



OPTIMASI KOMBINASI SETIL ALKOHOL DAN LANOLIN PADA FORMULA BALSAM STIK DENGAN METODE SIMPLEX LATTICE DESIGN

Submitted : 21 November 2024

Edited : 2 Mei 2024

Accepted : 28 Mei 2025

Ratih Dyah Pertiwi^{*1}, Fayza Maghfira Solachudin², Hermanus Ehe Hurit³

^{1,2,3}Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Esa Unggul, Jakarta,
Indonesia

Email: ratih.dyah@esaunggul.ac.id

Abstrak

Balsam stik merupakan suatu balsam berbentuk batang yang dibuat untuk mempermudah penggunaan. Dalam pembuatan balsam stik memerlukan bahan pengeras dan emolien untuk menjaga konsistensi sediaan balsam stik. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formula optimum balsam stik dengan kombinasi setil alkohol dan lanolin, dimana formula optimum balsam stik didapatkan melalui aplikasi *Design Expert Version 13* metode *Simplex Lattice Design*. Hasil analisis daya sebar, daya lekat, dan kekerasan didapatkan dengan menggunakan uji ANOVA. Didapatkan formula optimum dengan kombinasi konsentrasi setil alkohol 40,5% dan lanolin 59,5% dengan nilai desirability 1,000 dan didapatkan hasil prediksi daya sebar 3,506 cm, daya lekat 11,597 detik, dan kekerasan 9,259 mm. Pada hasil evaluasi sediaan balsam stik didapatkan nilai uji daya sebar $3,62 \pm 0,08$ cm, uji daya lekat $10,92 \pm 0,44$ detik, dan uji kekerasan $9,029 \pm 0,31$ mm. Hasil verifikasi formula optimum melalui uji statistik didapatkan nilai sig 2-tailed pada daya sebar 0,139, daya lekat 0,120, dan kekerasan 0,328 dimana nilai sig 2-tailed $>0,05$ menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan. Hal ini menunjukkan formula optimum balsam stik memberikan hasil yang baik dan memenuhi persyaratan.

Kata kunci: Balsam stik, lanolin, setil alkohol, *Simplex Lattice Design*

ABSTRACT

A Balsam stick is a stick-shaped balsam that is made easier to use. Stiffening agents and emollients are needed to maintain the consistency of the balsam stick. This study aims to determine the optimum formula for balsam sticks with a combination of cetyl alcohol and lanolin. Using the Simplex Lattice Design method, the optimum formula for balsam sticks is obtained through the Design Expert version 13. The analysis results of spreadability, adhesion, and hardness were obtained using the ANOVA test. The optimum formula was obtained with a combination of cetyl alcohol concentration of 40.5% and lanolin 59.5% with a desirability value of 1.000 and the predicted results of spreadability of 3.506 cm, adhesion of 11.597 seconds, and hardness of 9.259 mm. In the evaluation results carried out in the laboratory, the value of the spreadability test was 3.62 ± 0.08 cm, the adhesion test was 10.92 ± 0.44 seconds, and the hardness test was 9.029 ± 0.31 mm. The verification results of the optimum formula were a sig 2-tailed value on spreadability of 0.139, adhesion of 0.120, and hardness of 0.328 where sig 2-tailed $>0,05$, indicating no significant difference. This suggests that the optimum formula of balsam sticks gives good results and meets the requirements.

Keywords: Balsam stick, lanolin, cetyl alcohol, *Simplex Lattice Design*



PENDAHULUAN

Balsam stik merupakan suatu balsam berbentuk batang yang dibuat untuk mempermudah penggunaan⁽¹⁾. Balsam stik merupakan sediaan dengan basis seperti sediaan salep. Perbedaan sediaan balsam stik dengan sediaan salep yaitu berdasarkan tingkat konsistensinya. Balsam stik memiliki konsistensi lebih keras dibandingkan dengan salep⁽²⁾. Sediaan balsam stik lebih disukai oleh masyarakat dibandingkan dengan sediaan balsam pada umumnya karena penggunaan balsam stik yang sangat mudah dan praktis tanpa perlu terkontaminasi dengan tangan⁽³⁾.

Sediaan balsam memiliki sifat rubifasien yang dapat melemaskan otot atau memberikan efek pemanasan⁽³⁾. Penggunaan balsam stik yang mengandung bahan aktif analgetik dapat membantu mengatasi dan mengurangi rasa nyeri. Bahan aktif yang memiliki khasiat analgetik adalah camphor dan menthol⁽⁴⁾. Berdasarkan analisis penelitian terdahulu agen topikal yang mengandung camphor dan menthol berpotensi efektif untuk mengobati rasa sakit⁽⁵⁾. Komponen utama sediaan balsam stik yaitu diperlukan basis yang berfungsi sebagai zat pembawa serta memiliki bentuk cair atau padat yang akan membawa bahan aktif untuk diaplikasikan pada kulit sebagaimana basis mudah dioleskan, mudah dibersihkan, dan tidak mengiritasi. Basis yang cocok untuk pengaplikasian pada kulit yaitu basis salep serap anhidrat dengan kandungan lemak yang tinggi, kadar air yang sedikit, dan minyak atsiri akan mudah larut dalam lemak. Pada basis serap anhidrat dapat mempengaruhi sifat fisik sediaan. Salah satu bahan tambahan yang sering digunakan dalam basis serap anhidrat yaitu lanolin⁽²⁾.

