3935
333	1,398	1,4015	1,4075	390	0,315	0,3158	0,3409
334	1,391	1,3945	1,3980	391	0,267	0,2677	0,2917
335	1,384	1,3875	1,3910	392	0,233	0,2336	0,2506
336	1,381	1,3845	1,3860	393	0,200	0,2005	0,2170
337	1,379	1,3825	1,3835	394	0,167	0,1674	0,1840
338	1,384	1,3875	1,3850	395	0,143	0,1434	0,1554
339	1,389	1,3925	1,3900	396	0,126	0,1263	0,1348
340	1,401	1,4045	1,3985	397	0,109	0,1093	0,1178
341	1,413	1,4165	1,4105	398	0,096	0,0962	0,1028
342	1,428	1,4316	1,4241	399	0,086	0,0862	0,0912
343	1,446	1,4496	1,4406	400	0,079	0,0792	0,0827
344	1,462	1,4657	1,4576	AUC total			144,4912
345	1,477	1,4807	1,4732	Log SPF			1,3136
346	1,495	1,4987	1,4897	SPF			20,5853

E.4.2 Replikasi 2

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
290	1,474	1,4777		347	1,575	1,5789	1,5694
291	1,500	1,5038	1,4907	348	1,593	1,5970	1,5880
292	1,516	1,5198	1,5118	349	1,613	1,6170	1,6070
293	1,527	1,5308	1,5253	350	1,626	1,6301	1,6236
294	1,540	1,5439	1,5373	351	1,641	1,6451	1,6376
295	1,554	1,5579	1,5509	352	1,657	1,6612	1,6531
296	1,573	1,5769	1,5674	353	1,672	1,6852	1,6732
297	1,588	1,5920	1,5845	354	1,681	1,6982	1,6917
298	1,594	1,5980	1,5950	355	1,694	1,7033	1,7008
299	1,599	1,6030	1,6005	356	1,699	1,7153	1,7093
300	1,606	1,6100	1,6065	357	1,711	1,7123	1,7138
301	1,610	1,6140	1,6120	358	1,708	1,7103	1,7113
302	1,618	1,6221	1,6180	359	1,706	1,7103	1,7103
303	1,631	1,6351	1,6286	360	1,675	1,6792	1,6947
304	1,650	1,6541	1,6446	361	1,651	1,6551	1,6672
305	1,675	1,6792	1,6667	362	1,643	1,6471	1,6511

λ	Absorbansi		AUC	λ	Absorbansi		AUC
	19,95 ppm	20 ppm			19,95 ppm	20 ppm	
306	1,699	1,7033	1,6912	363	1,658	1,6622	1,6546
307	1,723	1,7273	1,7153	364	1,625	1,6291	1,6456
308	1,750	1,7544	1,7409	365	1,523	1,5268	1,5779
309	1,766	1,7704	1,7624	366	1,484	1,4877	1,5073
310	1,784	1,7885	1,7794	367	1,451	1,4546	1,4712
311	1,795	1,7995	1,7940	368	1,417	1,4206	1,4376
312	1,800	1,8045	1,8020	369	1,376	1,3794	1,4000
313	1,815	1,8195	1,8120	370	1,386	1,3895	1,3845
314	1,816	1,8206	1,8201	371	1,345	1,3484	1,3689
315	1,813	1,8175	1,8190	372	1,310	1,3133	1,3308
316	1,807	1,8115	1,8145	373	1,278	1,2812	1,2972
317	1,797	1,8015	1,8065	374	1,245	1,2481	1,2647
318	1,687	1,6912	1,7464	375	1,209	1,2120	1,2301
319	1,652	1,6561	1,6737	376	1,172	1,1749	1,1935
320	1,744	1,7484	1,7023	377	1,133	1,1358	1,1554
321	1,723	1,7273	1,7378	378	1,088	1,0907	1,1133
322	1,704	1,7083	1,7178	379	1,041	1,0436	1,0672
323	1,676	1,6802	1,6942	380	0,95	0,9524	0,9980
324	1,651	1,6551	1,6677	381	0,888	0,8902	0,9213
325	0,163	0,1634	0,9093	382	0,818	0,8201	0,8551
326	1,604	1,6080	0,8857	383	0,747	0,7489	0,7845
327	1,576	1,5799	1,5940	384	0,677	0,6787	0,7138
328	1,554	1,5579	1,5689	385	0,610	0,6115	0,6451
329	1,535	1,5388	1,5484	386	0,541	0,5424	0,5769
330	1,511	1,5148	1,5268	387	0,477	0,4782	0,5103
331	1,490	1,4937	1,5043	388	0,415	0,4160	0,4471
332	1,472	1,4757	1,4847	389	0,360	0,3609	0,3885
333	1,460	1,4637	1,4697	390	0,316	0,3168	0,3388
334	1,541	1,5449	1,5043	391	0,267	0,2677	0,2922
335	1,445	1,4486	1,4967	392	0,231	0,2316	0,2496
336	1,440	1,4436	1,4461	393	0,200	0,2005	0,2160
337	1,440	1,4436	1,4436	394	0,170	0,1704	0,1855
338	1,443	1,4466	1,4451	395	0,146	0,1464	0,1584
339	1,450	1,4536	1,4501	396	0,128	0,1283	0,1373
340	1,462	1,4657	1,4596	397	0,112	0,1123	0,1203
341	1,474	1,4777	1,4717	398	0,098	0,0982	0,1053
342	1,489	1,4927	1,4852	399	0,089	0,0892	0,0937
343	1,501	1,5048	1,4987	400	0,083	0,0832	0,0862
344	1,523	1,5268	1,5158	AUC total			147,3569
345	1,538	1,5419	1,5343	Log SPF			1,3396
346	1,556	1,5599	1,5509	SPF			21,8579

E.5 Contoh Perhitungan Nilai SPF *In Vitro*

Sediaan krim mengandung 7% bahan aktif tabir surya, sehingga dalam 100 g sediaan mengandung 7 gram bahan aktif tabir surya. Preparasi sampel untuk pengujian nilai SPF, TE dan TP dilakukan bersamaan, sehingga proses dan pengenceran sama. sampel krim tabir surya ditimbang sebanyak 28,5 mg sehingga mengandung 1,995 mg bahan aktif. Krim yang telah ditimbang kemudian diencerkan dengan isopropanol hingga mengandung 19,95 ppm bahan aktif. Nilai absorbansi pada 19,95 ppm diubah menjadi 20 ppm.

