

Penggunaan Simplex Lattice Design (SLD) dalam Optimasi HPMC dan Propilen Glikol Formula Gel Cinchonine Sebagai antibakteri Cutibacterium acnes (C.Acne)

Hariyanti Hariyanti^{1*}, Arini Syarifah¹, Erza Genatrika¹, Maulida Pangestu¹, Fenika Diani Kalista¹, Fenike Diani Karisma¹, Yumna Mufidah¹, Neni Damajanti²

¹Departemen Teknologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia, 53182

²Departemen Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia, 53182

*email: hariyanti0880@gmail.com; hariyanti@ump.ac.id

ABSTRACT

Cinchonine has antibacterial of Cutibacterium acnes activity, requires delivery system to reach skin follicles. Gel is a potential dosage form to deliver Cinchonine to skin follicles. Development of gel formulas using Simplex Lattice Design (SLD) to obtain the optimum Cinchonine-gel formulation. To determine the optimum formula, stability, activity, and safety of Cinchonine-gel. Optimization of Cinchonine-gel using Simplex Lattice Design from 8 run formulas by determining the response of spreadability, adhesion, viscosity, and pH to variations in excipient changes (HPMC and propylene glycol). The manufacture of Cinchonine-gel (3 replications) was continued with quality evaluation, stability test cycling test (6 cycles) with exposure to temperatures of 40 and 4°C, antibacterial activity test using the diffusion method with observation of the inhibition zone at hours 18 and 24, and skin irritation test with observation parameters of erythema and edema. The optimum formula is Cinchonine 1.5; HPMC 2; propylene glycol 13; DMDM hydantoin 0.2; and deionized water up to 100%. The optimum Cinchonine-gel preparation has a spreadability of 5.27±0.15 cm, adhesive power of 12.01±0.43 seconds, viscosity of 3730±40.00 cPs, and pH of 6.03±0.06. The stability of Cinchonine-gel decreased due to HPMC's instability due to exposure to high temperatures. Cinchonine-gel activity at 18 hours of observation (7.75±0.22 mm) and 24 hours (5.59±0.38 mm). Both Cinchonine and excipients are non-irritant. The optimum Cinchonine-gel formula has high quality and reproducibility. CN gel does not cause inflammatory. CN gel has antibacterial activity, with the recommended frequency of use being 2 times per day.

Keyword: Cinchonine, Simplex Lattice Design, HPMC, Propilen Glikol, Gel

Received: May 2025; Accepted: June 2025; Published: June 2025



©2025. Published by Institute for Research and Innovation Universitas Muhammadiyah Banjarmasin. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

LATAR BELAKANG

Design-Expert merupakan *software* yang banyak digunakan oleh formulator dalam proses pengembangan produk farmasi. Dalam Pengembangan formula gel Cinchonine (CN) digunakan metode *Simplex Lattice Design* (SLD) dari program/metode *mixture design*. SLD umumnya digunakan dalam optimasi formula untuk mendapatkan konsentrasi excipien yang berubah secara proporsional satu sama lain dimana nilai campuran tersebut adalah 1 (100%) (1).

Dalam penelitian ini, SLD digunakan untuk menentukan komposisi (optimasi) excipien hidroksiopropil metilselulosa (HPMC) dan propilen glikol. Kedua excipien ini memiliki fungsi penting dalam sediaan gel yang dapat berpengaruh pada karakteristik, aktivitas, stabilitas, dan keamanan sediaan gel CN (2,3).

Alkaloid kina secara umum banyak digunakan dalam pengobatan malaria, batuk rejan, influenza dan disentri dengan rute aplikasi oral. Aplikasi oral memiliki risiko efek samping sakit kepala, penglihatan kabur, telinga berdenging, mual,

muntah, dan lemah otot pada saat terjadi lonjakan kadar alkaloid kina dalam tubuh. Pengembangan alkaloid kina khususnya CN dengan rute topikal merupakan strategi dalam menurunkan risiko efek samping sekaligus mengembangkan potensi CN sebagai kandidat obat (4).

