

OPTIMASI QUERCETIN KOMBINASI AVOBENZONE DALAM SEDIAAN SPRAY LOTION TABIR SURYA

Budipratiwi Wisudyarningsih^{*}), Elok Rimadani, Lidya Ameliana, Lusya Oktora Ruma Kumala Sari, Yudi Wicaksono, Kuni Zu'aimah Barikah

Fakultas Farmasi, Universitas Jember, Jember, Indonesia

*Email: wisudyarningsih@unej.ac.id

Received: 27-07-2024

Accepted: 22-07-2024

Published: 20-08-2024

INTISARI

Paparan radiasi sinar ultraviolet yang berlebihan dapat menyebabkan berbagai macam permasalahan kulit. Permasalahan tersebut dapat dicegah dengan penggunaan produk kosmetika yang mengandung bahan tabir surya. Pada penelitian ini dilakukan optimasi kombinasi *quercetin* dan *avobenzone* dalam sediaan *spray lotion* tabir surya dengan menggunakan metode desain faktorial. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi optimum *avobenzone* dan *quercetin* yang dapat memberikan sifat fisikakimia dan efektivitas *spray lotion* tabir surya secara *in vitro* yang optimum. Rancangan formula dibuat dengan konsentrasi *quercetin* batas rendah 0,5% dan batas atas 3%, sedangkan *avobenzone* memiliki batas rendah 2% dan batas atas 4%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, prediksi formula optimum diperoleh dengan konsentrasi *quercetin* 0,934% dan *avobenzone* 4%. Formula optimum tersebut memiliki nilai *desirability* 0,958 dan menunjukkan nilai prediksi *software*, yaitu pada parameter SPF *in vitro* 33,311; %TE 0,058; %TP 0,002; viskositas 10 dPa.s; dan pH 5,689. Hasil prediksi *software* tersebut telah terbukti menunjukkan nilai yang tidak berbeda bermakna jika dibandingkan dengan hasil observasi (*t-test sig* \geq 0,05). Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil persamaan dan prediksi dari *design expert* dapat memprediksi respon dengan baik dan tepat.

Kata kunci: Avobenzone, Spray Lotion, Sunscreen, Quercetin

ABSTRACT

Excessive exposure to ultraviolet radiation can cause various skin problems. This problem can be prevented by using cosmetic products that contain sunscreen ingredients. In this study, optimization of the combination of quercetin and avobenzone in sunscreen spray lotion was carried out using the factorial design method. The aim of this study was to determine the optimum concentrations of avobenzone and quercetin which could provide optimum physicochemical properties and effectiveness of *in vitro* sunscreen spray lotion. The formula is made with a low concentration of 0.5% quercetin and an upper limit of 3%, while avobenzone has a low level of 2% and an upper level of 4%. Based on the research that has been done, the optimum formula prediction is obtained with a concentration of 0.934% quercetin and 4% avobenzone. The optimum formula has a desirability value of 0.958 and shows the predicted value of software to have an SPF *in vitro* value of 33.311, a %TE 0.058%, a %TP 0.002%, a viscosity of 10 dPa.s, and a pH of 5.689. The results of the analysis using the *t-test* (one sample *t-test*) with a 95% level of confidence between the software prediction results and the observation results showed a value of > 0.05 , which means that there was no significant difference between the software prediction results and the observation group.

Keywords: Avobenzone, Spray Lotion, Sunscreen, Quercetin

Corresponding author:

Nama : Budipratiwi Wisudyarningsih
Institusi : Universitas Jember
Alamat institusi : Jember
E-mail : wisudyarningsih@unej.ac.id

PENDAHULUAN

Paparan sinar matahari secara berlebihan dapat menyebabkan dampak negatif terhadap kulit. Dampak negatif yang terjadi disebabkan oleh kandungan sinar *ultraviolet* (UV) dalam sinar matahari yang terdiri dari tiga komponen yaitu UV A, UV B, dan UV C. Berdasarkan dari panjang gelombangnya, UV A memiliki panjang gelombang terpanjang yaitu 320-400 nm, UV B memiliki panjang gelombang 280-320 nm, dan UV C memiliki panjang gelombang 200-280 nm. Sinar matahari pada umumnya memiliki kandungan UV A sebesar 90%-95% dan UV B sebesar 5%-10%, sedangkan UV C dapat terserap oleh lapisan ozon sehingga tidak sampai ke permukaan bumi (Amaro-Ortiz dkk., 2014; Donglikar dan Deore, 2016; Geoffrey dkk., 2019).

Radiasi sinar *ultraviolet* dapat menyebabkan berbagai macam permasalahan kulit seperti eritema (bercak kemerahan), inflamasi, penuaan (keriput, perubahan pigmentasi, penipisan) dan kanker kulit (Amaro-Ortiz dkk., 2014). Dampak negatif yang disebabkan oleh radiasi sinar *ultraviolet* tersebut dapat dicegah dengan menggunakan produk kosmetika yang mengandung bahan tabir surya (D’Orazio dkk., 2013; Umborowati, 2014). Pada umumnya, bahan tabir surya terbagi menjadi dua jenis yaitu inorganik (*physical blocker*) dan organik (*chemical absorber*) (Geoffrey dkk., 2019). Bahan tabir surya yang sering dijumpai dan umum digunakan oleh masyarakat adalah tabir surya *physical blocker*. Tabir surya tersebut memiliki beberapa kelemahan diantaranya yaitu terasa berat saat digunakan dan meninggalkan lapisan putih (Dransfield, 2000). Karakter tersebut berkebalikan dengan bahan tabir surya organik atau *chemical absorber* yang lebih ringan saat digunakan dan hanya sedikit meninggalkan lapisan putih.

