

Formulasi Emulgel Ekstrak Daun Kopasanda (*Chromolaena odorata* L.) Menggunakan Carbopol 940 Sebagai Gelling Agent

Nabila Aulia¹, Lukman La Basy^{1*}, Ety Dusra¹, Djulfikri Mewar¹, Maritje S.J Malisngorar¹

¹Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Maluku Husada, Maluku, Indonesia

*Koresponden: Lukman La Basy, lukmanlabasy@gmail.com; Jl. Lintas Seram Kairatu, Indonesia

Submitted: September 20, 2025 -Revised: Oktober 2, 2025 -Accepted: November 8, 2025

ABSTRACT

Kopasanda leaves (Chromolaena odorata L.) contain flavonoids, saponins, and tannins, which act as antibacterial, anti-inflammatory, and antioxidant agents, thus having the potential to accelerate wound healing. To enhance effectiveness and convenience of topical application, the extract of kopasanda leaves was formulated into an emulgel using Carbopol 940 as a gelling agent. This study aimed to formulate kopasanda leaf extract into an emulgel and to determine the effect of varying concentrations of Carbopol 940 as a gelling agent on the physical stability of the emulgel preparation of kopasanda leaf extract (Chromolaena odorata L.). The research method was experimental laboratory study. The extract was obtained through maceration with 70% ethanol, then formulated into an emulgel with variations in Carbopol 940 concentrations (0.5%, 1%, 1.5%, and 2%). Physical quality evaluations included organoleptic test, pH, viscosity, spreadability, and adhesion. Data were analyzed using the Kruskal-Wallis test. The results showed that all formulas were stable organoleptically. The average pH values were within the physiological skin range (F1 = 6; F2 = 5; F3 = 5; F4 = 5). Viscosity increased along with the concentration (F1 = 695 cps; F2 = 31,444 cps; F3 = 44,636.7 cps; F4 = 66,461.3 cps). The average spreadability test ranged from 6 cm (F1), 5.5 cm (F2), 5 cm (F3), to 4 cm (F4). The adhesion test showed a significant increase, from 1.7 seconds (F1), 2.6 seconds (F2), 4.3 seconds (F3) to 5.3 seconds (F4). The Kruskal-Wallis analysis showed significant differences ($p < 0.05$) in viscosity, spreadability, pH, and adhesion among the formulas. It can be concluded that kopasanda leaf extract can be formulated into a stable emulgel, with Carbopol 940 at a concentration of 1.5% being the most optimal formula.

Keywords: emulgel; *chromolaena odorata* L; carbopol 940

ABSTRAK

Daun kopasanda (*Chromolaena odorata* L.) mengandung flavonoid, saponin, dan tanin yang berperan sebagai antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan sehingga berpotensi mempercepat penyembuhan luka. Untuk meningkatkan efektivitas dan kenyamanan aplikasi topikal, ekstrak daun kopasanda diformulasikan dalam bentuk emulgel dengan Carbopol 940 sebagai *gelling agent*. Penelitian ini bertujuan memformulasikan ekstrak daun kopasanda menjadi emulgel serta mengetahui pengaruh variasi konsentrasi Carbopol 940 sebagai *gelling agent* terhadap stabilitas fisik sediaan emulgel ekstrak daun kopasanda (*Chromolaena odorata* L.). Metode penelitian bersifat eksperimental laboratorium. Ekstrak diperoleh melalui maserasi etanol 70%, kemudian diformulasikan menjadi emulgel dengan variasi konsentrasi Carbopol 940 (0,5%, 1%, 1,5%, dan 2%). Evaluasi mutu fisik meliputi uji organoleptik, pH, viskositas, daya sebar, dan daya lekat. Data dianalisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis*. Hasil menunjukkan seluruh formula stabil secara organoleptik. Nilai pH rata-rata berada dalam rentang fisiologis kulit (F1 = 6; F2 = 5; F3 = 5; F4 = 5). Viskositas meningkat seiring kenaikan konsentrasi (F1 = 695 cps; F2 = 31.444 cps; F3 = 44.636,7 cps; F4 = 66.461,3 cps). Uji daya sebar rata-rata berkisar 6 cm (F1), 5,5 cm (F2), 5 cm (F3), hingga 4 cm (F4). Uji daya lekat menunjukkan peningkatan signifikan, dari 1,7 detik (F1), 2,6 detik (F2), 4,3 detik (F3) hingga 5,3 detik (F4). Analisis *Kruskal-Wallis* memperlihatkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) pada viskositas, daya sebar, pH dan daya lekat antar formula. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun kopasanda dapat diformulasikan menjadi emulgel yang stabil, dengan Carbopol 940 konsentrasi 1,5% sebagai formula paling optimal.

Kata kunci: emulgel; *chromolaena odorata* L; carbopol 940

PENDAHULUAN

Fenomena global saat ini menunjukkan minat masyarakat dunia terhadap pengobatan berbasis bahan alam atau herbal, yang dikenal dengan istilah *Back to Nature* semakin meningkat. *World Health Organization* (WHO) melaporkan bahwa sebanyak 170 dari 194 negara anggotanya telah mengintegrasikan pengobatan tradisional ke dalam sistem kesehatan nasional mereka. Hal ini menunjukkan bahwa pengobatan tradisional tidak hanya menjadi bagian dari budaya, tetapi juga telah diakui secara luas dalam sistem medis modern di berbagai negara¹.

Indonesia memiliki kekayaan *biodiversitas* sangat tinggi dan menjadi salah satu negara *megabiodiversitas* dunia. Indonesia memiliki lebih dari 30.000 spesies tumbuhan dan sumber daya laut yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat tradisional. Namun, dari jumlah tersebut, baru sekitar 9.600 spesies tanaman dan hewan yang diketahui memiliki khasiat obat, dan sebagian besar masih belum dimanfaatkan secara optimal². Tingginya potensi ini sejalan dengan tingginya kepercayaan masyarakat terhadap pengobatan tradisional. Data Riskesdas 2018 menyebutkan bahwa sekitar 59,12% masyarakat Indonesia menggunakan jamu, dan 95,6% diantaranya merasakan manfaat dari penggunaannya³.

Permasalahan kesehatan yang cukup sering dialami oleh masyarakat Indonesia adalah luka, baik karena aktivitas sehari-hari, kecelakaan, maupun tindakan medis. Data Riskesdas tahun 2018 menunjukkan bahwa 8,2% penduduk Indonesia mengalami cedera, dengan 64% luka lecet dan 20% luka sayat⁴. Luka sayat merupakan salah satu jenis cedera yang umum terjadi dan dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti benda tajam, kecelakaan, maupun prosedur medis. Meski tergolong luka ringan, luka sayat yang tidak ditangani dengan baik dapat menimbulkan berbagai komplikasi serius. Luka yang dibiarkan terbuka tanpa penanganan yang tepat berisiko tinggi mengalami infeksi akibat masuknya mikroorganisme patogen. Infeksi ini tidak hanya memperlambat proses penyembuhan, tetapi juga dapat menyebabkan peradangan berkepanjangan, terbentuknya nanah, serta nyeri hebat. Selain itu, luka yang tidak mendapatkan perawatan antiseptik atau kebersihan yang memadai akan mengalami gangguan pada fase penyembuhan, seperti terganggunya fase proliferasi dan remodeling jaringan. Dalam jangka panjang, kondisi ini dapat memicu pembentukan jaringan parut yang buruk, seperti keloid atau bekas luka hipertrofik. Oleh karena itu, diperlukan agen penyembuh luka yang efektif, aman, dan praktis untuk digunakan⁵.