Lanolin berperan sebagai emolien untuk memberikan tekstur yang halus dan lembut pada kulit saat dioleskan⁽⁶⁾. Sebagaimana untuk pengobatan berupa sediaan stik harus dibuat lunak dan menyebar dengan mudah ke area yang diinginkan⁽⁷⁾. Lanolin mengandung asam lemak hidroksi serta ester yang lebih tinggi dan mengandung

sterol yang cocok untuk memberikan kelembapan pada kulit⁽⁸⁾. Pada sediaan stik dibutuhkan bahan pengeras untuk meningkatkan konsistensi sediaan. Bahan pengeras yang digunakan berupa lilin padat dan alkohol berlemak yaitu cera alba dan Setil alkohol yang merupakan alkohol berlemak berantai panjang yang dimana bahan tersebut merupakan alkohol tinggi yang berfungsi baik dalam sediaan krim keras, pasta, lipstik atau produk stik lainnya. Setil alkohol lebih mudah pecah ketika diaplikasikan sehingga memberikan penyebaran yang lebih cepat⁽⁸⁾. Formulasi stik memerlukan bahan pengeras dan emolien untuk menjaga konsistensi pada batang balsam⁽⁹⁾.

Optimasi formula yang dibantu dengan *Design Expert* lebih mempermudah pembuatan sediaan dikarenakan pada *Design Expert* terdapat tahapan untuk menentukan formula terbaik⁽¹⁰⁾. Salah satu metode *Design Expert* yang dapat digunakan untuk mendapatkan formula optimum adalah *Simplex Lattice Design*. Metode *Simplex Lattice Design* merupakan metode yang digunakan untuk optimasi formula pada berbagai jumlah komposisi bahan yang berbeda, serta jumlah totalnya dibuat sama. Optimasi menggunakan *Simplex Lattice Design* merupakan metode dalam desain eksperimental yang berbasis pada pengolahan data dengan menggunakan persamaan matematis. Kombinasi bahan yang digunakan dalam formulasi dibuat sedemikian rupa sehingga data eksperimen dapat digunakan untuk memprediksi respon sediaan dengan cara yang sederhana dan efisien. Keuntungan dari metode ini adalah terukur, praktis, dan cepat, karena bukan merupakan penentuan formula dengan *trial and error*⁽¹¹⁾.

Berdasarkan penelitian terdahulu hasil formula optimum dengan uji kekerasan pada balsam stik didapatkan hasil yang baik dan memenuhi persyaratan. Semakin besar nilai kedalaman tembus jarum, maka semakin lunak sediaan stik tersebut. Semakin lembut sediaan, maka semakin sedikit usaha yang dilakukan untuk mengaplikasikan sediaan

yang membuatnya mampu menyebar ke permukaan kulit. Sediaan stik dikatakan lunak dan mudah menyebar jika kedalaman tembus 9-10,5 mm ⁽¹⁾.

Berdasarkan penelitian terdahulu hasil dari kombinasi formula optimum dengan menggunakan bahan tambahan agen pengeras dan emolien pada cera alba dan lanolin dapat memberikan hasil daya lekat yang semakin lama dan memberikan konsistensi sediaan yang baik dengan nilai daya lekat pada 2,437±0,106 detik. Hasil pengujian dengan konsentrasi optimum antara kombinasi cera alba dan lanolin memberikan efek daya lekat serta memiliki konsistensi sediaan balsam stik yang maksimal ⁽²⁾.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka akan dilakukan penelitian optimasi kombinasi setil alkohol sebagai agen pengeras dan lanolin sebagai emolien pada formula balsam stik menggunakan aplikasi *Design Expert Version 13* dengan metode *Simplex Lattice Design* untuk menghasilkan formula optimum. Dari formula tersebut akan membentuk sediaan balsam stik yang mempengaruhi respon sifat fisik sediaan yaitu dengan uji daya lekat, uji daya sebar, dan uji kekerasan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Timbangan analitik TP-214 (Sojiky, Indonesia), penangas air (Mimmert, Jerman), *melting point* (Cole-Parmer, Canada), pH universal (MColorpHast, USA), gelas beaker (Pyrex, Indonesia), gelas ukur 10 mL (IWAKI, Indonesia), cawan penguap (Haldenwanger, Jerman), jangka sorong digital (Taffware, Indonesia), cawan petri (Normax, Portugal), gelas objek (OneLab, China), anak timbangan, batang pengaduk, wadah balsam stik, aplikasi *Design Expert Version 13*, dan *texture analyzer* (TA.XT.Plus Stable Micro System, UK). Campora (PT. Pratama Sains Global), menthol (PT. Pratama Sains Global), cera alba (PT. Pratama Sains Global), setil alkohol (PT. Akoma), lanolin (PT. Lux Chemicals), dan vaselin album (PT. Brataco).

Prosedur

Rencana Formulasi

Penggunaan metode *Simplex Lattice Design* pada program *Design Expert Version 13* dilakukan untuk menentukan jumlah *run* dan prediksi formula optimum pada sediaan. Rencana formulasi sediaan balsam stik kombinasi setil alkohol dan lanolin dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rencana kombinasi setil alkohol dan lanolin dengan metode *Simplex Lattice Design*

No.	Komponen	Batas Minimum	Batas Maksimum
1.	Setil Alkohol	30%	60%
2.	Lanolin	40%	70%