CN merupakan alkaloid kina yang memiliki aktivitas antibakteri dan memiliki rasio efek samping (toksik) yang paling rendah jika dibandingkan dengan alkaloid kina lainnya (quinine, quinidine, dan cinchonidine) (4,5).

HPMC merupakan polimer semi-sintetik yang berfungsi sebagai *gelling agent* dengan beberapa keunggulan antara lain: matriks pembawa yang berperan dalam pengaturan viskositas dan pelepasan bahan obat. Propilen glikol merupakan excipien yang berfungsi sebagai humektan dan *stabilizer* (6).

Gel merupakan sediaan topikal semipadat terdiri dari suspensi yang dibuat dari partikel anorganik kecil atau molekul organik besar, terpenetrasi oleh suatu cairan (secara umum air). Gel memiliki keunggulan antara lain memiliki stabilitas yang baik, pelepasan zat aktif secara terkendali, cepat kering, tidak menyumbat folikel, dan memberikan sensasi sejuk pada kulit saat diaplikasikan (3,6).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formula optimum dengan menggunakan metode SLD dari *software Design-Expert*, serta menentukan stabilitas, dan aktivitas gel CN.

METODE

Alat dan Bahan

Alat: timbangan analitik (Ohaus model PX225D dan Shimadzu AUW220D), pH meter (Ohaus model

ST3100), homogenizer (HG-15A - Daihan), viscometer (Brookfield DV2T), waterbath (B-ONE Digital Water Bath DWB), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UVmini-1240), cawan porselen, cawan petri, dan peralatan penunjang lainnya.

Bahan: Cinchonine (CN) (PT. Sinkona Indonesia Lestari), hidroksipropil metilselulosa (HPMC) (Bratachem, Indonesia), propilen glikol (Bratachem, Indonesia), DMDM hidantoin (Bratachem, Indonesia), Akuadeion (Amidis, Indonesia), media NA (Nutrient Agar) (Sigma aldrich, Singapura), dan klindamisin gel (clinium gel) (PT. Murni aik sukses). Seluruh bahan yang digunakan memiliki grade farmasetik.

Jalannya Penelitian

a. Optimasi Formula Gel CN

Optimasi formula gel CN dilakukan menggunakan *software Design Expert* versi 13 dengan metode *Simplex Lattice Design* (SLD). Bahan yang dioptimasi adalah HPMC dan propilen glikol. Nilai batas bawah - atas HPMC (2 - 10%) dan propilen glikol (5 - 15%) dimasukkan ke dalam *software* sehingga diperoleh 8 *run* formula (Tabel 1).

Tabel 1. Rancangan formula gel CN

Bahan	Konsentrasi (%)
Cinchonine	1,5
HPMC	2 – 10
Propilen glikol	5 – 15
DMDM Hydantoin	0,2
Akuadeion ad	100

Formula optimum ditentukan dengan evaluasi sediaan meliputi evaluasi fisik (daya sebar, daya lekat, viskositas) dan kimia (pH) dengan kriteria keberterimaan nilai *desirability* mendekati 1 (7).

b. Pembuatan Sediaan Gel CN

Pembuatan gel dilakukan dengan cara mengembangkan HPMC dengan akuadeion panas ($\pm 80^{\circ}\text{C}$) sampai mengembang, kemudian dihomogenkan menggunakan *homogenizer* (massa A). CN dilarutkan dalam propilen glikol, setelah larut ditambah DMDM hidantoin (massa B). Massa B ditambahkan ke dalam massa A diikuti dengan *homogenizer* kecepatan 300 rpm (6).

c. Evaluasi Sediaan Gel CN

1. Evaluasi Organoleptis

Sediaan gel CN diamati dari tekstur, warna, dan bau.