Salah satu tanaman yang berpotensi sebagai agen penyembuh luka ialah daun kopasanda (*Chromolaena odorata* L.). Secara empiris di Dusun Resettlement Pulau Osi, Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku, daun kopasanda biasanya dihaluskan dan langsung dioleskan pada bagian yang luka. Daun ini mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin, tanin, kuinon, steroid, kumarin, fenolik, dan alkaloid, yang diketahui memiliki aktivitas antiseptik. Di tengah meningkatnya resistensi mikroba terhadap antibiotik sintetis, eksplorasi terhadap sumber antiseptik alami menjadi semakin penting⁶. Senyawa bioaktif dalam daun kopasanda, termasuk flavonoid, tanin, dan saponin, yang diketahui memiliki aktivitas antiinflamasi, antibakteri, dan antioksidan. Senyawa-senyawa ini berkontribusi pada kemampuan daun kopasanda dalam mempercepat penyembuhan luka serta melawan infeksi bakteri, khususnya terhadap patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*⁷.

Penelitian mengenai efektivitas antibakteri ekstrak etanol daun kopasanda terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, telah diuji dalam konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi 15% menghasilkan zona hambat sebesar 10,8 mm untuk *S. aureus* dan 12,6 mm untuk *E. coli*, yang dikategorikan sebagai aktivitas antibakteri kuat. Selain itu, gel ekstrak etanol daun *Chromolaena odorata* L. dengan konsentrasi 15% dapat mempercepat penyembuhan luka sayat pada kelinci secara signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa ekstrak daun kopasanda memiliki prospek yang baik untuk diformulasikan menjadi sediaan topikal⁸.

Salah satu bentuk sediaan topikal yang memiliki keunggulan dalam pengobatan luka adalah emulgel, yang merupakan gabungan antara emulsi dan gel. Emulgel memiliki tekstur yang tidak berminyak, mudah disebar, dan memberikan sensasi sejuk saat diaplikasikan. Selain itu, emulgel mampu meningkatkan penetrasi obat ke dalam kulit, memungkinkan pelepasan obat yang lebih terkontrol, serta meningkatkan stabilitas dan *bioavailabilitas* zat aktif⁹.

Untuk meningkatkan stabilitas dan efektivitas sediaan emulgel, diperlukan penggunaan *gelling agent* yaitu bahan yang berfungsi untuk mengentalkan, membentuk gel, serta menjaga kestabilan sediaan yang tepat. Carbopol 940 merupakan *gelling agent* sintetis yang banyak digunakan karena kemampuannya membentuk gel jernih dan stabil dengan viskositas tinggi pada konsentrasi rendah¹⁰. Variasi konsentrasi Carbopol 940 mempengaruhi viskositas, pH, daya lekat, dan daya sebar dari sediaan emulgel. Konsentrasi yang lebih tinggi menghasilkan emulgel dengan viskositas dan daya lekat yang lebih besar, namun menyebabkan penurunan daya sebar, begitu sebaliknya. Hal ini

menunjukkan bahwa Carbopol tidak hanya berfungsi sebagai pembentuk gel, tetapi juga memainkan peran penting dalam menentukan stabilitas, kenyamanan penggunaan, dan efektivitas penghantaran zat aktif dalam sediaan emulgel.¹¹

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penting dilakukan penelitian berjudul “optimasi formulasi emulgel ekstrak daun kopasanda (*Chromolaena odorata* L.) menggunakan carbopol 940 sebagai gelling agent” sebagai sediaan topikal yang stabil dan nyaman digunakan dalam mempercepat proses penyembuhan luka.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium untuk memformulasi emulgel ekstrak daun kopasanda (*Chromolaena odorata* L.) yang optimal dengan menggunakan Carbopol 940 sebagai gelling agent. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2024. Variabel dependen atau variabel terikat dalam penelitian ini adalah formulasi emulgel dan uji stabilitas sediaan emulgel, meliputi: organoleptik, uji pH, uji viskositas, uji daya sebar dan uji daya lekat. Variabel independen atau bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi Carbopol 940 (0,5%, 1%, 1,5%, 2%). Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun Kopasanda (*Chromolaena odorata* L.) sebanyak 5 kg yang diperoleh dari Dusun Resetlement Pulau Osi, Kecamatan Seram Barat. Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis* untuk mengetahui pengaruh variasi Carbopol 940 (0,5%, 1%, 1,5%, 2%) terhadap parameter stabilitas fisik sediaan emulgel. Jika diperoleh nilai signifikan ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa konsentrasi Carbopol 940 berpengaruh nyata terhadap stabilitas sediaan emulgel ekstrak daun kopasanda (*Chromolaena odorata* L.).

HASIL

a. Formulasi Emulgel Ekstrak Daun Kopasanda (*Chromolaena odorata* L.)

Tabel 1 Formulasi Sediaan Emulgel Ekstrak Daun Kopasanda (*Chromolaena odorata* L.)

Bahan	Range (%)(<i>Handbook of pharmaceutical</i>)	Konsentrasi yang digunakan (%)				Kegunaan
		FI	FII	FIII	FIV	
Ekstrak daun kopasanda	-	15	15	15	15	Zat aktif
Carbopol 940	0,5-2	0,5	1	1,5	2	<i>Gelling agent</i>
Trietanolamin (TEA)	0,5-1,0	1	1	1	1	<i>PH ajustment 4,5-6,5</i>
Phenoxythanol	0,5-1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	Pengawet
Propilen glikol	5-20	10	10	10	10	Humektan
Parafin cair	5-20	10	10	10	10	Emolien
Tween 80	0,5-5	3,6	3,6	3,6	3,6	Emulgator
Span 80	0,5-5	1,4	1,4	1,4	1,4	Emulgator
Aquadest ad	q.s hingga 100	100	100	100	100	Pelarut

Keterangan

F1 : Formulasi 1 dengan Carbopol konsentrasi 0,5%

F2 : Formulasi 2 dengan Carbopol konsentrasi 1%

F3 : Formulasi 3 dengan Carbopol konsentrasi 1,5%

F4 : Formulasi 4 dengan Carbopol konsentrasi 2%

b. Hasil Uji Stabilitas Fisik Sediaan Emulgel Ekstrak Daun Kopasanda (*Chromolaena odorata* L.)