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

$$\frac{1 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 199,5 \text{ ppm} = 19,95 \text{ ppm}$$

Nilai absorbansi pada 19,95 ppm diubah menjadi 20 ppm

$$\text{Contoh besar absorbansi} = 1,608$$

$$\frac{20 \text{ ppm}}{19,95 \text{ ppm}} \times 1,608 = 1,6120$$

AUC

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

$$[\text{AUC}]_{\lambda_{p-a}}^{\lambda_p} = \frac{1,6401 + 1,6120}{2} \times (291 - 290) \\ = 1,6261$$

SPF

$$\text{Log SPF} = \frac{\Sigma \text{AUC}}{\lambda_n - \lambda_1} \\ = \frac{147,9008}{397 - 290}$$

$$\text{SPF} = 24,1129$$

E.6 Hasil Pengolahan Respon SPF

Response 1 SPF**ANOVA for selected factorial model****Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]**

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
Model	180,69	3	60,23	19,08	0,0005	significant
A-ZnO	23,71	1	23,71	7,51	0,0254	
B-Asam Malat	119,46	1	119,46	37,85	0,0003	
AB	37,52	1	37,52	11,88	0,0087	
Pure Error	25,25	8	3,16			
Cor Total	205,94	11				

The Model F-value of 19,08 implies the model is significant. There is only a 0,05% 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.	1,78	R-Squared	0,8774
Mean	18,45	Adj R-Squared	0,8314
C.V. %	9,63	Pred R-Squared	0,7241
PRESS	56,82	Adeq Precision	9,599
-2 Log Likelihood	42,98	BIC	52,92
		AICc	56,70

The "Pred R-Squared" of 0,7241 is in reasonable agreement with the "Adj R-Squared" of 0,8314; i.e. the difference is less than 0.2. "Adeq Precision" measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 9,599 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Factor	Coefficient		Standard Error		95% CI		High VIF
	Estimate	df	Error	Low	High		
Intercept	18,45	1	0,51	17,27	19,63		

A-ZnO	-1,41	1	0,51	-2,59	-0,22	1,00
B-Asam Malat	3,16	1	0,51	1,97	4,34	1,00
AB	1,77	1	0,51	0,59	2,95	1,00

Final Equation in Terms of Coded Factors:

$$\begin{aligned}
 \text{SPF} = & \\
 & +18,45 \\
 & -1,41 * A \\
 & +3,16 * B \\
 & +1,77 * AB
 \end{aligned}$$

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:

$$\begin{aligned}
 \text{SPF} = & \\
 & +17,47158 \\
 & -7,25391 * \text{ZnO} \\
 & +4,53230 * \text{Asam Malat} \\
 & +9,42999 * \text{ZnO} * \text{Asam Malat}
 \end{aligned}$$

Persamaan hubungan antara faktor dan respon yang didapat dari *desain expert trial* 10.01 yaitu persamaan 9.

Final Equation in Terms of Coded Factors:

$$Y = 18,45 - 1,41*A + 3,16*B + 1,77*AB.....(9)$$

F. Hasil Pengujian TE

F.1 Tabulasi Hasil Absorbansi dan Transmisi Eritema Krim Tabir Surya Formula 1

F.1.1 Replikasi 1

λ	Absorbansi		T(%)	TxFe
	0,285 g/L	1 g/L		
292,5	1,232	4,32281	$4,213 \times 10^{-04}$	$4,798 \times 10^{-04}$
297,5	1,298	4,55439	$2,472 \times 10^{-04}$	$1,609 \times 10^{-03}$
302,5	1,329	4,66316	$1,924 \times 10^{-04}$	$1,924 \times 10^{-03}$
307,5	1,439	5,04912	$7,911 \times 10^{-05}$	$2,830 \times 10^{-04}$
312,5	1,496	5,24912	$4,992 \times 10^{-05}$	$4,859 \times 10^{-05}$
317,5	1,459	5,11930	$6,731 \times 10^{-05}$	$3,816 \times 10^{-05}$
322,5	1,341	4,70526	$1,746 \times 10^{-04}$	$7,945 \times 10^{-05}$
327,5	1,184	4,15439	$6,208 \times 10^{-04}$	$1,794 \times 10^{-04}$
332,5	1,039	3,64561	$2,003 \times 10^{-03}$	$2,584 \times 10^{-04}$
337,5	0,76	2,66667	$3,793 \times 10^{-03}$	$1,729 \times 10^{-04}$
T(%)xFe total				$5,073 \times 10^{-03}$
TE (%)				$2,142 \times 10^{-04}$

F.1.2 Replikasi 2

λ	Absorbansi		T(%)	TxFe
	0,285 g/L	1 g/L		
292,5	1,253	4,3965	$3,555 \times 10^{-04}$	$4,049 \times 10^{-04}$
297,5	1,323	4,6421	$2,020 \times 10^{-04}$	$1,315 \times 10^{-03}$
302,5	1,353	4,7474	$1,585 \times 10^{-04}$	$1,585 \times 10^{-03}$
307,5	1,46	5,1228	$6,677 \times 10^{-05}$	$2,388 \times 10^{-04}$
312,5	1,524	5,3474	$3,981 \times 10^{-05}$	$3,875 \times 10^{-05}$
317,5	1,487	5,2175	$5,368 \times 10^{-05}$	$3,044 \times 10^{-05}$
322,5	1,368	4,8000	$1,404 \times 10^{-04}$	$6,388 \times 10^{-05}$
327,5	1,21	4,2456	$5,032 \times 10^{-04}$	$1,454 \times 10^{-04}$
332,5	1,064	3,7333	$1,637 \times 10^{-03}$	$2,112 \times 10^{-04}$
337,5	0,786	2,7579	$3,074 \times 10^{-03}$	$1,402 \times 10^{-04}$
T(%)xFe total				$4,173 \times 10^{-03}$
TE (%)				$1,762 \times 10^{-04}$

F.1.3 Replikasi 3

λ	Absorbansi		T(%)	TxFe
	0,285 g/L	1 g/L		
292,5	1,263	4,4316	$3,279 \times 10^{-04}$	$3,735 \times 10^{-04}$
297,5	1,330	4,6667	$1,909 \times 10^{-04}$	$1,242 \times 10^{-03}$

302,5	1,359	4,7684	$1,510 \times 10^{-04}$	$1,510 \times 10^{-03}$
307,5	1,472	5,1649	$6,060 \times 10^{-05}$	$2,168 \times 10^{-04}$
312,5	1,530	5,3684	$3,793 \times 10^{-05}$	$3,692 \times 10^{-05}$
317,5	1,496	5,2491	$4,992 \times 10^{-05}$	$2,830 \times 10^{-05}$
322,5	1,377	4,8316	$1,306 \times 10^{-04}$	$5,940 \times 10^{-05}$
327,5	1,217	4,2702	$4,755 \times 10^{-04}$	$1,374 \times 10^{-04}$
332,5	1,070	3,7544	$1,559 \times 10^{-03}$	$2,012 \times 10^{-04}$
337,5	1,094	3,8386	$2,882 \times 10^{-03}$	$1,314 \times 10^{-04}$
T(%)xFe total				$3,937 \times 10^{-03}$
TE (%)				$1,662 \times 10^{-04}$