2. Evaluasi Homogenitas

1 gram gel CN dioleskan di kaca arloji, dilakukan pengamatan terhadap partikel-partikel pada sediaan gel transparan di kaca arloji. Sediaan dinyatakan homogen, jika tidak terdapat partikel pada sampel gel CN (8).

3. Evaluasi Viskositas

Sediaan gel CN dianalisis menggunakan viskometer dengan *spindle* no 4, kecepatan 60 rpm. Parameter keberterimaan viskositas sediaan gel adalah 2-50 Pa.s atau 2.000-50.000 cps (8).

4. Evaluasi Daya Sebar

Sediaan gel CN (0,5 g) diletakkan di atas kaca objek berskala, lalu letakkan kaca objek lain di atasnya dengan waktu 60 detik. Kemudian tambah beban 50 g, 100 g, 150 g, dan 200 g berturut-turut selama 60 detik. Pengamatan dilakukan dengan mengukur diameter penyebaran gel (saat kondisi

konstan). Kriteria keberterimaan daya sebar adalah 5-7 cm (8).

5. Evaluasi Daya Lekat

Sediaan gel CN (0,5 g) diaplikasikan pada kaca objek, ditutup dengan kaca objek lain, dan diberi beban 500 g. Kemudian beban dilepaskan, ditentukan waktu yang diperoleh dari beban dilepas sampai kaca objek terpisah. Parameter keberterimaan uji daya lekat adalah lebih dari 4 detik (8).

6. Evaluasi pH

Sediaan gel CN (1 g) diencerkan dengan aquadest 100 mL, dan dianalisis menggunakan pH meter. Kriteria keberterimaan pH sediaan adalah 4,5-6,5 (8).

d. Evaluasi Stabilitas Sediaan Gel CN

Uji stabilitas menggunakan metode *cycling test*. Satu siklus uji stabilitas sediaan gel CN disimpan pada suhu $\pm 4^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam dan disimpan pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam. Uji stabilitas dilakukan sebanyak 6 siklus, dengan parameter pengamatan antara lain: organoleptis, homogenitas, pH, daya sebar, dan daya lekat per siklus (8).

e. Evaluasi Aktivitas Sediaan Gel CN

Aktivitas sediaan gel CN sebagai antibakteri dilakukan dengan metode difusi sumuran. Media NA yang telah diinokulasi bakteri, dibuat lubang sumuran dengan diameter tertentu. Setiap lubang diisi sediaan uji $\pm 0,1$ g, kontrol blanko, dan kontrol pembanding. Kemudian media agar diinkubasi pada suhu 37°C . Pengamatan zona hambat dilakukan pada 18 dan 24 jam setelah masa inkubasi (9). Kriteria zona hambat rendah (< 9 mm), sedang (10-20 mm), dan tinggi (≥ 21 mm) (9)

f. Evaluasi keamanan (Iritasi) Sediaan Gel CN

Sampel disimpan pada suhu $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam dan disimpan pada suhu $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ masing-masing selama 24 jam (1 siklus). Pengamatan dilakukan dari 0, 1, 2, 3, 4, 5 dan siklus ke 6. Pada waktu pengamatan dilakukan evaluasi antara lain: homogenitas, daya sebar, daya lekat, dan pH (3).

g. Penyajian dan Analisis Data

Data yang dihasilkan diperoleh dari 3 replikasi ($n=3$). Data disajikan sebagai data rata-rata \pm SD. Data dianalisis menggunakan *One-Way ANOVA* dan dikonfirmasi menggunakan *One-Sample T-test* dengan *software Statistical Product and Service Solutions (SPSS)* versi 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data tabel 2 Menunjukkan komposisi dari setiap *run* formula (1-8) yang dihasilkan dari *software Design-Expert metode SLD* beserta dengan hasil evaluasi. Masing-masing data respon disajikan pada gambar 1 yang menunjukkan bahwa setiap perubahan konsentrasi eksipien menghasilkan respon yang berbeda terhadap daya sebar, daya lekat, viskositas, dan pH. Hal ini menunjukkan bahwa eksipien memiliki pengaruh yang signifikan terhadap formula optimum yang dihasilkan. Konsentrasi HPMC berpengaruh besar terhadap peningkatan daya lekat, viskositas, dan pH gel. Peningkatan konsentrasi HPMC berbanding lurus dengan peningkatan respon (daya lekat, viskositas, dan pH gel). Sementara peningkatan konsentrasi propilen glikol berbanding lurus terhadap daya sebar gel CN (7).