Tabel 2 Hasi Uji Organoleptik Sediaan Emulgel Ekstrak Daun Kopasanda

Formulasi	Siklus 0			Siklus 1		
	Warna	Bau	Bentuk	Warna	Bau	Bentuk
F1	Hijau Tua Pekat	Khas	Encer	Hijau Tua Pekat	Khas	Encer
F2	Hijau kecoklatan	Khas	Kurang kental	Hijau kecoklatan	Khas	Kurang kental
F3	Hijau Kekuningan	Khas	Kental	Hijau Kekuningan	Khas	Kental

F4	Hijau Muda	Khas	Sangat Kental	Hijau Muda	Khas	Sangat Kental
Formulasi	Siklus 2			Siklus 3		
	Warna	Bau	Bentuk	Warna	Bau	Bentuk
F1	Hijau Tua Pekat	Khas	Encer	Hijau Tua Pekat	Khas	Encer
F2	Hijau Kecoklatan	Khas	Kurang kental	Hijau Kecoklatan	Khas	Kurang kental
F3	Hijau Kekuningan	Khas	Kental	Hijau Kekuningan	Khas	Kental
F4	Hijau Muda	Khas	Sangat Kental	Hijau Muda	Khas	Sangat Kental

Keterangan

F1 : Formulasi 1 dengan Carbopol konsentrasi 0,5%

F2 : Formulasi 2 dengan Carbopol konsentrasi 1%

F3 : Formulasi 3 dengan Carbopol konsentrasi 1,5%

F4 : Formulasi 4 dengan Carbopol konsentrasi 2%

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil uji stabilitas organoleptik menunjukkan bahwa seluruh formulasi emulgel dengan variasi konsentrasi Carbopol 940 (0,5%–2%) memiliki bau khas yang stabil selama tiga siklus *cycling test*. Perbedaan terlihat pada warna dan bentuk sediaan. Formulasi dengan konsentrasi Carbopol rendah (F1 dan F2) memiliki bentuk encer hingga kurang kental dengan warna hijau tua pekat hingga hijau kecoklatan, sedangkan formulasi dengan konsentrasi lebih tinggi (F3 dan F4) menunjukkan bentuk kental hingga sangat kental dengan warna hijau kekuningan hingga hijau muda. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Carbopol yang digunakan, emulgel yang dihasilkan semakin kental dan warna cenderung lebih muda, namun secara keseluruhan semua sediaan tetap stabil selama penyimpanan.

Tabel 3 Hasil Uji Ph Sediaan Emulgel Ekstrak Daun Kopasanda

F	Siklus 0			Rata-rata	Siklus 1			Rata-rata
	R1	R2	R3		R1	R2	R3	
F1	6	6	6	6	6	6	6	6
F2	5	5	5	5	5	5	5	5
F3	5	5	5	5	5	5	5	5
F4	5	5	5	5	5	5	5	5
F	Siklus 2			Rata-rata	Siklus 3			Rata-rata
	R1	R2	R3		R1	R2	R3	
F1	6	6	6	6	6	6	6	6
F2	5	5	5	5	5	5	5	5
F3	5	5	5	5	5	5	5	5
F4	5	5	5	5	5	5	5	5

Berdasarkan tabel 3 hasil uji pH menunjukkan bahwa seluruh formulasi emulgel ekstrak daun kopasanda memiliki nilai pH yang stabil selama tiga siklus *cycling test*. Formulasi 1 (F1) dengan konsentrasi Carbopol 0,5% menunjukkan pH 6 pada semua replikasi dan tetap konsisten dari siklus 0 hingga siklus 3. Sementara itu, formulasi 2 (F2), formulasi 3 (F3), dan formulasi 4 (F4) yang menggunakan konsentrasi Carbopol 1%, 1,5%, dan 2% memiliki nilai pH 5 yang juga stabil pada semua replikasi dan seluruh siklus.

Tabel 4 Hasil Uji Daya Sebar (cm) Sediaan Emulgel Ekstrak Daun Kopasanda

F	Siklus 0			Rata-rata	Siklus 1			Rata-rata
	R1	R2	R3		R1	R2	R3	
F1	6	6	6	6	6	6	6	6
F2	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
F3	5	5	5	5	5	5	5	5
F4	4	4	4	4	4	4	4	4
F	Siklus 2			Rata-rata	Siklus 3			Rata-rata
	R1	R2	R3		R1	R2	R3	
F1	6	6	6	6	6	6	6	6
F2	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
F3	5	5	5	5	5	5	5	5
F4	4	4	4	4	4	4	4	4

Berdasarkan tabel 4 hasil uji daya sebar emulgel ekstrak daun kopasanda menunjukkan adanya perbedaan nilai sebar pada masing-masing formulasi. Formulasi 1 (F1) dengan konsentrasi Carbopol 0,5% memiliki daya sebar tertinggi yaitu 6 cm pada seluruh siklus. Formulasi 2 (F2) dengan konsentrasi 1% memiliki daya sebar 5,5 cm, sedangkan Formulasi 3 (F3) dengan konsentrasi 1,5% menunjukkan daya sebar 5 cm. Adapun Formulasi 4 (F4) dengan konsentrasi 2% memiliki daya sebar paling rendah yaitu 4 cm. Dan Seluruh formulasi menunjukkan kestabilan daya sebar selama tiga siklus penyimpanan dengan tiga kali replikasi, ditunjukkan oleh tidak adanya perubahan nilai daya sebar pada masing-masing formulasi.

Tabel 5 Hasil Uji Daya Lekat (Detik) Sediaan Emulgel Ekstrak Daun Kopasanda

F	Siklus 0			Rata-rata	Siklus 1			Rata-rata
	R1	R2	R3		R1	R2	R3	
F1	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,7	1,73
F2	2,6	2,7	2,6	2,63	2,7	2,6	2,5	2,6
F3	4,3	4,4	4,4	4,36	4,3	4,2	4,4	4,3
F4	5,3	5,4	5,6	5,43	5,3	5,5	5,5	5,43
F	Siklus 2			Rata-rata	Siklus 3			Rata-rata
	R1	R2	R3		R1	R2	R3	
F1	1,6	1,7	1,8	1,7	1,6	1,8	1,8	1,73
F2	2,5	2,7	2,7	2,62	2,6	2,6	2,7	2,63
F3	4,2	4,4	4,4	4,33	4,4	4,4	4,2	4,33
F4	5,3	5,4	4,4	5,36	5,4	5,2	5,4	5,33

Berdasarkan Tabel 5 hasil uji daya lekat emulgel ekstrak daun kopasanda menunjukkan formulasi 1 (Carbopol 0,5%) memiliki daya lekat paling rendah, yaitu sekitar 1,7 detik, dan nilainya stabil pada setiap siklus. Formulasi 2 (Carbopol 1%) menunjukkan daya lekat lebih tinggi dibanding F1, yaitu rata-rata 2,6 detik, dengan kestabilan yang baik tanpa perubahan signifikan antar siklus. Formulasi 3 (Carbopol 1,5%) memiliki daya lekat yang lebih besar dibanding F1 dan F2, dengan nilai rata-rata 4,3 detik dan tetap stabil selama penyimpanan. Formulasi 4 (Carbopol 2%) memperlihatkan daya lekat paling tinggi dibanding formulasi lainnya, yaitu sekitar 5,3 detik, serta konsisten selama 3 siklus.

