

RESEARCH ARTICLE

Pengaruh Kombinasi Kitosan dan Karbopol 940 terhadap Karakteristik Fisik dan Stabilitas Sediaan Gel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.)

*The Effect of Chitosan and Carbopol 940 Combination on The Physical Characteristics and Stability of Moringa Leaf Extract Gel (*Moringa oleifera* L.)*

Dioni Fadia Zatalini*, Weka Sidha Bhagawan, Zedny Norachuriya

Program Studi Farmasi, Universitas PGRI Madiun, Madiun, Indonesia

*E-mail: dioni.fadia@unipma.ac.id

ABSTRAK

Gel adalah sediaan topikal yang memiliki keuntungan seperti bewarna jernih, memberikan sensasi dingin, tidak berminyak, dan mudah menyebar di kulit sehingga dapat memberikan efek teraupetik secara maksimal. *Gelling agent* merupakan komponen penting dalam pembentukan gel. Kitosan merupakan polimer alam yang dapat membentuk gel pada larutan asam. Sedangkan karbopol 940 dapat menghasilkan gel bewarna jernih dan stabilitasnya baik selama penyimpanan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh karbopol 940 dan kitosan dengan variasi kombinasi pada sediaan gel ekstrak daun kelor terhadap karakteristik fisik dan uji stabilitas selama 4 minggu. Pembuatan gel ekstrak daun kelor menggunakan ekstrak etanol daun kelor sebesar 5%. Kombinasi *gelling agent* yaitu karbopol 940 1% dan kitosan 0,5%, 1%, dan 1,5%. Uji karakteristik dan stabilitas meliputi organoleptis, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, dan stabilitas selama 4 minggu. Hasil menunjukkan gel ekstrak daun kelor bewarna coklat tua, kental, berbau khas daun kelor, serta homogen dan tidak terdapat perubahan yang signifikan selama disimpan 28 hari. pH sediaan gel ekstrak daun kelor tidak terdapat perubahan signifikan setelah disimpan selama 4 minggu (4,94 – 5,20 menjadi 5,09 – 5,6). Stabilitas viskositas sediaan gel ekstrak daun menunjukkan adanya penurunan dari pada tiap minggu hingga minggu ke-4 yaitu 2,964 – 4420 cps menjadi 2,438 – 3556 cps. Pada uji daya sebar terjadi peningkatan setelah disimpan selama 4 minggu (4,2 – 5,9 cm menjadi 5,1 – 6,9 cm). Berdasarkan hasil tersebut semua formula gel kitosan-karbopol 940-ekstrak daun kelor telah memenuhi persyaratan.

Kata Kunci: Ekstrak daun kelor, gel, karbopol 940, kitosan, uji stabilitas

ABSTRACT

Gel is one of the topical preparations that has advantages such as a transparent color, a cool sensation, and being non-oily, making it easy to spread on the skin and providing maximum therapeutic effects. A gelling agent is a crucial component in the formation of a gel. Chitosan is a natural polymer that can form a gel in acidic solutions. While carbopol 940 can produce a clear colored gel, its stability is good during storage. The purpose of this study was to determine the effect of combining carbopol 940 and chitosan on the physical characteristics and stability of a moringa leaf extract gel over 4 weeks. The manufacture of moringa leaf extract gel uses an ethanol extract from moringa leaves at 5%. The combination of gelling agents is carbopol 940 at 1% and chitosan at 0.5%, 1%, and 1.5%. Characteristic and stability tests include organoleptic, homogeneity, pH, viscosity, spreadability, and stability for 4 weeks. The results showed that the moringa leaf extract gel was dark brown, and thick, had a distinctive smell of moringa leaves was homogeneous, and did not experience significant changes during storage for 28 days. The pH test value of the moringa leaf extract gel preparation did not change after being stored for 4 weeks 4.94-5.20 to 5.09-5.65. The viscosity stability of the moringa leaf extract gel preparation decreased from week 1, from 2.964-4420 cps to 2.438-3556 cps after week. In the spreadability test, there was an increase after being stored for 4 weeks, from 4.2-5.9 cm to 5.1-6.9 cm. Based on these results, all chitosan-carbopol 940-moringa leaf extract gel formulas have met the requirements.

