

**OPTIMASI FORMULASI KRIM TABIR SURYA NANOPARTIKEL SENG
OKSIDA DENGAN VARIASI KADAR SETIL ALKOHOL DAN TWEEN 80
SEBAGAI EMULGATOR DAN EVALUASI *IN VITRO* SUN PROTECTION
FACTOR**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Fakultas Farmasi

Oleh:

ERLIE MULYA SETIANA

K 100 140 115

**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

OPTIMASI FORMULASI KRIM TABIR SURYA NANOPARTIKEL SENG OKSIDA DENGAN VARIASI KADAR SETIL ALKOHOL DAN TWEEN 80 SEBAGAI EMULGATOR DAN EVALUASI *IN VITRO* SUN PROTECTION FACTOR

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

ERLIE MULYA SETIANA

K 100 140 115

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Erindyah Retno Wikantyasning, Ph.D., Apt

NIK.868

HALAMAN PENGESAHAN

**OPTIMASI FORMULASI KRIM TABIR SURYA NANOPARTIKEL SENG
OKSIDA DENGAN VARIASI KADAR SETIL ALKOHOL DAN TWEEN 80
SEBAGAI EMULGATOR DAN EVALUASI *IN VITRO* SUN PROTECTION
FACTOR**

OLEH

ERLIE MULYA SETIANA

K 100 140 115

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Farmasi.
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 26 Februari 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. Setyo Nurwaini, M.Sc., Apt.

(.....)

(Ketua Dewan Penguji)

2. Dr. Haryoto, M.Sc.

(.....)

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Erindyah Retno W., Ph.D., Apt.

(.....)

(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,



Azis Saifudin, Ph.D., Apt.

NIK. 956

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 29 Januari 2018

Penulis



ERLIE MULYA SETIANA

K 100 140 115

OPTIMASI FORMULASI KRIM TABIR SURYA NANOPARTIKEL SENG OKSIDA DENGAN VARIASI KADAR SETIL ALKOHOL DAN TWEEN 80 SEBAGAI EMULGATOR DAN EVALUASI *IN VITRO* SUN PROTECTION FACTOR

Abstrak

Paparan sinar matahari mengandung radiasi UV dapat menyebabkan penuaan dini serta kerusakan pada jaringan kulit, seperti terbakar, eritema, hingga kanker kulit. Nanopartikel seng oksida memiliki aktivitas tabir surya secara fisik dengan cara merefleksikan dan menghamburkan radiasi UV. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formula optimum sediaan krim tabir surya nanopartikel seng oksida dengan konsistensi dan stabilitas optimal serta mengevaluasi aktivitas tabir surya dengan menentukan nilai *Sun Protection Factor* (SPF). Sintesis nanopartikel seng oksida dilakukan menggunakan metode Sol-Gel. Karakterisasi ukuran partikel hasil sintesis dilakukan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA). Optimasi formulasi krim tabir surya dilakukan menggunakan metode desain faktorial dengan faktor setil alkohol dan Tween 80 menggunakan level rendah dan tinggi dalam 4 formula berbeda. Evaluasi sifat fisik krim meliputi pengamatan organoleptik, viskositas, pH, daya sebar, daya lekat, dan stabilitas. Evaluasi aktivitas tabir surya dilakukan secara *in vitro* menggunakan Spektrofotometri UV. Optimasi dilakukan dengan mengevaluasi sifat fisik krim dan nilai SPF menggunakan *software Design Expert v.11 (trial)*. Hasil sintesis nanopartikel seng oksida diperoleh nanopartikel seng oksida dengan ukuran partikel $160\pm15,492$. Kombinasi setil alkohol dan Tween 80 menunjukkan adanya pengaruh terhadap viskositas, daya sebar, daya lekat, stabilitas, dan nilai SPF sediaan krim tabir surya. Hasil analisis diperoleh formula optimum krim tabir surya dengan kadar setil alkohol 10% dan Tween 80 8,176% (nilai *desirability* 0,784). *T-test one sample* menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan evaluasi sifat fisik sediaan krim serta nilai SPF antara formula optimum sediaan krim tabir surya dengan nilai prediksi.

Kata Kunci: Krim, nanopartikel seng oksida, optimasi, SPF

Abstract

Sunlight exposure contains UV radiation that can cause photoaging and damage to skin tissues, such as sunburn, erythema, and skin cancer. Nanoparticles of zinc oxide have physical sunscreen activity by reflecting and scattering UV radiation. This study aimed to determine the optimum formula of zinc oxide nanoparticle sunscreen cream preparations with optimal consistency and stability and to evaluate sunscreen activity by determining the Sun Protection Factor (SPF) value. The synthesis of zinc oxide nanoparticles prepared by Sol-Gel method. Characterization of particle size was done using Particle Size Analyzer (PSA). Optimization of sunscreen formulation was carried out using factorial design method with cetyl alcohol and Tween 80 using low and high level in 4 different formulas. Evaluation of physical properties of the cream included organoleptic observation, viscosity, pH, spread ability, adhesive ability, and stability. Evaluation of sunscreen activity was determined by *in vitro* method using Spectrophotometre UV. Optimization was done by evaluating the physical properties of cream and SPF values using the Expert Design v.11 (trial) software. The synthesis of zinc oxide nanoparticles resulted zinc oxide nanoparticles with particle size 160 ± 15.492 . The combination of cetyl alcohol and Tween 80 showed have effect for viscosity, spread ability, adhesive

ability, stability, and SPF value of sunscreen cream. The results of the analysis obtained the optimum formula sunscreen cream with the content of cetyl alcohol 10% and Tween 80 8.176% (desirability value 0.784). T-test one sample showed no significant difference evaluation of physical properties of cream preparation and SPF value between optimum formula of sunscreen cream with prediction value.

