

## Optimasi Sediaan Gel Antioksidan Ekstrak Temu Putih (*Curcuma zedoaria*) menggunakan *Gelling Agent* Natrium Alginat dan Humektan Propilen Glikol

### The Optimization of Sodium Alginate and Propylene Glycol in Antioxidant Gel Formulation Containing White Turmeric Extract (*Curcuma zedoaria*)

Alfitri Lusiana<sup>1</sup>, Yuliawati<sup>1</sup>, Puspa Dwi Pratiwi<sup>1</sup>, Novia Tri Astuti<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Pharmacy, Faculty of Medicine and Health Science, Universitas Jambi, Indonesia

Submitted : 2 February 2025

Reviewed : 26 July 2025

Accepted: 31 July 2025

#### ABSTRAK

Rimpang Temu putih (*Curcuma zedoaria*) memiliki aktivitas sebagai antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi optimal natrium alginat dan propilen glikol terhadap sifat fisik gel dan aktivitas antioksidan antara ekstrak etanol dan sediaan gel rimpang temu putih. Formulasi gel menggunakan metode *Simplex Lattice Design*, variasi perbandingan natrium alginat (A) dan propilen glikol (B), yaitu: F1 (3% A:8% B), F2 (2% A:9% B), F3 (2,5% A:8,5% B), F4 (1% A:10% B), dan F5 (1,5% A:9,5% B). Setiap formula diuji secara fisik untuk menentukan formula optimal menggunakan *software Design Expert ver. 13*, dengan uji statistik *one-sample t-test*. Uji antioksidan menggunakan metode DPPH. Hasil studi menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi natrium alginat memperkuat viskositas dan daya lekat gel, sedangkan peningkatan propilen glikol memperbaiki daya sebar dan pH. Formula gel optimal adalah natrium alginat (2,98%) dan propilen glikol (8%). Aktivitas antioksidan ekstrak etanol dan gel ekstrak rimpang temu putih IC<sub>50</sub> 50,169 ppm dan 67,675 ppm.

**Kata kunci:** *Curcuma zedoria*, Gel, Natrium Alginat, Propilen Glikol, Antioksidan

#### ABSTRACT

Temu putih rhizome (*Curcuma zedoaria*) has an antioxidant activity. This study aimed to optimize the combination of sodium alginate and propylene glycol in gel formulations and compare the antioxidant activity of the ethanol extract and gel form. Gel formulations were developed using a *Simplex Lattice Design*, with varying ratios of sodium alginate (A) and propylene glycol (B): F1 (3% A:8% B), F2 (2% A:9% B), F3 (2.5% A:8.5% B), F4 (1% A:10% B), and F5 (1.5% A:9.5% B). Physical properties were evaluated to determine the optimal formula using *Design Expert version 13* and *one-sample t-test*. Antioxidant activity was assessed via the DPPH method. Results showed that sodium alginate increased viscosity and adhesiveness, while propylene glycol improved spreadability and pH. The optimal formulation contained 2.98% sodium alginate and 8% propylene glycol. The ethanol extract and gel showed IC<sub>50</sub> values of 50.169 ppm and 67.675 ppm, respectively.

**Keywords:** *Curcuma zedoria*, Gel, Natrium Alginat, Propilen Glicol, Antioxidant

#### Corresponding author:

Name : Novia Tri Astuti  
Affiliation : Department of Pharmacy, Faculty of Medicine and Health Science, Universitas Jambi, Indonesia  
E-mail : [noviatriastuti@unjia.ac.id](mailto:noviatriastuti@unjia.ac.id)

## PENDAHULUAN

Temu putih (*Curcuma zedoaria*) termasuk dalam keluarga *Zingiberaceae*, yang juga mencakup kunyit dan jahe. Meskipun tidak begitu populer seperti rempah-rempah lainnya, temu putih memiliki sejumlah manfaat kesehatan yang luar biasa. Kandungan senyawa fenol dan flavonoid yang ada di dalamnya membuatnya memiliki efek antioksidan yang dapat membantu melawan radikal bebas di tubuh. Ekstrak polifenol dari rimpang *Curcuma zedoaria* menunjukkan potensi sebagai agen antioksidan antiinflamasi, dan anti-diabetes dengan menghambat aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dan  $\alpha$ -glukosidase pada nilai  $IC_{50}$  masing-masing  $5,89 \pm 0,23$  dan  $9,62 \pm 0,11 \mu\text{g/mL}$  (1–5). Selain itu, temu putih juga dikenal memiliki manfaat sebagai anti-inflamasi, membantu pencernaan, dan bahkan digunakan dalam beberapa pengobatan tradisional untuk meredakan gangguan seperti sakit perut atau nyeri sendi. Karena keberadaannya yang semakin langka di pasar, banyak orang menjadi kurang familiar dengan manfaatnya (3,5,6).

Gel merupakan formulasi semipadat yang terdiri dari partikel halus atau molekul organik besar yang terdispersi dalam media cair. Produk gel banyak dipilih karena kemampuannya untuk cepat mengering, membentuk lapisan tipis yang mudah dihapus, serta memberikan sensasi sejuk saat digunakan pada permukaan kulit. Dalam pembuatan gel, penambahan bahan pembentuk massa gel sangat penting untuk memperoleh karakteristik yang sesuai dengan spesifikasi atau parameter yang diinginkan (7–9). Uji stabilitas fisik pada sediaan gel bertujuan untuk memastikan bahwa sifat fisik gel tetap konsisten setelah pembuatan dan tidak berubah selama penyimpanan. Untuk memperoleh nilai kestabilan suatu sediaan farmasi atau kosmetik, uji kestabilan dilakukan dalam waktu singkat agar dapat menilai perubahan yang mungkin terjadi dalam kondisi penyimpanan (8,10,11).

