

Formulasi dan Evaluasi Sediaan *Spray Gel* Ekstrak Kepala Udang (*Litopenaeus vannamei*) dengan Variasi Propilenglikol

Formulation and Evaluation of Spray Gel Dosage Form of Shrimp Head Extract (Litopenaeus vannamei) with Propyleneglycol Variations

Rendhika Naufaldi Romadhon¹, Gusti Ayu Rai Saputri^{2*}, Vito Zhafran Octonariz³

^{1,2,3}Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Malahayati
Email Korespondensi: gustifamasi@malahayati.ac.id

Abstrak

Latar belakang: Limbah kepala udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dapat dimanfaatkan sebagai sumber kitosan untuk pengembangan sediaan topikal. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan memformulasikan dan mengevaluasi mutu fisik spray gel berbasis kitosan dengan variasi propilenglikol. **Metode:** Penelitian eksperimental laboratorium dilakukan pada Maret–Juni 2026. F1, F2, dan F3 mengandung kitosan masing-masing 0,10%; 0,50%; dan 1,50%, serta propilenglikol 5%; 10%; dan 15%. Evaluasi meliputi organoleptik, homogenitas, pH, viskositas, pola penyemprotan, waktu pengeringan, retensi pada kulit, dan *Cycling test* enam siklus pada 4 °C dan 40 °C. **Hasil:** Seluruh formula homogen sebelum dan sesudah *Cycling test*. Berdasarkan tabel hasil, pH awal F1–F3 berturut-turut $6,63 \pm 0,09$; $6,15 \pm 0,02$; dan $5,59 \pm 0,01$, sedangkan viskositasnya $7.033,33 \pm 25,17$; $9.832,00 \pm 8,00$; dan $19.542,00 \pm 10,00$ mPa•s. Diameter semprot masing-masing $4,50 \pm 0,10$; $2,20 \pm 0,10$; dan $1,95 \pm 0,07$ cm. Setelah *Cycling test*, pH meningkat dan viskositas menurun secara signifikan berdasarkan uji t berpasangan yang dilaporkan. **Kesimpulan:** F1 memberikan diameter semprot terluas dan viskositas terendah, sehingga menjadi kandidat formula untuk optimasi berikutnya. Variasi kitosan dan propilenglikol secara bersamaan membatasi penilaian pengaruh masing-masing bahan. Efektivitas analgesik dan keamanan dermal belum ditentukan.

Kata kunci: Kepala udang; Kitosan; Spray gel; Propilenglikol; Stabilitas fisik.

Abstract

Background: *Vannamei shrimp (Litopenaeus vannamei) head waste can serve as a chitosan source for topical formulations.* **Objective:** *This study aimed to formulate and evaluate the physical properties of chitosan spray gels with varying propylene glycol concentrations.* **Methods:** *A laboratory experiment was conducted from March to June 2026. F1, F2, and F3 contained 0.10%, 0.50%, and 1.50% chitosan and 5%, 10%, and 15% propylene glycol, respectively. Evaluations included appearance, homogeneity, pH, viscosity, spray pattern, drying time, skin retention, and six cycling-test cycles at 4 °C and 40 °C.* **Results:** *All formulations are homogeneous before and after cycling. According to the results tables, initial pH values are 6.63 ± 0.09 , 6.15 ± 0.02 , and 5.59 ± 0.01 , and viscosities are $7,033.33 \pm 25.17$, $9,832.00 \pm 8.00$, and $19,542.00 \pm 10.00$ mPa•s for F1–F3, respectively. Spray diameters are 4.50 ± 0.10 , 2.20 ± 0.10 , and 1.95 ± 0.07 cm. Following cycling, pH increases and viscosity decreases significantly according to the reported paired t-tests.* **Conclusion:** *F1 has the widest spray pattern and lowest viscosity and is a candidate for further optimization. Simultaneous variation of chitosan and propylene glycol limits attribution to either ingredient. Analgesic efficacy and dermal safety remain undetermined.*

Keywords: Shrimp head; Chitosan; Spray gel; Propylene glycol; Physical stability.

*Corresponding author: Gusti Ayu Rai Saputri, 3Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Malahayati, Indonesia.