Penetapan Formula dengan Metode *Simplex Lattice Design*

Penetapan formula balsam stik kombinasi setil alkohol dan lanolin dengan memasukkan batas minimum dan maksimum menggunakan aplikasi *Design Expert* metode *Simplex Lattice Design* dengan menghasilkan komponen persentase (%). *Simplex Lattice Design* dengan rumus n^r (n = jumlah komponen bahan yaitu setil alkohol dan lanolin) dan (r = jumlah parameter mutu fisik yaitu uji daya

sebar, uji daya lekat, dan uji kekerasan). Variabel yang digunakan sebanyak 2 yaitu setil alkohol dan lanolin dengan respon yang dihasilkan sebanyak 3 yaitu uji daya sebar, uji daya lekat, dan uji kekerasan. Hasil banyaknya rancangan percobaan yang didapatkan dalam aplikasi *Design Expert* yaitu $2^3 = 8$, maka terdapat hasil 8 percobaan. Hasil komposisi kombinasi setil alkohol dan lanolin dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi setil alkohol dan lanolin dengan aplikasi *Design Expert Version 13*

Run	Setil Alkohol (%)	Lanolin (%)
1	30	70
2	60	40
3	37,5	62,5
4	45	55
5	60	40
6	52,5	47,5
7	45	55
8	30	70

Pembuatan Formula Metode Peleburan

Pembuatan formula balsam stik menggunakan metode peleburan dengan

membuat 8 formula berat masing-masing 5 gram ⁽¹²⁾. Formula sediaan balsam stik champora dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Formula sediaan balsam stik campora dan menthol ⁽¹²⁾

Nama Bahan	Kegunaan	Formula %							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Campora	Zat Aktif	5	5	5	5	5	5	5	5
Menthol	Zat Aktif	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Cera Alba	Penstabil	20	20	20	20	20	20	20	20
Setil Alkohol	Pengeras	3	6	3,75	4,5	6	5,25	4,5	3
Lanolin	Emolien	7	4	6,25	5,5	4	4,75	5,5	7
Vaselin Album	Basis	ad 100	ad 100	ad 100	ad 100	ad 100	ad 100	ad 100	ad 100

Pembuatan sediaan balsam stik dengan masing-masing formula yang telah ditentukan. Proses pembuatan balsam stik dengan melakukan peleburan bahan diatas penangas air menggunakan wadah cawan penguap dengan suhu 85°C dimulai dengan memasukkan bahan cera alba dan setil alkohol. Setelah melebur, kemudian ditambahkan lanolin dan vaselin album. Setelah semua basis tercampur, kemudian masukkan zat aktif yaitu camphor dan menthol. Bahan yang telah homogen dipindahkan ke dalam wadah stik. Sediaan yang sudah berada di dalam wadah stik kemudian didinginkan atau didiamkan hingga sediaan mengeras.

Evaluasi Fisik Sediaan

Uji Organoleptik

Uji organoleptis meliputi uji warna, bau, dan konsistensi yang diamati secara visual ⁽¹³⁾. Syarat balsam stik yang baik yaitu memiliki bentuk setengah padat, warna harus sesuai dengan spesifikasi pada saat pembuatan awal balsam stik dan tidak memiliki bau tengik ⁽²⁾.

Uji Homogenitas

Pengujian homogenitas dilakukan dengan mengambil sebanyak 0,1 gram sediaan semisolid dan meletakkannya pada gelas objek, kemudian ditutup dengan tutup gelas objek lainnya dan diamati secara visual.

Sediaan setengah padat seharusnya homogen yang ditunjukkan dengan tidak adanya butiran kasar pada gelas objek .

Pengukuran pH

Pengujian pH menggunakan alat pH universal. Sediaan balsam stik dileburkan pada penangas air hingga mencair, kemudian stik indikator pH universal dicelupkan ke dalam sediaan balsam dan dibiarkan beberapa detik, lalu warna pada kertas dibandingkan dengan pembanding pada kemasan. Nilai pH yang baik pada sediaan balsam stik berdasarkan SNI 16-4399-1996 adalah 4,5-8,0⁽¹⁴⁾.

Uji Titik Leleh

Uji titik leleh dilakukan dengan menggunakan pipa kapiler. Balsam stik dimasukkan kedalam pipa kapiler hingga kedalaman lebih kurang 10 mm. Kemudian pipa kapiler tersebut diletakkan kedalam alat *melting point* digital dengan posisi yang sesuai. Dicatat suhu sampai meleleh sempurna⁽¹⁵⁾. Syarat titik leleh sediaan stik yang baik berdasarkan SNI 16-4769-1998 yaitu pada suhu 50 – 70°C⁽¹⁾.

Uji Daya Sebar

Pengujian daya sebar dilakukan sebanyak 0,5 gram sediaan diletakkan di atas cawan petri. Kemudian bagian atasnya diberi cawan petri yang sama, dan diberi beban 50 gram selama 1 menit. Kemudian diukur diameter penyebaran. Pengukuran dilakukan ketika sediaan berhenti menyebar Berdasarkan persyaratan daya sebar untuk sediaan topikal *semistiff* yaitu sekitar 3-5 cm⁽²¹⁾.

Uji Daya Lekat

Sebanyak 0,5 gram sediaan diletakkan di atas gelas objek, kemudian tutup dengan gelas objek yang lain dan diberikan beban 1 kg selama 5 menit. Kemudian beban diangkat dan dua gelas objek yang berlekatan diletakkan pada alat uji. Beban yang digunakan dalam pengujian yaitu 80 gram⁽²⁾. Penentuan daya lekat berupa waktu yang diperlukan sampai kedua gelas objek terlepas. Nilai uji daya lekat yang baik yaitu lebih dari 1 detik⁽²⁾.