Keywords: Cream, zinc oxide nanoparticle, optimization, SPF

1. PENDAHULUAN

Paparan radiasi sinar matahari yang berlebihan, khususnya komponen ultraviolet (UV) memiliki berbagai efek berbahaya pada kulit manusia. Efek tersebut diantaranya meliputi *sunburn*, kanker kulit, melanoma, dan *photoaging* pada kulit (Serafini *et al.*, 2014). Tabir surya merupakan salah satu produk kosmetik yang paling banyak digunakan untuk melindungi kulit dari kerusakan yang terutama disebabkan oleh paparan sinar matahari. Sediaan tabir surya yang mengandung agen fisik seng oksida memiliki mekanisme kerja melalui dua cara yaitu refleksi dan hamburan (Azad *et al.*, 2014). Penggunaan nanopartikel pada seng oksida dalam sediaan kosmetik memberikan tekstur yang bagus, absorpsi yang lebih baik dan peningkatan nilai SPF secara in vitro (Singh and Nanda, 2014). Menurut Rowe *et al.*, (2009) setil alkohol dapat meningkatkan konsistensi dan memperbaiki stabilitas sediaan emulsi tipe minyak dalam air dengan mengkombinasikan dengan pengemulsi fase air. Optimasi formulasi sediaan krim tabir surya nanopartikel seng oksida dengan variasi kadar setil alkohol dan Tween 80 yang merupakan pengemulsi fase air diharapkan memperoleh formula optimum dengan konsistensi dan stabilitas fisik yang baik serta memiliki aktivitas sebagai tabir surya yang ditunjukkan melalui nilai SPF pada evaluasi secara in vitro.

2. METODE

2.1 Alat

Alat yang digunakan adalah timbangan analitik (Oxhaus), *magnetic stirrer dan heater* (Thermo Scientific CIMAREC), alat gelas (Pyrex), oven (Mettler), Viskometer Rion VT- 04E, spektrofotometri UV (GENESISTM Series), kuvet (Hemmet), *Particle Size Analyzer* (SZ-100 Nano Partica Horiba), sonikator (2510 BRANSON), anak timbang, gelas obyek, millimeter blok, pH stick.

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah seng asetat dihidrat (Merck, p.a), etanol absolut (Merck, p.a), hidrogen peroksida 30% (Merck, p.a), akuades (Brataco), akua bidestilata (Ikapharmindo), nanopartikel seng oksida (hasil sintesis), minyak mineral (Brataco), setil alkohol (Brataco), tween 80, span 80, gliserin (Brataco), metil paraben (Brataco), propil paraben (Brataco), krim (hasil formulasi), plastik, aluminium foil dan karet.

2.3 Jalan Penelitian

2.3.1 Sintesis nanopartikel seng oksida

Sintesis nanopartikel seng oksida dilakukan menurut (Alwan *et al.*, 2015; Zhelsiana and Wikantyasning, 2017) dengan modifikasi. Sebanyak 12,6 gram seng asetat dihidrat ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dilarutkan dalam 400 mL akuades. Campuran diletakkan diatas *magnetic stirrer* untuk proses pengadukan hingga seng asetat dihidrat terlarut. Selanjutnya larutan dipanaskan pada suhu 50°C dan ditambahkan etanol absolut sebanyak 600 mL dengan pengadukan pelan. Sebanyak 9,4 mL hidrogen peroksida (H_2O_2) 30% ditambahkan ke dalam larutan tetes demi tetes dengan pengadukan hingga diperoleh larutan hampir bening. Kemudian larutan diinkubasi selama 24 jam. Larutan disentrifugasi untuk memperoleh endapan nano seng oksida. Selanjutnya nano seng oksida dicuci beberapa kali dengan akuades untuk menghilangkan produk samping yang terbentuk. Setelah dicuci, nanopartikel seng oksida dikeringkan pada suhu 80°C .

2.3.2 Karakterisasi nanopartikel seng oksida

Karakterisasi ukuran partikel nanopartikel seng oksida dilakukan dengan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA).

2.3.3 Formulasi krim tabir surya

Optimasi dilakukan dengan metode desain faktorial menggunakan dua faktor yaitu setil alkohol dan Tween 80 dengan dua level yaitu level rendah dan tinggi. Formulasi sediaan krim tabir surya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi krim tabir surya

Bahan	F1 (g)	F2 (g)	F3 (g)	F4 (g)
Nanopartikel Seng Oksida	0,2	0,2	0,2	0,2
Minyak mineral	29	29	29	29
Setil alkohol	3	10	3	10
Tween 80	3	3	10	10
Span 80	1,15	1,15	1,15	1,15
Gliserin	10	10	10	10
Metil paraben	0,2	0,2	0,2	0,2
Propil paraben	0,1	0,1	0,1	0,1
Akuades ad	100	100	100	100

Fase minyak (minyak mineral, propil paraben, Span 80, dan setil alkohol) dan fase air (air, metil paraben, Tween 80, gliserin, dan propilen glikol) dipanaskan di atas *hot plate stirrer* pada suhu $65-75^\circ\text{C}$ secara terpisah. Fase air ditambahkan ke dalam fase minyak sedikit demi sedikit sambil terus diaduk diatas *hot plate stirrer*. Sediaan krim didinginkan dengan terus diaduk (Zulkarnain *et al.*, 2015). Zat aktif ditambahkan ke dalam sediaan krim sesuai formula.

2.3.4 Evaluasi stabilitas fisik sediaan krim

Evaluasi stabilitas fisik yang dilakukan meliputi: pengamatan organoleptik, uji viskositas, penentuan pH, uji daya sebar, uji daya lekat, dan uji stabilitas.