Bahan aktif tabir surya *chemical absorber* biasanya berasal dari senyawa-senyawa aromatik yang memiliki gugus karbonil (Geoffrey dkk., 2019). Senyawa tabir surya sintetik yang banyak digunakan dalam produk yang telah beredar dapat memberikan efek samping berupa iritasi kulit dan reaksi alergi pada beberapa kasus, sehingga diperlukan pengembangan senyawa tabir surya yang berasal dari bahan alam (Solky dkk., 2007). Salah satu senyawa yang berasal dari bahan alam yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai tabir surya yaitu *quercetin*. Senyawa golongan flavonoid seperti *quercetin* ini mampu menyerap sinar UV B dengan lebih baik (Choquenot dkk., 2008; Widyawati dkk., 2019; Taupik dkk., 2022). Kemampuan penyerapan *quercetin* terhadap UV A yang lemah menyebabkan senyawa tersebut perlu untuk dikombinasi dengan senyawa lain yang dapat menyerap UV A dengan baik, sehingga diperoleh tabir surya yang memiliki spektrum luas (Choquenot dkk., 2008). Pada penelitian ini, digunakan senyawa *avobenzone* untuk dikombinasi dengan *quercetin*. *Avobenzone* merupakan satu-satunya senyawa organik UV A *sunscreen* aktif yang telah disetujui penggunaannya di Amerika Serikat karena mampu memberikan perlindungan pada panjang gelombang UV A (Beasley dan Meyer, 2010; Ahn dkk., 2019).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Diffey (2009), terdapat beberapa hal yang menyebabkan konsumen tidak menggunakan tabir surya diantaranya yaitu pengaplikasian tabir surya membutuhkan waktu yang lama, memberikan efek panas, dan memberikan efek berminyak saat digunakan (Diffey, 2009). Permasalahan tersebut memicu terciptanya alternatif sediaan tabir surya yang memiliki tingkat penerimaan pengguna lebih tinggi. Pada penelitian ini, dibuat sediaan emulsi minyak dalam air senyawa *quercetin* dan *avobenzone* dengan metode aplikasi *spray* yang dapat memberikan kesan lebih ringan saat digunakan, tidak memberikan bekas lapisan putih pada kulit, dan mudah diaplikasikan, serta tidak membutuhkan waktu yang lama dalam pengaplikasiannya (Cendana dkk., 2021).

Pada penelitian ini dilakukan optimasi kombinasi *quercetin* dan *avobenzone* dalam sediaan *spray lotion* menggunakan metode desain faktorial. Respon yang digunakan dalam penentuan formula optimum antara lain nilai pH, viskositas, dan efektivitas *in vitro* tabir surya.

METODE PENELITIAN

Bahan

Quercetin dibeli dari *Sigma Aldrich*. *Avobenzone*, *dimetikon*, dan *akrilat* dibeli dari CV. Cipta Anugrah Bakti Mandiri. Gliserin, propilen glikol, setil alkohol, butil hidroksi toluena, tween 80, triethanolamin, asam sitrat, aquadest, etanol 96% diperoleh dari PT. Brataco Chemical. Span 20 dan isopropanol dibeli dari PT. Makmur Sejati.

Pembuatan Sediaan *Spray Lotion Tabir Surya*

Pada formula dalam penelitian ini (tabel I) terdapat dua kelompok bahan yaitu fase air dan fase minyak. Fase air terdiri dari tween 80, asam sitrat, TEA, akrilat, dan aquades. Fase minyak terdiri dari *avobenzone*, *dimetikon*, setil alkohol, BHT, span 20. Fase minyak dipanaskan terlebih dahulu di atas *waterbath* pada suhu 70°C. Ketika setengah dari fase minyak sudah melebur, dilakukan pengembangan akrilat dengan cara menuangkan 2/3 bagian aquades panas ke dalam cawan, kemudian ditambahkan TEA dan diaduk sampai homogen, setelah itu dituangkan akrilat sedikit demi sedikit untuk menghindari penggumpalan dan diaduk. Campuran tersebut dipanaskan di atas *waterbath* sambil diaduk sampai homogen. Fase air (tween 80 dan 1/3 bagian aquades) dipanaskan di atas *waterbath* bersamaan dengan campuran akrilat pada cawan yang berbeda. Mortir panas disiapkan, kemudian dimasukkan fase air yang telah tercampur ke dalamnya, setelah itu dimasukkan secara perlahan kembangan akrilat sambil diaduk, dan dimasukkan fase minyak disertai pengadukan konstan hingga terbentuk massa *lotion* yang diinginkan. Basis *lotion* ditambahkan asam sitrat sebagai agen pengasam dan diaduk sampai terlarut. *Quercetin* dilarutkan dalam campuran gliserin dan propilen glikol. *Quercetin* yang sudah terlarut dimasukkan ke dalam basis *lotion* yang sudah mengandung *avobenzone* sedikit demi sedikit. Semua bahan yang telah berada pada satu mortir digerus terus-menerus hingga campuran homogen.