Optimasi formulasi gel dapat dilakukan melalui penerapan metode Simplex Lattice Design (SLD), yang bertujuan untuk mengidentifikasi konsentrasi bahan optimal guna memperoleh formula dengan sifat fisik terbaik dan diterima secara baik oleh konsumen. Metode ini memungkinkan perancangan formula dengan berbagai kombinasi komposisi bahan yang berbeda, sehingga menghasilkan gel dengan karakteristik fisik yang diinginkan (12–14). Simplex Lattice Design dipilih karena efisiensinya yang tinggi dan kemampuannya untuk menghindari pendekatan coba-coba (trial and error) dalam penentuan formula. Metode ini juga memungkinkan prediksi respons yang stabil dan konsisten dengan desain yang diinginkan, untuk mencapai sediaan gel yang ideal. Dalam penelitian ini, kombinasi Natrium Alginat sebagai agen pengental dan Propilen Glikol sebagai humektan digunakan untuk optimasi (3,15,16).

## METODE PENELITIAN

### 1. Alat dan Bahan

Sampel rimpang temu putih (*Curcuma zedoaria*) sebanyak tiga kilogram dari Balitro IPB, Kota Bogor dan diidentifikasi di Herbarium Taksonomi Tumbuhan, Universitas Padjajaran. Rimpang dicuci, dipotong, dan dikeringkan selama tujuh hari di tempat teduh sebelum disortasi kering. Selanjutnya, rimpang dihancurkan menggunakan blender dan disaring untuk memperoleh serbuk simplisia.

### 2. Metode

Penelitian menggunakan rancangan metode *Simplex Lattice Design* (SLD), yang melibatkan perbandingan komposisi natrium alginat dan propilen glikol yang masing-masing perannya sebagai *gelling agent* dan humektan.

### 3. Analisis Data

Verifikasi terhadap respons formula optimal yang diperoleh akan dilakukan dengan membandingkan hasil respons prediktif dari SLD (*Simplex Lattice Design*) menggunakan uji statistik *one sample t-test* pada tingkat kepercayaan 95%. Nilai  $p > 0,05$ ; artinya tidak terdapat perbedaan signifikan, sehingga persamaan yang dihasilkan melalui optimasi metode *Simplex Lattice Design* dinyatakan valid. Sedangkan,  $p < 0,05$ , terdapat perbedaan signifikan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Determinasi Tumbuhan

Determinasi rimpang temu putih dilaksanakan di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan, Jurusan Biologi FMIPA UNPAD, berdasarkan surat nomor 48/HB/01/2023. Hasil identifikasi mengonfirmasi bahwa benar sampel yang digunakan rimpang temu putih dari famili *Zingiberaceae*, kelas *Liliopsida*, dengan spesies *Curcuma zedoaria* (Christm.).

### 2. Ekstraksi Sampel

Penelitian ini menggunakan rimpang temu putih sebanyak tiga kg yang digiling menjadi serbuk (bobot serbuk adalah 279 gram). Ekstraksi serbuk simplisia dilakukan melalui metode maserasi, dilanjutkan dengan proses menghilangkan pelarut dengan *rotary evaporator* (T 55°C). Hasil ekstraksi memperoleh ekstrak kental sebanyak 58 gram dengan rendemen 20,86% terhadap bobot serbuk yang digunakan. Hasil ini sesuai dengan standar rendemen ekstrak rimpang temu putih yang diharapkan, yakni tidak kurang dari 19% (Farmakope Herbal Indonesia, FHI). Rendemen yang lebih rendah dari angka tersebut dapat menunjukkan ketidaksempurnaan dalam durasi ekstraksi atau kualitas bahan baku yang kurang memadai (17–19).

### 3. Skrining Fitokimia Sampel

Skrining fitokimia dilakukan dengan reagen pendeteksi golongan senyawa tertentu. Kandungan fitokimia dari ekstrak etanol *C. zedoria* dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Skrining Fitokimia

| Skrining Fitokimia | Reagen                  | Hasil | Keterangan            |
|--------------------|-------------------------|-------|-----------------------|
| Alkaloid           | HCL 2N                  | -     | Tidak ada             |
| Flavonoid          | Serbuk Mg dan HCL Pekat | +     | Warna merah<br>jingga |
| Tanin              | FeCl <sub>3</sub>       | +     | Warna hijau           |
| Saponin            | HCL 2N                  | +     | Terbentuk busa        |

Keterangan: (+):Terdapat Senyawa uji; (-):Tidak terdapat Senyawa uji

Hasil skrining fitokimia ekstrak *C. zedoria* mengidentifikasi keberadaan senyawa flavonoid, saponin, dan tannin. Uji alkaloid menunjukkan hasil negatif, yang ditandai dengan tidak terjadinya pembentukan endapan putih setelah penambahan HCl 2N (20). Sementara itu, uji tannin memberikan hasil positif, terlihat dari munculnya warna hijau kehitaman sebagai indikasi terbentuknya kompleks antara tannin dan FeCl<sub>3</sub>. Pada uji saponin, terbentuk busa yang stabil setelah penambahan HCl 2N, karena saponin merupakan glikosida amfipatik yang dapat menghasilkan busa ketika dikocok. Senyawa flavonoid dan tannin pada temu putih berfungsi sebagai antioksidan (6,21)

### 4. Pembuatan Gel Ekstrak Temu Putih

Pembuatan sediaan gel dilakukan dengan lima formula, masing-masing direplikasi sebanyak tiga kali. Perbedaan antara formula terletak pada perbandingan konsentrasi natrium alginat dan propilen glikol yang ditentukan berdasarkan optimasi dengan aplikasi *Design Expert*. Perbandingan natrium alginat dan propilen glikol pada masing-masing formula adalah F1 (3:8), F2 (2:9), F3 (2,5:8,5), F4 (1:10), dan F5 (1,5:9,5). Natrium alginat dipilih karena kandungan lendirnya yang tinggi hingga 40%, sifat penyebaran yang baik, serta tidak lengket, tidak berminyak, dan memiliki sifat emolien. Sedangkan, Propilen glikol dipilih karena kemampuannya meningkatkan kelarutan bahan aktif dalam pembawa serta memperbaiki penyebaran gel pada kulit (11,22).