F.2 Tabulasi Hasil Absorbansi dan Transmisi Eritema Krim Tabir Surya Formula A

F.2.1 Replikasi 1

λ	Absorbansi		T(%)	TxFe
	0,285 g/L	1 g/L		
292,5	1,433	5,0281	$9,374 \times 10^{-04}$	$1,068 \times 10^{-03}$
297,5	1,482	5,2000	$6,310 \times 10^{-04}$	$4,108 \times 10^{-03}$
302,5	1,504	5,2772	$5,282 \times 10^{-04}$	$5,282 \times 10^{-03}$
307,5	1,582	5,5509	$2,813 \times 10^{-04}$	$1,006 \times 10^{-03}$
312,5	1,643	5,7649	$1,718 \times 10^{-04}$	$1,673 \times 10^{-04}$
317,5	1,622	5,6912	$2,036 \times 10^{-04}$	$1,154 \times 10^{-04}$
322,5	1,532	5,3754	$4,213 \times 10^{-04}$	$1,917 \times 10^{-04}$
327,5	1,408	4,9404	$1,147 \times 10^{-03}$	$3,315 \times 10^{-04}$
332,5	1,298	4,5544	$2,790 \times 10^{-03}$	$3,599 \times 10^{-04}$
337,5	1,245	4,3684	$4,281 \times 10^{-03}$	$1,952 \times 10^{-04}$
T(%)xFe total				$1,282 \times 10^{-02}$
TE (%)				$5,415 \times 10^{-04}$

F.2.2 Replikasi 2

λ	Absorbansi	T(%)	TxFe
-----------	------------	------	------

	0,285 g/L	1 g/L		
292,5	1,298	4,5544	$2,790 \times 10^{-03}$	$3,178 \times 10^{-03}$
297,5	1,347	4,7263	$1,878 \times 10^{-03}$	$1,223 \times 10^{-02}$
302,5	1,369	4,8035	$1,572 \times 10^{-03}$	$1,572 \times 10^{-02}$
307,5	1,456	5,1088	$7,784 \times 10^{-04}$	$2,784 \times 10^{-03}$
312,5	1,507	5,2877	$5,156 \times 10^{-04}$	$5,018 \times 10^{-04}$
317,5	1,481	5,1965	$6,361 \times 10^{-04}$	$3,607 \times 10^{-04}$
322,5	1,391	4,8807	$1,316 \times 10^{-03}$	$5,988 \times 10^{-04}$
327,5	1,267	4,4456	$3,584 \times 10^{-03}$	$1,036 \times 10^{-03}$
332,5	1,157	4,0596	$8,717 \times 10^{-03}$	$1,124 \times 10^{-03}$
337,5	1,104	3,8737	$1,338 \times 10^{-02}$	$6,099 \times 10^{-04}$
T(%)xFe total				$3,814 \times 10^{-02}$
TE (%)				$1,610 \times 10^{-03}$

F.2.3 Replikasi 3

λ	Absorbansi		T(%)	TxFe
	0,285 g/L	1 g/L		
292,5	1,263	4,4316	$3,702 \times 10^{-03}$	$4,216 \times 10^{-03}$
297,5	1,306	4,5825	$2,615 \times 10^{-03}$	$1,703 \times 10^{-02}$
302,5	1,323	4,6421	$2,280 \times 10^{-03}$	$2,280 \times 10^{-02}$
307,5	1,405	4,9298	$1,175 \times 10^{-03}$	$4,204 \times 10^{-03}$
312,5	1,454	5,1018	$7,911 \times 10^{-04}$	$7,701 \times 10^{-04}$
317,5	1,425	5,0000	$1,000 \times 10^{-03}$	$5,670 \times 10^{-04}$
322,5	1,334	4,6807	$2,086 \times 10^{-03}$	$9,491 \times 10^{-04}$
327,5	1,214	4,2596	$5,500 \times 10^{-03}$	$1,589 \times 10^{-03}$
332,5	1,110	3,8947	$1,274 \times 10^{-02}$	$1,644 \times 10^{-03}$
337,5	1,056	3,7053	$1,971 \times 10^{-02}$	$8,989 \times 10^{-04}$
T(%)xFe total				$5,466 \times 10^{-02}$
TE (%)				$2,308 \times 10^{-03}$

F.3 Tabulasi Hasil Absorbansi dan Transmisi Eritema Krim Tabir Surya Formula B

F.3.1 Replikasi 1

λ	Absorbansi		T(%)	TxFe
	0,285 g/L	1 g/L		
292,5	1,567	5,4982	$3,1751 \times 10^{-04}$	$3,6164 \times 10^{-04}$
297,5	1,633	5,7298	$1,8628 \times 10^{-04}$	$1,2127 \times 10^{-03}$
302,5	1,663	5,8351	$1,4619 \times 10^{-04}$	$1,4619 \times 10^{-03}$
307,5	1,768	6,2035	$6,2588 \times 10^{-05}$	$2,2388 \times 10^{-04}$
312,5	1,839	6,4526	$3,5267 \times 10^{-05}$	$3,4329 \times 10^{-05}$
317,5	1,815	6,3684	$4,2813 \times 10^{-05}$	$2,4275 \times 10^{-05}$
322,5	1,700	5,9649	$1,0841 \times 10^{-04}$	$4,9329 \times 10^{-05}$
327,5	1,552	5,4456	$3,5841 \times 10^{-04}$	$1,0358 \times 10^{-04}$
332,5	1,414	4,9614	$1,0929 \times 10^{-03}$	$1,4099 \times 10^{-04}$
337,5	1,344	4,7158	$1,9240 \times 10^{-03}$	$8,7736 \times 10^{-05}$
T(%)xFe total				$3,7003 \times 10^{-03}$
TE (%)				$1,5623 \times 10^{-04}$