E-mail : gustifamasi@malahayati.ac.id

Doi : 10.35451/jfm.v9i1.4057

Received : October 06, 2026, Accepted: October 28, 2026, Published: October 30, 2026

Copyright: © 2026 Gusti Ayu Rai Saputri (s). Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution 5.0 International License.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan limbah udang sebagai bahan baku bernilai tambah merupakan pendekatan pengembangan material farmasi berbasis sumber daya hayati. Kulit dan kepala udang mengandung kitin yang dapat diolah menjadi kitosan melalui proses deasetilasi. Karakteristik kitosan, termasuk derajat deasetilasi dan bobot molekul, berkaitan dengan sifat fisikokimia serta penggunaannya dalam sistem penghantaran bahan aktif [1]. Pemrosesan bahan baku juga menentukan karakteristik polimer yang diperoleh; penelitian ekstraksi kitosan dari cangkang keong mas dan kulit udang menunjukkan relevansi pengendalian proses isolasi pada pengembangan material tersebut [2,3].

Spray gel menggabungkan karakteristik gel dengan aplikasi melalui penyemprotan. Pengembangannya memerlukan keseimbangan antara kekentalan, kemampuan keluar dari aplikator, distribusi semprotan, serta retensi sediaan pada permukaan target. Penelitian spray gel niasinamida menggunakan variasi propilenglikol 5%, 10%, dan 15% sebagai humektan menjadi salah satu acuan rancangan formulasi [4]. Penelitian spray gel ekstrak kulit jeruk manis juga menempatkan evaluasi sifat fisik sebagai bagian penting pengembangan sediaan [5]. Propilenglikol digunakan untuk mendukung kelembapan sediaan dan berperan dalam sistem penghantaran topikal. Interaksinya dengan membran lipid kulit telah diteliti pada tingkat molekuler [6]. Namun, karakteristik akhir suatu formula juga dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi polimer pembentuk gel. Kajian mengenai gelling agent menunjukkan bahwa pilihan polimer perlu disesuaikan dengan tujuan formulasi dan sifat fisik yang diharapkan [7].

Penelitian formulasi gel yang dipublikasikan dalam Jurnal Farmasimed, antara lain gel minyak kemiri serta masker gel *peel-off* ekstrak daun pandan wangi, menggunakan evaluasi homogenitas dan pH untuk menilai mutu sediaan topikal [8,9]. Kedua penelitian tersebut memberikan konteks evaluasi sediaan gel, tetapi hasil aktivitas dan karakteristiknya tidak dapat langsung diterapkan pada spray gel kitosan karena bahan aktif dan sistem penghantarannya berbeda. Penelitian ini bertujuan menyusun tiga formula spray gel berbasis kitosan dari limbah udang vaname, mengevaluasi karakteristik fisiknya, serta membandingkan pH dan viskositas sebelum dan sesudah *Cycling test*. Konsentrasi kitosan dan propilenglikol divariasikan secara bersamaan. Oleh sebab itu, perbandingan hasil difokuskan pada formula secara keseluruhan, tanpa mengatribusikan perubahan secara terpisah kepada propilenglikol atau kitosan.

2. METODE

2.1 Rancangan, tempat, dan waktu penelitian

Penelitian menggunakan rancangan eksperimental laboratorium dan dilaksanakan pada Maret–Juni 2026 di Laboratorium Akademi Farmasi Cefada dan Laboratorium Politeknik Negeri Lampung, sebagaimana tercantum pada metode skripsi. Tiga formula disusun dengan variasi konsentrasi kitosan dan propilenglikol. Data evaluasi pH, viskositas, dan karakteristik semprot dilaporkan sebagai rerata $\pm$ simpangan baku berdasarkan tiga pengamatan yang disajikan pada sumber penelitian.