2.3.5 Evaluasi *in vitro* sun protection factor

Evaluasi *in vitro* SPF ditetapkan menurut (Mbanga *et al.*, 2015) dengan modifikasi.

2.3.5.1 Preparasi sampel

Sebanyak 100 mg sampel ditimbang, dipindahkan ke dalam labu takar 10 mL dan diencerkan dengan akuades hingga volume yang diinginkan. Selanjutnya dilakukan sonikasi selama 5 menit. Sebanyak 1 mL larutan dipindahkan ke dalam labu takar 10 mL dan diencerkan hingga volume yang diinginkan dengan akuades.

2.3.5.2 Pengukuran spektrofotometri dan penentuan SPF

Spektrum absorpsi sampel dalam larutan dari F1, F2, F3, dan F4 dibaca pada kisaran 290-320 nm, dengan interval setiap 5 nm menggunakan spektrofotometri UV. Dilakukan 3 kali replikasi pada setiap pembacaan dengan menggunakan akuades sebagai blanko. Nilai SPF ditentukan dengan menggunakan persamaan (Mansur *et al.*, 1986) sebagai berikut:

$$SPF \text{ spektrofotometri} = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

EE : Spektrum efek eritema

I : Spektrum intensitas sinar matahari

Abs : Absorbansi sampel

CF : Faktor koreksi (=10)

Nilai dari $EE \times I$ merupakan nilai yang konstan dan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. *Normalized product function* untuk menghitung menurut (Sayre *et al.*, 1979)

Panjang Gelombang (nm)	EE × I
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0837
320	0,0180
Total	1

EE : Spektrum efek eritema

I : Spektrum intensitas sinar matahari

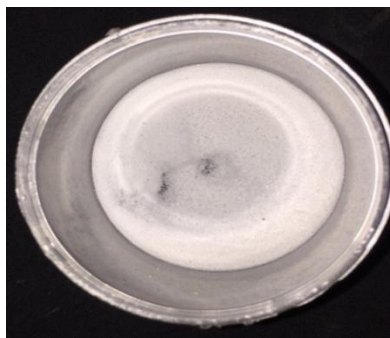
2.3.6. Teknik analisis data

Data yang diperoleh yaitu hasil evaluasi sifat fisik krim dan nilai SPF diolah menggunakan *software Design Expert v.11(trial)*. Dari analisis menggunakan software diperoleh *counter plot super imposed*. Pada *counter plot super imposed* didapatkan formula yang optimum. Formula optimum yang diperoleh dilakukan verifikasi. Uji *T-test one sample* dilakukan untuk menganalisis perbedaan yang bermakna antara formula verifikasi dan prediksi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sintesis nanopartikel seng oksida

Hasil sintesis nanopartikel seng oksida satu formula diperoleh serbuk halus dan berwarna putih dengan berat sebanyak 896,21mg. Hasil sintesis nanopartikel seng oksida ditunjukkan pada Gambar 1.



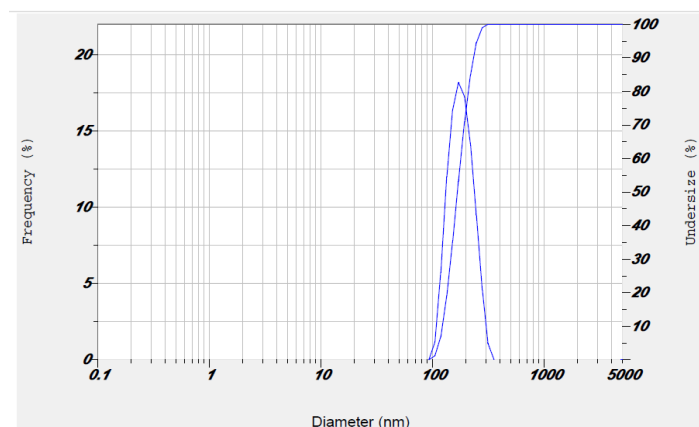
Gambar 1. Hasil sintesis nanopartikel seng oksida

3.2 Karakterisasi nanopartikel seng oksida

Hasil pengukuran nanopartikel seng oksida ditunjukkan pada Tabel 3. Grafik hasil pengukuran ukuran partikel hasil sintesis nanopartikel seng oksida dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 3. Hasil pengukuran nanopartikel seng oksida dengan PSA

Hasil	Rata-rata
Ukuran partikel (nm)	160,000±15,492
Ukuran agregat (nm)	565,233±311,105
PI	0,467±0,033

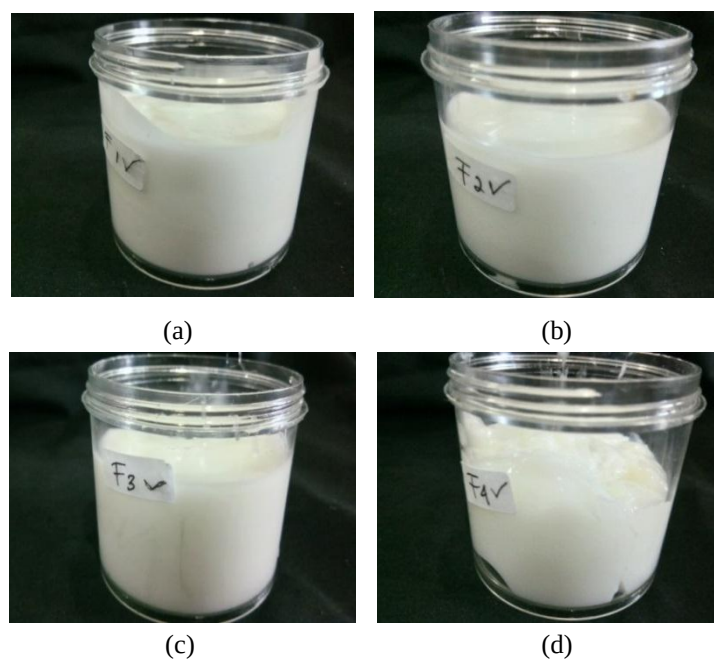


Gambar 2 . Grafik hasil pengukuran nanopartikel seng oksida.