Tabel I. Rancangan desain faktorial untuk dua faktor dan dua aras

Formula	Faktor A (<i>Quercetin</i>)	Faktor B (<i>Avobenzone</i>)	Interaksi A dan B
1	-1	-1	+1
A	+1	-1	-1
B	-1	+1	-1
Ab	+1	+1	+1

Evaluasi Sediaan *Spray Lotion Tabir Surya*

Evaluasi sediaan yang dilakukan meliputi beberapa pengujian sifat fisika kimia sediaan *spray lotion* tabir surya yaitu uji organoleptis, homogenitas, penyemprotan, ukuran droplet, viskositas, pH serta uji efektivitas sediaan *spray lotion* tabir surya yang meliputi pengujian nilai SPF *in vitro*, persen transmisi eritema, dan persen transmisi pigmentasi. Uji organoleptis merupakan suatu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui karakter fisik suatu sediaan yang dapat diamati secara visual. Adapun beberapa komponen organoleptis dari sediaan yang dapat diamati ialah bentuk, tekstur, aroma, dan warna.

Uji homogenitas dilakukan dengan cara mengoleskan sediaan *spray lotion* pada gelas objek yang ditutup dengan *cover glass*. Uji penyemprotan dilakukan dengan menyemprotkan sediaan dengan jarak 3 cm, 5 cm, dan 15 cm pada selebar kertas mika kemudian diamati diameter *spray* yang dihasilkan dan bobot sediaan yang dikeluarkan.

Uji ukuran droplet dilakukan pada formula optimum dengan menggunakan mikroskop. Sediaan diletakkan pada kaca obyek kemudian ditutup dengan *cover glass* (Tania dkk., 2020). Ukuran droplet setelah disemprot diharapkan memiliki ukuran yang lebih kecil daripada sebelum disemprotkan. Uji viskositas dilakukan dengan menggunakan alat viskometer *brookfield DVE Spindle* nomor 31 dipasang pada alat kemudian \pm 10 mL sediaan dimasukkan ke dalam tabung penampung sediaan, setelah itu dijalankan alat viskometernya dan dibaca hasilnya.

Uji pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter yang telah dikalibrasi dengan menggunakan larutan *buffer* pH 4, pH 7, dan pH 9. Uji pH pada sediaan *spray lotion* tabir surya

dilakukan dengan memasukkan 1% sediaan ke dalam *beaker glass*, yaitu dengan ditimbang 1 gram sediaan kemudian dilarutkan dalam 100 mL aquades. pH meter dicelupkan ke dalam *beaker glass* yang sudah berisi larutan sediaan kemudian ditunggu hingga nilai pH yang ditunjukkan konstan.

Uji efektivitas sediaan dilakukan untuk mengetahui efektivitas sediaan *spray lotion* tabir surya yang meliputi nilai SPF, %TE (Transmisi Eritema), dan %TP (Transmisi Pigmentasi). Pengujian tersebut dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Pengujian nilai SPF dilakukan dengan menimbang 0,5 gram sediaan yang kemudian dilarutkan dalam 25 ml etanol 96% (Daud dkk., 2018). Panjang gelombang pengamatan yang digunakan yaitu 290 nm – 320 nm dan diamati absorbansi yang diperoleh pada setiap interval 5 nm. Pengujian nilai %TE dan %TP dilakukan dengan menimbang 5 mg sediaan yang kemudian dilarutkan dalam pelarut isopropanol 10 mL (Cumpelik, 1972). %TE diperoleh dengan mengamati absorbansi yang diperoleh pada panjang gelombang 292,5–337,5 nm, sedangkan %TP diperoleh dengan mengamati absorbansi yang diperoleh pada panjang gelombang gelombang 322,5–372,5 nm dengan rentang pengamatan 5 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh dihitung dalam 1 g/L/cm sehingga nilai %TE dan %TP dapat dihitung.

Penentuan Formula Optimum

Formula optimum sediaan *spray lotion* tabir surya ditentukan dengan menggunakan program *Design Expert Version 11*, sehingga dapat diketahui efek faktor dan efek interaksi kedua faktor terhadap respon. Formula optimum sediaan *spray lotion* tabir surya yang terpilih merupakan formula dengan nilai kriteria evaluasi yang sesuai dengan tabel II.

Tabel II. Kriteria penentuan formula optimum

Respon	Nilai yang Dikehendaki
pH	4,5-6
Viskositas	1-10 dPas
SPF	>15
%TE	<1%
%TP	<1%