Uji Kekerasan

Uji kekerasan menggunakan alat *texture analyzer* (TA.XT.Plus Stable Micro System). Sediaan stik ditempatkan secara terpusat dibawah jarum dengan menggunakan *needle probe* P/2N yang menembus ke dalam sediaan dengan kecepatan 1 mm/s. Pengujian dilakukan dengan pengulangan sebanyak 3 kali⁽¹⁶⁾. Sediaan stik dikatakan lunak apabila kedalaman jarum 9-10,5 mm⁽¹⁾.

Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan adalah ANOVA (*Analysis of Variance*) menggunakan aplikasi *Design Expert* dengan metode *Simplex Lattice Design* dengan data-data yang diperoleh dihitung rata-ratanya kemudian dianalisis dengan uji ANOVA. Analisis ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi setil alkohol dan lanolin terhadap formula optimum balsam stik dengan respon uji daya sebar, uji daya lekat, dan uji kekerasan.

Uji ANOVA dilakukan untuk menentukan signifikansi analisis respon antar variabel dan dapat mengetahui model yang disarankan. Setelah diperoleh nilai signifikansi, maka selanjutnya melihat nilai *desirability*. *Desirability* merupakan nilai fungsi yang menunjukkan kemampuan program untuk memenuhi keinginan berdasarkan kriteria yang ditetapkan. Semakin nilai *desirability* mendekati nilai 1, maka semakin tinggi nilai ketepatan formulasi⁽¹⁰⁾.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Respon

Data pada masing-masing respon dimasukkan ke dalam aplikasi *Design Expert Version 13* metode *Simplex Lattice Design* untuk mendapatkan hasil analisis ANOVA (*Analysis of Variances*). Hasil analisis ANOVA respon daya sebar, daya lekat, dan kekerasan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis ANOVA respon daya sebar, daya lekat, dan kekerasan

Parameter Analisis	Uji Daya Sebar	Uji Daya Lekat	Uji Kekerasan
Model (<i>p-value</i> <0,05)	0,0025	0,0006	0,2484
Lack of fit	0,8858	0,0956	0,7781
R-squared	0,8054	0,8764	0,6069
Adjusted R-squared	0,7729	0,8558	0,3120
Predicted R-squared	0,5654	0,7908	-0,3095
Adequated precision	93,953	123,012	35,603
Mixture order	Linear model	Linear model	Cubic model

Variabel independen terdiri dari setil alkohol dan lanolin sedangkan variabel dependen terdiri dari uji daya sebar, uji daya lekat, dan uji kekerasan. Analisis ANOVA menghasilkan beberapa parameter analisis seperti kecocokan model, *lack of fit*, koefisien relasi (R^2), koefisien korelasi prediksi (*Predicted* R^2), *adjusted* R^2 dan *adeq precision*⁽¹¹⁾. Hasil analisa model *p-value* menunjukkan berapa banyak variasi dalam respon yang dapat dijelaskan oleh model. Jika nilai *p-value* <0,05, maka model dapat dinyatakan signifikan yang dimana model cocok dengan data, sedangkan nilai *lack of fit* jika nilai >0,05, maka dapat dinyatakan tidak signifikan yang dimana *lack of fit* untuk menilai ketidaktepatan model yang harus dinyatakan dengan tidak signifikan agar model tetap diterima. Pada nilai koefisien relasi R^2 menunjukkan seberapa jauh nilai dependen (daya sebar, daya lekat dan kekerasan) dapat dipengaruhi oleh nilai independen (setil alkohol dan lanolin). Nilai R^2 memiliki ketentuan dengan nilai antara 0-1 yang dimana semakin mendekati angka 1, maka hasil analisa semakin baik. Pada nilai koefisien korelasi prediksi (*Predicted* R^2) menunjukkan seberapa baik suatu model untuk melakukan prediksi dari data-data yang disajikan. Pada nilai *adjusted* R^2 menunjukkan

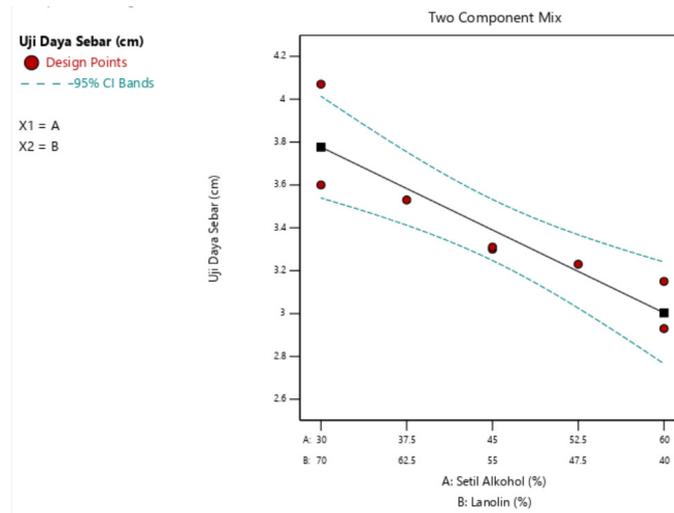
jumlah rata-rata hasil respon yang dapat dijelaskan oleh model dan mengukur tingkat keyakinan variabel independen secara tepat dalam mempengaruhi prediksi model. Untuk selisih antara *predicted* R^2 dan *adjusted* R^2 yaitu <0,2 dinyatakan model cocok dengan data. Pada nilai *adeq precision* menunjukkan hasil dari membandingkan kisaran nilai prediksi pada desain dengan rata-rata kesalahan prediksi dengan ketentuan nilai >4 dinyatakan model telah memadai⁽¹⁷⁾.