Pada Tabel 3 menunjukkan rata-rata ukuran partikel sebesar $160,000 \pm 15,492$ nm. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan Alwan *et al.*, (2015) sintesis nanopartikel seng oksida menghasilkan ukuran partikel yang berkisar antara 100 hingga 200 nm. *Polydispersity Index* (PI) merupakan nilai yang menggambarkan lebar distribusi partikel. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata PI sebesar $0,467 \pm 0,033$. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Ng *et al.*, (2017) yang menunjukkan nanopartikel seng oksida memiliki distribusi partikel yang luas dengan nilai $PI > 0,1$. Sebagian besar nanopartikel seng oksida mengalami aglomerasi dan polidispers dengan nilai $PI = 1$.

3.3 Formulasi krim tabir surya

Hasil formulasi krim tabir surya ditandai dengan nama F1, F2, F3 dan F4 yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil formulasi sediaan krim tabir surya, (a) sediaan F1, (b) sediaan F2, (c) sediaan F3, (d) sediaan F4.

3.4 Evaluasi stabilitas fisik sediaan krim

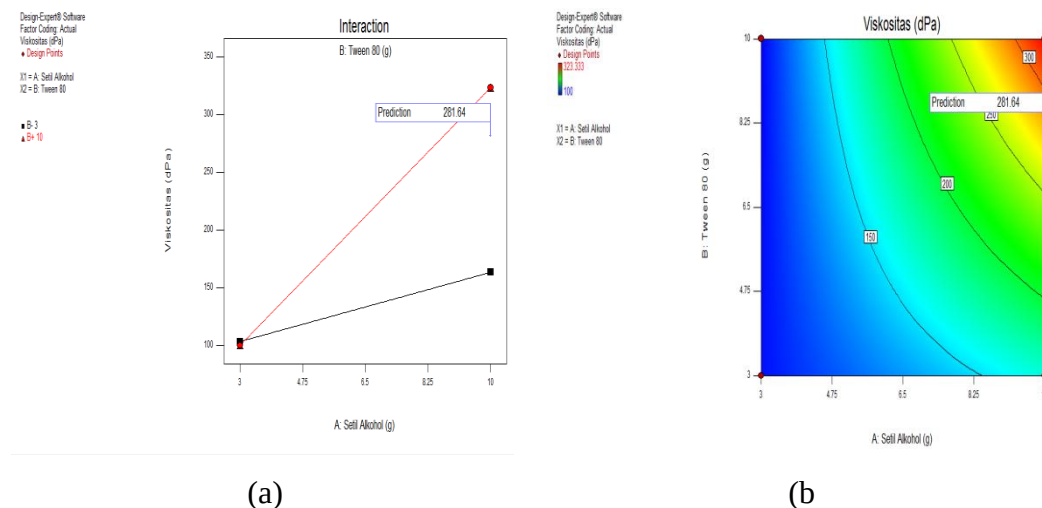
Hasil evaluasi stabilitas fisik sediaan krim tabir surya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian sifat fisik krim tabir surya

No	Parameter Sifat Fisik	F1	F2	F3	F4
1.	Organoleptik				
	Warna	Putih	Putih	Putih	Putih
	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak Berbau
	Tekstur	Lembut	Lembut	Lembut	Lembut
	Bentuk	Krim, semi padat	Krim, semi padat	Krim, semi padat	Krim, semi padat
	Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
2.	Viskositas (dPa.s)	$103,33 \pm 5,774$	$163,33 \pm 5,774$	$100 \pm 0,000$	$323,33 \pm 15,275$
3.	pH	5-6	5-6	5-6	5-6
4.	Daya sebar (mm)	$55,00 \pm 1,320$	$57,33 \pm 0,500$	$61,83 \pm 2,840$	$43 \pm 0,870$
5.	Daya lekat(detik)	$2,37 \pm 0,137$	$2,42 \pm 0,276$	$2,26 \pm 0,142$	$11,21 \pm 2,848$

Hasil pengamatan organoleptik menunjukkan bahwa sediaan krim berhasil dibuat dengan penampakan fisik berwarna putih, bersifat semi padat, tekstur lembut serta homogenitas yang cukup baik.

Sediaan F2 dan F4 memiliki viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan F1 dan F3. Kenaikan viskositas dari sediaan F2 dan F4 disebabkan karena jumlah setil alkohol pada formula yang tinggi. Diperoleh persamaan desain faktorial untuk respon viskositas yaitu $Y = 172,50 + 70,83 (A) + 39,17 (B) + 40,83 (A)(B)$. Menggunakan persamaan tersebut maka dapat dibuat *contour plot* viskositas sediaan krim yang ditunjukkan pada Gambar 4(b). Interaksi kombinasi setil alkohol dan Tween 80 terhadap viskositas dapat dilihat pada Gambar 4.