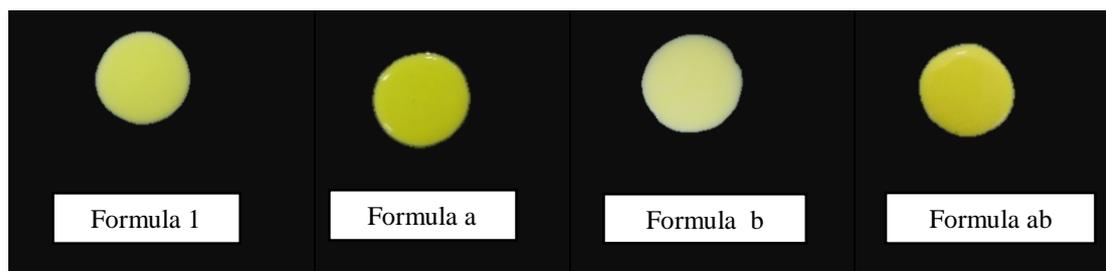
Verifikasi Formula Optimum

Verifikasi formula optimum dilakukan dengan cara melakukan 3 replikasi preparasi formula optimum sediaan *spray lotion* tabir surya. Respon hasil pengamatan yang diamati antara lain nilai pH, viskositas, SPF *in vitro*, %TE, % TP. Hasil respon yang diperoleh dari prediksi *design expert* dibandingkan dengan hasil respon percobaan. Keduanya dibandingkan dengan menggunakan uji-t (*one sample t-test*) dengan taraf kepercayaan 95%. Data yang diperoleh dikatakan tidak berbeda bermakna apabila nilai signifikansi yang diperoleh $\geq 0,05\%$ (Duhita dkk., 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Organoleptis

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, keempat formula sediaan yaitu F(1), F(a), F(b), dan F(ab) memiliki massa yang encer, tekstur yang lembut, warna putih kekuningan sampai kuning pekat yang dapat dilihat pada gambar 1, dan aroma yang tidak menyengat. Formula a memiliki warna yang paling kuning daripada formula lainnya karena terdapat bahan aktif *quercetin* dengan konsentrasi aras tinggi dan *avobenzone* dengan konsentrasi aras rendah. Warna sediaan yang terlalu kuning tersebut menyebabkan bekas warna kuning saat digunakan sehingga mengurangi nilai estetikanya. Berdasarkan hasil pengujian organoleptis tersebut dapat disimpulkan bahwa formula 1 dan formula b memenuhi seluruh kriteria uji organoleptis yang diharapkan. Formula a dan formula ab memenuhi kriteria tekstur, massa, dan aroma, tetapi tidak memenuhi kriteria warna sediaan yang diharapkan.



Gambar 1. Hasil uji organoleptis sediaan *spray* lotion tabir surya kombinasi quercetin-avobenzone

Pengujian Homogenitas

Pada uji homogenitas diketahui bahwa keempat formula tersebut menunjukkan karakteristik yang homogen, tidak terdapat gumpalan atau partikel kasar yang teramati, sehingga terasa nyaman saat digunakan.

Pengujian penyemprotan

Pada pengujian ini dilakukan 2 aktivitas yaitu penimbangan bobot *spray* dan pengukuran diameter *spray*. Hasil dari penimbangan bobot *spray* dapat dilihat pada tabel III.

Tabel III. Bobot *spray* pada beberapa jarak penyemprotan

Formula	Bobot <i>spray</i> (gram)		
	3 cm	5 cm	15 cm
F(1)	0,13 ± 0,009	0,14 ± 0,0094	0,13 ± 0,012
F(a)	0,14 ± 0,005	0,16 ± 0,0047	0,15 ± 0
F(b)	0,13 ± 0,009	0,16 ± 0,0047	0,14 ± 0,005
F(ab)	0,14 ± 0,088	0,14 ± 0,0094	0,15 ± 0

*data disajikan sebagai rerata ± simpangan baku (n=3)

Berdasarkan hasil pemeriksaan bobot *spray* pada tabel III, dapat disimpulkan bahwa bobot *spray* antar formula pada jarak penyemprotan yang sama memiliki bobot *spray* yang tidak jauh berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa setiap formula mampu keluar dari aplikator semprot dengan jumlah yang tidak jauh berbeda dan aplikator semprot yang digunakan dapat menghantarkan jumlah yang hampir sama pada setiap penyemprotan.

Tabel IV. Diameter *spray* pada beberapa jarak penyemprotan

Formula	Diameter <i>spray</i> (cm)		
	3 cm	5 cm	15 cm
F(1)	4,37 ± 0,094	4,27 ± 0,294	11,20 ± 0,216
F(a)	2,73 ± 0,206	3,63 ± 0,124	6,43 ± 0,249
F(b)	5,00 ± 0,104	6,40 ± 0,141	14,00 ± 0,408
F(ab)	3,77 ± 0,206	4,20 ± 0,294	7,17 ± 0,125

*data disajikan sebagai rerata ± simpangan baku (n=3)

Diameter *spray* yang dihasilkan oleh setiap formula dipengaruhi oleh viskositas sediaan dan jarak penyemprotan yang dilakukan. Diameter *spray* berbanding terbalik dengan viskositas sediaan dan berbanding lurus dengan jarak penyemprotan. Berdasarkan hasil pengukuran diameter pada tabel IV, dapat disimpulkan bahwa diameter *spray* yang dihasilkan oleh seluruh formula

mengalami peningkatan ketika jarak penyemprotannya ditingkatkan. Formula b memiliki diameter penyemprotan yang paling luas karena memiliki viskositas yang paling rendah dan formula a memiliki diameter *spray* paling sempit karena viskositasnya paling tinggi diantara ketiga formula lainnya.