Keywords: Moringa leaves extract, gel, carbopol 940, chitosan, stability test

Submitted: April 17th 2025 | 1st Revised: May 25th 2025 | Accepted: June 24th 2025 | Published: June 30th 2025

Pendahuluan

Acne vulgaris (jerawat) terjadi akibat sel-sel kulit mati yang menyumbat folikel rambut. *Acne vulgaris* ditandai dengan munculnya lesi inflamasi dan non-inflamasi pada folikel rambut dan kelenjar *sebaceous* yang sering terjadi pada usia 11-25 tahun [1]. Jerawat disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus epidermis* [2]. Faktor lain yang dapat menyebabkan timbulnya jerawat adalah ketidakseimbangan hormon, makanan, psikis, dan bahan kimia yang terkandung di dalam kosmetika [3].

Daun kelor atau dengan nama latin *Moringa oleifera* L. memiliki senyawa aktif seperti metabolit flavonoid, alkanoid, dan fenol yang berfungsi sebagai anti bakteri [4]. Pada konsentrasi 5, 10, dan 15% ekstrak daun kelor dengan konsentrasi 5, 10, dan 15% pada sediaan salep mampu menghasilkan zona hambat untuk mencegah pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* [5].

Gel merupakan sediaan semisolid yang memiliki keuntungan seperti tidak lengket, stabil, dan cepat diserap oleh kulit sehingga mampu memberikan efek teraupetif yang lebih cepat dibandingkan sediaan salep [6]. Kandungan air yang tinggi pada gel dapat memberikan efek hidrasi sehingga menimbulkan sensasi dingin, daya serap yang baik di kulit. Hal tersebut memudahkan zat aktif untuk cepat berpenetrasi [1]. Komponen utama gel yaitu *gelling agent*. *Gelling agent* merupakan zat hidrokoloid yang berfungsi untuk meningkatkan dan menstabilkan gel [5]. *Gelling agent* terdiri dari 3 jenis yaitu, polimer alam, polimer sintetis, dan polimer semi sintetis [6].

Salah satu polimer sintetis yaitu karbopol 940. Penggunaan karbopol pada bidang farmasi dan kosmetika yaitu sebesar 0,5-2%. Karbopol 940 memiliki keuntungan yaitu gel terbentuk jernih, tidak toksik ketika diaplikasikan pada kulit, memiliki stabilitas yang tinggi selama penyimpanan, kompatibel, serta menghasilkan viskositas dan rheologi yang tinggi [7]. Kitosan bersifat *biocompatible* dan bio-adhesif, sifat polikationik kitosan dalam lingkungan asam dapat membentuk gel (hidrogel) atau *swelling* yang disebabkan ikatan tautan silang ionik [8]. Sifat biokompatibilitas dan biodegradabilitas, maka kitosan dapat berpotensi sebagai *drug delivery system* (DDS) [9]. Kitosan memiliki gugus amino (NH_2) dan gugus hidroksil ($-\text{OH}$) yang dapat berikatan dengan berbagai gugus fungsi. Kitosan bersifat polielektrolit positif ketika dilarutkan dalam air pada pH dibawah 6,5 [10]. Sehingga penggunaan kombinasi kitosan dan karbopol 940 sebagai *gelling agent* dapat meningkatkan karakteristik fisik gel kitosan-karbopol 940-ekstrak daun kelor yang baik. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh kombinasi karbopol 940 dan kitosan sebagai *gelling agent* pada sediaan gel terhadap karakteristik fisik dan stabilitas sediaan gel kitosan-karbopol 940-ekstrak daun kelor.

Bahan dan Metode

Bahan

Bahan aktif yang digunakan yaitu serbuk daun kelor (*Moringa oleifera* L.) yang didapat dari B2P2TOOT Tawangmangu beserta determinasinya. Bahan tambahan meliputi serbuk kitosan (Biotech. Co.Ltd®), propilen glikol (Bratachem®), asam asetat glasial (Merck KGaA®, Jerman), karbopol 940, trietanolamin (TEA), etanol 96%, metil paraben, propil paraben didapat dari Jayarindo, Kediri. Semua bahan

kimia menggunakan tipe *pharmaceutical grade*. Alat yang digunakan meliputi alat gelas (pyrex®), mortal, alu, neraca analitik, viskometer brookfield, pH meter (ohaus-Starter®), *hot plate*, alat uji daya sebar, dan *rotary evaporator*.