Pada data tabel 3 menunjukan Hasil Evaluasi *Output Design Expert 13 (SLD-mixture design)* yang

menghasilkan model linier. Formula optimal gel dengan pendekatan *SLD-mixture design* diperoleh konsentrasi HPMC 2% dan Propilen glikol 13% dengan nilai *desirability* 0,914. Nilai *desirability* merupakan nilai target optimal yang dicapai, yang dinyatakan dalam rentang 0-1 (7). Formula optimum gel CN yang dihasilkan tersaji pada tabel 4 dimana konsentrasi CN 1,5; HPMC 2; propilen glikol 13, DMDM hidantoin 0,2 dan akuadeion hingga 100% yang diperoleh dari hasil optimasi menggunakan *SLD run 6 (desirability 0,914)*.

Data tabel 4 merupakan replikasi formula optimum gel CN yang digunakan untuk melihat reproduksibilitas sediaan. Data menunjukkan bahwa sediaan gel CN memiliki reproduksibilitas yang tinggi, ditandai dengan nilai koefisien varians (KV) dari evaluasi daya sebar, daya lekat, viskositas, dan pH <5%. Hasil pengamatan organoleptis menunjukkan gel CN memiliki tekstur, warna, bau, dan homogenitas yang baik (7).

Gambar 2 menunjukkan uji stabilitas gel CN selama 6 siklus dengan evaluasi sediaan meliputi daya sebar, daya lekat, dan pH. Secara umum gel CN masih memenuhi syarat keberterimaan stabilitas sediaan yang baik dimana daya sebar masih berada pada rentang 5 - 7 cm, daya lekat >4 detik, dan pH pada rentang 4,5 - 6,5. Namun terlihat adanya perubahan stabilitas sediaan yang ditandai dengan terjadinya peningkatan daya sebar dari $5,27 \pm 0,15$ cm (0 siklus) menjadi $6,00 \pm 0,10$ cm (siklus ke 6). Hal ini diduga disebabkan karena ketidakstabilan HPMC akibat paparan suhu tinggi. Hal ini terkonfirmasi dengan terjadinya penurunan daya lekat dari $12,01 \pm 0,43$ detik (0 siklus) menjadi $10,35 \pm 0,08$ detik (siklus 6). Ketidakstabilan HPMC diduga karena mengalami reaksi oksidasi yang disebabkan karena paparan suhu tinggi (40°C). Hal ini

diduga karena pecah atau putusya ikatan hidrogen yang dapat menyebabkan rantai polimer rusak dan perubahan

bobot molekul yang terkonfirmasi dari perubahan stabilitas fisik (daya sebar, daya lekat) dan kimia (pH) (10,11).

Tabel 2. Formula dari *software Design-Expert metode SLD*

Bahan (%)	Run 1	Run 2	Run 3	Run 4	Run 5	Run 6	Run 7	Run 8
CN	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
HPMC	6	2	4	8	6	2	10	10
Propilen Glikol	9	13	11	7	9	13	5	5
DMDM Hidantoin	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Akuadeion ad	100	100	100	100	100	100	100	100
Evaluasi sediaan								
daya sebar (cm)	5,30	5,60	5,40	5,10	5,20	5,50	5,05	5,00
daya lekat (detik)	20,80	11,26	17,73	25,21	21,51	11,84	29,34	29,74
Viskositas (cPs)	5930,00	3730,00	4760,33	7080,67	6050,33	3840,00	8360,67	8760,00
pH	6,27	5,84	6,15	6,38	6,28	5,94	6,45	6,47