2.2 Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah kitosan dari limbah udang vaname produksi ChiMultiguna tahun 2026, nomor batch chMC_0226; karbopol; propilenglikol; trietanolamin; metil paraben; propil paraben; oleum rosae; dan akuades. Kitosan digunakan sebagai bahan baku yang telah tersedia, bukan diekstraksi ulang dalam tahapan formulasi yang dilaporkan. Alat utama meliputi timbangan analitik, pH meter, dan viskometer Brookfield dengan spindle nomor 64. Peralatan pendukung berupa gelas ukur, gelas beker, cawan porselin, batang pengaduk, mortir, stamper, dan wadah spray. Model alat serta kecepatan putar viskometer tidak dicantumkan pada metode sumber.

2.3 Komposisi dan pembuatan spray gel

Komposisi Formula *Spray Gel* dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi Formula *Spray Gel*

Bahan	Fungsi	F1	F2	F3
Kitosan	Bahan aktif	0,10	0,50	1,50
Karbopol	Pembentuk gel	0,15	0,15	0,15
Propilenglikol	Humektan	5	10	15
Trietanolamin	Pengatur pH	0,2	0,2	0,2
Metil paraben	Pengawet	0,18	0,18	0,18
Propil paraben	Pengawet	0,2	0,2	0,2
Oleum rosae	Pewangi	4 tetes	4 tetes	4 tetes
Akuades	Pelarut	ad 100 mL	ad 100 mL	ad 100 mL

Keterangan:

Angka komposisi mengikuti satuan persen pada tabel formulasi skripsi, kecuali oleum rosae dan akuades. Dasar persen (b/b atau b/v) belum dinyatakan secara eksplisit pada sumber dan perlu dikonfirmasi sebelum reproduksi.

Seluruh bahan ditimbang sesuai formula. Karbopol didispersikan dalam akuades panas hingga terbentuk massa gel transparan dalam cawan A. Propilenglikol, trietanolamin, metil paraben, dan propil paraben dicampurkan dalam cawan B. Campuran B ditambahkan bertahap ke cawan A sambil diaduk hingga homogen. Kitosan kemudian ditambahkan dan diaduk merata; akuades ditambahkan hingga volume akhir 100 mL. Sediaan dimasukkan ke wadah spray. Oleum rosae tercantum pada komposisi, tetapi tahap penambahannya tidak dijelaskan secara khusus pada prosedur sumber.

2.4 Evaluasi sifat fisik

Organoleptik dievaluasi melalui pengamatan warna, aroma, dan tekstur. Homogenitas diamati secara visual setelah sediaan diaplikasikan pada kaca objek untuk mendeteksi agregat atau partikel yang tidak terdispersi. Pendekatan evaluasi tersebut mengikuti penilaian mutu fisik gel dan spray gel pada penelitian terdahulu [5,10]. Viskositas diukur menggunakan viskometer Brookfield dengan spindel nomor 64 hingga pembacaan stabil. Metode sumber menyebutkan pengambilan 100 g sampel, sementara volume pembuatan formula adalah 100 mL; hubungan kedua besaran tersebut belum dijelaskan. Nilai pH diukur dengan mencelupkan elektroda pH meter ke dalam sediaan sampai diperoleh pembacaan stabil. Data awal dan setelah *Cycling test* dibandingkan untuk menilai perubahan kedua parameter.

Pola penyemprotan dievaluasi dengan menyemprotkan sediaan pada plastik mika dari jarak 3–20 cm. Bobot mika sebelum dan sesudah penyemprotan ditimbang, diameter pola semprotan diukur, dan waktu pengeringan dicatat [5]. Retensi pada permukaan kulit diamati setelah penyemprotan pada lengan atas dari jarak 3 cm selama 10 detik, dengan mencatat ada atau tidaknya aliran atau tetesan sediaan [11]. Pengamatan ini bersifat kualitatif dan tidak menghasilkan nilai gaya adhesi.

2.5 Uji stabilitas, analisis data, dan etik

Cycling test dilakukan sebanyak enam siklus selama 12 hari. Setiap siklus terdiri atas penyimpanan 24 jam pada 4 °C dan 24 jam pada 40 °C [12]. Data kualitatif dianalisis secara deskriptif. Normalitas diperiksa menggunakan Shapiro–Wilk; perbandingan antarformula dilaporkan dengan ANOVA satu arah dan perbandingan sebelum–sesudah dengan uji t berpasangan pada $\alpha = 0,05$. Angka signifikansi 0,000 pada keluaran statistik ditulis sebagai $p < 0,001$. Analisis artikel mengikuti hasil statistik yang sudah dilaporkan dalam skripsi dan tidak merupakan perhitungan ulang data mentah. Penelitian memperoleh keterangan laik etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Universitas Malahayati, nomor 5603/EC/KEP-UNMAL/VI/2026, tanggal 18 Juni 2026.