### 5. Evaluasi Gel Antioksidan Gel Ekstrak Temu Putih

Berdasarkan hasil pengamatan dari berbagai formula gel dengan variasi natrium alginat dan propilen glikol, diketahui bahwa semua formula mempunyai aroma khas aromatis dengan warna kecoklatan, namun memiliki tekstur yang berbeda-beda. Semakin tinggi kadar natrium alginat dan semakin rendah kadar propilen glikol, semakin kental sediaan gel yang dihasilkan. Hasil uji organoleptis sudah sesuai menurut SNI 16-4399-1996 (Tabel 2)

**Tabel 2.** Organoleptis Sediaan

| Formula | Bentuk         | Warna      | Bau          | Tekstur       |
|---------|----------------|------------|--------------|---------------|
| F1      | Setengah padat | Kecoklatan | Khas ekstrak | Sangat kental |
| F2      | Setengah padat | Kecoklatan | Khas ekstrak | Kental        |
| F3      | Setengah padat | Kecoklatan | Khas ekstrak | Kental        |
| F4      | Setengah padat | Kecoklatan | Khas ekstrak | Cair          |
| F5      | Setengah padat | Kecoklatan | Khas ekstrak | Sedikit cair  |

Ket.: F1:Komposisi gel antioksidan natrium alginate 3% dan propilen glikol 8%; F2:Komposisi gel antioksidan natrium alginate 2% dan propilen glikol 9%; F3:Komposisi gel antioksidan natrium alginate 2,5% dan propilen glikol 8,5%; F4:Komposisi gel antioksidan natrium alginate 1% dan propilen glikol 10%; F5:Komposisi gel antioksidan natrium alginate 1,5% dan propilen glikol 9,5%

### Uji Homogenitas

Hasil uji homogenitas setiap formula menunjukkan hasil homogen, karena tidak ditemukan tekstur ekstrak dalam basis sediaan gel, dan gel terlihat halus tanpa gumpalan saat pembuatan basis gel. Uji organoleptis sesuai dengan standar SNI 16-4399-1996, sebagaimana tercantum dalam Tabel 3. Selain itu, uji homogenitas menunjukkan bahwa tidak ada butiran atau gumpalan basis maupun ekstrak pada saat pengolesan, yang mengindikasikan bahwa sediaan gel telah terdistribusi secara merata, memiliki kualitas yang baik, dan dapat memberikan efek terapi yang optimal ketika diaplikasikan (9,23).

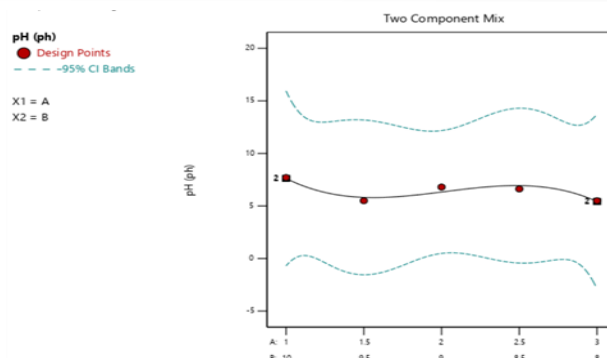
**Tabel 3.** Homogenitas

| Formula | Homogenitas |
|---------|-------------|
| F1      | Homogen     |
| F2      | Homogen     |
| F3      | Homogen     |
| F4      | Homogen     |
| F5      | Homogen     |

Ket.: F1:Komposisi gel antioksidan natrium alginate 3% dan propilen glikol 8%; F2:Komposisi gel antioksidan natrium alginate 2% dan propilen glikol 9%; F3:Komposisi gel antioksidan natrium alginate 2,5% dan propilen glikol 8,5%; F4:Komposisi gel antioksidan natrium alginate 1% dan propilen glikol 10%; F5:Komposisi gel antioksidan natrium alginate 1,5% dan propilen glikol 9,5%

### Uji pH

Berdasarkan pendekatan *Simplex Lattice Design*, persamaan untuk nilai pH sediaan gel diperoleh sebagai  $Y = -192,63(A) + 2,46(B) + 30,88(AB) + 1,48 AB(A-B)$ , di mana Y mewakili nilai pH, A adalah komposisi natrium alginat, dan B adalah komposisi propilen glikol. Persamaan ini diperoleh melalui *counterplot* pada *Simplex Lattice Design* yang ditunjukkan pada Gambar 1. Sesuai dengan SNI 16-4399-1996, nilai pH kulit yang ideal adalah 4,5-8. Semua formula gel yang diuji memiliki pH ideal, yaitu 4,5-6,5. Produk topikal yang efektif sebaiknya tidak menyebabkan iritasi, dan kemungkinan iritasi dapat meningkat jika sediaan tersebut terlalu asam atau basa (9,24).