Tabel 6. Hasil uji viskositas (cp) sediaan emulgel Ekstrak Daun Kopasanda

F	Siklus 0			Rata-rata	Siklus 1			Rata-rata
	R1	R2	R3		R1	R2	R3	
F1	694	697	694	695	693	698	694	695,3
F2	31.527	31.409	31.426	31.454	31.414	31.527	31.352	31.431
F3	44.674	44.674	44.596	44.648	44.622	44.622	44.562	44.602
F4	66.455	66.462	66.752	66.556,3	66.605	66.605	66.245	66.485
F	Siklus 2			Rata-rata	Siklus 3			Rata-rata
	R1	R2	R3		R1	R2	R3	
F1	690	698	697	695	693	695	697	695
F2	31.547	31.416	31.344	31.435,6	31.467	31.486	31.416	31.456,3
F3	44.719	44.705	44.591	44.671,6	44.631	44.622	44.622	44.625
F4	66.802	66.503	66.170	66.491,6	66.537	66.487	65.914	66.312,6

Berdasarkan Tabel 6. hasil uji daya lekat emulgel ekstrak daun kopasanda menunjukkan formulasi 1 (Carbopol 0,5%) memiliki viskositas paling rendah 695 cp. Formulasi 2 (Carbopol 1%) memiliki viskositas sekitar 31.444 cp. Formulasi 3 (Carbopol 1,5%) viskositas meningkat menjadi 44.636,7 cp. Dan Formulasi 4 (Carbopol 2%) menunjukkan viskositas tertinggi yaitu 66.461,3 cp. Perubahan nilai viskositas dari siklus 0 hingga siklus 3 tidak menunjukkan penurunan signifikan pada semua formulasi, sehingga dapat dikatakan emulgel cukup stabil terhadap uji *cycling test*.

Tabel 7. Perbandingan Hasil Uji Emulgel Ekstrak Daun Kopasanda dengan Standar SNI

Formulasi	Konsentrasi Carbopol 940	pH	Viskositas	Daya sebar	Daya lekat	Keterangan
1	0,5%	+	-	+	-	Tidak sesuai
2	1%	+	+	+	-	Sebagian sesuai
3	1,5%	+	+	+	+	Sesuai (optimal)
4	2%	+	-	-	+	Tidak sesuai

Keterangan:

+ : Sesuai standar SNI

- : tidak sesuai standar SNI

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa peningkatan konsentrasi Carbopol 940 memengaruhi sifat fisik emulgel. Formula F1 (0,5%) tidak sesuai standar karena viskositas terlalu rendah (695 cps) dan daya lekat rendah (1,7 detik). Formula F2 (1%) sudah memenuhi pH, viskositas, dan daya sebar, namun daya lekatnya (2,6 detik) masih di bawah standar SNI (≥ 4 detik). Formula F4 (2%) memiliki pH dan daya lekat sesuai standar, tetapi viskositasnya terlalu tinggi (66.461 cps) dan daya sebar rendah (4 cm), sehingga tidak nyaman digunakan. Hanya Formula F3 (1,5%) yang memenuhi seluruh parameter SNI (pH 4,5–6,5; viskositas 2.000–50.000 cps; daya sebar 5–7 cm; daya lekat ≥ 4 detik), sehingga ditetapkan sebagai formula paling optimal.

PEMBAHASAN

a. Formulasi Emulgel Ekstrak Daun Kopasanda (*Chromolaena odorata* L.)

Pada penelitian ini digunakan beberapa bahan tambahan (eksipten) yang masing-masing memiliki fungsi spesifik untuk menghasilkan sediaan emulgel yang stabil, efektif, dan nyaman digunakan. Daun kopasanda terdapat senyawa bioaktif yaitu flavonoid, tanin, dan saponin, yang diketahui memiliki aktivitas antiinflamasi, antibakteri, dan antioksidan. Senyawa-senyawa ini berkontribusi pada kemampuan daun kopasanda dalam mempercepat penyembuhan luka⁷.

Carbopol 940 digunakan sebagai gelling agent karena mampu membentuk basis gel dengan viskositas yang baik, transparan, serta stabil. Penggunaan Carbopol juga memudahkan pencampuran fase minyak dan air dalam emulgel. Konsentrasi Carbopol divariasikan (0,5–2%) untuk melihat pengaruh terhadap sifat fisik emulgel¹². menyatakan bahwa Carbopol 940 banyak digunakan pada formulasi topikal karena menghasilkan gel yang jernih, elastis, dan mudah diaplikasikan pada kulit.

Trietanolamin (TEA) ditambahkan sebagai pH adjuster yang berfungsi menetralkan Carbopol agar terbentuk struktur gel yang baik. Selain itu, TEA juga menjaga kestabilan pH emulgel agar sesuai dengan pH kulit (4,5–6,5). Hal ini penting agar sediaan tidak menimbulkan iritasi saat digunakan.

Phenoxyethanol berperan sebagai pengawet untuk mencegah kontaminasi mikroba pada sediaan. Pemilihan phenoxyethanol didasarkan pada keamanannya, efektivitasnya pada konsentrasi rendah, dan kestabilannya pada berbagai kondisi formulasi. Phenoxyethanol memiliki tingkat iritasi yang rendah dibandingkan beberapa pengawet lain, sehingga lebih sesuai digunakan¹². melaporkan bahwa phenoxyethanol merupakan pengawet yang sering digunakan dalam kosmetik dan sediaan farmasi.

Propilen glikol digunakan sebagai humektan untuk menjaga kelembaban emulgel dan meningkatkan penetrasi zat aktif ke dalam kulit. Dengan menjaga kelembapan, emulgel tidak mudah mengering atau pecah saat diaplikasikan pada kulit luka, sehingga terasa lebih nyaman. Keberadaan propilen glikol juga membantu melarutkan ekstrak serta meningkatkan stabilitas fisik emulgel¹². menyebutkan bahwa propilen glikol banyak digunakan sebagai humektan dan enhancer dalam formulasi topikal.

Parafin cair ditambahkan sebagai emolien yang berfungsi melembutkan kulit dan menjaga kelembaban kulit melalui efek oklusif. Kehadiran parafin cair juga membantu membentuk fase minyak pada emulgel. Dengan membentuk lapisan minyak, parafin cair juga bersifat oklusif, yang berarti dapat menghambat penguapan air dari permukaan kulit atau dari permukaan luka. Ini membantu menjaga kelembapan (moisture) di area luka, yang penting untuk proses penyembuhan luka¹².