3. HASIL

3.1 Karakteristik bahan baku

Kitosan batch chMC_0226 berbentuk serbuk halus berwarna putih. Hasil karakterisasi bahan baku yang

dilaporkan pada skripsi disajikan dalam Tabel 2. Data ini merupakan karakteristik bahan sebelum formulasi dan tidak mewakili hasil uji keamanan produk akhir.

Tabel 2. Karakteristik bahan baku kitosan

Parameter	Hasil
Derajat deasetilasi	98,01%
Kadar abu	0,91%
Kadar protein	< 0,2%
Kadar air	9,16%
Viskositas	127,88 mPa·s
Bobot molekul	41,35 kDa
Logam berat	< 3 ppm
Kontaminasi mikroba	Negatif, sebagaimana dilaporkan sumber

3.2 Organoleptik, homogenitas, dan retensi

Tabel pengamatan organoleptik sumber menunjukkan F1 putih bening transparan, F2 putih bening, dan F3 putih bening sedikit keruh. Seluruh formula beraroma khas aromatik dengan tekstur gel cair. Tabel tersebut mencatat pemerian yang sama sebelum dan sesudah *Cycling test*. Akan tetapi, narasi pembahasan skripsi menyebutkan peningkatan kekeruhan dan warna kecoklatan; ketidaksesuaian ini perlu diperiksa kembali menggunakan catatan pengamatan asli. Homogenitas seluruh formula tercatat tetap baik pada ketiga pengamatan sebelum dan sesudah *Cycling test*. Pada uji retensi, seluruh formula tidak menetes selama pengamatan 10 detik dengan jarak semprot 3 cm.

3.3 pH dan viskositas

Hasil pH dan viskositas sebelum dan sesudah *Cycling test* dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. pH dan Viskositas Sebelum dan Sesudah *Cycling test*

Formula	pH sebelum	pH sesudah	Viskositas sebelum (mPa·s)	Viskositas sesudah (mPa·s)
F1	6,63 ± 0,09	7,53 ± 0,02	7.033,33 ± 25,17	6.863,33 ± 12,58
F2	6,15 ± 0,02	6,72 ± 0,14	9.832,00 ± 8,00	9.640,00 ± 10,00
F3	5,59 ± 0,01	6,73 ± 0,09	19.542,00 ± 10,00	19.210,00 ± 10,00

Keterangan: Rerata ± simpangan baku mengikuti Tabel 7 skripsi; n = 3 pengamatan. Satuan mPa·s setara dengan cP.

Nilai pH meningkat pada ketiga formula setelah *Cycling test*. Peningkatan terbesar secara nominal terjadi pada F3, sebesar 1,14 unit, diikuti F1 sebesar 0,90 unit dan F2 sebesar 0,57 unit. Viskositas awal maupun akhir paling rendah pada F1 dan paling tinggi pada F3. Penurunan viskositas berturut-turut sebesar 170,00; 192,00; dan 332,00 mPa·s pada F1–F3, atau sekitar 2,42%; 1,95%; dan 1,70% dari nilai awal. Persentase ini dihitung secara deskriptif dari rerata tabel.

3.4 Karakteristik semprot

Tabel 4. Diameter semprot dan waktu pengeringan awal

Formula	Diameter (cm)	Waktu pengeringan (detik)
F1	4,50 ± 0,10	Belum konsisten pada sumber*
F2	2,20 ± 0,10	209,00 ± 2,00
F3	1,95 ± 0,07	247,00 ± 1,41

*Tabel 8 skripsi mencetak 4196,33 ± 1,53 detik untuk F1, sedangkan abstrak dan narasi hasil menyebut sekitar 196 detik. Nilai F1 tidak dikoreksi tanpa konfirmasi data asli. Bagian pembahasan juga memuat rangkaian waktu lain (209; 122; 120 detik).