**Gambar 1.** Grafik *countourplot* pH

Pada Tabel 4, nilai pH sediaan gel antioksidan ekstrak temu putih yang berada dalam rentang pH kulit normal adalah F1, F3, dan F5, yang konsisten pada setiap replikasinya, dengan rentang pH kulit 4,5-6,5. Namun, F2 dan F4 tidak memenuhi syarat pH. Pada optimasi menggunakan Simplex Lattice Design (SLD), pH diatur pada kriteria rentang 5-6,5. Produk yang mempunyai nilai pH terlalu asam dapat memicu iritasi, sedangkan jika terlalu basa berisiko merusak lapisan stratum korneum, yang dapat mengakibatkan kulit mengelupas dan menjadi bersisik (25,26).

**Tabel 4.** Pengujian pH

| Formula | Rata-rata $\pm$ SEM |
|---------|---------------------|
| F1      | 5,58 $\pm$ 0,209*   |
| F2      | 6,86 $\pm$ 0,021*   |
| F3      | 6,62 $\pm$ 0,014*   |
| F4      | 7,75 $\pm$ 0,017*   |
| F5      | 5,56 $\pm$ 0,128*   |

Ket: (\*) Menunjukkan data berada dalam rentang nilai dasar; F1: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 3% dan propilen glikol 8%; F2: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 2% dan propilen glikol 9%; F3: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 2,5% dan propilen glikol 8,5%; F4: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 1% dan propilen glikol 10%; F5: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 1,5% dan propilen glikol 9,5%

### Uji Daya Lekat

Uji daya lekat digunakan untuk mengevaluasi apakah gel dapat melekat pada kulit dengan mengukur durasi keterlekatannya. Standar SNI 16-4399-1996 menetapkan bahwa daya lekat pada sediaan topikal harus minimal 4 detik (10,15,26)

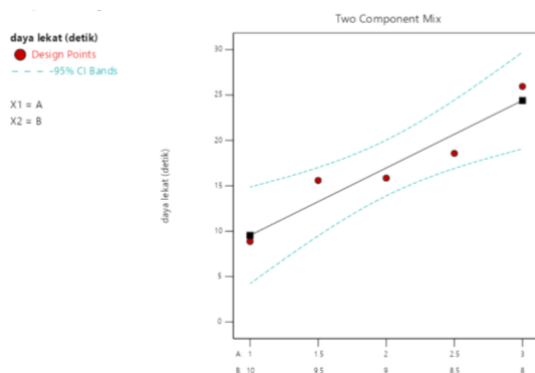
**Tabel 4.** Pengujian Daya Lekat

| Formula | Rata-rata $\pm$ SEM |
|---------|---------------------|
| F1      | 25,94 $\pm$ 0,316*  |
| F2      | 15,84 $\pm$ 0,418*  |
| F3      | 18,57 $\pm$ 0,400*  |
| F4      | 8,86 $\pm$ 0,570*   |
| F5      | 15,59 $\pm$ 0,291*  |

Ket: (\*) Menunjukkan data berada dalam rentang nilai dasar; F1: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 3% dan propilen glikol 8%; F2: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 2% dan propilen glikol 9%; F3: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 2,5% dan propilen glikol 8,5%; F4: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 1% dan propilen glikol 10%; F5: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 1,5% dan propilen glikol 9,5%

Pendekatan *Simplex Lattice Design*, persamaan untuk nilai daya lekat sediaan gel adalah  $Y=7,61(A) + 0,19(B)$ , di mana Y adalah nilai daya lekat, A adalah komposisi natrium alginat, dan B adalah komposisi propilen glikol, yang diperoleh dari counterplot pada Simplex Lattice Design (Gambar 2). Hasil grafik

optimasi SLD menunjukkan kurva linear antara kombinasi konsentrasi natrium alginat dan propilen glikol. Tabel 5 menunjukkan bahwa daya lekat dari setiap formula memenuhi persyaratan teoritis. Semakin tinggi konsentrasi natrium alginat dan semakin rendah propilen glikol, semakin lama kemampuan sediaan untuk melekat pada kulit, yang meningkatkan absorpsi zat aktif karena kontak yang lebih lama antara sediaan dan kulit. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi natrium alginat dan penurunan propilen glikol akan meningkatkan daya lekat sediaan.



**Gambar 2.** Grafik Countourplot Daya Lekat

### Uji Daya Sebar

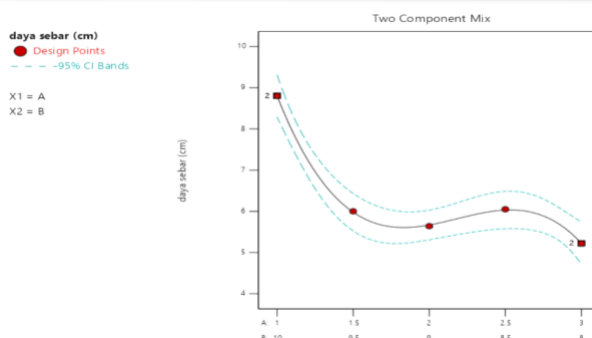
Gel ideal mempunyai area penyebaran dalam kisaran 5-7 cm. Pendekatan Simplex Lattice Design, persamaan untuk nilai daya sebar adalah  $Y = -151,62(A) + 2,66(B) + 24,41(AB) + 1,22 AB(A-B)$ , di mana Y adalah nilai daya sebar, A adalah komposisi natrium alginat, dan B adalah komposisi propilen glikol (Gambar 3).