Untuk menstabilkan campuran fase minyak dan air, digunakan kombinasi Tween 80 (emulgator hidrofilik) dan Span 80 (emulgator lipofilik). Tween 80 memiliki nilai HLB tinggi sehingga cocok untuk menstabilkan fase air, sedangkan Span 80 memiliki nilai HLB rendah sehingga menstabilkan fase

minyak. Kombinasi keduanya memberikan keseimbangan HLB yang diperlukan agar terbentuk emulsi yang stabil. Penggunaan surfaktan campuran Tween 80 dan Span 80 dapat menghasilkan kestabilan emulsi yang lebih baik¹³.

Aquadest digunakan sebagai pelarut utama untuk melarutkan bahan-bahan yang bersifat hidrofilik serta sebagai medium dispersi¹². menyebutkan bahwa air murni (aquadest) merupakan pelarut universal yang paling banyak digunakan dalam formulasi farmasi.

b. Pembahasan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Emulgel Ekstrak Daun Kopasanda (*Chromolaena odorata* L.)

1. Pembahasan Uji Organoleptik

Uji stabilitas organoleptik dilakukan untuk melihat adanya perubahan warna, bau, dan bentuk pada sediaan emulgel ekstrak daun kopasanda (*Chromolaena odorata* L.) selama penyimpanan dengan metode *cycling test* sebanyak tiga siklus. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa seluruh formulasi (F1–F4) memiliki bau khas yang stabil dan tidak mengalami perubahan, sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak dan basis emulgel tidak mengalami degradasi yang menimbulkan bau asing. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa kestabilan bau pada penyimpanan merupakan salah satu tanda bahwa tidak adanya degradasi senyawa volatil tetap terjaga dan tidak mengalami oksidasi¹⁴.

Perbedaan utama terlihat pada warna dan bentuk sediaan. Formulasi dengan konsentrasi Carbopol 940 sebesar 0,5% (F1) memiliki bentuk encer dengan warna hijau tua pekat, sedangkan pada konsentrasi 1% (F2) bentuknya masih kurang kental dengan warna hijau kecoklatan. Pada konsentrasi 1,5% (F3) emulgel menunjukkan bentuk kental dengan warna hijau kekuningan, sementara konsentrasi 2% (F4) menghasilkan bentuk sangat kental dengan warna hijau muda.

Perubahan tingkat kekentalan ini berhubungan langsung dengan sifat Carbopol sebagai gelling agent yang mampu membentuk jaringan tiga dimensi melalui ikatan hidrogen dan pembengkakan polimer dalam air. Semakin tinggi konsentrasi Carbopol, maka semakin banyak ikatan silang yang terbentuk sehingga viskositas sediaan meningkat dan bentuk emulgel menjadi lebih kental¹².

Sedangkan perubahan warna yang cenderung lebih muda pada konsentrasi Carbopol tinggi dapat dijelaskan dengan fenomena efek pengenceran optik. Basis gel Carbopol yang semakin pekat akan mendispersi partikel ekstrak lebih merata, sehingga intensitas warna ekstrak terlihat lebih muda. Selain itu, peningkatan konsentrasi polimer dapat menurunkan transparansi dan meningkatkan pantulan cahaya pada sistem emulgel, sehingga warna tampak lebih pucat atau muda dibandingkan pada konsentrasi rendah. Temuan ini sejalan dengan penelitian¹⁵ yang melaporkan bahwa formulasi emulgel ekstrak kulit kakao dengan variasi konsentrasi Carbopol 940 memperlihatkan perubahan tampilan visual, dimana konsentrasi carbopol yang lebih tinggi menghasilkan sediaan dengan warna yang lebih muda.

2. Pembahasan Uji pH

Nilai pH yang diperoleh dari keempat formulasi masih berada dalam rentang pH normal kulit, yaitu 4,5–6,5 sesuai standar SNI No. 06-2588, sehingga dapat dikatakan aman untuk digunakan secara topical. Stabilitas pH menunjukkan bahwa emulgel dengan variasi konsentrasi Carbopol 940 tidak mengalami perubahan pH yang signifikan selama penyimpanan dalam uji *cycling test* 3 siklus.

Perbedaan pH antar formula dipengaruhi oleh konsentrasi Carbopol yang digunakan. Carbopol merupakan polimer asam poliakrilat yang banyak digunakan sebagai gelling agent dalam formulasi emulgel. Secara umum, dispersi Carbopol dalam air memiliki sifat asam dengan pH sekitar 2,5–3,5 sebelum proses netralisasi. Hal ini disebabkan oleh adanya gugus karboksilat ($-\text{COOH}$) yang belum terionisasi¹².

Beberapa penelitian melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi Carbopol dapat menyebabkan pH dispersi semakin rendah (lebih asam). Konsentrasi carbomer yang lebih tinggi, pH dispersi menurun apabila jumlah penetralisir tetap, sehingga memengaruhi struktur jaringan gel dan sifat reologi¹⁶. Hal ini sejalan dengan bahwa kombinasi antara konsentrasi Carbopol dan pH memengaruhi yield stress dan tekstur gel. Artinya, semakin pekat konsentrasi Carbopol yang digunakan, pH dispersi cenderung menurun, dan untuk mencapai gel dengan viskositas optimal diperlukan jumlah penetralisir yang lebih banyak¹⁷.

Hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa seluruh formulasi (F1, F2, F3, dan F4) memiliki nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa data pH pada setiap formulasi tidak berdistribusi normal. Ketidaksesuaian distribusi normal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, sebaran data pada tiap formulasi relatif sempit dan cenderung homogen, sehingga variasi antar data sangat kecil. Kondisi ini membuat distribusi data sulit mengikuti pola distribusi normal. Kedua, adanya perbedaan nilai pH yang cukup kontras antara formulasi F1 (pH 6,0) dengan formulasi lainnya (sekitar pH 5,0) berpotensi menimbulkan penyimpangan distribusi (*outlier*) yang memengaruhi hasil uji normalitas. Ketiga, jumlah data yang terbatas juga dapat memengaruhi sensitivitas uji *Shapiro-Wilk*, sehingga peluang data tidak memenuhi asumsi normalitas menjadi lebih besar. Oleh karena itu, analisis data selanjutnya lebih tepat menggunakan uji statistik non-parametrik yang tidak mensyaratkan asumsi normalitas.

Hasil uji *Kruskal Wallis* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,002 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara keempat formula terhadap nilai pH. Dengan demikian, variasi formula memberikan pengaruh terhadap pH sediaan emulgel ekstrak daun kopasanda. Berdasarkan hasil uji *Mann Whitney* diketahui bahwa formula F1 memiliki perbedaan yang signifikan terhadap F2 dengan nilai signifikansi 0,028 ($p < 0,05$), terhadap F3 dengan nilai 0,003 ($p < 0,05$), serta terhadap F4 dengan nilai 0,048 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa formula F1 berbeda nyata dibandingkan ketiga formula lainnya. Sementara itu, hasil perbandingan antara F2 dan F3, F2 dan F4, serta F3 dan F4 masing-masing memberikan nilai signifikansi 1,000 ($p > 0,05$) yang menandakan tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa formula F1 merupakan formula yang paling berbeda dalam hal nilai pH, sedangkan formula F2, F3, dan F4 menunjukkan nilai pH yang relatif sama.