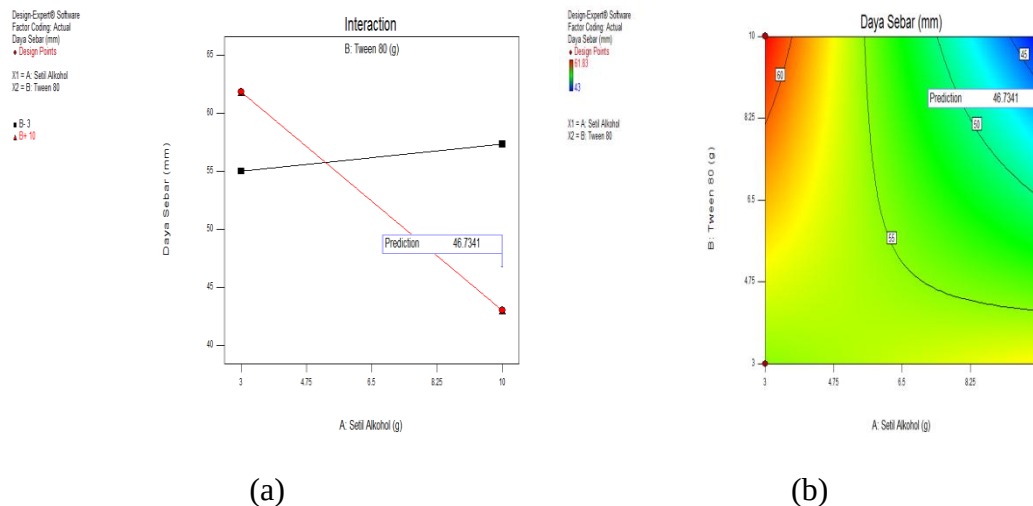
Gambar 4. (a) Grafik interaksi viskositas antara level setil alkohol dan Tween 80, (b) Contour plot viskositas dengan kombinasi setil alkohol dan Tween 80

Gambar 4(a) menunjukkan pengaruh peningkatan kadar setil alkohol pada level tinggi maupun level rendah Tween 80 akan meningkatkan respon viskositas. Pada **Gambar 4(b)** menunjukkan bahwa kombinasi setil alkohol dan Tween 80 level tinggi dapat meningkatkan viskositas. Menurut (Rowe *et al.*, 2009) pada emulsi semipadat, setil alkohol memiliki kelebihan jika dikombinasikan dengan pengemulsi fase air karena dapat membentuk fase kontinu viskoelastis yang memberi sifat semipadat sehingga dapat memperbaiki tekstur dan meningkatkan viskositas.

Sediaan krim F1 hingga F4 memiliki nilai pH yang sama yaitu berkisar antara 5-6. Menurut (Michalun and Dinardo, 2014) kulit manusia memiliki pH dalam kisaran asam, dengan rentang pH bervariasi dari 4,4 hingga 5,6. Nilai pH sediaan krim sesuai dengan rentang pH normal kulit sehingga sediaan krim memenuhi keamanan untuk digunakan pada kulit.

Diameter daya sebar untuk sediaan krim yang baik adalah ≤ 50 mm (Garg *et al.*, 2002). Hanya sediaan F4 yang memenuhi syarat tersebut. Diperoleh persamaan desain faktorial untuk respon daya sebar yaitu $Y = 54,29 - 4,12 (A) - 1,87 (B) - 5,29 (A)(B)$. Menggunakan persamaan tersebut maka

dapat dibuat *contour plot* daya sebar sediaan krim yang ditunjukkan pada Gambar 5(b). Interaksi faktor setil alkohol dan Tween 80 terhadap respon daya sebar dapat dilihat pada Gambar 5.

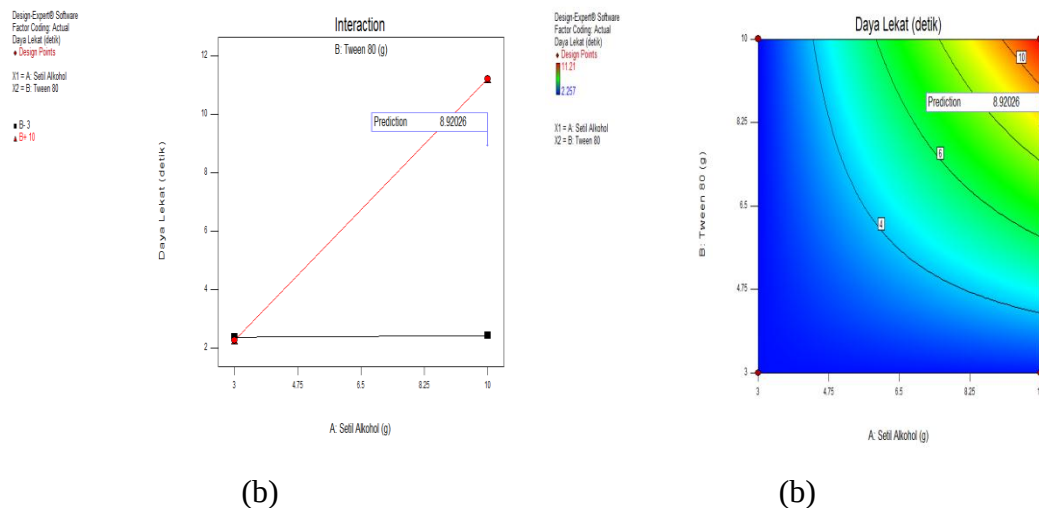


Gambar 5. (a) Grafik interaksi daya sebar antara level setil alkohol dan Tween 80, (b) *Contour plot* daya sebar dengan kombinasi setil alkohol dan Tween 80

Pada Gambar 5(a) dapat dilihat bahwa Tween 80 kadar tinggi dengan kenaikan level setil alkohol dapat menurunkan daya sebar. Gambar 5(b) menunjukkan kombinasi setil alkohol level tinggi dengan Tween 80 level tinggi memiliki daya sebar yang kecil. Penurunan daya sebar dipengaruhi oleh viskositas yang semakin tinggi, begitu pula sebaliknya dengan penurunan viskositas maka daya sebar nya semakin luas. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Noor *et al.*, (2016) yang menunjukkan dengan peningkatan viskositas maka respon daya sebar nya semakin rendah. Meningkatnya viskositas sediaan krim dipengaruhi oleh kadar setil alkohol yang semakin tinggi.