**Tabel 5.** Pengujian Daya Sebar

| Formula | Rata-rata $\pm$ SEM |
|---------|---------------------|
| F1      | 5,22 $\pm$ 0,090*   |
| F2      | 5,64 $\pm$ 0,155*   |
| F3      | 6,05 $\pm$ 0,344*   |
| F4      | 8,80 $\pm$ 0,101*   |
| F5      | 6,01 $\pm$ 0,080*   |

Ket: (\*) Menunjukkan data berada dalam rentang nilai dasar; F1: Komposisi gel antioksidan natrium alginate 3% dan propilen glikol 8%; F2: Komposisi gel antioksidan natrium alginate 2% dan propilen glikol 9%; F3: Komposisi gel antioksidan natrium alginate 2,5% dan propilen glikol 8,5%; F4: Komposisi gel antioksidan natrium alginate 1% dan propilen glikol 10%; F5: Komposisi gel antioksidan natrium alginate 1,5% dan propilen glikol 9,5%

Tabel 6, daya sebar yang memenuhi syarat adalah F1, F2, F3, dan F5, sementara F4 tidak memenuhi syarat. Hal ini dipengaruhi oleh viskositas, di mana peningkatan viskositas akan mengurangi penyebaran sediaan, dan sebaliknya. Semakin tinggi konsentrasi natrium alginat dan semakin rendah konsentrasi propilen glikol, daya sebar gel akan semakin berkurang. Grafik optimasi SLD menunjukkan bahwa kurva kombinasi natrium alginat dan propilen glikol tidak linear, karena penurunan konsentrasi natrium alginat dan peningkatan konsentrasi propilen glikol cenderung meningkatkan penyebaran sediaan uji.



**Gambar 3.** Grafik *Countourplot* Daya Sebar

### Uji Viskositas

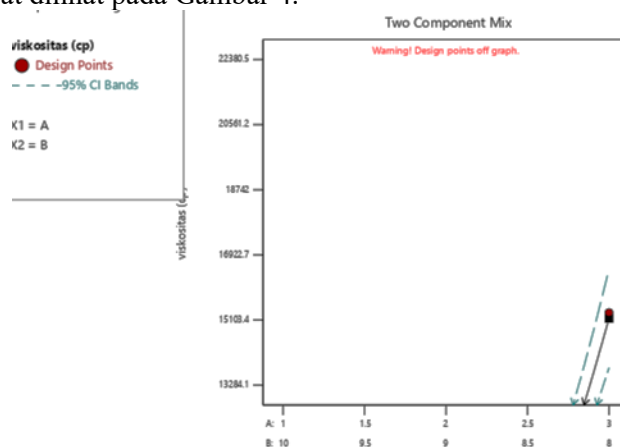
Viskometer Brookfield dengan spindel nomor 2 hingga 4 dan kecepatan antara 20-60 rpm digunakan sebagai alat uji. Tingkat viskositas suatu sediaan bergantung pada tujuan penggunaannya, di mana sediaan yang ditujukan untuk perlindungan kulit umumnya memiliki konsistensi yang lebih kental (27,28).

**Tabel 6.** Viskositas

| Formula | Rata-rata $\pm$ SEM      |
|---------|--------------------------|
| F1      | 15311,05 $\pm$ 2501,262* |
| F2      | 53414,59 $\pm$ 156,516*  |
| F3      | 7685,24 $\pm$ 985,771*   |
| F4      | 258,078 $\pm$ 22,176*    |
| F5      | 814,185 $\pm$ 44,291*    |

Ket: (\*) Menunjukkan data berada dalam rentang nilai dasar; F1: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 3% dan propilen glikol 8%; F2: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 2% dan propilen glikol 9%; F3: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 2,5% dan propilen glikol 8,5%; F4: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 1% dan propilen glikol 10%; F5: Komposisi gel antioksidan natrium alginat 1,5% dan propilen glikol 9,5%

Pendekatan Simplex Lattice Design menghasilkan persamaan untuk nilai viskositas sebagai berikut:  $Y = 39609,03 (A) + 592,37 (B) - 4517,29 (AB)$ , di mana Y adalah nilai viskositas, A adalah komposisi natrium alginat, dan B adalah komposisi propilen glikol. Persamaan ini diperoleh dari counterplot pada Simplex Lattice Design yang dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Grafik *Countourplot* Viskositas

Viskositas sediaan gel telah memenuhi kriteria yang ditetapkan, dengan hubungan langsung antara viskositas dan daya lekat (Table 7). Semakin tinggi viskositas, semakin besar daya lekatnya. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi natrium alginat dan penurunan konsentrasi propilen glikol akan meningkatkan viskositas, menjadikan sediaan lebih kental. Grafik optimasi SLD mengindikasikan bahwa kurva antara kombinasi natrium alginat dan propilen glikol bersifat linier, yang berarti semakin tinggi konsentrasi natrium alginat dan semakin rendah propilen glikol, semakin tinggi pula viskositas dan kekentalan sediaan.

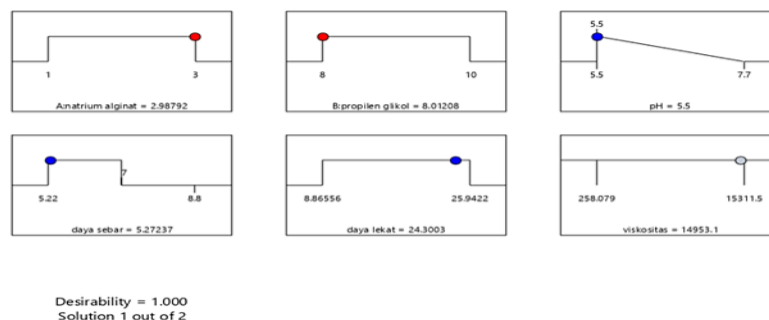
## 6. Optimasi dengan Metode *Simplex Lattice Design*

Berdasarkan Tabel 8, pemilihan kriteria untuk formula optimal pada respon pH ditargetkan pada rentang 5,5 karena pH suatu produk kosmetik sebaiknya mendekati pH kulit, yaitu 5,536. Untuk daya sebar dan daya lekat, kriteria dibuat dalam rentang 5,22-7. Menurut standar SNI, area sebar berkisar 5-7 cm, yang memungkinkan kontak lebih luas antara sediaan dan kulit, sehingga mempercepat absorpsi obat. Selain itu, daya lekat sediaan juga harus minimal 4 detik agar efektivitasnya optimal. Formula optimal yang diperoleh memiliki nilai *desirability* 1,000, yang menunjukkan bahwa kriteria yang ditetapkan dapat tercapai dengan *desirability* dalam rentang (15,29).