Metode

1. Ekstraksi Daun Kelor

Ekstrak daun kelor didapat dari hasil maserasi dengan etanol 70% (1:7,5). Serbuk daun kelor sebanyak 600 g direndam menggunakan etanol 70% berjumlah 4500 mL selama 24 jam. Filtrat disaring dan dilanjutkan remaserasi sebanyak 3 kali [11]. Selanjutnya filtrat dimasukkan ke dalam *rotary evaporator* dan dipanaskan di dalam *waterbath* dengan suhu 500°C hingga terbentuk ekstrak kental daun kelor [12].

$$\text{Rendemen (\%)} : \frac{\text{Bobot ekstrak}}{\text{Bobot awal simplisia}} \times 100\% \quad (1)$$

2. Pembuatan Gel Kitosan-Karbopol 940-Ekstrak Daun Kelor

Gel ekstrak daun kelor dibuat dengan kombinasi karbopol 940 dan kitosan dengan berbagai variasi. Formulasi sediaan gel dapat dilihat pada **Tabel 1**. Kitosan ditabur di atas asam asetat 1%, distirrer hingga homogen dengan kecepatan 250 rpm. Karbopol 940 dikembangkan di atas akuades bebas CO_2 dengan suhu 700 C selama ± 15 menit, lalu diaduk hingga homogen. Campuran basis kitosan dan karbopol 940 digabungkan dan diaduk hingga homogen. Propilen glikol sebagai pelarut ekstrak daun kelor, ditambahkan metil paraben dan propil paraben. Ekstrak etanol daun kelor dicampurkan ke dalam basis gel lalu ditambahkan TEA dan sisa akuades, diaduk hingga homogen.

Tabel 1. Formulasi sediaan gel

Bahan	Fungsi	Formula (%)		
		F1	F2	F3
Ekstrak daun kelor	Zat aktif	5	5	5
Kitosan	<i>Gelling agent</i>	0,5	1	1,5
Asam Asetat 1%	<i>Solvent</i>	5	5	5
Karbopol 940	<i>Gelling agent</i>	0,5	0,5	0,5
Propilen Glikol	Humektan	15	15	15
Triethanolamine (TEA)	<i>Alkalizing agent</i>	1	1	1
Metil paraben	Pengawet	0,1	0,1	0,1
Propil paraben	Pengawet	0,2	0,2	0,2
Akuades	Pelarut	Ad 100	Ad 100	Ad 100

Keterangan:

F1= Gel kombinasi kitosan-karbopol 940 (0,5 : 0,5)

F2 = Gel kombinasi kitosan-karbopol 940 (1 : 0,5)

F3 = Gel kombinasi kitosan-karbopol 940 (1,5 : 0,5)

3. Evaluasi Sediaan Gel Kitosan-Karbopol 940-Ekstrak Daun Kelor

a. Uji Organoleptis

Uji organoleptis dilakukan dengan mengamati warna, tekstur, dan bentuk dari gel secara visual [3].

b. Uji Homogenitas

Sebanyak 0,5 g gel dioleskan tipis dan merata pada cawan petri. Sediaan gel yang homogen yaitu tidak terdapat butiran kasar dan gumpalan [13].

c. Uji Viskositas

Pengujian viskositas menggunakan alat yaitu viskometer Brookfield. Sediaan diletakkan di dalam gelas kimia 200 mL yang berisi ± 150 mL gel. *Spindle* menggunakan rotor no. 2 dan dipasangkan pada alat viskometer lalu diatur dengan kecepatan 30 rpm. Selanjutnya ditunggu hingga nilai viskositas muncul pada layar [14]. Satuan nilai viskositas yaitu cPs.

d. Uji Daya Sebar

Uji daya sebar dilakukan dengan mengambil 0,5 g gel diletakkan di atas kaca bulat berskala, ditutup dengan kaca, dan ditunggu selama 1 menit. Tambahkan pemberat sebanyak 50, 100, dan 150 g dan ditunggu selama 1 menit. Diameter gel dihitung setelah gel menyebar [11].

e. Uji Stabilitas Gel

Uji dilakukan dengan penyimpanan gel pada suhu ruang (27 C ± 2) selama 28 hari. Parameter dari uji stabilitas yaitu melihat adanya perubahan pada organoleptis, homogenitas, pH, viskositas, dan daya sebar dari sediaan gel. Pengambilan data uji stabilitas dilakukan pada hari ke-0, 7, 14, 21, dan 28 [15].