F.3.2 Replikasi 2

λ	Absorbansi		T(%)	TxFe
	0,285 g/L	1 g/L		
292,5	1,665	5,8421	$1,438 \times 10^{-04}$	$1,638 \times 10^{-04}$
297,5	1,742	6,1123	$7,722 \times 10^{-05}$	$5,027 \times 10^{-04}$
302,5	1,776	6,6211	$2,393 \times 10^{-05}$	$2,393 \times 10^{-04}$
307,5	1,887	6,8632	$1,370 \times 10^{-05}$	$4,902 \times 10^{-05}$
312,5	1,956	6,7649	$1,718 \times 10^{-05}$	$1,673 \times 10^{-05}$
317,5	1,928	6,3404	$4,567 \times 10^{-05}$	$2,590 \times 10^{-05}$
322,5	1,807	5,7754	$1,677 \times 10^{-04}$	$7,631 \times 10^{-05}$
327,5	1,646	5,2702	$5,368 \times 10^{-04}$	$1,551 \times 10^{-04}$
332,5	1,502	5,0351	$9,224 \times 10^{-04}$	$1,190 \times 10^{-04}$
337,5	1,435	5,0351	$9,224 \times 10^{-04}$	$4,206 \times 10^{-05}$
T(%)xFe total				$1,390 \times 10^{-03}$
TE (%)				$5,869 \times 10^{-05}$

F.3.3 Replikasi 3

λ	Absorbansi		T(%)	TxFe
	0,285 g/L	1 g/L		
292,5	1,584	5,5579	$2,768 \times 10^{-04}$	$3,152 \times 10^{-04}$
297,5	1,650	5,7895	$1,624 \times 10^{-04}$	$1,057 \times 10^{-03}$
302,5	1,680	5,8947	$1,274 \times 10^{-04}$	$1,274 \times 10^{-03}$
307,5	1,785	6,2632	$5,456 \times 10^{-05}$	$1,951 \times 10^{-04}$
312,5	1,856	6,5123	$3,074 \times 10^{-05}$	$2,992 \times 10^{-05}$
317,5	1,832	6,4281	$3,732 \times 10^{-05}$	$2,116 \times 10^{-05}$
322,5	1,717	6,0246	$9,450 \times 10^{-05}$	$4,300 \times 10^{-05}$
327,5	1,569	5,5053	$3,124 \times 10^{-04}$	$9,029 \times 10^{-05}$
332,5	1,431	5,0211	$9,527 \times 10^{-04}$	$1,229 \times 10^{-04}$
337,5	1,361	4,7754	$1,677 \times 10^{-03}$	$7,648 \times 10^{-05}$
T(%)xFe total				$3,225 \times 10^{-03}$
TE (%)				$1,362 \times 10^{-04}$

F.4 Tabulasi Hasil Absorbansi dan Transmisi Eritema Krim Tabir Surya Formula Ab

F.4.1 Replikasi 1

λ	Absorbansi		T(%)	TxFe
	0,285 g/L	1 g/L		
292,5	1,525	5,3509	$4,458 \times 10^{-06}$	$5,077 \times 10^{-06}$
297,5	1,589	5,5754	$2,658 \times 10^{-06}$	$1,730 \times 10^{-05}$
302,5	1,623	5,6947	$2,020 \times 10^{-06}$	$2,020 \times 10^{-05}$
307,5	1,740	6,1053	$7,848 \times 10^{-07}$	$2,807 \times 10^{-06}$
312,5	1,807	6,3404	$4,567 \times 10^{-07}$	$4,446 \times 10^{-07}$
317,5	1,791	6,2842	$5,197 \times 10^{-07}$	$2,947 \times 10^{-07}$
322,5	1,692	5,9368	$1,157 \times 10^{-06}$	$5,262 \times 10^{-07}$
327,5	1,572	5,5158	$3,049 \times 10^{-06}$	$8,813 \times 10^{-07}$
332,5	1,473	5,1684	$6,785 \times 10^{-06}$	$8,753 \times 10^{-07}$
337,5	1,449	5,0842	$8,237 \times 10^{-06}$	$3,756 \times 10^{-07}$

T(%)xFe total	$4,878 \times 10^{-05}$
TE (%)	$2,060 \times 10^{-06}$

F.4.2 Replikasi 2

λ	Absorbansi		T(%)	TxFe
	0,285 g/L	1 g/L		
292,5	1,460	5,1228	$7,537 \times 10^{-06}$	$8,585 \times 10^{-06}$
297,5	1,523	5,3439	$4,530 \times 10^{-06}$	$2,949 \times 10^{-05}$
302,5	1,557	5,4632	$3,442 \times 10^{-06}$	$3,442 \times 10^{-05}$
307,5	1,661	5,8281	$1,486 \times 10^{-06}$	$5,314 \times 10^{-06}$
312,5	1,729	6,0667	$8,577 \times 10^{-07}$	$8,349 \times 10^{-07}$
317,5	1,707	5,9895	$1,025 \times 10^{-06}$	$5,809 \times 10^{-07}$
322,5	1,515	5,3158	$4,833 \times 10^{-06}$	$2,199 \times 10^{-06}$
327,5	1,495	5,2456	$5,680 \times 10^{-06}$	$1,642 \times 10^{-06}$
332,5	1,399	4,9088	$1,234 \times 10^{-05}$	$1,592 \times 10^{-06}$
337,5	1,379	4,8386	$1,450 \times 10^{-05}$	$6,613 \times 10^{-07}$
T(%)xFe total				$8,532 \times 10^{-05}$
TE (%)				$3,602 \times 10^{-06}$

F.4.3 Replikasi 3

λ	Absorbansi		T(%)	TxFe
	0,285 g/L	1 g/L		
292,5	1,460	5,1228	$4,679 \times 10^{-06}$	$5,330 \times 10^{-06}$
297,5	1,523	5,3439	$2,723 \times 10^{-06}$	$1,773 \times 10^{-05}$
302,5	1,557	5,4632	$2,086 \times 10^{-06}$	$2,086 \times 10^{-05}$
307,5	1,661	5,8281	$8,577 \times 10^{-07}$	$3,068 \times 10^{-06}$
312,5	1,729	6,0667	$4,912 \times 10^{-07}$	$4,781 \times 10^{-07}$
317,5	1,707	5,9895	$5,773 \times 10^{-07}$	$3,273 \times 10^{-07}$
322,5	1,515	5,3158	$1,224 \times 10^{-06}$	$5,568 \times 10^{-07}$
327,5	1,495	5,2456	$3,387 \times 10^{-06}$	$9,789 \times 10^{-07}$
332,5	1,399	4,9088	$7,476 \times 10^{-06}$	$9,644 \times 10^{-07}$
337,5	1,379	4,8386	$8,647 \times 10^{-06}$	$3,943 \times 10^{-07}$
T(%)xFe total				$5,069 \times 10^{-05}$
TE (%)				$2,140 \times 10^{-06}$

F.5 Contoh Perhitungan Nilai Transmisi Eritema

Penimbangan sampel krim sebesar 28,5 mg. Krim yang telah ditimbang tersebut diencerkan dengan isopropanol hingga sampel dalam kuvet sebesar 0,285 g/L. Nilai absorbansi pada 0,285 g/L diubah menjadi 1 g/L.