**Tabel 7.** Kriteria Formula Optimal

| Respon     | Target          | Range             |
|------------|-----------------|-------------------|
| pH         | target          | 5,5               |
| Daya sebar | <i>in range</i> | 5,22 – 7          |
| Daya lekat | <i>in range</i> | 8.86 – 25.94      |
| Viskositas | <i>maximize</i> | 258.079 - 15311.5 |

Analisis SLD menghasilkan nilai *desirability* 1,000 dan menentukan satu solusi dari dua kemungkinan, dengan perbandingan natrium alginat dan propilen glikol sebesar 2,98:8. Hasil verifikasi formula optimal dapat dilihat pada Tabel 9. Uji fisik yang dilakukan pada tiga replikasi dan dibandingkan dengan nilai prediksi dari SLD menunjukkan hasil yang tidak signifikan berbeda ( $p>0,05$ ).



**Gambar 5.** Formula Optimal Gel

**Tabel 8.** Hasil Uji Verifikasi Formula Optimum Gel

| Uji fisik  | Hasil uji |          |          | Rata-rata | Nilai prediksi | One Sample t-test |
|------------|-----------|----------|----------|-----------|----------------|-------------------|
|            | Rep 1     | Rep 2    | Rep 3    |           |                |                   |
| pH         | 5,99      | 5,50     | 5,36     | 5,61      | 5,55           | 0,199             |
| Daya sebar | 5,7       | 5,6      | 5,3      | 5,53      | 5,2            | 0,109             |
| Daya lekat | 24,54     | 23,67    | 24,98    | 24,39     | 24,30          | 0,825             |
| Viskositas | 14926,61  | 14920,52 | 14938,04 | 14928,39  | 14953,1        | 0,498             |

## 7. Uji Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan adalah kemampuan suatu senyawa dalam menangkap radikal bebas. Adapun hasil ujinya dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 9.** Aktivitas Antioksidan

| Sampel  | IC <sub>50</sub> (ppm) | Kategori    |
|---------|------------------------|-------------|
| Ekstrak | 50,169                 | Kuat        |
| F.O     | 67,675                 | Kuat        |
| K (+)   | 15,114                 | Sangat kuat |

Ket. F.O=Formula optimal konsentrasi Natrium Alginat dan Propilen glikol (2,98:8); IC<sub>50</sub> <50 diartikan antioksidan sangat kuat

Hasil uji yang tercantum pada Tabel 10, ekstrak rimpang temu putih memiliki nilai IC<sub>50</sub> sebesar 50,169 ppm, yang mengindikasikan bahwa aktivitas antioksidannya tergolong kuat, karena nilainya berada di atas 50 ppm (30). Nilai R<sup>2</sup> yang mendekati 1(satu) menunjukkan kesesuaian yang baik antara garis regresi dan data, sementara nilai yang mendekati nol menunjukkan kecocokan data yang rendah. Oleh karena itu, nilai R<sup>2</sup> yang diperoleh dalam penelitian ini dianggap baik, mengindikasikan bahwa ekstrak temu putih mempunyai efek antioksidan yang signifikan, karena nilai R<sup>2</sup> yang mendekati 1 (satu).

## KESIMPULAN

Peningkatan konsentrasi natrium alginat berpengaruh pada peningkatan viskositas, pH, dan penurunan daya sebar gel ekstrak temu putih, serta mempengaruhi sifat organoleptiknya. Perbandingan konsentrasi natrium alginat dan propilen glikol yang paling optimal untuk sediaan gel antioksidan *C. zedoria* adalah 2,98:8. Ekstrak temu putih mempunyai nilai IC<sub>50</sub> sebesar 50,169 ppm, yang menandakan sebagai antioksidan yang kuat, sementara setelah diformulasikan menjadi gel, nilai IC<sub>50</sub> menjadi 67,675 ppm.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Shehna S, Sreelekshmi S, Remani P, Padmaja G, Lakshmi S. Anti-cancer, anti-bacterial and anti-oxidant properties of an active fraction isolated from *Curcuma zedoaria* rhizomes. *Phytomedicine Plus* [Internet]. 2022 Feb [cited 2025 July 31];2(1):100195. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2667031321001779>
2. Anggraeni W, Ginting CN, Chiuman L, Ginting SF, Wardhani FM. Antioxidant and Anti-inflammatory Activities of Extract Ethanol *Curcuma zedoaria*. *Open Access Maced J Med Sci* [Internet]. 2022 May 6 [cited 2025 July 31];10(A):1126–31. Available from: <https://oamjms.eu/index.php/mjms/article/view/7511>
3. Tran CL, Do VM, Huynh VT, Hong XN, Chong KTD. Optimization of Polyphenol Extraction Conditions from Rhizomes of *Curcuma zedoaria* with Antioxidant, Anti-Inflammatory and Anti-Diabetic Activities In Vitro. *Trends Sci* [Internet]. 2024 Aug 31 [cited 2025 July 31];21(9):8544. Available from: <https://tis.wu.ac.th/index.php/tis/article/view/8544>
4. Rahmawati Y, Ningsih AW, Charles I, Dewi RAR, Agustin F, Rohadatul A S, et al. REVIEW ARTIKEL STUDI FITOKIMIA DAN FARMAKOLOGI TEMU PUTIH (*Curcuma zedoaria*). *J Pharm Sci Technol* [Internet]. 2023 July 4 [cited 2025 July 31];4(1):268–75. Available from: <https://farmasi-journal.hangtuah.ac.id/index.php/jurnal/article/view/54>
5. Zeeshan U, Barkat MQ, Khalid H. PHYTOCHEMICAL AND ANTIOXIDANT SCREENING OF CASSIA ANGUSTIFOLIA, CURCUMA ZEDOARIA, EMBELIA RIBES, PIPER NIGRUM, ROSA DAMASCENA, TERMINALIA BELERICA, TERMINALIA CHEBULA, ZINGIBER OFFICINALE