4. Analisis Data

Pengolahan data menggunakan program *Statistical Product of Social Science* (SPSS) 22. Penilaian berupa uji normalitas yang terdistribusi normal. Data yang terdistribusi normal diujikan kembali dengan metode *one-way* ANOVA dengan uji *post hoc*. Nilai dinyatakan signifikan bila *p* < 0,05. Uji lanjutan menggunakan uji *paired sample T-Test* untuk mengetahui kestabilan sediaan.

Hasil

Pembuatan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dilakukan dengan metode maserasi diperoleh sebanyak ekstrak kental daun kelor sebanyak 127,56 g dengan persentase hasil rendemen 21,26%. Hasil uji organoleptis gel ekstrak etanol daun kelor dapat dilihat pada **Tabel 2**, uji homogenitas **Tabel 3**, uji pH **Tabel 4**, uji viskositas **Tabel 5**, dan uji daya sebar **Tabel 6**.

Tabel 2. Formulasi sediaan gel

Minggu ke-	Formula	Bau	Tekstur	Warna
Minggu 0	F1	Khas daun kelor	Sedikit kental	Coklat tua
	F2	Khas daun kelor	Sedikit kental	Coklat tua
	F3	Khas daun kelor	Kental	Coklat tua
Minggu 1	F1	Khas daun kelor	Sedikit kental	Coklat tua
	F2	Khas daun kelor	Kental	Coklat tua
	F3	Khas daun kelor	Kental	Coklat tua
Minggu 2	F1	Khas daun kelor	Sedikit kental	Coklat tua
	F2	Khas daun kelor	Kental	Coklat tua
	F3	Khas daun kelor	Sangat kental	Coklat tua
Minggu 3	F1	Khas daun kelor	Kental	Coklat tua
	F2	Khas daun kelor	Sangat kental	Coklat tua
	F3	Khas daun kelor	Sangat kental	Coklat tua
Minggu 4	F1	Khas daun kelor	Kental	Coklat tua
	F2	Khas daun kelor	Sangat kental	Coklat tua
	F3	Khas daun kelor	Sangat kental	Coklat tua

Tabel 3. Hasil uji homogenitas ekstrak daun kelor

Waktu	Formula		
	F1	F2	F3
Minggu 0	Homogen	Homogen	Homogen
Minggu 1	Homogen	Homogen	Homogen
Minggu 2	Homogen	Homogen	Homogen
Minggu 3	Homogen	Homogen	Homogen
Minggu 4	Homogen	Homogen	Homogen

Tabel 4. Hasil uji pH gel ekstrak daun kelor

Waktu	Nilai pH		
	F1	F2	F3
Minggu 0	5,18	5,0	4,92
Minggu 1	5,20	5,0	4,94
Minggu 2	5,40	5,17	5,01
Minggu 3	5,55	5,29	5,12
Minggu 4	5,65	5,24	5,09

Tabel 5. Hasil uji viskositas gel ekstrak daun kelor

Waktu	Nilai Viskositas (cP)		
	F1	F2	F3
Minggu 0	2980	3702	4495
Minggu 1	2964	3670	4420
Minggu 2	2911	3608	4124
Minggu 3	2480	3160	3660
Minggu 4	2438	3045	3556

Tabel 6. Hasil uji daya sebar gel ekstrak daun kelor

Waktu	Nilai Daya Sebar (cm)		
	F1	F2	F3
Minggu 0	5,8	5,3	4,0
Minggu 1	5,9	5,0	4,2
Minggu 2	6,1	5,1	4,6
Minggu 3	6,7	5,5	5
Minggu 4	6,9	5,9	5,1

Pembahasan

Daun kelor diekstraksi dengan pelarut etanol 96% menggunakan metode maserasi. Hasil ekstrak sebanyak 127,56 g dengan nilai rendemen 21,26%. Karakteristik ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) yaitu bewarna coklat tua pekat, tekstur kental, dan beraroma khas daun kelor. Nilai pH ekstrak daun kelor sebesar 4,65 ± 0,2 dan *moisture content* 2,56% yang menunjukkan bahwa masih memenuhi persyarat *moisture content* < 10% [16].