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

$$\frac{1 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 2850 \text{ ppm} = 285 \text{ ppm} = 0,285 \text{ g/L}$$

Nilai absorbansi pada 0,285 g/L diubah menjadi 1 g/L

Contoh nilai absorbansi sebesar 1,567

$$\frac{1 \text{ g/L}}{0,285 \text{ g/L}} \times 1,567 = 5,4982$$

Nilai absorbansi pada 1 g/L dikonversi menjadi nilai persen transmisi

$$A = -\log T$$

$$5,4982 = -\log T$$

$$T = 3,175 \times 10^{-04} \%$$

Selanjutnya dihitung T x Fe untuk nilai %TE

$$T \times Fe = 3,175 \times 10^{-04} \% \times 1,1390 \mu \text{ W/cm}^2$$

Selanjutnya nilai %TE dihitung menggunakan persamaan:

$$\% \text{TE} = \frac{\Sigma T \times Fe}{\Sigma Fe}$$

Sehingga formula ini memiliki nilai persen transmisi eritema sebesar $1,562 \times 10^{-04} \%$

F.6 Hasil Pengolahan Respon Transmisi Eritema

Response 2 TE

ANOVA for selected factorial model

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value
Model	3,828E-010	3	1,276E-010	6,36	0,0164 significant
A-ZnO	1,564E-010	1	1,564E-010	7,80	0,0235
B-Asam Malat	1,258E-010	1	1,258E-010	6,27	0,0367
AB	1,006E-010	1	1,006E-010	5,01	0,0555
Pure Error	1,605E-010	8	2,006E-011		
Cor Total	5,432E-010	11			

The Model F-value of 6,36 implies the model is significant. There is only a 1,64% 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 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.	4,479E-006	R-Squared	0,7046
Mean	5,123E-006	Adj R-Squared	0,5938
C.V. %	87,43	Pred R-Squared	0,3353
PRESS	3,611E-010	Adeq Precision	5,296
-2 Log Likelihood	-266,40	BIC	-256,46
		AICc	-252,68

The "Pred R-Squared" of 0,3353 is not as close to the "Adj R-Squared" of 0,5938 as one might normally expect; i.e. the difference is more than 0.2. This may indicate a large block effect or a possible problem with your model and/or data. Things to consider are model reduction, response transformation, outliers, etc. All empirical models should be tested by doing confirmation runs. "Adeq Precision" measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 5,296 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Factor	Coefficient Estimate	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	5,123E-006	1 1,293E-006	2,141E-006	8,105E-006	
A-ZnO	3,610E-006	1 1,293E-006	6,286E-007	6,592E-006	1,00
B-Asam Malat	-3,238E-006	1 1,293E-006	-6,219E-006	-2,560E-007	1,00
AB	-2,895E-006	1 1,293E-006	-5,877E-006	8,655E-008	1,00

Final Equation in Terms of Coded Factors:

TE =
+5,123E-006
+3,610E-006 * A
-3,238E-006 * B
-2,895E-006 * 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:

TE =
-3,46496E-006
+1,29242E-005 * ZnO
+5,43653E-006 * Asam Malat
-1,54401E-005 * ZnO * Asam Malat

Persamaan hubungan antara faktor dan respon yang didapat dari *desain expert trial* 10.01 yaitu persamaan 9.

Final Equation in Terms of Coded Factors:

$$Y = 0,0005123 + 0,0003610 * A - 0,0003238 * B - 0,0002895 * AB \dots \dots \dots (10)$$

G. Hasil Pengujian TP(%)

G.1 Tabulasi Hasil Absorbansi dan Transmisi Pigmentasi Krim Tabir Surya Formula 1

G.1.1 Replikasi 1

λ	Absorbansi		T(%)	TxFp
	0,285 g/L	1 g/L		
322,5	1,617	5,674	$2,100 \times 10^{-04}$	$2,300 \times 10^{-04}$
327,5	1,480	5,193	$6,400 \times 10^{-04}$	$6,500 \times 10^{-04}$
332,5	1,343	4,712	$1,940 \times 10^{-03}$	$1,815 \times 10^{-03}$
337,5	1,263	4,432	$3,702 \times 10^{-03}$	$2,954 \times 10^{-03}$
342,5	1,260	4,421	$3,793 \times 10^{-03}$	$2,537 \times 10^{-03}$
347,5	1,298	4,554	$2,790 \times 10^{-03}$	$1,590 \times 10^{-03}$
352,5	1,346	4,723	$1,893 \times 10^{-03}$	$9,239 \times 10^{-04}$
357,5	1,362	4,779	$1,664 \times 10^{-03}$	$7,586 \times 10^{-04}$
362,5	1,304	4,575	$2,658 \times 10^{-03}$	$9,463 \times 10^{-04}$
367,5	1,148	4,028	$9,374 \times 10^{-03}$	$2,906 \times 10^{-03}$
372,5	0,993	3,484	$3,279 \times 10^{-02}$	$8,526 \times 10^{-03}$
T(%)xTxFp total				$2,296 \times 10^{-02}$
TP(%)				$4,741 \times 10^{-03}$

G.1.2 Replikasi 2

λ	Absorbansi		T(%)	TxTxFp
	0,285 g/L	1 g/L		
322,5	1,641	5,758	$1,700 \times 10^{-04}$	$1,900 \times 10^{-04}$
327,5	1,504	5,277	$5,300 \times 10^{-04}$	$5,400 \times 10^{-04}$
332,5	1,367	4,796	$1,598 \times 10^{-03}$	$1,495 \times 10^{-03}$
337,5	1,286	4,512	$3,074 \times 10^{-03}$	$2,453 \times 10^{-03}$
342,5	1,285	4,509	$3,099 \times 10^{-03}$	$2,073 \times 10^{-03}$
347,5	1,323	4,642	$2,280 \times 10^{-03}$	$1,299 \times 10^{-03}$
352,5	1,369	4,804	$1,572 \times 10^{-03}$	$7,672 \times 10^{-04}$
357,5	1,391	4,881	$1,316 \times 10^{-03}$	$6,002 \times 10^{-04}$
362,5	1,329	4,663	$2,172 \times 10^{-03}$	$7,732 \times 10^{-04}$