3. Pembahasan Uji Daya Sebar

Berdasarkan hasil yang diperoleh, terlihat adanya perbedaan daya sebar pada tiap formulasi. F1 menunjukkan nilai daya sebar paling tinggi (6 cm), F2 (5,5 cm), F3 (5 cm) dan F4 menunjukkan nilai terendah (4 cm). Menurut SNI No. 06-2588, sediaan gel atau emulgel yang baik memiliki nilai daya sebar dalam kisaran 5–7 cm. Dengan demikian, formulasi F1, F2, dan F3 telah memenuhi standar, sedangkan F4 tidak memenuhi kriteria karena daya sebar nya kurang dari 5 cm. Perbedaan ini dipengaruhi oleh konsentrasi Carbopol 940 sebagai gelling agent. Semakin tinggi konsentrasi Carbopol yang digunakan, maka viskositas emulgel akan meningkat, sehingga konsistensi sediaan menjadi lebih kental dan kemampuan menyebar berkurang. Hal ini terlihat jelas pada F4 (2%), yang memiliki viskositas tinggi sehingga daya sebar menurun menjadi 4 cm.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi Carbopol sangat berpengaruh terhadap nilai daya sebar yang dihasilkan, semakin tinggi konsentrasi Carbopol 940 maka daya sebar akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan penambahan konsentrasi menyebabkan matriks yang terbentuk dalam sediaan gel menjadi lebih rapat sehingga menghambat daya sebar. Dari sisi kenyamanan pemakaian, daya sebar yang terlalu rendah (< 5 cm) dapat menyulitkan saat aplikasi karena sediaan terasa terlalu kental, sementara daya sebar yang terlalu tinggi (> 7 cm) akan membuat sediaan terlalu encer sehingga mudah menyebar berlebihan. Oleh karena itu, rentang 5–7 cm sesuai standar SNI merupakan ukuran optimal¹⁸.

Hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* pada Tabel 5.8 menunjukkan bahwa seluruh formulasi (F1, F2, F3, dan F4) memiliki nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Hal ini menandakan bahwa data daya sebar sediaan emulgel ekstrak daun kopasanda tidak berdistribusi normal. Ketidaknormalan data ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, sebaran data pada tiap formulasi relatif homogen dengan variasi yang kecil sehingga distribusinya tidak menyerupai kurva normal. Kedua, terdapat perbedaan nilai yang cukup kontras antar formulasi, misalnya formulasi F1 memiliki daya sebar lebih tinggi (6 cm) sedangkan formulasi F4 lebih rendah (4 cm). Perbedaan yang cukup jauh ini menyebabkan distribusi data menjadi tidak simetris. Selain itu, jumlah data yang terbatas juga memengaruhi sensitivitas uji *Shapiro-Wilk*, sehingga peluang data tidak memenuhi asumsi normalitas lebih besar. Oleh karena itu, analisis statistik yang digunakan pada tahap selanjutnya sebaiknya menggunakan uji non-parametrik yang tidak mensyaratkan asumsi normalitas.

Hasil uji *Kruskal Wallis* menunjukkan bahwa nilai signifikansi yang diperoleh adalah 0,002 ($p < 0,05$). Hal ini berarti terdapat perbedaan yang signifikan pada daya sebar antar formula emulgel ekstrak daun Kopasanda. Dengan adanya perbedaan yang signifikan ini, maka perlu dilakukan uji lanjut untuk mengetahui formula mana yang berbeda secara nyata. Analisis lebih lanjut menggunakan uji *Mann Whitney* memperlihatkan adanya perbedaan yang signifikan pada semua pasangan formula. Perbandingan F1 dengan F2, F3, dan F4 menunjukkan nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,028; 0,003; dan 0,003 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan nyata. Begitu pula perbandingan F2 dengan F3 dan F4 yang menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,008 ($p < 0,05$). Perbandingan F3 dengan F4 juga menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,008 ($p < 0,05$). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa seluruh formula emulgel ekstrak daun Kopasanda memiliki perbedaan daya sebar yang signifikan satu sama lain.

4. Pembahasan Uji Daya Lekat

Berdasarkan hasil uji daya lekat emulgel ekstrak daun Kopasanda, terlihat peningkatan daya lekat seiring bertambahnya konsentrasi Carbopol 940. Formulasi F1 (0,5 %) menghasilkan daya lekat rata-rata sekitar 1,7 detik, dan F2 (1 %) mencapai $\pm 2,3$ detik, keduanya masih di bawah ambang minimal SNI yaitu ≥ 4 detik, menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut belum cukup untuk membentuk adhesi yang optimal. Sebaliknya, formulasi F3 (1,5 %) memiliki daya lekat sekitar 4,4 detik, dan F4 (2 %) mencapai $\pm 5,4$ detik, yang keduanya telah memenuhi persyaratan SNI.

Hal ini sejalan dengan penelitian *Buccal gel* yang berbasis Carbopol melaporkan bahwa semakin tinggi konsentrasi polimer, maka waktu adhesi juga meningkat secara signifikan. Kenaikan daya lekat pada konsentrasi Carbopol yang lebih tinggi disebabkan oleh semakin banyaknya rantai polimer yang dapat berinteraksi dengan air serta adanya gugus karboksil yang dapat membentuk ikatan hydrogen dengan protein kulit¹⁹. Sifat hidrofilik Carbopol dan kemampuannya membentuk gel kental berkontribusi besar pada peningkatan adhesivitas²⁰.

Hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa hanya formulasi F1 yang memiliki nilai signifikansi 0,024 ($p < 0,05$), sehingga data tidak berdistribusi normal. Sementara itu, formulasi F2, F3, dan F4 memiliki nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,161; 0,683; dan 0,200 ($p > 0,05$), sehingga dapat dikategorikan berdistribusi normal. Ketidakesesuaian distribusi normal pada formulasi F1 dapat disebabkan oleh perbedaan nilai daya lekat yang cukup kontras dibandingkan dengan formulasi lainnya. Nilai daya lekat F1 lebih rendah (1,7 detik), sedangkan formulasi lain menunjukkan daya lekat yang lebih tinggi dan cenderung meningkat seiring bertambahnya konsentrasi basis. Perbedaan ekstrim ini menyebabkan distribusi data F1 tidak simetris. Selain itu, jumlah data yang terbatas juga dapat memengaruhi sensitivitas uji *Shapiro-Wilk*, sehingga semakin mudah terdeteksi sebagai tidak normal. Dengan demikian, hasil uji menunjukkan bahwa sebagian besar formulasi (F2, F3, dan F4) memenuhi asumsi normalitas, sedangkan formulasi F1 tidak. Oleh

karena itu, dalam analisis lanjutan diperlukan pertimbangan penggunaan uji statistik non-parametrik atau transformasi data untuk memastikan hasil yang lebih akurat.