Tabel 3. Hasil evaluasi output Design Expert 13

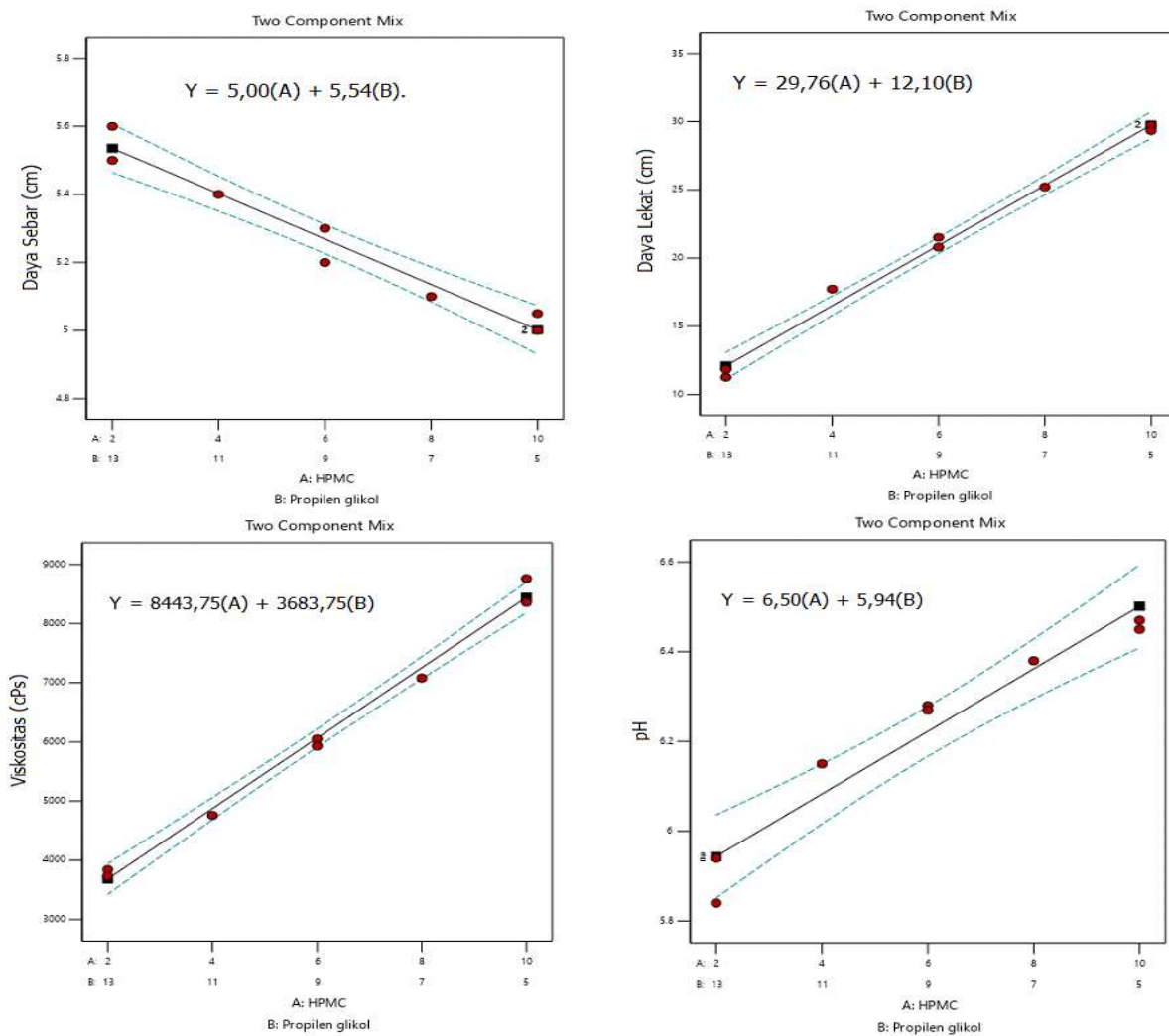
Parameter	Persyaratan	Respon			
		pH	Viskositas	Daya Sebar	Daya Lekat
Signifikansi (<i>p-value</i>)	<0,05	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<i>Lack of Fit</i>	>0,05	0,9219	0,1212	0,4729	0,1549
<i>Adjusted R²</i>	Selisih <i>Adjusted R²</i>	0,9488	0,9908	0,9912	0,9230
<i>Predicted R²</i>	dan <i>Predicted R²</i> <0,2	0,9180	0,9861	0,9844	0,8715
<i>Adequate Precision</i>	>4	215,591	517,050	528,363	173,711
VIF	<10	1,09	1,09	1,09	1,09