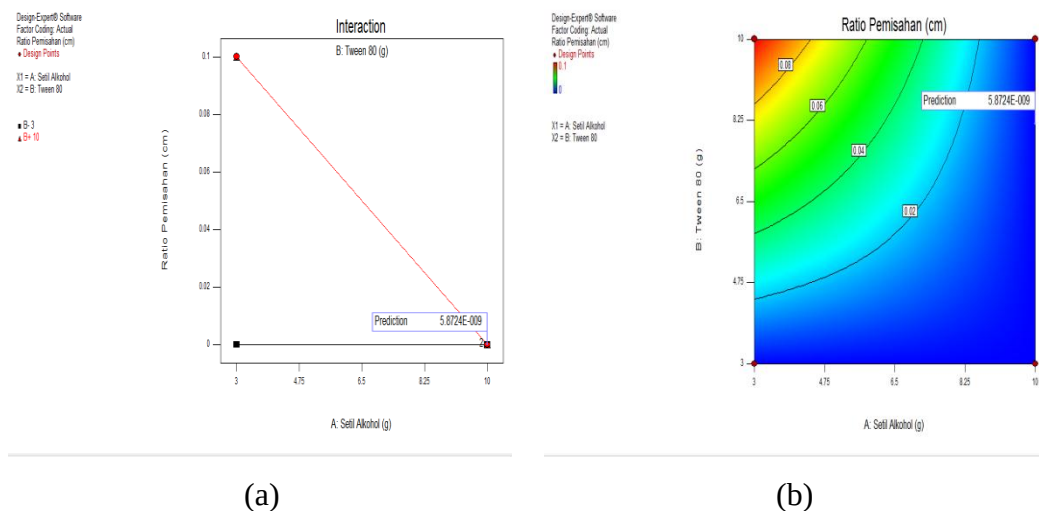
Daya lekat krim yang baik yaitu tidak kurang dari 4 detik (Genatrika *et al.*, 2016; Wasitaatmadja, 1997). Berdasarkan hasil pengujian daya lekat, hanya sediaan F4 yang memenuhi persyaratan tersebut. Diperoleh persamaan desain faktorial untuk respon daya lekat yaitu $Y = 4,56 + 2,25 (A) + 2,17 (B) + 2,22 (A)(B)$. Menggunakan persamaan tersebut maka dapat dibuat *contour plot* daya lekat sediaan krim yang ditunjukkan pada Gambar 6(b). Interaksi faktor setil alkohol dan Tween 80 terhadap respon daya lekat dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6(a) menunjukkan Tween 80 level tinggi dengan kenaikan level setil alkohol dapat meningkatkan daya lekat. Gambar 6(b) kombinasi setil alkohol level tinggi dengan Tween 80 level tinggi memiliki daya lekat yang besar. Kombinasi setil alkohol dan Tween 80 dapat meningkatkan viskositas sediaan krim sehingga konsistensinya akan lebih kental. Peningkatan viskositas sediaan krim akan meningkatkan daya lekat begitu pula sebaliknya. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan Zulkarnain *et al.*, (2015) yang menunjukkan dengan peningkatan viskositas maka daya lekat semakin meningkat.



Gambar 6. (a) Grafik interaksi daya lekat antara level setil alkohol dan Tween 80, (b) Contour plot daya lekat dengan kombinasi setil alkohol dan Tween 80

Pengujian stabilitas sediaan krim dilakukan dengan mengamati sediaan krim secara organoleptis serta dilakukan pengukuran pH krim selama 4 minggu. Selama penyimpanan dari minggu pertama hingga minggu keempat semua sediaan tidak mengalami perubahan warna, bau, tekstur, bentuk, dan pH. Pada sediaan F3 tampak adanya pemisahan fase dengan rasio pemisahan 0,1. Diperoleh persamaan desain faktorial untuk respon rasio pemisahan sediaan krim tabir surya yaitu $Y = 0,0250 - 0,0250 (A) + 0,0250 (B) - 0,0250 (A)(B)$. Menggunakan persamaan tersebut maka dapat dibuat *contour plot* rasio pemisahan sediaan krim yang ditunjukkan pada Gambar 7(b). Interaksi faktor setil alkohol dan Tween 80 terhadap rasio pemisahan sediaan krim dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. (a) Grafik interaksi rasio pemisahan antara level setil alkohol dan Tween 80, (b) Contour plot rasio pemisahan dengan kombinasi setil alkohol dan Tween 80

Gambar 7(a) Tween 80 level tinggi dengan kenaikan level setil alkohol dapat menurunkan rasio pemisahan sediaan krim. Gambar 7(b) menunjukkan bahwa kombinasi setil alkohol level tinggi dan Tween 80 level rendah hingga tinggi memiliki rasio pemisahan sediaan yang kecil. Menurut Rowe

et al., (2009) kombinasi setil alkohol dengan pengemulsi fase air dalam sediaan semisolid dapat menghasilkan *barrier* monomolekuler yang rapat pada antar muka minyak dan air sehingga membentuk penghalang mekanis mencegah koalesen droplet.