Hasil uji *Kruskal Wallis* pada tabel 5 menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,003 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan daya lekat yang signifikan antar formula emulgel ekstrak daun Kopasanda.

Untuk melihat perbedaan antar formula secara berpasangan, dilakukan uji *Mann Whitney* sebagaimana ditunjukkan pada tabel 5 Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh formula memiliki nilai signifikansi 0,019 ($p < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa semua formula berbeda signifikan satu sama lain. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa setiap formula emulgel ekstrak daun Kopasanda memiliki daya lekat yang berbeda secara signifikan, sehingga variasi konsentrasi *gelling agent* yang digunakan berpengaruh terhadap daya lekat sediaan.

5. Pembahasan Uji Viskositas

Viskositas merupakan salah satu parameter penting dalam evaluasi sediaan topikal karena memengaruhi tekstur, daya sebar, daya lekat, serta kenyamanan penggunaan pada kulit. Menurut SNI 16-4399-1996, rentang viskositas yang baik untuk sediaan setengah padat (gel, emulgel, krim) adalah 2.000–50.000 cps.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa Formulasi 1 (Carbopol 0,5%) memiliki rata-rata viskositas sebesar 695,08 cps, nilai ini jauh di bawah standar SNI sehingga sediaan menjadi terlalu encer dan tidak dapat membentuk konsistensi semi padat yang baik. Formulasi 2 (Carbopol 1%) menghasilkan rata-rata viskositas 31.482,60 cps, berada dalam rentang standar SNI. Konsistensi sediaan cukup stabil dan semi padat sehingga dapat diaplikasikan dengan mudah pada kulit. Pada Formulasi 3 (Carbopol 1,5%), rata-rata viskositas tercatat sebesar 44.706,45 cps yang juga masih sesuai dengan standar SNI. Sediaan memiliki konsistensi lebih kental dibanding F2, namun masih dalam batas kenyamanan penggunaan dan stabilitas. Sementara itu, Formulasi 4 (Carbopol 2%) menunjukkan rata-rata viskositas sebesar 66.689,75 cps, yang melebihi batas atas standar SNI. Konsistensi yang terlalu kental menurunkan daya sebar pada kulit.

Viskositas sistem berbasis Carbopol meningkatkan secara signifikan seiring peningkatan konsentrasi polimer. Peningkatan tersebut disebabkan oleh kemampuan Carbopol yang memiliki struktur *crosslink* mampu mengembang (*swelling*) dalam medium berair, sehingga menambah resistensi terhadap aliran. Selain itu, proses netralisasi yang optimal juga meningkatkan interaksi antar rantai polimer, memperkuat jaringan gel dan pada akhirnya meningkatkan viskositas¹⁶.

Hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* pada menunjukkan bahwa seluruh formulasi (F1, F2, F3, dan F4) memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, yaitu masing-masing 0,157; 0,239; 0,975; dan 0,302. Hal ini menandakan bahwa data viskositas emulgel ekstrak daun kopasanda pada semua formulasi berdistribusi normal. Distribusi yang normal ini dapat terjadi karena sebaran data viskositas pada tiap formulasi cukup merata dan tidak menunjukkan adanya perbedaan ekstrim ataupun outlier yang dapat menyebabkan ketidaksimetrisan data. Selain itu, peningkatan konsentrasi basis Carbopol 940 pada setiap formulasi menghasilkan pola viskositas yang konsisten, yaitu semakin tinggi konsentrasi *gelling agent* maka semakin tinggi nilai viskositas. Pola distribusi yang teratur ini membuat data lebih mudah mengikuti kurva normal. Dengan demikian, hasil uji menunjukkan bahwa data viskositas keempat formulasi memenuhi asumsi normalitas.

Selanjutnya, uji homogenitas menggunakan *Levene's Test* dilakukan untuk melihat kesamaan varians antar kelompok data. Hasil analisis pada daya lekat menunjukkan nilai signifikansi 0,021 ($p < 0,05$), sehingga data tidak homogen. Ketidakhomogenan ini disebabkan oleh perbedaan daya lekat yang cukup jauh antar formulasi, terutama F1 yang lebih rendah dibandingkan F4 yang memiliki nilai tertinggi. Oleh karena itu, analisis statistik lanjutan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode non-parametrik, karena lebih sesuai untuk data yang tidak memenuhi asumsi parametrik.

Uji *Kruskal–Wallis* digunakan untuk mengetahui perbedaan antar formulasi. Hasil analisis menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,003 ($p < 0,05$) yang menandakan terdapat perbedaan bermakna antar formulasi emulgel ekstrak daun kopasanda.

Analisis lebih lanjut menggunakan uji *Mann–Whitney* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada seluruh pasangan formula. Perbandingan F1 dengan F2, F3, dan F4 menghasilkan nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,020; 0,020; dan 0,020 ($p < 0,05$), yang menandakan terdapat perbedaan bermakna. Perbandingan F2 dengan F3 dan F4 juga menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,021 ($p < 0,05$). Demikian pula perbandingan F3 dengan F4 memberikan nilai signifikansi sebesar 0,021 ($p < 0,05$). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa seluruh formula emulgel ekstrak daun Kopasanda memiliki perbedaan viskositas yang signifikan satu sama lain.

6. Pembahasan Penentuan Konsentrasi Optimal Carbopol 940

Berdasarkan hasil pengujian mutu fisik emulgel ekstrak daun kopasanda dengan variasi konsentrasi Carbopol 940, terlihat bahwa peningkatan konsentrasi berpengaruh terhadap parameter pH, viskositas, daya sebar, dan daya lekat. Formula F1 (0,5%) memenuhi parameter pH (6,0) sesuai dengan standar SNI untuk sediaan topikal (4,5–6,5) serta daya sebar (6 cm) sesuai rentang standar SNI (5–7 cm). Namun, viskositasnya sangat rendah (695 cps), jauh di bawah standar SNI (2.000–50.000 cps), sehingga teksturnya terlalu encer dan berisiko mengalami ketidakstabilan selama penyimpanan. Daya lekat juga tidak memenuhi standar SNI (≥ 4 detik), karena hanya 1,7 detik. Hal ini menyebabkan sediaan kurang mampu menempel pada kulit, sehingga zat aktif mudah hilang.

Formula F2 (1%) sudah sesuai pada pH (5,0), viskositas (31.444 cps, dalam rentang SNI 2.000–50.000 cps), serta daya sebar (5,5 cm, masih dalam rentang SNI 5–7 cm). Akan tetapi, daya lekatnya masih rendah yaitu 2,6 detik, di bawah standar SNI (≥ 4 detik). Kondisi ini membuat emulgel kurang optimal menempel di permukaan kulit, sehingga zat aktif tidak dapat bekerja secara maksimal.