- AND THEIR EFFECT ON STOMACH AND LIVER. Matrix Sci Pharma [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2025 July 31];2(2):15–20. Available from: <https://matrixscpharma.com/download/674/>
6. Budiansyah A, Haroen U, Syafwan S, Kurniawan K. Antioxidant and antibacterial activities of the rhizome extract of *Curcuma zedoaria* extracted using some organic solvents. J Adv Vet Anim Res [Internet]. 2023 [cited 2025 July 31];(0):1. Available from: <https://ejmanager.com/fulltextpdf.php?mno=119350>
  7. Baral KC, Bajracharya R, Lee SH, Han HK. Advancements in the Pharmaceutical Applications of Probiotics: Dosage Forms and Formulation Technology. Int J Nanomedicine [Internet]. 2021 Nov [cited 2025 July 31];Volume 16:7535–56. Available from: <https://www.dovepress.com/advancements-in-the-pharmaceutical-applications-of-probiotics-dosage-f-peer-reviewed-fulltext-article-IJN>
  8. Liza YM, Yasin RC, Maidani SS, Zainul R. SOL GEL : PRINCIPLE AND TECHNIQUE (A REVIEW) [Internet]. INA-Rxiv; 2018 [cited 2025 July 31]. Available from: <https://osf.io/2cuh8>
  9. Yusuf AL, Nugraha D, Wahianto P, Indriastuti M, Ismail R, Himah FA. Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Gel Ekstrak Buah Pare (*Momordica Charantia* L.) Dengan Variasi Konsentrasi Carbopol 940. Pharm Genius [Internet]. 2022 Oct 20 [cited 2025 July 31];1(1):50–61. Available from: <https://genius.inspira.or.id/index.php/pharmgen/article/view/149>
  10. Fakultas Farmasi, Universitas Ahmad Dahlan, Jakarta, Indonesia, Sugihartini\* N, Jannah S, Fakultas Farmasi, Universitas Ahmad Dahlan, Jakarta, Indonesia, Yuwono T, Fakultas Farmasi, Universitas Ahmad Dahlan, Jakarta, Indonesia. Formulasi Gel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk) Sebagai Sediaan Antiinflamasi. Pharm Sci Res [Internet]. 2020 Apr 30 [cited 2025 July 31];7(1). Available from: <https://scholarhub.ui.ac.id/psr/vol7/iss1/2/>
  11. Kresnawati Y, Fitriarningsih S, Purwaningsih CP. FORMULASI DAN UJI POTENSI SEDIAAN SPRAY GEL NIASIAMIDA DENGAN PROPILENGLIKOL SEBAGAI HUMEKTAN. Cendekia J Pharm [Internet]. 2022 Nov 29 [cited 2025 July 31];6(2):281–90. Available from: <https://cjp.jurnal.stikescendekiautamakudus.ac.id/index.php/cjp/article/view/214>
  12. Gupta A, Dahima R. Application of Simplex Lattice Mixture design and desirability function in the development and Optimization of SEDDS for protein kinase inhibitor-Pazopanib Hydrochloride. Res J Pharm Technol [Internet]. 2023 Aug 31 [cited 2025 July 31];3561–8. Available from: <https://rjptonline.org/AbstractView.aspx?PID=2023-16-8-8>
  13. Duangjit S, Kraissit P. Optimization of orodispersible and conventional tablets using simplex lattice design: Relationship among excipients and banana extract. Carbohydr Polym [Internet]. 2018 Aug [cited 2025 July 31];193:89–98. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0144861718303539>
  14. Wiyono AE, Safitri IA, Rusdianto AS, Choiron M, Masahid AD. Optimization of The Combination of CMC-Na and Glycerin in Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) Hand Sanitizer Gel Using The Simplex Lattice Design. Int J Food Agric Nat Resour [Internet]. 2023 Apr 3 [cited 2025 July 31];4(1):10–7. Available from: <https://journal.fanres.org/index.php/IJFANRES/article/view/108>
  15. Pratiwi PD, Gusti DR, Angraini RI. The optimization of gelling agent and humectant in antioxidant gel formula with *Carica papaya* Linn. leaf extract based on simplex lattice design method. J Pharm Sci [Internet]. 2023 Dec 28 [cited 2025 July 31];283–91. Available from: <https://journal-jps.com/new/index.php/jps/article/view/430>
  16. Ramadhani RA, Riyadi DHS, Triwibowo B, Kusumaningtyas RD. Review Pemanfaatan Design Expert untuk Optimasi Komposisi Campuran Minyak Nabati sebagai Bahan Baku Sintesis Biodiesel. J Tek Kim Dan Lingkungan [Internet]. 2017 Oct 11 [cited 2025 July 31];1(1):11–6. Available from: <http://jurnal.polinema.ac.id/index.php/jtkl/article/view/1707>
  17. Ramadhan FA, Maryati M. AKTIVITAS SITOTOKSIK EKSTRAK ETANOL, FRAKSI ETIL ASETAT DAN N-HEKSAN RIMPANG TEMU PUTIH (*Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe) PADA SEL T47D. Usadha J Pharm [Internet]. 2022 Feb 2 [cited 2025 July 31];54–65. Available from: <https://jsr.ums.ac.id/ujp/article/view/5>