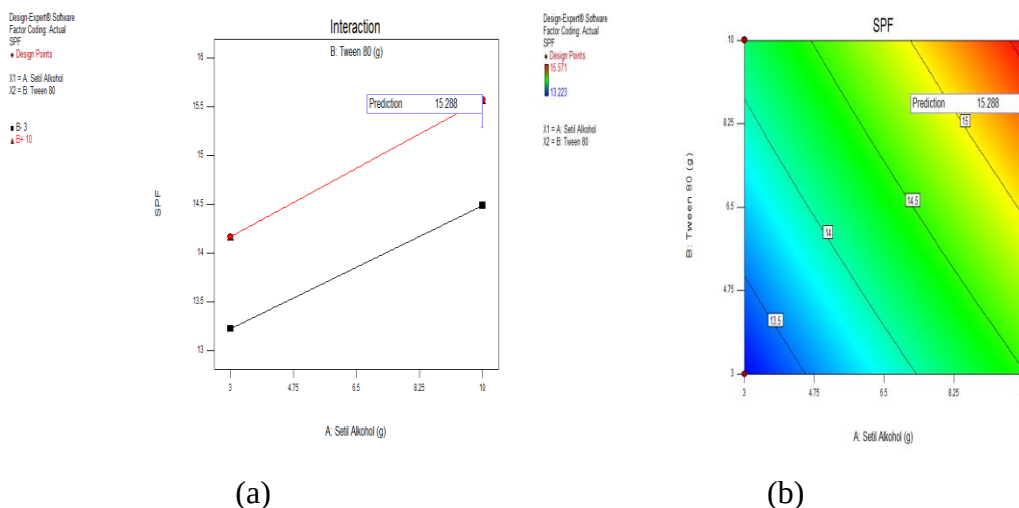
3.5 Evaluasi *in vitro* Sun Protection Factor (SPF)

Nilai SPF dari sediaan F1 hingga F4 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran nilai Sun Protection Factor (SPF)

Sediaan krim	Nilai SPF		<i>t</i> hitung (<i>t stat</i>)	<i>t critical</i>	Interpretasi
	Tanpa zat aktif (basis krim)	Zat aktif (nanopartikel seng oksida 0,2%)			
F1	10,35±0,297	13,22±0,367	7,587	2,92	Ada perbedaan
F2	12,06±0,259	14,48±0,193	12,679	2,92	Ada perbedaan
F3	11,55±0,037	14,17±0,289	17,555	2,92	Ada perbedaan
F4	14,50±0,257	15,57±0,217	4,862	2,92	Ada perbedaan

Terdapat peningkatan nilai SPF pada sediaan krim dengan zat aktif nanopartikel seng oksida dibandingkan sediaan krim tanpa zat aktif. Peningkatan nilai SPF disebabkan karena nanopartikel seng oksida memiliki aktivitas sebagai tabir surya. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan Singh and Nanda, (2014) yang menunjukkan bahwa sediaan krim tabir surya yang mengandung nanopartikel seng oksida memiliki nilai SPF sebesar 3,65 dan penelitian (Gutiérrez-Hernández *et al.*, 2016) sediaan yang mengandung nanopartikel seng oksida dengan kadar 5% memiliki nilai SPF sebesar 4,37. Tabel 5 menunjukkan komponen sediaan krim memiliki nilai absorpsi UV sehingga krim tanpa zat aktif memiliki nilai SPF. Menurut penelitian yang dilakukan Wuelfing *et al.*, (2006) Tween 80 memiliki nilai absorpsi pada panjang gelombang 200-400 nm. Diperoleh persamaan desain faktorial untuk respon nilai SPF sediaan krim tabir surya yaitu $Y = 14,36 + 0,6667 (A) + 0,5072 (B) + 0,0358 (A)(B)$. Menggunakan persamaan tersebut maka dapat dibuat *contour plot* nilai SPF sediaan krim yang ditunjukkan pada Gambar 8(b). Interaksi dari kombinasi setil alkohol dan Tween 80 terhadap nilai SPF dapat dilihat pada Gambar 8.

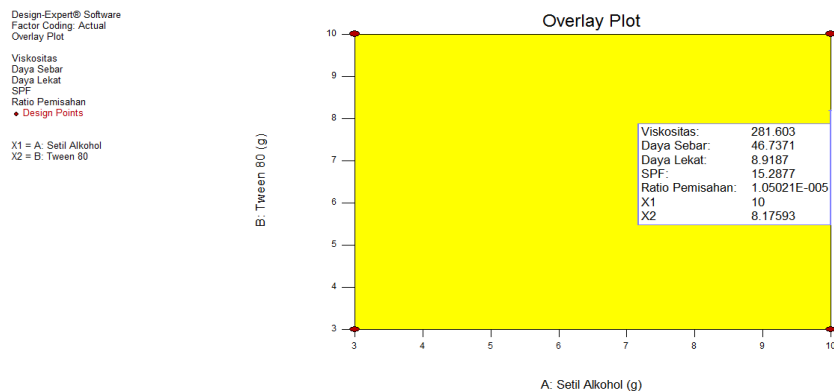


Gambar 8. (a) Grafik interaksi nilai SPF antara level setil alkohol dan Tween 80, (b) Contour plot nilai SPF dengan kombinsi setil alkohol dan Tween 80

Gambar 8(a) menunjukkan bahwa Tween 80 level rendah dan Tween 80 level tinggi dengan kenaikan level setil alkohol dapat meningkatkan respon nilai SPF. Gambar 8(b) menunjukkan bahwa kombinasi setil alkohol level tinggi dan Tween 80 level tinggi memiliki nilai SPF yang tinggi.

3.6 Prediksi formula optimum

Hasil evaluasi sifat fisik sediaan krim F1 hingga F4 meliputi viskositas, daya sebar, daya lekat, rasio pemisahan serta nilai SPF dianalisis menggunakan *software Design Expert v.11 (trial)*. Penentuan formula optimum digambarkan dalam *contour plot super imposed* pada Gambar 9.