3.5 Hasil Analisis Statistic

Analisis perubahan pH dan viskositas dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Analisis perubahan pH dan viskositas

Parameter	Formula	p Shapiro–Wilk dilaporkan	p uji t berpasangan
pH	F1	0,780	0,002
pH	F2	0,446	0,023
pH	F3	0,253	0,001
Viskositas	F1	0,220	0,005
Viskositas	F2	1,000	< 0,001
Viskositas	F3	1,000	< 0,001

Seluruh p yang dicantumkan untuk Shapiro–Wilk melebihi 0,05. Berdasarkan tabel uji t berpasangan sumber, perubahan pH dan viskositas pada semua formula signifikan secara statistik. ANOVA satu arah juga dilaporkan memberikan $p < 0,001$ untuk perbedaan pH dan viskositas antarformula, baik sebelum maupun sesudah *Cycling test*. Dengan demikian, narasi bahwa pH tidak berubah signifikan pada abstrak dan kesimpulan skripsi tidak selaras dengan tabel statistiknya. Interpretasi artikel ini mengikuti tabel statistik tersebut; kepastian hasil tetap membutuhkan peninjauan pasangan data mentah dan keluaran analisis asli.

4. PEMBAHASAN

4.1 Relevansi bahan baku dan rancangan formula

Derajat deasetilasi 98,01% dan bobot molekul 41,35 kDa menggambarkan karakteristik bahan baku yang digunakan. Kedua parameter relevan karena sifat kitosan bergantung pada struktur dan karakteristik polimernya [1]. Namun, kadar protein rendah dan hasil mikrobiologi bahan baku tidak dengan sendirinya membuktikan tidak adanya alergi, iritasi, atau kontaminasi pada sediaan akhir. Penyebutan mutu farmasi juga memerlukan acuan spesifikasi dan metode pengujian yang jelas; artikel ini melaporkan hasil karakterisasi tanpa menetapkan sertifikasi mutu farmasi tambahan.

Viskositas meningkat dari F1 ke F3, bersamaan dengan peningkatan konsentrasi kitosan dan propilenglikol. Hubungan ini menunjukkan perbedaan karakteristik antarformula, tetapi bukan bukti pengaruh tunggal propilenglikol. Karena kedua komponen berubah sekaligus, diperlukan rancangan lanjutan dengan salah satu komponen dipertahankan tetap atau desain faktorial untuk memisahkan pengaruh dan interaksinya. Penelitian niasinamida dengan variasi propilenglikol memberikan dasar pemilihan rentang humektan [4], sedangkan pengaruh polimer pada sifat gel merupakan faktor lain yang relevan [7].

4.2 Hubungan viskositas, penyemprotan, dan retensi

F1 menghasilkan diameter semprot 4,50 cm, sedangkan F2 dan F3 memberikan diameter lebih kecil. Pada data ini, viskositas lebih tinggi beriringan dengan penyempitan pola penyemprotan. Hubungan tersebut mendukung pemilihan F1 sebagai kandidat optimasi berdasarkan cakupan aplikasi. Namun, diameter semprot belum menggambarkan keseragaman dosis atau ukuran droplet. Bobot per semprotan, konsistensi aktuator, dan distribusi ukuran droplet perlu dievaluasi untuk memperkuat penilaian kinerja spray.

Seluruh formula bertahan pada kulit selama 10 detik tanpa menetes. Hasil ini mendukung kemampuan retensi awal, tetapi tidak membuktikan sifat tiksotropik karena kurva aliran dan pemulihan viskositas tidak diukur. Demikian pula, homogenitas visual tidak cukup untuk memastikan keseragaman kadar kitosan pada tiap semprotan. Evaluasi mutu fisik pada penelitian gel minyak kemiri dan masker gel pandan wangi memperlihatkan relevansi homogenitas, pH, serta karakteristik aplikasi [8,9], sementara persyaratan kinerja khusus spray tetap membutuhkan pengujian tersendiri.