Pengujian Ukuran Droplet

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diketahui bahwa ukuran droplet sebelum disemprot mayoritas memiliki ukuran diameter dalam rentang $12,422 \mu\text{m} - 14,176 \mu\text{m}$, sedangkan ukuran droplet setelah disemprot mayoritas memiliki ukuran diameter dalam rentang $4,151 \mu\text{m} - 5,972 \mu\text{m}$. Hal tersebut menunjukkan bahwa ukuran droplet setelah disemprot lebih kecil daripada sebelum disemprot, sehingga sesuai dengan hasil yang diharapkan yaitu ukuran droplet setelah disemprot lebih kecil daripada sebelum disemprot. Semakin kecil ukuran dropletnya, maka luas permukaan bahan aktif dalam droplet yang kontak dengan kulit semakin tinggi (Devi dkk., 2019). Hal tersebut diharapkan dapat meningkatkan efektivitas bahan aktif dalam menyerap sinar UV.

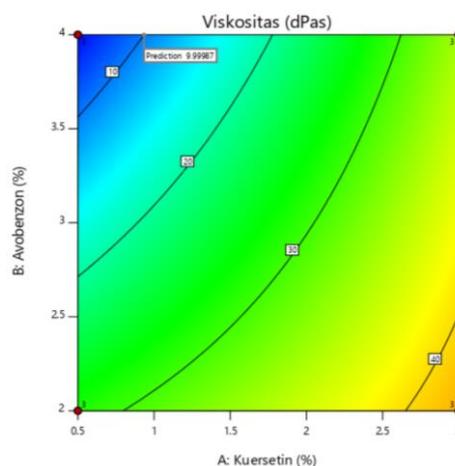
Pengujian Viskositas

Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan dari suatu sediaan. Sediaan *spray lotion* yang diharapkan memiliki nilai viskositas yang kecil. Hal tersebut berkaitan dengan kemudahan sediaan untuk dapat disemprotkan. Sediaan yang memiliki viskositas tinggi memungkinkannya tidak dapat keluar dari aplikator. Hasil pengujian viskositas pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel V.

Tabel V. Viskositas sediaan *spray lotion* tabir surya kombinasi quercetin-avobenzon

Formula	Viskositas (dPa.s)
F(1)	$28,40 \pm 2,8249$
F(a)	$41,88 \pm 5,6866$
F(b)	$4,85 \pm 0,4021$
F(ab)	$34,46 \pm 1,5152$

Berdasarkan hasil uji viskositas pada tabel V tersebut, hasil pengujian viskositas pada penelitian ini yang berada dalam rentang 1-10 dPa.s terdapat pada formula b dengan viskositas 4,85 dPa.s. Hasil dari pengujian viskositas ini kemudian dilakukan perhitungan penentuan efek faktor dan analisis menggunakan *Software Design Expert*. Berdasarkan dari perhitungan efek faktor dan persamaan *coded factor*, $\text{Viskositas} = +27,41 + 10,78A - 7,73B + 4,04AB$ yang diperoleh dari *software* dapat disimpulkan bahwa faktor konsentrasi *quercetin* memiliki efek yang dominan untuk menyebabkan peningkatan viskositas. Hal tersebut sesuai dengan hasil viskositas pada tabel di atas yang menunjukkan viskositas lebih tinggi pada jumlah konsentrasi *quercetin* yang lebih tinggi yaitu $F(a) > F(1)$ dan $F(ab) > F(b)$. Analisis dengan menggunakan *software design expert* juga menghasilkan grafik *contour plot* terhadap respon viskositas yang ditunjukkan dalam bentuk grafik dua dimensi (2D) pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik *contour plot* respon viskositas dua dimensi (2D)

Hasil *contour plot* tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi faktor *quercetin* yang digunakan maka akan menyebabkan kenaikan viskositas dari sediaan *spray lotion* tabir surya, pada grafik tersebut ditunjukkan dengan gradien yang berwarna kuning kemerahan. Peningkatan viskositas yang disebabkan oleh *quercetin* terjadi karena *quercetin* yang ditambahkan berada dalam bentuk serbuk. Hal tersebut berkebalikan dengan faktor *avobenzone* yang dapat menurunkan viskositas ketika konsentrasi *avobenzone* yang digunakan ditingkatkan. Pada grafik *contour plot* di atas, hal tersebut ditunjukkan dengan gradien warna biru. Hasil tersebut sesuai dengan literatur yang menyebutkan bahwa peningkatan konsentrasi *avobenzone* dapat menurunkan viskositas dari suatu sediaan (Murrukmihadi dkk., 2006).

Pengujian pH

Pada pengujian nilai pH, seluruh formula memiliki nilai pH dalam rentang yang diharapkan yaitu 4,5-6 (Ali & Yosipovitch, 2013). Hasil dari pengujian pH ini kemudian dilakukan perhitungan analisis varian dengan menggunakan *software design expert*. Analisis varian yang diperoleh dari *design expert* menunjukkan bahwa seluruh faktor dan interaksi keduanya memiliki nilai *p-value* > 0,05 yang berarti faktor *quercetin*, *avobenzone*, dan interaksi keduanya tidak berpengaruh signifikan terhadap respon pH. Hal tersebut menunjukkan bahwa perubahan konsentrasi kombinasi *quercetin-avobenzone* tidak menyebabkan perubahan nilai pH pada sediaan *spray lotion* tabir surya yang diteliti. Dalam sediaan topikal, pada umumnya perubahan pH sediaan dapat terjadi apabila bahan aktif ataupun bahan tambahan yang digunakan memiliki pH yang terlalu rendah ataupun terlalu tinggi.