367,5	1,172	4,112	$7,722 \times 10^{-03}$	$2,394 \times 10^{-03}$
372,5	1,012	3,551	$2,813 \times 10^{-02}$	$7,313 \times 10^{-03}$
T(%)x Fp total				$1,917 \times 10^{-02}$
TP(%)				$3,958 \times 10^{-03}$

G.1.3 Replikasi 3

λ	Absorbansi		T(%)	Tx Fp
	0,285 g/L	1 g/L		
322,5	1,650	5,789	$1,600 \times 10^{-04}$	$1,800 \times 10^{-04}$
327,5	1,513	5,309	$4,900 \times 10^{-04}$	$5,000 \times 10^{-04}$
332,5	1,376	4,828	$1,486 \times 10^{-03}$	$1,391 \times 10^{-03}$
337,5	1,294	4,540	$2,882 \times 10^{-03}$	$2,300 \times 10^{-03}$
342,5	1,294	4,540	$2,882 \times 10^{-03}$	$1,928 \times 10^{-03}$
347,5	1,333	4,677	$2,103 \times 10^{-03}$	$1,199 \times 10^{-03}$
352,5	1,381	4,846	$1,427 \times 10^{-03}$	$6,963 \times 10^{-04}$
357,5	1,398	4,905	$1,244 \times 10^{-03}$	$5,672 \times 10^{-04}$
362,5	1,338	4,695	$2,020 \times 10^{-03}$	$7,190 \times 10^{-04}$
367,5	1,177	4,130	$7,416 \times 10^{-03}$	$2,299 \times 10^{-03}$
372,5	1,020	3,579	$2,637 \times 10^{-02}$	$6,855 \times 10^{-03}$
T(%)x Fp total				$1,795 \times 10^{-02}$
TP(%)				$3,707 \times 10^{-03}$

G.2 Tabulasi Hasil Absorbansi dan Transmisi Pigmentasi Krim Tabir Surya Formula A

G.2.1 Replikasi 1

λ	Absorbansi		T(%)	% Tx Fp
	0,285 g/L	1 g/L		
332,5	1,283	4,5018	$3,150 \times 10^{-03}$	$2,948 \times 10^{-03}$
337,5	1,231	4,3193	$4,794 \times 10^{-03}$	$3,826 \times 10^{-03}$
342,5	1,242	4,3579	$4,386 \times 10^{-03}$	$2,934 \times 10^{-03}$
347,5	1,286	4,5123	$3,074 \times 10^{-03}$	$1,752 \times 10^{-03}$
352,5	1,330	4,6667	$2,154 \times 10^{-03}$	$1,051 \times 10^{-03}$
357,5	1,374	4,8211	$1,510 \times 10^{-03}$	$6,885 \times 10^{-04}$

362,5	1,358	4,7649	$1,718 \times 10^{-03}$	$6,117 \times 10^{-04}$
367,5	1,331	4,6702	$2,137 \times 10^{-03}$	$6,625 \times 10^{-04}$
372,5	1,213	4,2561	$5,544 \times 10^{-03}$	$1,442 \times 10^{-03}$
T(%)xFp total				$1,592 \times 10^{-02}$
TP(%)				$2,293 \times 10^{-03}$

G.2.2 Replikasi 2

λ	Absorbansi		T(%)	% TxFp
	0,285 g/L	1 g/L		
332,5	1,146	4,0211	$9,527 \times 10^{-03}$	$8,917 \times 10^{-03}$
337,5	1,094	3,8386	$1,450 \times 10^{-02}$	$1,157 \times 10^{-02}$
342,5	1,105	3,8772	$1,327 \times 10^{-02}$	$8,876 \times 10^{-03}$
347,5	1,149	4,0316	$9,299 \times 10^{-03}$	$5,300 \times 10^{-03}$
352,5	1,193	4,1860	$6,517 \times 10^{-03}$	$3,180 \times 10^{-03}$
357,5	1,150	4,0351	$9,224 \times 10^{-03}$	$4,206 \times 10^{-03}$
362,5	1,137	3,9895	$1,025 \times 10^{-02}$	$3,647 \times 10^{-03}$
367,5	1,032	3,6211	$2,393 \times 10^{-02}$	$7,418 \times 10^{-03}$
372,5	0,904	3,1719	$6,731 \times 10^{-02}$	$1,750 \times 10^{-02}$
T(%)xFp total				$7,062 \times 10^{-02}$
TP(%)				$1,017 \times 10^{-02}$

G.2.3 Replikasi 3

λ	Absorbansi		T(%)	% TxFp
	0,285 g/L	1 g/L		
332,5	1,108	3,8877	$1,295 \times 10^{-02}$	$1,212 \times 10^{-02}$
337,5	1,056	3,7053	$1,971 \times 10^{-02}$	$1,573 \times 10^{-02}$
342,5	1,067	3,7439	$1,804 \times 10^{-02}$	$1,207 \times 10^{-02}$
347,5	1,111	3,8982	$1,264 \times 10^{-02}$	$7,205 \times 10^{-03}$
352,5	1,155	4,0526	$8,859 \times 10^{-03}$	$4,323 \times 10^{-03}$
357,5	1,177	4,1298	$7,416 \times 10^{-03}$	$3,382 \times 10^{-03}$

362,5	1,137	3,9895	$1,025 \times 10^{-02}$	$3,647 \times 10^{-03}$
367,5	1,019	3,5754	$2,658 \times 10^{-02}$	$8,240 \times 10^{-03}$
372,5	0,891	3,1263	$7,476 \times 10^{-02}$	$1,944 \times 10^{-02}$
T(%)xFp total				$8,615 \times 10^{-02}$
TP(%)				$1,241 \times 10^{-02}$

G.3 Tabulasi Hasil Absorbansi dan Transmisi Pigmentasi Krim Tabir Surya Formula B

G.3.2 Replikasi 1

λ	Absorbansi		T(%)	TxFp
	0,285 g/L	1 g/L		
322,5	1,679	7,5631	$2,735 \times 10^{-06}$	$2,951 \times 10^{-06}$
327,5	1,548	6,9730	$1,064 \times 10^{-05}$	$1,085 \times 10^{-05}$
332,5	1,411	6,3559	$4,407 \times 10^{-05}$	$4,125 \times 10^{-05}$
337,5	1,339	6,0315	$9,300 \times 10^{-05}$	$7,421 \times 10^{-05}$
342,5	1,344	6,0541	$8,830 \times 10^{-05}$	$5,907 \times 10^{-05}$
347,5	1,387	6,2477	$5,653 \times 10^{-05}$	$3,222 \times 10^{-05}$
352,5	1,438	6,4775	$3,331 \times 10^{-05}$	$1,625 \times 10^{-05}$
357,5	1,458	6,5676	$2,707 \times 10^{-05}$	$1,234 \times 10^{-05}$
362,5	1,398	6,2973	$5,043 \times 10^{-05}$	$1,795 \times 10^{-05}$
367,5	1,236	5,5676	$2,707 \times 10^{-04}$	$8,391 \times 10^{-05}$
372,5	1,068	4,8108	$1,546 \times 10^{-03}$	$4,019 \times 10^{-04}$
T(%)xFp total				$7,530 \times 10^{-04}$
TP(%)				$1,085 \times 10^{-04}$