Hasil evaluasi organoleptis gel kitosan-karbopol 940-ekstrak daun dapat dilihat pada **Tabel 2**. Semua formula bewarna coklat tua dan berbau khas daun kelor. Gel kitosan-karbopol 940-ekstrak daun kelor pada formula 3 memiliki tekstur paling kental dari semua formula. Hal tersebut dikarenakan kandungan kitosan 1,5% yang menyebabkan tekstur gel menjadi lebih kental. Setelah disimpan ± 28 hari (4 minggu) menunjukkan tidak adanya perubahan yang signifikan pada warna dan bau serta konsistensi dari gel kitosan-karbopol 940-ekstrak daun kelor.

Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada **Tabel 3**. Semua formula gel ekstrak daun kelor menunjukkan tidak terdapat gumpalan dan partikel kasar. Sehingga dapat dikatakan semua formula gel kitosan-karbopol 940-ekstrak daun kelor homogen. Stabilitas sediaan gel kitosan-karbopol 940-ekstrak daun kelor setelah penyimpanan selama ± 28 hari tidak terdapat perubahan yang signifikan, dilihat dari tekstur yang tidak menunjukkan pemisahan/gumpalan yang terbentuk.

Uji pH bertujuan untuk mengetahui pH dari sediaan gel. pH untuk sediaan topikal yang dapat diterima kulit yaitu 4,5-6,5. pH yang terlalu asam akan menyebabkan iritasi dan jika kondisi basa maka kulit menjadi kering dan bersisik [17]. pH sediaan gel ekstrak daun kelor yaitu berkisar 4,5-5. Hasil evaluasi pH dapat dilihat pada **Tabel 4**. Semakin tinggi konsentrasi kitosan maka pH sediaan gel menjadi asam. Uji statistika *one way ANOVA* menunjukkan hasil uji pH sediaan gel kitosan-karbopol 940-ekstrak daun kelor berbeda signifikan (nilai $P = 0,032 < 0,05$). Konsentrasi kitosan mempengaruhi pH sediaan gel, disebabkan karena kitosan bersifat asam. Semakin tinggi konsentrasi kitosan, maka sediaan gel akan semakin asam. Stabilitas pH penyimpanan selama ± 28 hari dengan uji *paired sample T-test* P value F1 = dan F2 sebesar 0,059 dan F3 = 0,077. Hal tersebut menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan. pH sediaan gel ekstrak daun kelor cenderung konstan selama masa penyimpanan.

Uji viskositas bertujuan untuk mengetahui kekentalan dari sediaan gel. Hasil pengukuran viskositas dapat dilihat pada **Tabel 5**. Formula sediaan gel ekstrak etanol daun kelor memiliki nilai viskositas berkisar 2918-4453 cPs. Syarat viskositas sediaan gel yaitu 2000-4000 cP [18]. Semakin tinggi konsentrasi kitosan maka viskositas cenderung tinggi dan gel semakin kental. Hal tersebut disebabkan kitosan memiliki kemampuan untuk membentuk gel (hidrogel) ketika berada pada suasana asam [8]. Karbopol 940 merupakan polimer sintesis yang bersifat higroskopis, sedikit asam dan mudah terionisasi. Dalam larutan asam (pH 3,5-4,5) karbopol 940 menunjukkan viskositas yang rendah, sedangkan viskositas optimal terjadi pada kondisi pH 5-10 [19]. Kitosan memiliki gugus NH_2 yang akan berikatan dengan gugus OH dari karbopol 940 sehingga terjadi ikatan hidrogen sehingga viskositas menjadi tinggi [20]. Berdasarkan hasil statistika *one way ANOVA*, nilai P value sebesar 0,00 atau $P < 0,05$ yang menunjukkan bahwa nilai viskositas tiap formula menunjukkan hasil berbeda signifikan. Nilai viskositas sediaan gel setelah penyimpanan selama ± 28 hari dengan uji *paired sample T-test* P value F1 = 0,01; F2 = 0,076; F3 = 0,087. F1 menunjukkan perbedaan signifikan terhadap perubahan kekentalan sediaan gel selama penyimpanan 4 minggu. F1 dengan konsentrasi kitosan yang rendah yaitu 0,5% banyak mengandung cairan yang tinggi sehingga menyebabkan penurunan kekentalan.