18. Yurleni Y. Penggunaan Beberapa Metode Ekstraksi Pada Rimpang Curcuma Untuk Memperoleh Komponen Aktif Secara Kualitatif. Biospecies [Internet]. 2018 May 15 [cited 2025 July 31];48–56. Available from: <https://online-journal.unja.ac.id/biospecies/article/view/4997>
19. Marliani L, Sukmawati IK, Juanda D, Anjani E, Anggraeni I. Penapisan Fitokimia, Kadar Kurkuminoid dan Aktivitas Antibakteri Temu Hitam (*Curcuma aeruginosa* (Christm) Roscoe.), Temu Putih (*Curcuma zedoaria* Roxb.) dan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). Herb-Med J [Internet]. 2021 Mar 27 [cited 2025 July 31];4(1):57. Available from: <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/HMJ/article/view/9092>
20. Razoki, Butar-Butar RGS, Neswita E, Sembiring NB, Novriani E, Simanjuntak NJP, et al. Uji skrining fitokimia dan pengukuran kadar total flavonoid pada ekstrak paku (*Nephrolepis biserrata*) dengan fraksi n-heksana, etil asetat, dan air. J Pharm Sci [Internet]. 2023 July 25 [cited 2025 July 31];6(3):1142–60. Available from: <https://journal-jps.com/new/index.php/jps/article/view/185>
21. Rahmawati Y, Ningsih AW, Charles I, Dewi RAR, Agustin F, Rohadatul A S, et al. REVIEW ARTIKEL STUDI FITOKIMIA DAN FARMAKOLOGI TEMU PUTIH (*Curcuma zedoaria*). J Pharm Sci Technol [Internet]. 2023 July 4 [cited 2025 July 31];4(1):268–75. Available from: <https://farmasi-journal.hangtuah.ac.id/index.php/jurnal/article/view/54>
22. Waskita KN, Wulandari AE. PENGARUH KONSENTRASI NATRIUM ALGINAT DAN PROPILEN GLIKOL TERHADAP STABILITAS GEL HAND SANITIZER EKSTRAK DAUN KEDONDONG (*Spondias Dulcis* Parkinson). Enfermeria Cienc [Internet]. 2024 Sept 30 [cited 2025 July 31];2(3):143–61. Available from: <https://ejournal.abdiamanah.or.id/index.php/ec/article/view/58>
23. Wahidah S, Saputri GAR, Nofita N. Formulasi dan Uji Stabilitas Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) dengan Variasi Gelling Agent. J Mandala Pharmacon Indones [Internet]. 2024 Dec 21 [cited 2025 July 31];10(2):508–18. Available from: <https://jurnal-pharmaconmw.com/jmpi/index.php/jmpi/article/view/623>
24. Slamet S, Anggun BD, Pambudi DB. Uji Stabilitas Fisik Formula Sediaan Gel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lamk.). J Ilm Kesehat [Internet]. 2020 Sept 29 [cited 2025 July 31];13(2):115–22. Available from: <https://jurnal.umpp.ac.id/index.php/jik/article/view/260>
25. Putri WE, Anindhita MA. Optimization of cardamom fruit ethanol extract gel with combination of HPMC and Sodium Alginate as the gelling agent using Simplex Lattice Design. J Ilm Farm [Internet]. 2022 Jan 31 [cited 2025 July 31];107–20. Available from: <https://jurnal.uui.ac.id/JIF/article/view/21445>
26. Saryanti D, Setiawan I, Retnosari P. OPTIMASI GEL EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* Linn) SEBAGAI ANTIBAKTERI *Staphylococcus aureus*. J Ilm Manuntung [Internet]. 2023 Dec 28 [cited 2025 July 31];9(2):126–35. Available from: <https://jurnal.stiksam.ac.id/index.php/jim/article/view/666>
27. Suriati L, Utama IMS, Harsojuwono BA, Gunam IBW. Effect of Additives on Surface Tension, Viscosity, Transparency and Morphology Structure of Aloe vera Gel-Based Coating. Front Sustain Food Syst [Internet]. 2022 Feb 15 [cited 2025 July 31];6:831671. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2022.831671/full>
28. Widyaningrum N, Septiana FN, Wijayanti R, Arief TA. Formulasi dan Uji Antibakteri Formula Optimum Gel Kitosan Kulit Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) sebagai Antiakne. JPSCR J Pharm Sci Clin Res [Internet]. 2024 Nov 30 [cited 2025 July 31];9(2):268. Available from: <https://jurnal.uns.ac.id/jpscr/article/view/78870>
29. Sawiji RT, Valtina NP, Putri KMW, Dewi NMAS, Nurjana NH, Adityawan PAR. Optimasi Komposisi Emulgator Formulasi Lotion Dengan Bahan Aktif Ceramide dan Vitamin C Menggunakan Metode SLD. Acta Holistica Pharm [Internet]. 2023 Oct 30 [cited 2025 July 31];5(2):68–78. Available from: <https://ojs.farmasimahaganasha.ac.id/index.php/AHP/article/view/156>
30. Fauziah A, Sudirga SK, Parwanayoni NMS. Uji Antioksidan Ekstrak Daun Tanaman Leunca (*Solanum nigrum* L.). Metamorf J Biol Sci [Internet]. 2021 Mar 30 [cited 2025 July 31];8(1):28. Available from: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa/article/view/62761>