Pengujian Nilai SPF In Vitro

Pengujian nilai SPF pada penelitian ini dilakukan pada seluruh formula untuk mengetahui efektivitas bahan aktif *quercetin* dan *avobenzone* dalam peningkatan nilai SPF. Hasil nilai SPF yang diperoleh dapat dilihat pada tabel VI.

Tabel VI. Nilai SPF in vitro spray lotion tabir surya kombinasi quercetin-avobenzone

Replikasi	Nilai SPF In Vitro			
	F(1)	F(a)	F(b)	F(ab)
1	32,385	33,659	33,239	34,601
2	31,626	32,931	32,763	33,727
3	33,042	31,366	33,406	34,098
Rata-rata \pm SD	32,351 \pm 0,579	32,652 \pm 0,957	33,136 \pm 0,272	34,142 \pm 0,358
Kategori	<i>Ultra</i>	<i>Ultra</i>	<i>Ultra</i>	<i>Ultra</i>

Berdasarkan tabel VI, formula ab memiliki nilai SPF yang paling tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa formula tersebut merupakan formula yang paling baik dalam menangkal sinar UV dibandingkan dengan formula yang lain. Hasil dari pengujian SPF ini kemudian dilakukan perhitungan penentuan efek faktor konsentrasi *quercetin* dan *avobenzone*, serta interaksi keduanya dan dilakukan analisis dengan menggunakan *software design expert*. Berdasarkan persamaan *coded factor* yang diperoleh yaitu $SPF = +33,07 + 0,3268A + 0,5686B + 0,1761AB$ dan perhitungan efek faktor dapat diketahui bahwa faktor konsentrasi *avobenzone* memiliki efek yang dominan untuk menyebabkan peningkatan nilai SPF sediaan. Hasil tersebut didukung oleh analisis varian yang diperoleh dari *design expert* yaitu faktor *quercetin* dan interaksi keduanya memiliki nilai *p-value* > 0,05 yang berarti faktor *quercetin* dan interaksi kedua faktor tidak berpengaruh signifikan terhadap peningkatan nilai SPF sediaan, sedangkan faktor *avobenzone* yang memiliki nilai *p-value* < 0,05 dapat mempengaruhi peningkatan nilai SPF secara signifikan. Hal tersebut dapat terjadi karena pada struktur *avobenzone* terdapat gugus kromofor yang mampu menyerap sinar UV A dan UV B (Shovyana dan Zulkarnain, 2013). Hal tersebut juga didukung oleh suatu penelitian yang menyebutkan bahwa *avobenzone* mampu memberikan efektivitas sebagai agen tabir surya serta peningkatan konsentrasi *avobenzone* dapat meningkatkan nilai SPF dari suatu sediaan tabir surya (Abdassah dkk., 2015).

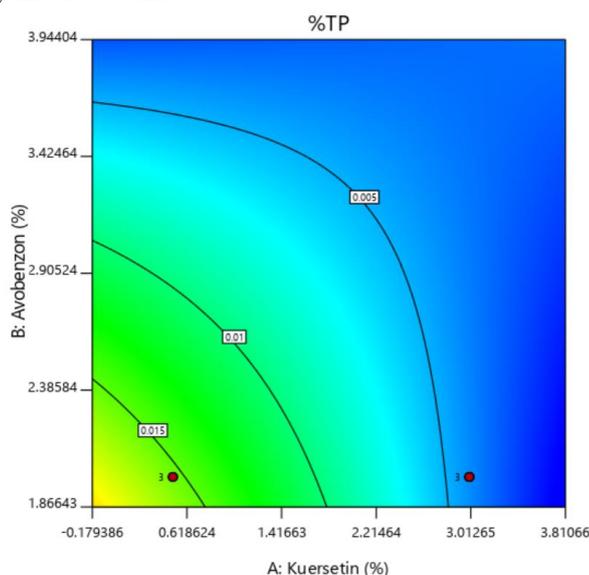
Pengujian %TE

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah energi dari sinar UV yang dapat ditransmisikan pada panjang gelombang penyebab eritema yaitu 292,5-337,5 nm. Nilai dari %TE yang diharapkan yaitu <1%. Semakin kecil nilai %TE yang dihasilkan menandakan bahwa tabir

surya tersebut semakin efektif karena energi penyebab eritema yang diteruskan juga semakin kecil. Pada penelitian ini nilai % TE yang diperoleh oleh seluruh formula adalah <1% yang termasuk dalam kategori *total block* (Juanita dan Juliadi, 2020). Hasil dari pengujian %TE ini kemudian dilakukan perhitungan analisis varian dengan menggunakan *software design expert*. Analisis varian yang diperoleh dari *design expert* menunjukkan bahwa faktor *quercetin*, *avobenzone* dan interaksi keduanya memiliki nilai *p-value* > 0,05 yang berarti seluruh faktor dan interaksi keduanya tidak berpengaruh signifikan terhadap penurunan nilai %TE. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak ada faktor yang menyebabkan penurunan, peningkatan, dan faktor yang dominan terhadap respon %TE. Nilai %TE pada sediaan tabir surya akan dapat mengalami perubahan apabila dalam sediaan tersebut mengandung bahan aktif tabir surya yang memiliki kemampuan yang sangat tinggi dan spesifik dalam menyerap radiasi sinar UV B.