Koefisien dari variabel setiap respon dalam bentuk persamaan mewakili perubahan yang diharapkan sehingga mempengaruhi hasil yang diberikan. Hasil positif pada koefisien menunjukkan efek yang baik pada hasil respon, sedangkan hasil negatif menunjukkan efek menurunkan hasil respon yang diberikan. Semakin besar koefisien, maka semakin besar juga respon yang akan dihasilkan⁽¹¹⁾.

Analisis Respon Daya Sebar

Hasil analisis ANOVA didapatkan koefisien berbagai faktor terhadap respon yang dibuat dalam bentuk rumus persamaan. Uji daya sebar = $Y = 3,00 A + 3,78 B$

Hasil *contour plot* uji daya sebar yang didapatkan dari *Simplex Lattice Design* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Hasil *contour plot* uji daya sebar

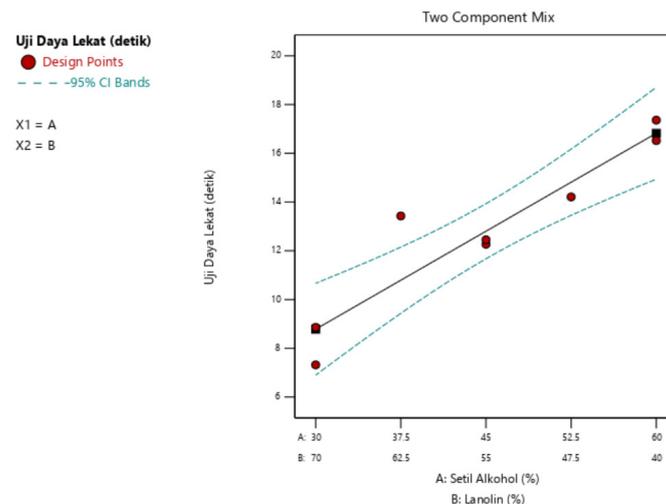
Hasil uji ANOVA dengan respon uji daya sebar dapat dilihat pada tabel 4. Analisis terhadap respon uji daya sebar disarankan model *linear* dengan nilai *p-value* 0,0025 menunjukkan model yang signifikan, *lack of fit* tidak signifikan dengan nilai 0,8858 menunjukkan model yang disarankan diterima, R^2 dengan nilai 0,8054 menunjukkan hasil analisa model semakin baik, *adjusted R²* dengan nilai 0,7729 serta *predicted R²* dengan nilai 0,5654 memiliki hasil selisih antara *adjusted R²* dan *predicted R²* sebesar 0,2075 menunjukkan model yang disarankan tidak cocok dengan data yang didapatkan, dan *adeq precision* dengan nilai

93,953 menunjukkan model telah memadai. Pada koefisien persamaan uji daya sebar dapat dilihat pada persamaan yang menunjukkan bahwa lanolin memiliki nilai lebih besar yang dinyatakan bahwa lanolin sangat berpengaruh terhadap respon daya sebar.

Analisis Respon Daya Lekat

Hasil analisis ANOVA didapatkan koefisien berbagai faktor terhadap respon yang dibuat dalam bentuk rumus persamaan. Uji daya lekat = $Y = 16,82 A + 8,78 B$

Hasil *contour plot* uji daya lekat yang didapatkan dari *Simplex Lattice Design* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil *contour plot* uji daya lekat

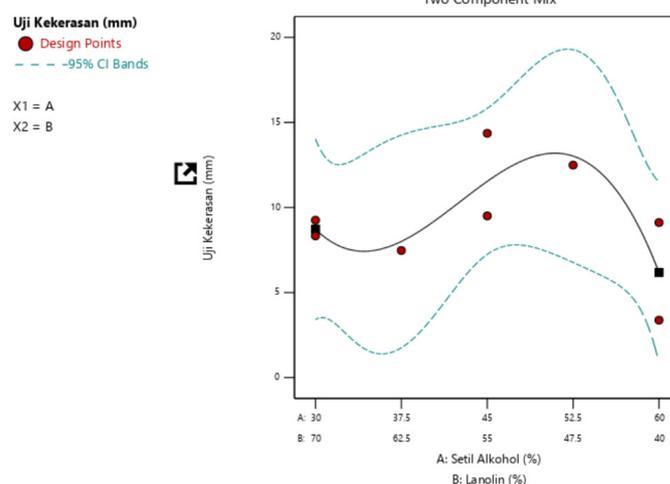
Hasil uji ANOVA dengan respon uji daya lekat dapat dilihat pada tabel 4. Analisis terhadap respon uji daya lekat disarankan model *linear* dengan nilai *p-value* 0,0006 menunjukkan model yang signifikan, *lack of fit* tidak signifikan dengan nilai 0,0956 menunjukkan model yang disarankan diterima, R^2 dengan nilai 0,8764 menunjukkan hasil analisa model semakin baik, *adjusted R²* dengan nilai 0,8558 serta *predicted R²* dengan nilai 0,7908 memiliki hasil selisih antara *adjusted R²* dan *predicted R²* sebesar 0,065 menunjukkan model yang disarankan cocok dengan data yang didapatkan, dan *adeq precision* dengan nilai 123,012 menunjukkan model telah

memadai. Pada koefisien persamaan uji daya lekat dapat dilihat pada persamaan yang menunjukkan bahwa setil alkohol memiliki nilai lebih besar yang dinyatakan bahwa setil alkohol sangat berpengaruh terhadap respon daya lekat.