G.3.2 Replikasi 2

λ	Absorbansi	T(%)	TxFp
-----------	------------	------	------

	0,285 g/L	1 g/L		
322,5	1,679	7,563	$7,402 \times 10^{-07}$	$7,987 \times 10^{-07}$
327,5	1,548	6,973	$3,772 \times 10^{-06}$	$3,847 \times 10^{-06}$
332,5	1,411	6,356	$1,697 \times 10^{-05}$	$1,589 \times 10^{-05}$
337,5	1,339	6,032	$3,508 \times 10^{-05}$	$2,799 \times 10^{-05}$
342,5	1,344	6,054	$1,902 \times 10^{-05}$	$1,273 \times 10^{-05}$
347,5	1,387	6,248	$1,075 \times 10^{-05}$	$6,129 \times 10^{-06}$
352,5	1,438	6,477	$8,471 \times 10^{-06}$	$4,134 \times 10^{-06}$
357,5	1,458	6,568	$1,645 \times 10^{-05}$	$7,502 \times 10^{-06}$
362,5	1,398	6,297	$1,645 \times 10^{-05}$	$5,857 \times 10^{-06}$
367,5	1,236	5,568	$1,010 \times 10^{-04}$	$3,132 \times 10^{-05}$
372,5	1,068	4,811	$6,743 \times 10^{-04}$	$1,753 \times 10^{-04}$
T(%)x Fp total				$2,915 \times 10^{-04}$
TP(%)				$4,199 \times 10^{-05}$

G.3.3 Replikasi 3

λ	Absorbansi		T(%)	Tx Fp
	0,285 g/L	1 g/L		
322,5	1,805	8,1306	$2,293 \times 10^{-06}$	$2,474 \times 10^{-06}$
327,5	1,648	7,4234	$8,922 \times 10^{-06}$	$9,100 \times 10^{-06}$
332,5	1,503	6,7703	$3,695 \times 10^{-05}$	$3,458 \times 10^{-05}$
337,5	1,433	6,4550	$8,648 \times 10^{-05}$	$6,901 \times 10^{-05}$
342,5	1,443	6,7207	$8,127 \times 10^{-05}$	$5,437 \times 10^{-05}$
347,5	1,492	6,9685	$5,203 \times 10^{-05}$	$2,965 \times 10^{-05}$
352,5	1,547	7,0721	$3,065 \times 10^{-05}$	$1,496 \times 10^{-05}$
357,5	1,570	6,7838	$2,491 \times 10^{-05}$	$1,136 \times 10^{-05}$
362,5	1,506	6,7838	$4,642 \times 10^{-05}$	$1,652 \times 10^{-05}$
367,5	1,331	5,9955	$2,491 \times 10^{-04}$	$7,723 \times 10^{-05}$
372,5	1,148	5,1712	$1,423 \times 10^{-03}$	$3,699 \times 10^{-04}$
T(%)x Fp total				$6,892 \times 10^{-04}$
TP(%)				$9,928 \times 10^{-05}$

G.4 Tabulasi Hasil Absorbansi dan Transmisi Pigmentasi Krim Tabir Surya Formula Ab

G.4.2 Replikasi 1

λ	Absorbansi		T(%)	% TxFp
	0,285 g/L	1 g/L		
332,5	1,470	5,1579	$6,952 \times 10^{-06}$	$6,507 \times 10^{-06}$
337,5	1,444	5,0667	$8,577 \times 10^{-06}$	$6,844 \times 10^{-06}$
342,5	1,494	5,2421	$5,727 \times 10^{-06}$	$3,831 \times 10^{-06}$
347,5	1,584	5,5579	$2,768 \times 10^{-06}$	$1,578 \times 10^{-06}$
352,5	1,669	5,8561	$1,393 \times 10^{-06}$	$6,796 \times 10^{-07}$
357,5	1,718	6,0281	$9,374 \times 10^{-07}$	$4,275 \times 10^{-07}$
362,5	1,668	5,8526	$1,404 \times 10^{-06}$	$4,998 \times 10^{-07}$
367,5	1,503	5,2737	$5,325 \times 10^{-06}$	$1,651 \times 10^{-06}$
372,5	1,309	4,5930	$2,553 \times 10^{-05}$	$6,637 \times 10^{-06}$
T(%)xFp total				$2,865 \times 10^{-05}$
TP(%)				$4,128 \times 10^{-06}$

G.4.2 Replikasi 2

λ	Absorbansi		T(%)	% TxFp
	0,285 g/L	1 g/L		
332,5	1,407	4,9368	$1,157 \times 10^{-05}$	$1,083 \times 10^{-05}$
337,5	1,383	4,8526	$1,404 \times 10^{-05}$	$1,120 \times 10^{-05}$
342,5	1,436	5,0386	$9,150 \times 10^{-06}$	$6,121 \times 10^{-06}$
347,5	1,525	5,3509	$4,458 \times 10^{-06}$	$2,541 \times 10^{-06}$
352,5	1,616	5,6702	$2,137 \times 10^{-06}$	$1,043 \times 10^{-06}$
357,5	1,656	5,8105	$1,547 \times 10^{-06}$	$7,054 \times 10^{-07}$
362,5	1,607	5,6386	$2,298 \times 10^{-06}$	$8,182 \times 10^{-07}$
367,5	1,443	5,0632	$8,647 \times 10^{-06}$	$2,680 \times 10^{-06}$
372,5	1,266	4,4421	$3,613 \times 10^{-05}$	$9,394 \times 10^{-06}$
T(%)xFp total				$4,533 \times 10^{-05}$
TP(%)				$6,530 \times 10^{-06}$