Pengujian %TP

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah energi dari sinar UV yang dapat ditransmisikan pada panjang gelombang penyebab pigmentasi yaitu 322,5-372,5 nm. Nilai dari %TP yang diharapkan yaitu <1%. Semakin kecil nilai %TP yang dihasilkan menandakan bahwa tabir surya tersebut semakin efektif karena energi penyebab pigmentasi yang ditransmisikan juga semakin kecil. Pada penelitian ini nilai % TE yang diperoleh dari seluruh formula adalah <1% yang termasuk dalam kategori *total block* (Juanita dan Juliadi, 2020). Berdasarkan persamaan *coded factor* yaitu $\%TP = +0,0063 - 0,0027A - 0,0034B + 0,003AB$ dan hasil analisis varian yang diperoleh dari *software design expert* faktor *avobenzone* memiliki nilai *p-value* <0,05 sehingga dapat dikatakan bahwa faktor *avobenzone* berpengaruh signifikan terhadap penurunan nilai % TP. Hasil analisis dengan menggunakan *software design expert* juga menghasilkan grafik *contour plot* yang dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik *contour plot* respon nilai %TP dua dimensi (2D)

Berdasarkan hasil *contour plot* tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *avobenzone* yang digunakan maka akan menyebabkan penurunan nilai %TP dari sediaan *spray lotion* tabir surya, pada grafik tersebut ditunjukkan dengan warna biru ketika konsentrasinya ditingkatkan. Hasil tersebut dapat terjadi karena *avobenzone* mampu menyerap sinar UV A yang merupakan faktor dominan penyebab turunnya nilai % TP. Hal tersebut sesuai dengan literatur yang menyebutkan bahwa *avobenzone* merupakan agen tabir surya yang dapat menyerap sinar UV A lebih baik daripada sinar UV B. Kemampuannya dalam menyerap sinar UV A menyebabkan transmisi energi penyebab pigmentasi yang disebabkan oleh sinar UV A menjadi rendah (Beasley dan Meyer, 2010).

Penentuan Formula Optimum

Berdasarkan solusi yang ditawarkan oleh *software design expert* formula optimum yang didapatkan memiliki konsentrasi *quercetin* 0,934% dan *avobenzone* 4%. Formula optimum tersebut memiliki nilai *desirability* 0,958 dan diperkirakan memiliki nilai SPF 33,311; %TE 0,058; %TP 0,002; viskositas 10 dPa.s; dan pH 5,689.

Verifikasi Formula Optimum

Berdasarkan perbandingan hasil respon prediksi dan hasil respon observasi dengan menggunakan uji-t (*one sample t-test*) dengan taraf kepercayaan 95% seluruh respon memiliki nilai signifikansi $\geq 0,05$. Nilai signifikansi $\geq 0,05$ menunjukkan bahwa hasil persamaan dan prediksi dari *design expert* dapat memprediksi respon dengan baik dan tepat serta tidak terdapat perbedaan bermakna pada kedua kelompok hasil.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan konsentrasi *avobenzone* dapat berpengaruh terhadap efektivitas sediaan tabir surya berupa peningkatan nilai SPF *in vitro* dan dapat menurunkan nilai %TP. Penambahan konsentrasi *quercetin* dapat meningkatkan viskositas, sedangkan penambahan konsentrasi *avobenzone* dapat menurunkan viskositas. Formula optimum pada penelitian ini diperoleh dengan konsentrasi *quercetin* 0,934% dan *avobenzone* 4%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Universitas Jember yang telah memfasilitasi sarana dan prasarana penunjang penelitian sehingga penelitian yang dilakukan dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdassah, M., Aryani, R., Surachman, E., & Muchtaridi, M. (2015). In-vitro assessment of effectiveness and photostability avobenzone in cream formulations by combination ethyl ascorbic acid and alpha tocopherol acetate. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5(6), 070–074. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2015.50611>
- Ahn, S., An, S., Lee, M., Lee, E., Pyo, J. J., Kim, J. H., Ki, M. W., Jin, S. H., Ha, J., & Noh, M. (2019). A long-wave UVA filter avobenzone induces obesogenic phenotypes in normal human epidermal keratinocytes and mesenchymal stem cells. *Archives of Toxicology*, 93(7), 1903–1915. <https://doi.org/10.1007/s00204-019-02462-1>
- Ali, S. M., & Yosipovitch, G. (2013). Skin pH: From basic science to basic skin care. *Acta Dermato-Venereologica*, 93(3), 261–267. <https://doi.org/10.2340/00015555-1531>
- Amaro-Ortiz, A., Yan, B., & D’Orazio, J. A. (2014). Ultraviolet radiation, aging and the skin: Prevention of damage by topical cAMP manipulation. *Molecules*, 19(5), 6202–6219. <https://doi.org/10.3390/molecules19056202>
- Beasley, D. G., & Meyer, T. A. (2010). Characterization of the UVA protection provided by avobenzone, zinc oxide, and titanium dioxide in broad-spectrum sunscreen products. *American Journal of Clinical Dermatology*, 11(6), 413–421. <https://doi.org/10.2165/11537050-000000000-00000>
- Cendana, Y., Adrianta, K. A., & Suen, N. M. D. S. (2021). Formulasi Spray Gel Minyak Atsiri Kayu Cendana (*Santalum album L.*) sebagai Salah Satu Kandidat Sediaan Anti Inflamasi Spray Gel Formulation of Sandalwood (*Santalum album L.*) Essential Oil as One of The Candidates for Anti Inflammatory Preparation. *Ilmiah Medicamento*, 7(2), 84–89.
- Choquenot, B., Couteau, C., Papis, E., & Coiffard, L. J. M. (2008). Quercetin and rutin as potential sunscreen agents: Determination of efficacy by an in vitro method. *Journal of Natural Products*, 71(6), 1117–1118. <https://doi.org/10.1021/np7007297>
- Cumpelik. (1972). Analytical Procedures and Evaluation of Sunscreens. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists*, 23, 333–345.
- D’Orazio, J., Jarrett, S., Amaro-Ortiz, A., & Scott, T. (2013). UV radiation and the skin. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(6), 12222–12248.