Tabel 4. Konfirmasi formula optimum gel CN

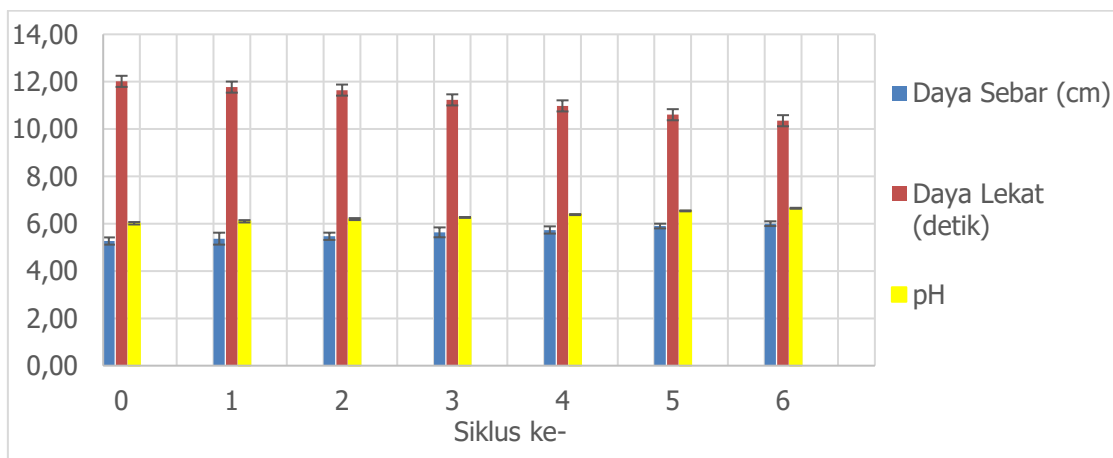
Bahan (%)/Evaluasi Mutu	Rep 1	Rep 2	Rep 3
CN	1,5	1,5	1,5
HPMC	2	2	2
Propilen glikol	13	13	13
DMDM hidantoin	0,2	0,2	0,2
Akuadeion ad	100	100	100
Daya Sebar (cm) ± SD; KV	5,27 ± 0,15; 2,85%		
Daya Lekat (detik) ± SD; KV	12,01 ± 0,43; 3,58%		
Viskositas (cPs) ± SD; KV	3730 ± 40,00; 1,07%		
pH ± SD; KV	6,03 ± 0,06; 0,99%		

Gambar 3 menunjukkan sediaan gel CN mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Cutibacterium acnes* dengan nilai KHM rata-rata adalah 7,75 ± 0,22 mm (pengamatan pada jam ke 18) jika dibandingkan terhadap kontrol blanko gel. Namun jika dibandingkan terhadap

kontrol pembanding klindamisin dengan nilai KHM rata-rata 25,80 ± 0,67 mm (*p*<0,05), hal ini menunjukkan bahwa potensi CN sebagai antibakteri termasuk ke dalam kriteria rendah (9). Penurunan aktivitas antibakteri dari baik gel CN maupun klindamisin pada jam ke 24 diduga disebabkan karena adanya degradasi bahan aktif, difusi terbatas dari basis sediaan, atau resistensi/ketahanan bakteri (9,12,13). Aktivitas sediaan gel CN pada jam ke 24 mengalami penurunan baik untuk gel CN (5,93 ± 0,38 mm) maupun klindamisin (24,67 ± 0,88 mm). Oleh karena itu, frekuensi penggunaan sediaan gel yang disarankan adalah dua kali dalam sehari (14).