G.4.3 Replikasi 3

λ	Absorbansi		T(%)	% Tx Fp
	0,285 g/L	1 g/L		
332,5	1,466	5,1439	$7,180 \times 10^{-06}$	$6,721 \times 10^{-06}$
337,5	1,439	5,0491	$8,931 \times 10^{-06}$	$7,127 \times 10^{-06}$
342,5	1,419	4,9789	$1,050 \times 10^{-05}$	$7,022 \times 10^{-06}$
347,5	1,579	5,5404	$2,882 \times 10^{-06}$	$1,643 \times 10^{-06}$
352,5	1,668	5,8526	$1,404 \times 10^{-06}$	$6,852 \times 10^{-07}$
357,5	1,710	6,0000	$1,000 \times 10^{-06}$	$4,560 \times 10^{-07}$
362,5	1,658	5,8175	$1,522 \times 10^{-06}$	$5,419 \times 10^{-07}$
367,5	1,486	5,2140	$6,109 \times 10^{-06}$	$1,894 \times 10^{-06}$
372,5	1,301	4,5649	$2,723 \times 10^{-05}$	$7,080 \times 10^{-06}$
T(%)x Fp total				$3,317 \times 10^{-05}$
TP(%)				$4,778 \times 10^{-06}$

G.5 Contoh Perhitungan Nilai Transmisi Pigmentasi

Penimbangan sampel krim sebesar 28,5 mg. Krim yang telah ditimbang tersebut diencerkan dengan isopropanol hingga sampel dalam kuvet sebesar 0,285 g/L. Nilai absorbansi pada 0,285 g/L diubah menjadi 1 g/L.

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

$$\frac{1 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 2850 \text{ ppm} = 285 \text{ ppm} = 0,285 \text{ g/L}$$

Nilai absorbansi pada 0,285 g/L diubah menjadi 1 g/L

Contoh nilai absorbansi sebesar 1,679

$$\frac{1 \text{ g/L}}{0,285 \text{ g/L}} \times 1,679 = 7,563$$

Nilai absorbansi pada 1 g/L dikonversi menjadi nilai persen transmisi

$$A = -\log T$$

$$7,563 = -\log T$$

$$T = 2,951 \times 10^{-06} \%$$

Selanjutnya dihitung $T \times F_p$ untuk nilai %TP

$$T \times F_p = 2,951 \times 10^{-06} \% \times 1,0790 \mu \text{ W/cm}^2$$

Selanjutnya nilai %TP dihitung menggunakan persamaan:

$$\%TE = \frac{\sum T \times Fe}{\sum Fe}$$

Sehingga formula ini memiliki nilai persen transmisi eritema sebesar $1,085 \times 10^{-04} \%$.

G.6 Hasil Pengolahan Respon Transmisi Pigmentasi

Response 3 TP

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	1,311E-008	3	4,372E-009	6,12 0,0181 significant
A-ZnO	1,579E-009	1	1,579E-009	2,21 0,1753
B-Asam Malat	1,049E-008	1	1,049E-008	14,70 0,0050
AB	1,041E-009	1	1,041E-009	1,46 0,2617
Pure Error	5,710E-009	8	7,138E-010	
Cor Total	1,882E-008	11		

The Model F-value of 6,12 implies the model is significant. There is only a 1,81% 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 is a significant model term. 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.	2,672E-005	R-Squared	0,6967
Mean	3,256E-005	Adj R-Squared	0,5829
C.V. %	82,05	Pred R-Squared	0,3175
PRESS	1,285E-008	Adeq Precision	5,322
-2 Log Likelihood	-223,54	BIC	-213,60
		AICc	-209,82

The "Pred R-Squared" of 0,3175 is not as close to the "Adj R-Squared" of 0,5829 as one might normally expect; i.e. the difference is more than 0.2. This may indicate a large block effect or a possible problem with your model and/or data. Things to consider are model reduction, response transformation, outliers, etc. All empirical models should be tested by doing confirmation runs. "Adeq Precision" measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 5,322 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Factor	Coefficient	Standard	95% CI	95% CI	VIF	
	Estimate	df	Low	High		
Intercept	3,256E-005	1	7,713E-006	1,478E-005	5,035E-005	
A-ZnO	1,147E-005	1	7,713E-006	-6,315E-006	2,926E-005	1,00
B-Asam Malat	-2,957E-005	1	7,713E-006	-4,736E-005	-1,179E-005	1,00
AB	-9,313E-006	1	7,713E-006	-2,710E-005	8,472E-006	1,00

Final Equation in Terms of Coded Factors:

TP =
+3,256E-005
+1,147E-005 * A
-2,957E-005 * B
-9,313E-006 * 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:

$$\begin{aligned}
 TP = & \\
 & +8,81534E-005 \\
 & +4,14627E-005 * ZnO \\
 & -1,10229E-004 * Asam Malat \\
 & -4,96720E-005 * ZnO * Asam Malat
 \end{aligned}$$

Persamaan hubungan antara faktor dan respon yang didapat dari *desain expert trial* 10.01 yaitu persamaan 10

Final Equation in Terms of Coded Factors:

$$Y = 0,0032562 + 0,0011470*A - 0,0029573*B - 0,0009313*AB \dots\dots\dots(11)$$

H. Hasil Optimasi

B. Constraints

Name	Goal	Lower Upper		Lower Upper		Importance
		Limit	Limit	Weight	Weight	
A:ZnO	is in range	0,5	3	1	1	3
B:Asam Malat	is in range	0,5	0,8	1	1	3
SPF	maximize	8	50	1	1	5
TE	minimize	0	1	1	1	4
TP	minimize	0	40	1	1	4
Viskositas	is in range	50	150	1	1	3
pH	minimize	4,5	6,5	1	1	3

Solutions

Number	ZnO	Asam Malat	SPF	TE	TP	Viskositas	pH	Desirability
1	<u>0,500</u>	<u>0,800</u>	<u>21,242</u>	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>	<u>80,333</u>	<u>4,820</u>	<u>0,675</u> Selected
2	0,510	0,800	21,245	0,000	0,000	80,631	4,824	0,675
3	0,500	0,799	21,232	0,000	0,000	80,186	4,822	0,674

4 0,520	0,800 21,248 0,000 0,000	80,931 4,827	0,674
5 0,574	0,800 21,264 0,000 0,000	82,545 4,847	0,673
6 0,500	0,792 21,170 0,000 0,000	79,312 4,837	0,672
7 0,500	0,784 21,093 0,000 0,000	78,233 4,854	0,670
8 0,813	0,800 21,333 0,000 0,000	89,670 4,935	0,667
9 0,500	0,774 20,999 0,000 0,000	76,916 4,876	0,667
10 0,943	0,800 21,371 0,000 0,000	93,558 4,984	0,664

10 Solutions found

I. Tabel Tetapan Faktor Efektivitas Eritema dan Tetapan Efektivitas Pigmentasi

λ	Tetapan faktor efektivitas eritema	Tetapan faktor efektivitas pigmentasi
292,5	1,1390	
297,5	6,5100	
302,5	10,000	
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