- Daud, N. S., Musdalipah, & Idayati, (2018). Optimasi Formula Lotion Tabir Surya Ekstrak Kulit Buah Naga Super Merah (*Hylocereus costaricensis*) Menggunakan Metode Desain D-Optimal. *Jurnal Sains Farmasi Dan Klinis*, 5(2), 72–77.
- Devi, I. G. A. S. K., Mulyani, S., & Suhendra, L. (2019). Pengaruh Nilai Hydrophile-Liphophile Balance (HLB) dan Jenis Ekstrak terhadap Karakteristik Krim Kunyit-Lidah Buaya (*Curcuma domestica* val.-Aloe Vera). *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, 4(2), 54. <https://doi.org/10.24843/jitpa.2019.v04.i02.p01>
- Diffey, B. (2009). Sunscreens: Expectation and realization. *Photodermatology Photoimmunology and Photomedicine*, 25(5), 233–236. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0781.2009.00459.x>
- Donglikar, M. M., & Deore, S. L. (2016). Sunscreens: A review. *Pharmacognosy Journal*, 8(3), 171–179. <https://doi.org/10.5530/pj.2016.3.1>
- Dransfield, G. P. (2000). Inorganic sunscreens. *Radiation Protection Dosimetry*, 91(1–3), 271–273. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.rpd.a033216>
- Duhita, A., Pramono, S., & Mufrod. (2012). Optimasi Formula Tablet Hisap Ekstrak Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga* (L.) Stuntz) Dengan Kombinasi Bahan Pemanis Manitol dan Sukrosa Menggunakan Metode Simplex Lattice Design. *Majalah Obat Tradisional*, 17(3), 39–46.
- Geoffrey, K., Mwangi, A. N., & Maru, S. M. (2019). Sunscreen products: Rationale for use, formulation development and regulatory considerations. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 27(7), 1009–1018. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2019.08.003>
- Juanita, R. A., & Juliadi, D. (2020). Penetapan Potensi Tabir Surya Krim Estrak Etanol Daun Ceremai (*Phyllanthus acidus* L.) dengan Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Farmagazine*, 7(1), 51. <https://doi.org/10.47653/farm.v7i1.154>
- Murrukmiyadi, M., Suwarni, & Purnaningtyas, A. A. (2006). Pengaruh Konsentrasi Avobenzone Pada Karakteristik Fisik, SPF Dan Pelepasan Bahan Aktif Dari Basis Krim Tabir Surya. In *Media Farmasi Indonesia* (Vol. 5, Issue 1, pp. 472–481).
- Shovyana, H. H., & Zulkarnain, K. A. (2013). Stabilitas Fisik dan Aktivitas Krim W/O Ekstrak Etanolik Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarph*(scheff.) Boerl.) Sebagai Tabir Surya. *Traditional Medicine Journal*, 18(2), 2013.
- Solky, B. A., Phillips, P. K., Christenson, L. J., Weaver, A. L., Roenigk, R. K., & Otley, C. C. (2007). Patient preferences for facial sunscreens: A split-face, randomized, blinded trial. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 57(1), 67–72. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2007.04.003>
- Tania, D., Marchaban, & Kuswahyuning, R. (2020). Water-in-Oil-in Water (W/O/W) Double Emulsion Formulations using Variation Concentration of Carboxymethyl Cellulose Sodium. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 8(2), 284–293. <https://doi.org/10.22146/jfps.739>
- Taupik, M., Djuwarno, E. N., Hiola, F., & Suryadi, A. M. A. (2022). Evaluasi Kemampuan Tabir Surya Ekstrak Biji Jagung (*Zea mays* L.) Secara In Vitro Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 4(1), 284–292.
- Umborowati M.A, R. (2014). Studi Retrospektif: Diagnosis dan Terapi Pasien Melasma. *Berkala Ilmu Kesehatan Kulit & Kelamin*, 26(1), 56–61.
- Widyawati, E., Ayuningtyas, N. D., & Pitarisa, A. P. (2019). Penentuan Nilai SPF Ekstrak dan Losion Tabir Surya Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) dengan Metode Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 1(3), 189–202. <https://doi.org/10.33759/jrki.v1i3.55>