Nilai viskositas semua formula melebihi kisaran 500–5.000 cP yang dikutip skripsi sebagai acuan spray gel. Karena karakteristik semprot juga dipengaruhi oleh aplikator dan kondisi pengukuran, F1 hanya dapat disebut

formula dengan kinerja relatif terbaik di antara tiga formula yang diuji, bukan formula yang telah memenuhi seluruh kriteria mutu. Ketidaksesuaian angka waktu pengeringan F1 juga membatasi penilaian keuntungan kenyamanan berdasarkan kecepatan kering.

4.3 Perubahan selama *Cycling test* dan keterbatasan

Cycling test mempertahankan homogenitas visual, tetapi disertai perubahan pH dan penurunan viskositas. Berdasarkan hasil uji t berpasangan sumber, kedua perubahan signifikan. Besarnya penurunan viskositas secara relatif sekitar 1,70–2,42% menunjukkan perubahan numerik yang terbatas, tetapi keberterimaan mutu harus ditentukan melalui spesifikasi produk yang ditetapkan sebelum pengujian. Kajian gelling agent memberikan konteks bahwa karakteristik polimer berperan pada sifat fisik gel [7], sedangkan uji stabilitas fisik gel terdahulu menjadi acuan prosedur pengamatan selama perubahan kondisi penyimpanan [12]. Mekanisme pemutusan rantai atau oksidasi tidak dapat dipastikan karena tidak diukur dalam penelitian ini.

Nilai pH F1 setelah *Cycling test* sebesar 7,53 sedikit melebihi batas atas 7,5 yang digunakan pada tabel hasil skripsi. Oleh sebab itu, pernyataan bahwa seluruh nilai selalu berada dalam kisaran acuan perlu dibatasi. Pengukuran pH saja juga tidak membuktikan keamanan dermal; uji iritasi dan evaluasi tolerabilitas masih diperlukan. Penelitian formulasi *spray hand sanitizer* berbasis kitosan tulang sotong dapat digunakan sebagai konteks pengembangan sediaan semprot berbahan kitosan, dengan tetap memperhatikan perbedaan bahan baku dan komposisinya [13].

Cycling test merupakan evaluasi ketahanan terhadap stres suhu pada durasi terbatas. Hasilnya belum menetapkan umur simpan, stabilitas kimia kitosan, efektivitas pengawet, ataupun aktivitas biologis sediaan. Penelitian ini tidak menguji analgesia; pengembangan sebagai pereda nyeri masih berupa arah penelitian. Klaim keamanan atau efektivitas klinis memerlukan pengujian lanjutan dengan desain dan parameter yang sesuai [14,15].

Keterbatasan utama meliputi perubahan dua komponen secara bersamaan, jumlah pengamatan yang kecil, kondisi pengukuran alat yang belum lengkap, serta ketidaksesuaian angka dan narasi pada sumber. Hubungan konsentrasi bahan dengan mutu spray gel perlu diperiksa menggunakan formula kontrol, pengaturan kadar kitosan tetap, dan pengukuran semprot terstandarisasi. Uji stabilitas jangka panjang serta konfirmasi data mentah diperlukan sebelum penetapan formula akhir [16].

5. KESIMPULAN

Kitosan limbah udang vaname dapat diformulasikan menjadi spray gel dengan propilenglikol 5–15%. Ketiga formula menunjukkan homogenitas visual dan retensi awal tanpa menetes selama 10 detik. F1 dengan kitosan 0,10% dan propilenglikol 5% memiliki viskositas terendah serta diameter semprot terluas, sehingga menjadi kandidat untuk optimasi lanjutan. *Cycling test* disertai peningkatan pH dan penurunan viskositas yang signifikan menurut tabel statistik sumber. Pengaruh propilenglikol secara tersendiri belum dapat ditentukan karena konsentrasi kitosan turut berubah. Konfirmasi data yang tidak konsisten, perbaikan spesifikasi mutu, uji stabilitas lanjutan, serta evaluasi keamanan dan aktivitas biologis diperlukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pembimbing penelitian serta dosen dan staf laboratorium yang membantu pelaksanaan dan penyelesaian penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aranaz I, Alcántara AR, Civera MC, Arias C, Elorza B, Caballero AH, et al. Chitosan: An overview of its properties and applications. *Polymers*. 2021;13(19):3256. doi:10.3390/polym13193256.
- [2] Kanani N, Wardhono EY, Adiwibowo MT, Pinem MP, Demustila H, Farhan M, et al. Ekstraksi kitosan berbasis cangkang keong mas (*Pomacea canaliculata*) menggunakan gelombang ultrasonikasi. *Jurnal Integrasi*. 2023;12(2):73–80.