Gambar 9. Contour plot super imposed krim tabir surya

Hasil optimasi sediaan krim tabir surya dengan metode desain faktorial menunjukkan daerah optimum dengan kadar setil alkohol 10 gram dan kadar Tween 80 8,176 gram. Hasil optimasi memiliki nilai *desirability* sebesar 0,784

3.7 Verifikasi formula optimum

Perbandingan prediksi dan hasil evaluasi sifat fisik serta nilai SPF formula optimum ditunjukkan pada **Tabel 6**. Hasil uji statistik T-test one sample menunjukkan hasil evaluasi sifat fisik dan nilai SPF formula optimum tidak berbeda signifikan dengan nilai prediksi pada taraf kepercayaan 95%.

Tabel 6. Hasil perbandingan prediksi dan formula optimum

Sifat Fisik	Formula optimum	Prediksi	T hitung	T tabel	Keterangan
Viskositas (dPa.s)	286,67±5,774	281,58	1,869	4,303	Tidak signifikan
Daya sebar (mm)	46,5±0,764	46,7391	0,214	4,303	Tidak signifikan
Daya lekat (detik)	8,9±0,819	8,91745	-0,037	4,303	Tidak signifikan
Rasio pemisahan	0	0	-	-	Tidak dianalisis
Nilai SPF	15,276±0,329	15,2876	-0,062	4,303	Tidak signifikan

4. PENUTUP

Melalui penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan hasil dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Formulasi optimum krim tabir surya diperoleh dengan kadar setil alkohol 10 % dan kadar Tween 80 8,176 % sebagai emulgator.
2. Krim tabir surya formula optimum memiliki nilai Sun Protection Factor (SPF) sebesar $15,276 \pm 0,329$.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwan R.M., Kadhim Q.A., Sahan K.M., Ali R.A., Mahdi R.J., Kassim N.A. and Jassim A.N., 2015, Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles via Sol – Gel Route and Their Characterization, *Nanoscience and Nanotechnology*, 5 (1), 1–6.
- Azad M., Nasrollahi S.A. and Firooz A., 2014, Zinc Oxide in Sunscreen Products, *Journal of Dermatology and Cosmetics*, 5 (1), 41–48.
- Garg A., Aggarwal D., Garg S. and Singla A.K., 2002, Spreading of Semisolid Formulations, *Pharmaceutical Technology*, 84–105.
- Genatrika E., Nurkhikmah I. and Hapsari I., 2016, Formulasi Sediaan Krim Minyak Jintan Hitam (*Nigella sativa* L.) sebagai Antijerawat Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*, *Pharmacy*, 13 (2), 192–201.
- Gutiérrez-Hernández J.M., Escalante A., Murillo-Vázquez R.N., Delgado E., González F.J. and Toríz G., 2016, Use of Agave tequilana-lignin and zinc oxide nanoparticles for skin photoprotection, *Journal of Photochemistry and Photobiology B*, 163, 156–161.
- Mbanga L., Mpiana P.T., Mbala M., Ilinga L., Ngoy B., Mvingu K. and Mulenga M., 2015, Comparative in vitro Sun Protection Factor (SPF) values of some herbal extracts found in Kinshasa by Ultraviolet Spectrophotometry, *International Journal of Advanced Research in Chemical Science*, 1, 7–13.
- Michalun M.V. and Dinardo J.C., 2014, *Skin Care and Cosmetic Ingredients Dictionary*, 4th ed., Cengage Learning, USA.
- Ng C.T., Yong L.Q., Hande M.P., Ong C.N., Yu L.E., Bay B.H. and Baeg G.H., 2017, Zinc Oxide Nanoparticles Exhibit Cytotoxicity and Genotoxicity Through Oxidative Stress Responses in Human Lung Fibroblasts and *Drosophila Melanogaster*, *International Journal of Nanomedicine*, 12, 1621–1637.
- Noor S.U., Faridah and Michico, 2016, Formulation Of Liquorice Root Extract (*Glycyrrhiza glabra* L .) As Skin Whitening Cream, *The Journal of Indonesian Medical Plant*, 9 (2), 93–99.
- Rowe R., Sheskey P. and Quinn M., 2009, *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, 6th ed. Rowe, R. et al., eds., Pharmaceutical Press and the American Pharmacist Association, Washington D.C.

- Serafini M.R., Detoni C.B., Menezes P.D.P., Pereira Filho R.N., Fortes V.S., Vieira M.J.F., Guterres S.S., De Albuquerque Junior R.L.C. and Araújo A.A.D.S., 2014, UVA-UVB Photoprotective Activity of Topical Formulations Containing *Morinda citrifolia* Extract, *BioMed Research International*, 1–10.
- Singh P. and Nanda A., 2014, Enhanced sun protection of nano-sized metal oxide particles over conventional metal oxide particles: An in vitro comparative study, *International Journal of Cosmetic Science*, 36 (3), 273–283.
- Wasitaatmadja, S. M., 1997, *Penuntun Ilmu Kosmetik Medik*, UI Press, Jakarta
- Wuelfing W.P., Kosuda K., Templeton A.C., Harman A., Mowery M.D. and Reed R.A., 2006, Polysorbate 80 UV/vis spectral and chromatographic characteristics - defining boundary conditions for use of the surfactant in dissolution analysis, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41 (3), 774–782.
- Zhelsiana D.A. and Wikantyasning E.R., 2017, Formulasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Masker Gel Peel-Off Spirulina (*Arthrospira platensis*) Kombinasi dengan Nanopartikel ZnO, *Naskah Publikasi*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- Zulkarnain A.K., Marchaban M., Wahyuono S. and Susidarti R.A., 2015, SPF In Vitro and The Physical Stability of O/W Cream Optimal Formula From The Partition Product of Mahkota Dewa {*Phaleria macrocarpa* (Scheff) Boerl}, *Indonesian Journal of Pharmacy*, 26(4) (4), 210–218.