Analisis Respon Kekerasan

Hasil analisis ANOVA didapatkan koefisien berbagai faktor terhadap respon yang dibuat dalam bentuk rumus persamaan. Uji kekerasan = $Y = 6,18 A + 8,73 B + 16,32 AB$

Hasil *contour plot* uji kekerasan yang didapatkan dari *Simplex Lattice Design* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil contour plot uji kekerasan

Hasil uji ANOVA dengan respon uji kekerasan dapat dilihat pada tabel 4. Analisis terhadap respon uji kekerasan disarankan model *cubic* dengan nilai *p-value* 0,2484 menunjukkan model tidak signifikan, *lack of fit* tidak signifikan dengan nilai 0,7781 menunjukkan model yang disarankan diterima, R^2 dengan nilai 0,6069 menunjukkan hasil analisa model semakin baik, *adjusted R²* dengan nilai 0,3120 serta *predicted R²* dengan nilai 0,3095 memiliki hasil selisih antara *adjusted R²* dan *predicted R²* sebesar 0,0025 menunjukkan model yang disarankan cocok dengan data yang didapatkan, dan *adeq precision*

dengan nilai 35,603 menunjukkan model telah memadai. Pada koefisien persamaan uji kekerasan dapat dilihat pada persamaan yang menunjukkan bahwa lanolin memiliki nilai lebih besar yang dinyatakan bahwa lanolin sangat berpengaruh terhadap respon kekerasan.

Optimasi Formula Optimum Balsam Stik

Penentuan kriteria target, batas atas, dan batas bawah untuk penentuan optimasi sediaan balsam stik dapat dilihat pada tabel 5.

Hasil solusi kombinasi setil alkohol dan lanolin yang optimum dengan metode

Simplex Lattice Design dari aplikasi *Design Expert* dapat dilihat pada tabel 6.

Hasil dari grafik desirability kombinasi setil alkohol dan lanolin yang optimum dapat dilihat pada gambar 4.

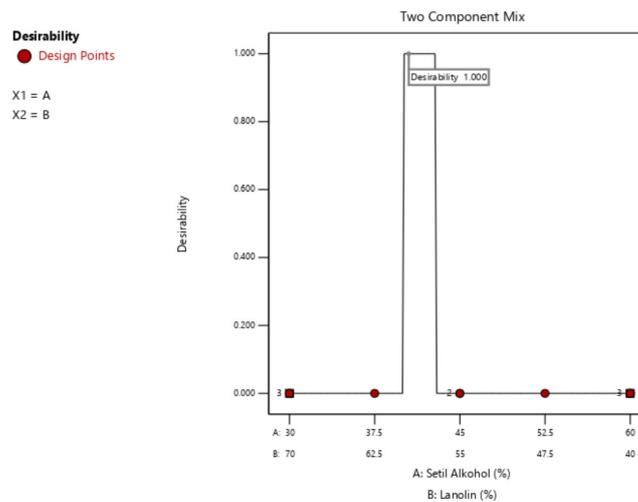
Hasil solusi kombinasi setil alkohol dan lanolin yang optimum dengan metode *Simplex Lattice Design* dari aplikasi *Design Expert* dimasukkan ke dalam formula balsam stik pada tabel 7.

Tabel 5. Kriteria target, batas atas, dan batas bawah optimasi balsam stik

Nama	Target	Batas Bawah	Batas Atas
Setil alkohol (%)	In range	30	60
Lanolin (%)	In range	40	70
Uji daya sebar (cm)	In range	3	4,07
Uji daya lekat (detik)	In range	7,32	17,36
Uji kekerasan (mm)	In range	9	10,5

Tabel 6. Hasil solusi formula optimum dari aplikasi *Design Expert*

Setil Alkohol (%)	Lanolin (%)	Daya Sebar (cm)	Daya Lekat (detik)	Kekerasan (mm)	Desirability
40,5	59,5	3,506	11,597	9,259	1,000



Gambar 4. Grafik desirability formula optimum dari aplikasi *Design Expert*

Tabel 7. Formula optimum balsam stik

Nama Bahan	Formula (%)
Campora	5
Menthol	2,75
Cera alba	20
Setil alkohol	4,05
Lanolin	5,95
Vaselin album	ad 100

Hasil pembuatan sediaan balsam stik dengan formula optimum dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Sediaan balsam stik formula optimum

Optimasi formula optimum sediaan balsam stik diperoleh melalui aplikasi *Design Expert Version 13* dengan menggunakan metode *Simplex Lattice Design*. Penentuan kriteria target, batas atas, dan batas bawah untuk penentuan optimasi sediaan balsam stik dapat dilihat pada tabel 1. Dalam penentuan kriteria target untuk setil alkohol yaitu *in range* dengan batas bawah 30% dan batas atas 60%. Kriteria target untuk lanolin

yaitu *in range* dengan batas bawah 40% dan batas atas 70%. Kriteria target untuk respon uji daya sebar yaitu *in range* dengan batas bawah 3 cm dan batas atas 4,07 cm. Kriteria target untuk respon uji daya lekat yaitu *in range* dengan batas bawah 7,32 detik dan batas atas 17,36 detik. Kriteria target untuk respon uji kekerasan yaitu *in range* dengan batas bawah 9 mm dan batas atas 10,5 mm.