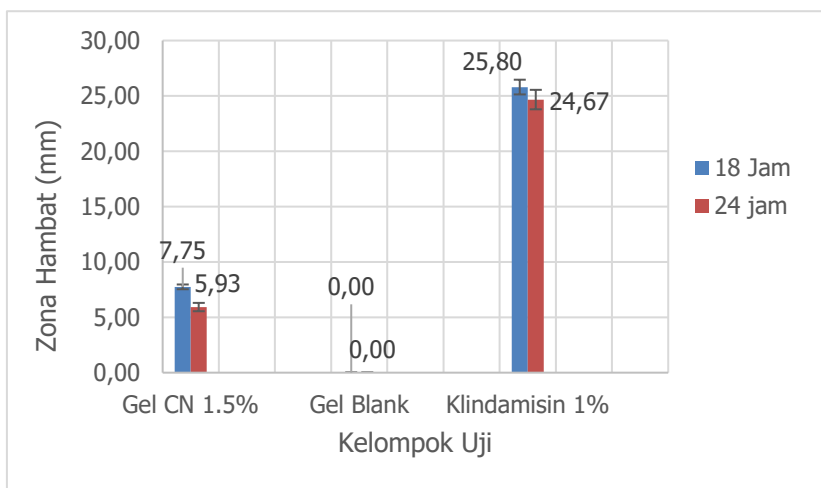
Gambar 1. Kurva respon (daya sebar, daya lekat, viskositas, dan pH)



Gambar 2. Stabilitas cycling test sediaan gel CN

Tabel 5 menunjukkan bahwa CN bersifat non-iritan, jika dibandingkan terhadap kontrol blanko (gel) ($p < 0,05$). Eksipien (HPMC, Propilen glikol, dan DMDM hidantoin) sebagai basis yang digunakan dalam pembuatan gel bersifat non-iritan dibandingkan terhadap kelompok kontrol

normal ($p < 0,05$). Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa sediaan gel CN, dan gel bersifat non-iritan dengan indeks iritasi primer 0,00 (linier terhadap kontrol normal) (14).



Gambar 3. Uji aktivitas sediaan gel CN

Tabel 5. Uji iritasi kulit sediaan gel CN

Kelompok uji	jam	Kelinci 1		Kelinci 2		Kelinci 3	
		Eritema	udem	Eritema	udem	Eritema	udem
Gel CN 1.5%	1	0	0	0	0	0	0
	24	0	0	0	0	0	0
	48	0	0	0	0	0	0
	72	0	0	0	0	0	0
Blanko Gel	1	0	0	0	0	0	0
	24	0	0	0	0	0	0
	48	0	0	0	0	0	0
	72	0	0	0	0	0	0
Kontrol Normal	1	0	0	0	0	0	0
	24	0	0	0	0	0	0
	48	0	0	0	0	0	0
	72	0	0	0	0	0	0

KESIMPULAN

Berdasarkan data penelitian maka komposisi sediaan gel CN optimum adalah CN 1,5; HPMC 2; propilen glikol 13, DMDM hidantoin 0,2 dan akuadeion hingga 100%. Sediaan gel CN optimum memiliki karakteristik evaluasi mutu yang baik dengan reproduksibilitas yang tinggi. Gel CN tidak menimbulkan reaksi inflamasi berupa edema dan eritema. Gel CN memiliki aktifitas anti-bakteri dengan hambatan