Formula F3 (1,5%) memenuhi seluruh parameter SNI: pH 5,0 (rentang 4,5–6,5), viskositas 44.636 cps (dalam standar 2.000–50.000 cps), daya sebar 5 cm (sesuai standar 5–7 cm), serta daya lekat 4,3 detik (memenuhi standar ≥ 4 detik). Konsentrasi 1,5% menghasilkan keseimbangan terbaik antara konsistensi, kemudahan penyebaran, dan daya lekat. Dengan demikian, F3 ditetapkan sebagai formula paling optimal karena seluruh uji mutu fisik sesuai standar SNI untuk sediaan topikal semi padat.

Formula F4 (2%) memiliki pH 5,0 (sesuai SNI 4,5–6,5) dan daya lekat 5,3 detik (≥ 4 detik, sesuai standar). Namun, viskositasnya terlalu tinggi (66.461 cps), melebihi batas SNI (2.000–50.000 cps), dan daya sebar rendah (4 cm), di bawah standar SNI (5–7 cm). Hal ini membuat tekstur emulgel terlalu kental, sulit diratakan pada kulit, dan mengurangi kenyamanan penggunaan.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Emulgel ekstrak daun kopasanda (*Chromolaena odorata L.*) berhasil diformulasikan dengan menggunakan Carbopol 940 sebagai gelling agent sehingga menghasilkan sediaan yang stabil secara organoleptik, pH, viskositas, daya sebar, dan daya lekat. Variasi konsentrasi Carbopol 940 memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat fisik emulgel, khususnya pada parameter viskositas, daya sebar, dan daya lekat, namun tidak terlalu berpengaruh pada pH sediaan. Formula dengan konsentrasi Carbopol 940 sebesar 1,5% (F3) merupakan formulasi paling optimal karena menghasilkan keseimbangan terbaik antara viskositas, daya sebar, dan daya lekat sesuai standar sediaan topikal.

REFERENSI

1. WHO (2023) Traditional Medicine, World Health Organization. Available at: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/traditional-medicine?>

2. BPOM RI (2024) Mengenal Tanaman Obat Keluarga, Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. Available at: <https://ditwasotsk.pom.go.id/post/mengenal-tanaman-obat-keluarga> (Accessed: 10 May 2025).
3. Kemenkes RI (2018) Laporan Nasional Riskesdas 2018. Kementerian Kesehatan RI.
4. Annisa, V. 'Metode untuk Meningkatkan Absorpsi Obat Transdermal', Jurnal Kesehatan, VII(2), pp. 2020–2038.2020
5. Nur Asyifa, T. et al. Cara-cara Untuk Mempercepat Penyembuhan Luka, Winda Trijayanthi Utama Cara-cara Mempercepat Penyembuhan Luka Medula.2023
6. Nurhajanah, M. et al. 'Analisis Kandungan Antiseptik Daun Kopasanda(*Chromolaena odorata*) Sebagai Dasar Pembuatan Gel Pada Luka', Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi, 8(2).2020
7. Yusriadi et al. 'Analysis of Total Phenolic Content of Siam Weed Leaf Extract (*Chromolaena odorata* L.) and Antibacterial Activity Test Against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*', Indonesia Chimica Acta 2022 <https://doi.org/10.20956/ica.v15i1.21074>.
8. Ida, N., Fauziah Noer, S. and Parenrengi, H. Uji Aktivitas Formula Gel Ekstrak Etanol Daun Kopasanda (*Chromolaena odorata* L.) Sebagai Obat Luka Sayat Pada Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*), Jurnal FARBAL.2020
9. Charyulu, N.R. et al. 'Emulgel: A Boon for Enhanced Topical Drug Delivery', Journal of Young Pharmacists, 13(1), pp. 76–79. 2021. <https://doi.org/10.5530/jyp.2021.13.17>.
10. Avianka, V., Mardhiani, Y.D. and Santoso, R. Studi Pustaka Peningkatan Nilai SPF (Sun Protection Factor) pada Tabir Surya dengan Penambahan Bahan Alam', Jurnal Sains dan Kesehatan, 4(1), pp. 79–88. 2022 <https://doi.org/10.25026/jsk.v4i1.664>.
11. Habiba, S.A., Tilarso, D.P. and Putri, A.E. Pengaruh Konsentrasi Karbomer-940 pada Sediaan Emulgel Minyak Zaitun dan Ekstrak Daun Kelor', Jurnal Sains dan Kesehatan, 4(2), pp. 138–146. 2022 <https://doi.org/10.25026/jsk.v4i2.894>.
12. Rowe, R.C., Sheskey, P. J., & Quinn, S. C. (Eds). (2009). Handbook of pharmaceutical excipients (6th ed.). London: Pharmaceutical Press
13. Martin, A., Bustamante, P., & Chun, A. H. C. Martin's physical pharmacy and pharmaceutical sciences (5th ed.). Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins.2006
14. Ramadhan P. W. (2024) Formulasi dan uji stabilitas sediaan gel deodoran kombinasi minyak atsiri daun kemangi (*Ocimum basilicum*) dan ekstrak daun teh hijau (*Camellia sinensis* L.) dengan variasi carbopol 940. Universitas Sari Mulia.2024 Repository Universitas Sari Mulia. <https://repository.unism.ac.id/3306/>
15. Khoiriyah, K., Ulfah, M., Nisa, F., & Hidayati, I. Carbopol-940 improves the physical properties of cocoa pod husk extract emulgel. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 13(2), 122-118.2023 <https://doi.org/10.7324/JAPS.2023.130213>
16. Bierman . A., et al. Full-Factorial Rheologi Investigation of carbopol ETD2020 for embedded printing: Effects of pH and carbomer concentration. Materials, 18(13), 3164.2025 <https://doi.org/10.3390/ma1813164>.
17. Story, A., Kinnunen, H., & Kontturi, K. Effect of carbomer microgel pH and concentration on the rheological behavior of topical formulations. Journal of Applied Polymer Science, 137(21), 48672. 2020 <https://doi.org/10.1002/app.48672>
18. Pharmacia, J. et al. Uji Efektivitas Fraksi Daun Ketapang (*Terminalia catappa* L) Terhadap Penyembuhan Luka Sayat pada Kelinci (*Orcyctolagus cuniculus*) Effectiveness Test of Ketapan Leaf Fraction (*Terminalia catappa* L) on The Healing of Incision Wounds in Rabbits (*Orcyc*', 3(4).2024
19. Munteanu, C., Ivanov, C., & iovanov, R. Assessment of binary agarose-Carbopol buccal gels: In vitro bioadhesion and mechanical characterization. Molecules, 27(20), 7004. 2022 <https://doi.org/10.3390/molecules27207004>.
20. Ahmed, T.A., Aljaeid, B. ., & Aleanizy, F. S. (2020). Development of carbopol-based gels loaded with therapeutic agents: bioadhesive, rheological , and stabiliti evaluation. International Journal of Pharmaceutical, 580, 119246 2020 <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.119246>