- [3] Purwanti A, Sulistyaningsih E, Indrardi KAS, Bunganaen CSP. Pembuatan kitosan dari kulit udang dengan ekstraksi menggunakan microwave. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*. 2021:29–34.
- [4] Kresnawati Y, Fitriyaningsih S, Purwaningsih CP. Formulasi dan uji potensi sediaan spray gel niasiamida dengan propilenglikol sebagai humektan. *Cendekia Journal of Pharmacy*. 2022;6(2):281–290.
- [5] Angelia A, Putri GR, Shabrina A, Ekawati N. Formulasi sediaan spray gel ekstrak kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) sebagai anti-aging. *Generics: Journal of Research in Pharmacy*. 2022;2(1):44–53.
- [6] Mistry J, Notman R. Mechanisms of the drug penetration enhancer propylene glycol interacting with skin lipid membranes. *J Phys Chem B*. 2024;128:3885–3897.
- [7] Agustiani FRT, Sjahid LR, Nursal FK. Kajian literatur: Peranan berbagai jenis polimer sebagai gelling agent terhadap sifat fisik sediaan gel. *Majalah Farmasetika*. 2022;7(4):270–287.
- [8] Cahya CAD, Lubis DFY. Effectiveness test on preparation gel (*Aleurites moluccana*) as antiseptic hand sanitizer against bacteria *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmasimed (JFM)*. 2023;5(2):114–121. doi:10.35451/jfm.v5i2.1258.
- [9] Kartika D, Atikah L, Pratiwi A. Formulasi ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) sebagai masker gel peel off. *Jurnal Farmasimed (JFM)*. 2021;4(1):25–31. doi:10.35451/jfm.v4i1.801.
- [10] Yuniarsih N, Akbar F, Lenterani I, Farhamzah. Formulasi dan evaluasi sifat fisik facial wash gel ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dengan gelling agent Carbopol. *Pharma Xplore*. 2020;5(2):57–67.
- [11] Okwani Y, Halid NA, Hasanuddin S, Djunaidin D, Hikmat DJ. Formulasi hydrogel eye mask berbasis ekstrak limbah kepala udang putih (*Litopenaeus vannamei*) sebagai suplemen dan relaksasi mata lelah. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*. 2020;6(2):111–117.
- [12] Sani LMM, Subaidah WA, Andayani Y. Formulasi dan evaluasi karakter fisik sediaan gel ekstrak etanol daun salam (*Syzygium polyanthum*). *Sasambo Journal of Pharmacy*. 2021;2(1):16–22.
- [13] Rasyid F, Naiu AS, Mile L. Formulation and characterization of spray hand sanitizer from cuttlefish bone chitosan (*Sepia* sp.) as an antibacterial agent. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 2025;14(1):37–52.
- [14] Turnip, N. U. M. B., & Dwicahya, C. A. (2020). Uji Efektivitas Antibakteri Sediaan Salep dari Ekstrak Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmasimed (Jfm)*, 2(2), 85-90.
- [15] Kartika, D., Atikah, L., & Pratiwi, A. (2021). Formulasi ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) sebagai masker gel peel off. *Jurnal Farmasimed (Jfm)*, 4(1), 25-31.
- [16] Syarifuddin, A., Purba, N., Suyudi, Y. R., Siswanti, E., & Syahfitri, W. D. (2025). Testing The Effectiveness of An Ethanol Extract Gel Preparation of Kelakai Leaves (*Stenochlaena palustris* (Burm. F.) Bedd.) on Reducing The Extent of Burns in Male White Rats (*Rattus novergicus*). *JURNAL FARMASIMED (JFM)*, 7(2), 337-341.