Dari kriteria target optimum tersebut didapatkan hasil formula optimum yang disarankan oleh aplikasi *Design Expert* dengan hasil kombinasi konsentrasi setil alkohol 40,5% dan lanolin 59,5% dengan hasil prediksi nilai respon uji daya sebar 3,506 cm, daya lekat 11,597 detik, dan kekerasan 9,259 mm. Dari hasil solusi konsentrasi dan prediksi respon uji tersebut menghasilkan *desirability* sebesar 1,000 yang menandakan sangat baik. Karena sesuai dengan ketentuan untuk *desirability* yaitu semakin mendekati nilai 1, maka semakin tinggi nilai ketepatan formulasi ⁽¹⁰⁾. Hasil pengujian respon uji formula optimum sediaan balsam stik yang telah dibuat secara langsung dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Respon uji formula optimum sediaan balsam stik

Daya Sebar (cm) Mean ± SD	Daya Lekat (detik) Mean ± SD	Kekerasan (mm) Mean ± SD
3,62 ± 0,08	10,92 ± 0,44	9,029 ± 0,31

Evaluasi Sifat Fisik Sediaan Balsam Stik Formula Optimum

Uji Organoleptis

Hasil yang didapatkan dari uji organoleptis sediaan balsam stik formula optimum menunjukkan hasil warna, bau, bentuk, rasa dan tekstur yang dapat dilihat pada tabel 10.

Uji organoleptis dilakukan untuk melihat tampilan fisik sediaan balsam stik. Pengujian organoleptis dilakukan dengan mengamati sediaan secara langsung dengan

mengamati bentuk, warna, bau, serta tekstur dari sediaan tersebut. Hasil yang didapatkan dari uji organoleptis sediaan balsam stik formula optimum yaitu memiliki bentuk stik atau batang, rasa hangat dengan wangi khas camphor dan menthol serta tidak tengik, dan berwarna putih sedikit kuning. Sediaan balsam stik formula optimum dapat dilihat pada gambar 5. Kriteria uji organoleptis dari sediaan setengah padat yang baik adalah warna, bau dan bentuk memenuhi spesifikasi bahan yang digunakan dan dapat diterima sesuai dengan kebutuhan ⁽⁷⁾.

Tabel 10. Hasil uji organoleptis balsam stik formula optimum

Sampel	Warna	Bau	Bentuk	Rasa	Tekstur
Formula optimum	Putih sedikit kuning	Khas	Stik	Hangat	Lembut

Uji Homogenitas

Hasil Uji homogenitas dapat dilihat pada tabel 11, dan dilakukan sebagai bentuk pengamatan sifat fisik sediaan balsam stik. Hasil yang didapatkan dari uji homogenitas sediaan balsam stik yaitu pada formula optimum didapatkan sediaan yang homogen, tidak ada butiran kasar, dan tidak ada gumpalan padat. Homogenitas sediaan yang baik menunjukkan bahan tercampur homogen dan tidak adanya gumpalan padat^(7,18).

Tabel 11. Hasil uji homogenitas balsam stik formula optimum

Sampel	Hasil
Formula optimum	Homogen

Uji pH

Hasil yang didapatkan dari uji pH sediaan balsam stik formula optimum dengan alat pH universal dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil uji pH balsam stik formula optimum

Sampel	Hasil
Formula optimum	pH 5

Uji pH dilakukan untuk melihat nilai pH pada sediaan balsam stik. Nilai pH sediaan harus sesuai dengan pH kulit agar sediaan tidak merusak kulit. Hasil yang didapatkan dari uji pH sediaan balsam stik yaitu pada formula optimum didapatkan sediaan yang memiliki nilai pH 5. Nilai pH yang baik pada sediaan balsam stik menurut SNI 16-4399-1996 adalah 4,5-8,0⁽¹⁹⁾.

Uji Titik Leleh

Hasil yang didapatkan dari uji titik leleh sediaan balsam stik formula optimum dengan alat *melting point* menunjukkan hasil titik leleh dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Hasil uji titik leleh balsam stik formula optimum

Sampel	Hasil
Formula optimum	58°C

Uji titik leleh dilakukan untuk melihat titik leleh dari sediaan dengan mengukur suhu awal sediaan meleleh. Titik leleh yang cukup tinggi memiliki stabilitas yang baik pada suhu kamar (15). Hasil yang didapatkan dari uji titik leleh sediaan balsam stik yaitu pada formula optimum memiliki titik leleh 58°C. Syarat titik leleh sediaan stik yang baik menurut SNI 16-4769-1998 yaitu pada suhu 50 – 70°C⁽²⁰⁾.

Pengujian Respon

Pengujian daya sebar suatu sediaan dilakukan untuk mengetahui besarnya gaya yang diperlukan untuk menyebar pada saat sediaan dioleskan pada kulit. Uji daya sebar diamati untuk menjamin pemerataan balsam saat diaplikasikan pada kulit. Hasil yang didapatkan dari uji daya sebar sediaan balsam stik formula optimum yaitu dengan nilai $3,62 \pm 0,08$ cm. Berdasarkan persyaratan daya sebar untuk sediaan topikal *semistiff* yaitu sekitar 3-5 cm⁽²¹⁾. Pengujian daya lekat suatu sediaan dilakukan untuk mengetahui kemampuan sediaan balsam menempel pada permukaan kulit setelah dioleskan. Hasil yang didapatkan dari uji daya lekat sediaan balsam stik formula optimum yaitu dengan nilai $10,92 \pm 0,44$ detik. Berdasarkan syarat uji daya lekat untuk sediaan balsam stik yaitu lebih dari 1 detik. Pengujian kekerasan suatu sediaan dilakukan untuk mengetahui tekstur dari suatu sediaan stik. Uji kekerasan dibutuhkan untuk karakteristik fisik dan konsistensi suatu sediaan stik⁽¹⁶⁾. Hasil yang didapatkan dari uji kekerasan sediaan balsam stik formula optimum yaitu dengan nilai $9,029 \pm 0,31$ mm. Sediaan dikatakan lunak apabila kedalaman jarum 9-10,5 mm⁽¹⁾.