Uji daya sebar bertujuan untuk mengetahui kemampuan gel menyebar pada permukaan kulit. Hasil uji daya sebar sediaan gel kitosan-karbopol 940-ekstrak daun kelor dapat dilihat pada **Tabel 6**. Gel ekstrak daun kelor dengan kitosan 0,5% memiliki nilai daya sebar paling tinggi yaitu 6,9 cm setelah disimpan selama 4 minggu. semakin besar diameter sebaran, maka semakin besar pula luas permukaan yang dapat dijangkau oleh gel [19]. Daya sebar yang baik dapat menjamin sediaan gel dapat terdistribusi merata ketika diaplikasikan pada kulit. Syarat daya sebar sediaan gel yaitu 5-7 cm [11]. Korelasi viskositas dengan daya sebar adalah semakin tinggi nilai viskositas, maka daya

sebar akan rendah. Karbopol 940 memiliki kemampuan untuk menyerap air sehingga CO_2 dari air yang terkandung dalam gel semakin banyak yang menyebabkan tekstur gel menjadi lunak [20]. Hasil uji statistika *one way ANOVA* nilai P value sebesar 0,009, atau $P < 0,05$ yang menunjukkan nilai daya sebar dari tiap formula berbeda signifikan. Berdasarkan uji *paired sample T-Test* stabilitas daya sebar gel ekstrak kelor menunjukkan nilai P value $> 0,05$ pada F1 dan F3. Nilai P value F2 yaitu 0,026 ($< 0,05$) dimana terdapat perbedaan signifikan terhadap perubahan daya sebar sediaan gel selama penyimpanan. Daya sebar yang menurun disebabkan karena faktor viskositas suatu gel yang tidak stabil selama penyimpanan [15]. Konsistensi gel yang cenderung cair maka daya meningkatkan daya sebar.

Kesimpulan

Kombinasi kitosan dan karbopol 940 sebagai *gelling agent* dapat memberikan karakteristik gel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) yang memenuhi persyaratan karakteristik dari segi organoleptis, homogenitas, pH, viskositas, dan daya sebar. Uji stabilitas sediaan gel ekstrak daun kelor setelah penyimpanan selama 4 minggu (± 28 hari) mengalami perubahan signifikan pada viskositas dan daya sebar. Namun pada pH tidak mengalami perubahan secara signifikan.

Referensi

- [1] Chellathurai BJ, Anburose R, Alyami MH, Sellappan M, Bayan MF, Chandrasekaran B, Chidambaram K, Rahamathulla M. Development of a Polyherbal Topical Gel for the Treatment of Acne. *Gels*. 2023;9(2). DOI: 10.3390/gels9020163
- [2] Indriaty S, Sulastri L, Rizikiyan Y, Hidayati NR, Karlina N, Lestari RD. Formulasi Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Dengan Variasi Konsentrasi Karbopol 940 Formulation Gel of Ethanol Extract Moringa Leaf (*Moringa Oleifera*) With Concentration Variation Carbopol 940. *Med Sains*. 2022;7(1).
- [3] Putra Riswana A, Indriarini D, Agnes M, Dedy E. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Penyebab Jerawat. In Seminar Nas Ris Ked. 2022.
- [4] Depkes RI. Farmakope Indonesia. IV. Edited by Departemen Kesehatan RI. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia; 1995.
- [5] Bhuyan C, Saha D, Rabha B. A Brief Review on Topical Gels as Drug Delivery System. *J of Pharma Res Inter*. 2021;33(47A):344–57. DOI: 10.9734/jpri/2021/v33i47a33020
- [6] Chaerunisaa AY, Husni P, Murthadiah FA. Modifikasi Viskositas Kappa Karagenan Sebagai Gelling Agent Menggunakan Metode Polymer Blend. *J of The Indo Soc of Integrated Chem*. 2020;12(2):73–83. DOI: 10.22437/jisic.v12i2.12040
- [7] Rusli D, Amelia K, Gading SSS. Formulasi dan Evaluasi Sediaan Gel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lam.) dengan Variasi NaCMC sebagai Basis, In *J Ilm Bakti Farma*. 2021;6(1):7-12.
- [8] Barleany DR, Jayanudin, Nasihin, Widiawati M, Yulvianti M, Sari DK, Gunawan A. Hydrogel from Shrimp Shell-Based Chitosan: The Degree of Crosslinking and Swelling Study. *ASEAN J of Chem Engineer*. 2023;23(1):28–39.