rendah. Penggunaan gel CN disarankan dengan frekuensi 2 kali per hari.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Universitas Muhammadiyah Purwokerto, dengan SK No. A.11-III/7197-S.Pj./LPPM/II/2024 yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hidayat IR, Zuhrotun A, Sopyan I. Design-Expert Software sebagai Alat Optimasi Formulasi Sediaan Farmasi. *Maj Farmasetika* [Internet]. 2020 Oct 24 [cited 2025 Jun 12];6(1). Available from: <http://jurnal.unpad.ac.id/farmasetika/article/view/27842>
2. Rao Avula P, Chettupalli AK, Chauhan V, Jadi RK. Design, formulation, in-vitro and in-vivo pharmacokinetic evaluation of Nicardipine-nanostructured lipid carrier for transdermal drug delivery system. *Materials Today: Proceedings*. 2023 Jul;S2214785323036751.
3. Tsabitah AF, Zulkarnain AK, Wahyuningsih MSH, Nugrahaningsih DAA. Optimasi Carbomer, Propilen Glikol, dan Trietanolamin Dalam Formulasi Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia*). *Majalah Farmasetik*. 2020 Jun 23;16(2):111.
4. Hariyanti H, Wahyuningrum R, Charisma SL. Formulation of Cinchona Extract (*Cinchona succirubra*) Cream and The Safety as Hair Fertilizer. *IJPST*. 2022 Jan 5;1:15.
5. Hariyanti H, Damayanti S, Tarini S. Optimasi Proses Pembuatan dan Karakterisasi Fisik Niosom Sinkonin. *Pharm: j farm Indones*. 2019 Dec 31;16(2):178.
6. Bayoumi S, Dawaba A, Zalat Z, Ammar A. Formulation and evaluation of HPMC topical gel of Ectoine. *Azhar International Journal of Pharmaceutical and Medical Sciences*. 2022 Apr 26;0(0):0–0.
7. Hajrin W, Subaidah WA, Juliantoni Y, Wirasisya DG. Application of Simplex Lattice Design Method on The Optimisation of Deodorant Roll-on Formula of Ashitaba (*Angelica keiskei*). *JBT*. 2021 Jul 6;21(2):501–9.
8. Elena O. B, Maria N. A, Michael S. Z, Natalia B. D, Alexander I. B, Ivan I. K. Dermatologic Gels Spreadability Measuring Methods Comparative Study. *Int J App Pharm*. 2022 Jan 7;164–8.
9. Ramić A, Skočibušić M, Odžak R, Čipak Gašparović A, Milković L, Mikelić A, et al. Antimicrobial Activity of Quasi-Enantiomeric Cinchona Alkaloid Derivatives and Prediction Model Developed by Machine Learning. *Antibiotics*. 2021 May 31;10(6):659.
10. Wang H, Sun Y, Yang B, Li S. Association between the physical stability of flurbiprofen suspension and the interaction of HPMC/SDS. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2018 Jan;13(1):63–71.
11. Zhong M, Sun Y, Sun Y, Wang Q, Qi B, Li Y. Determination of the pH- and thermal stability mechanism of lipophilic protein–hydroxypropyl methylcellulose oil-in-water emulsion. *LWT*. 2022 Feb;155:112969.
12. Parveen S, Maurya N, Meena A, Luqman S. Cinchonine: A Versatile Pharmacological Agent Derived from Natural Cinchona Alkaloids. *CTMC*. 2024 Feb;24(4):343–63.
13. Zhou Y, Chen X, Chen T, Chen X. A review of the antibacterial activity and mechanisms of plant polysaccharides. *Trends in Food Science & Technology*. 2022 May;123:264–80.
14. Hariyanti H, Rachmat Mauludin RM, Yeyet Cahyati Sumirtapura YCS, Neng Fisher Kurniati NFK. Activity and Safety of Cinchonine Nanostructured Lipid Carriers as a Hair Growth Stimulant in Mice Model of Androgenetic Alopecia. *JSM*. 2023 Jun 30;52(6):1671–83.