SIMPULAN

Konsentrasi optimum dari kombinasi setil alkohol dan lanolin dalam formula sediaan balsam stik menggunakan metode Simplex Lattice Design yaitu formula optimum dapat diperoleh pada konsentrasi setil alkohol 40,5% dan lanolin 59,5%. Didapatkan hasil sifat fisik formula optimum sediaan balsam stik pada respon uji daya sebar yaitu $3,62 \pm 0,08$ cm, uji daya lekat $10,92 \pm 0,44$ detik, dan uji kekerasan $9,029 \pm 0,31$ mm memberikan hasil yang baik dan memenuhi persyaratan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Nugrahaeni F, Efendi K, Aziz AK. The Anti-Inflammatory Activity of Cherry Leaf Extract (*Muntingia Calabura L.*) Balm Stick. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2022 Jun 1;1041(1):012069.
2. I Komang Ary Werdhi Widnyana, Windah Anugrah Subaidah, Nisa Isneni Hanifa. Optimasi Formula Stick Balm Minyak Atsiri Daun Sereh (*Cymbopogon citratus*). *J Penelit Farm Indones.* 2021 Dec 31;10(2):16–24.
3. Jumriani J, Sinala S, Ibrahim I. Formulasi Sediaan Balsem Stik Dari Lada Putih (*Piper album*). *J Mandala Pharmacon Indonesia.* 2022 Dec 27;8(2):141–50.
4. Rowe R, Sheskey PJ, Quinn ME. *Handbook of Pharmaceutical Excipients.* Sixth Edition. Washington USA: Pharmaceutical Press and American Pharmaceutical Association; 2009.
5. Hoang D, Wong A, Olympia RP. Looking Back to Move Forward: The Current State of Research on the Clinical Applications of Camphor- and Menthol-Containing Agents. *Cureus [Internet].* 2023 Jul 5 [cited 2024 Nov 21]; Available from: <https://www.cureus.com/articles/140551-looking-back-to-move-forward-the-current-state-of-research-on-the-clinical-applications-of-camphor--and-menthol-containing-agents>
6. Lianda SO. Formulation and Evaluation of Balm Stick from Red Ginger (*Zingiber officinale* Rose) Oleoresin as Muscle and Hinge Pain Relief. 2021;4(1).
7. Allen LV Jr. Dosage form design and development. *Clin Ther.* 2008 Nov;30(11):2102–11.
8. Iwata H, Shimada K. *Formulas, Ingredients and Production of Cosmetics: Technology of Skin- and Hair-Care Products in Japan [Internet].* Tokyo: Springer Japan; 2013 [cited 2024 Nov 21]. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/978-4-431-54061-8>
9. Dayan N, editor. *Handbook of formulating dermal applications: a definitive practical guide.* Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc; 2017. 1 p.
10. Sopyan I, Gozali D, Sriwidodo S, Guntina R. Design-Expert Software (doe): An Application Tool for Optimization in Pharmaceutical Preparations Formulation. *Int J Appl Pharm.* 2022 Jul 7;55–63.
11. Bolton S, Bon C. *Pharmaceutical statistics: practical and clinical applications.* 4th ed., rev.expanded. New York: M. Dekker; 2004. 755 p. (Drugs and the pharmaceutical sciences).
12. Eccles R, Jawad M, Ramsey DL, Hull JD. Efficacy of a Topical Aromatic Rub (Vicks VapoRub[®])-Speed of Action of Subjective Nasal Cooling and Relief from Nasal Congestion. *Open J Respir Dis.* 2015;05(01):10–8.
13. Lachman L, Lieberman HA. *Teori dan praktek farmasi industri I.* Penerjemah: Siti Suyatmi. Jakarta: Universitas Indonesia Press; 1994.
14. Wulandari J, Fahrulsyah F, Agasi TN, Joen DAZ. Karakteristik Sediaan Balsem Stick Dengan Variasi Formulasi Penambahan Minyak Daun *Eucalyptus Globulus*. *J Pengemb Agroindustri Terap [Internet].* 2024 June 9 [cited 2024 Nov 21];3(1). Available from: <https://jurnal.polinela.ac.id/jupiter/article/view/3452>
15. Tusilowati DA, Sugihartini N. Rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*) extract lip balm: optimization of the composition of beeswax and paraffin wax as a base. *J Halal Sci Res.* 2023 Feb 18;4(1):28–40.

16. Kasparaviciene G, Savickas A, Kalveniene Z, Velziene S, Kubiliene L, Bernatoniene J. Evaluation of Beeswax Influence on Physical Properties of Lipstick Using Instrumental and Sensory Methods. Sforcin JM, editor. Evid Based Complement Alternat Med. 2016 Jan;2016(1):3816460.
17. Kavita Sari A, Saryanti D. Optimasi penggunaan Karbopol dan Na CMC pada gel ekstrak etanol daun kayu putih dengan metode simplex lattice design. J Ilm Manuntung. 2021;7(2):175–81.
18. Ansel HC. Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi. IV. Jakarta: Universitas Indonesia Press; 1989. 144 p.
19. Aulton, M. E., & Taylor, K. Pharmaceutics: The Science of Dosage Form Design. 4th ed. Bangladesh: Churchill Livingstone.; 2018.
20. Badan Standarisasi Nasional. Cara uji Cemaran logam dalam makanan 01-2896-1998: SNI. 1998;4–6.
21. Garg A, Aggarwal D, Garg S, Singla AK. Spreading of Semisolid Formulations. Update Pharm Technol. 2002 Sep;13.