DOI: 10.22146/ajche.73716

- [9] Adistya, Tasya, Kumalasari, Fajar, Handrini D, Anne, Winnie RM. The Effect=of Chitosan Gel Concentration on Neutrophyl And Macrophage In Gingival Ulcer Of Sprague Dawley Rat. 2013;46(3).
- [10] Imam SS, Gilani SJ, Zafar A, Jumah MN. Bin, Alshehri S. Formulation of Miconazole-Loaded Chitosan–Carbopol Vesicular Gel: Optimization to In Vitro Characterization, Irritation, and Antifungal Assessment. *Pharmaceutics*. 2023;15(2). DOI: 10.3390/pharmaceutics15020581
- [11] Ermawati DE, Ramadhani CI. Formulation of Anti-Acne Gel of Moringa oleifera, L. Ethanolic Extract and Antibacterial Test on Staphylococcus epidermidis. *Majalah Farma*. 2020;16(2):54. DOI: 10.22146/farmaseutik.v16i2.50319
- [12] Wahyuningsih ES, Sumaryono W, Chaidir C. Combination Gel Formulation Extracts of Moringa Leaf and Red Betel Leaf as an Inhibitor of Acne-Causing Bacteria (Propionibacterium acne and Staphylococcus aureus). *J Fitofarma Indo*. 2021;8(3):18–23. DOI: 10.33096/jffi.v8i3.727
- [13] Vongsak B, Sithisarn P, Mangmool S, Thongpraditchote S, Wongkrajang Y, Gritsanapan W. Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of Moringa oleifera Leaf extract by the appropriate extraction method. *Industrial Crops and Prod*. 2013;44(1):566-71.
- [14] Thomas NA, Tungadi R, Hiola F, Latif M. Pengaruh Konsentrasi Carbopol 940 Sebagai Gelling Agent Terhadap Stabilitas Fisik Sediaan Gel Lidah Buaya (Aloe Vera). *Indo J of Pharma Edu*. 2023;3(2). DOI: 10.37311/ijpe.v3i2.18050
- [15] Juliana I, Fatmawati A, Abdurrahman Munir M, Rahmawati F. The effect of concentration variation on the physical properties and stability tests of freeze-thaw cycling on gel formula for the combination of moringa leaf extract and lime leaf extract. *J of Pharma and Sci*. 2024;7(1):26–34. DOI: 10.36490/journal-jps.com
- [16] Rowe RC, Sheskey PJ, Quinn ME. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. New York: Pharma Press. 2009
- [17] Djumaati F, Yamlean PVY, Lolo WA. Formulasi Sediaan Salep Ekstrak Etanol Daun Kelor (Moringa Oleifera Lamk.) dan Uji Aktivitas Antibakterinya Terhadap Bakteri Staphylococcus aureus. *Pharmacon*. 2018;7(1):22-9.
- [18] Ariani Edityaningrum C, Zulien F, Widiyastuti L. Optimization of Water Fraction Gel Formula of Binahong Leaf (Anredera cordifolia (Ten.) Steen) With Gelling Agent of Sodium Alginate and Carboxymethyl Chitosan Combination. *Trad Med J*. 2018;23(3):97–105.
- [19] Istiqomah N, Akuba J, Taupik M. Formulasi Emulgel Dari Ekstrak Daun Kelor (Moringa Oleifera Lam) Serta Evaluasi Aktivitas Antioksidan Dengan Metode Dpph. *J Syifa Sci and Clinic Res*. 2021;3(1). <http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jsscr>
- [20] Apriani EF, Kornelia N, Amriani A. Optimizing Gel Formulations Using Carbopol 940 and Sodium Alginate Containing Andrographis paniculata Extract for Burn-Wound Healing. *J Farma Dan Ilm Kefarma Indo*. 2023;10(3):300–11. DOI: 10.20473/jfiki.v10i32023.300-311