

## **PENGARUH KONSENTRASI *BOSWELLIC ACID* TERHADAP MUTU FISIK SEDIAAN NANO GEL BERBASIS KARBOPOL 940**

**Dedi Damhuri\* , Sri Novianti, Fatati, Jul Andayani**

Program Studi Kesehatan Hewan, Fakultas Peternakan, Universitas Jambi  
Jl. Jalan Raya Jambi – Muara Bulian KM 15, Mendalo Darat, Muaro Jambi, Jambi 36361,  
Indonesia  
e-mail: dedidamhuri@unja.ac.id

### **Abstrak**

Teknologi nano merupakan strategi inovatif untuk meningkatkan penetrasi dan efikasi zat aktif pada sediaan topikal. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasi serta mengevaluasi mutu fisik sediaan nano gel *Boswellic Acid* (BA) dengan variasi konsentrasi zat aktif menggunakan basis Karbopol 940. Metode penelitian diawali dengan pengecilan ukuran partikel BA melalui teknik ultrasonikasi selama 150 menit, diikuti dengan penggabungan ke dalam matriks gel yang mengandung propilenglikol dan gliserin sebagai humektan. Evaluasi mutu fisik meliputi uji organoleptik, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, dan waktu kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh formula (NgBA-F1, NgBA-F2, dan NgBA-F3) memiliki homogenitas yang baik dengan nilai pH konstan sebesar 5, sehingga aman untuk fisiologi kulit. Viskositas seluruh formula mencapai 3000 cPa, yang memenuhi standar ideal, meskipun konsentrasi zat aktif memengaruhi intensitas warna sediaan. Namun, pengujian mekanik menunjukkan daya sebar sediaan berada pada angka 3 cm, yang belum memenuhi kriteria ideal 5–7 cm akibat viskositas yang tinggi. Selain itu, penambahan BA memperlama waktu kering sediaan hingga rentang 26,27–28,17 detik dibandingkan basis gel (15,65 detik). Simpulan dari penelitian ini adalah formulasi nano gel *Boswellic Acid* telah memenuhi standar mutu fisik pada parameter pH, viskositas, dan homogenitas, tetapi memerlukan optimasi lebih lanjut pada komponen basis untuk memperbaiki karakteristik daya sebar dan kinetika waktu keringnya.

**Kata Kunci:** *Boswellic acid*, karbopol 940, nano gel, mutu fisik, ultrasonikasi.

### **Abstract**

*Nanotechnology represents an innovative strategy to enhance the penetration and efficacy of active compounds in topical formulations. This study aimed to formulate and evaluate the physicochemical properties of Boswellic Acid (BA) nano-gel with varying concentrations of the active ingredient using a Carbopol 940-based matrix. The research methodology commenced with particle size reduction of BA through an ultrasonication technique for 150 minutes, followed by its integration into a gel matrix containing propylene glycol and glycerin as humectants. The pharmaceutical quality evaluation included organoleptic, homogeneity, pH, viscosity, spreadability, and drying time tests. The results demonstrated that all formulations (NgBA-F1, NgBA-F2, and NgBA-F3) exhibited excellent homogeneity with a constant pH value of 5, ensuring compatibility with skin physiology. The viscosity of all formulas reached 3000 cPa, meeting the ideal standards, although the concentration of the active ingredient influenced the color intensity of the preparation. However, mechanical testing revealed a spreadability of 3 cm, which did not meet the ideal criteria of 5–7 cm due to high viscosity. Furthermore, the addition of BA extended the drying time to a range of 26.27–*

28.17 seconds compared to the gel base (15.65 seconds). This study concludes that the *Boswellic Acid* nano-gel formulation met the physical quality standards for pH, viscosity, and homogeneity, but requires further optimization of the base components to improve spreadability characteristics and drying time kinetics.

**Keywords:** *Boswellic Acid, Carbopol 940, Nano-gel, Physicochemical Properties, Ultrasonication.*

## 1. PENDAHULUAN

Sintesis obat menggunakan teknologi nano merupakan inovasi yang sedang dikembangkan secara masif guna meningkatkan efektivitas terapi sediaan farmasi. Ukuran partikel skala nano memiliki keunggulan dalam memperbaiki profil kelarutan, efisiensi absorpsi, dan distribusi zat aktif di dalam jaringan tubuh (Sawitri et al., 2024). *Boswellic Acid* (BA) merupakan senyawa aktif potensial dengan efikasi sebagai agen antibakteri yang dapat dioptimalkan melalui pengecilan ukuran partikel ini (Damhuri et al, 2021). Keamanan BA untuk aplikasi topikal telah terverifikasi memenuhi standar minimal toksisitas kulit manusia (Tsai et al., 2022), sehingga standarisasi mutu fisik formulasinya dalam bentuk nano gel menjadi krusial untuk diteliti.

Keberhasilan formulasi nano gel sangat bergantung pada integritas basis yang dibentuk oleh *gelling agent* dan humektan. *Gelling agent* bertanggung jawab membangun jaringan struktural sediaan, sementara humektan berfungsi menjaga kestabilan melalui penyerapan lembap dan pencegahan penguapan air (Jannah et al., 2024). Penggunaan Karbopol 940 sebagai agen pembentuk gel memerlukan presisi penambahan NaOH untuk mencapai netralitas pH yang ideal (Budiarti et al., 2025). Komposisi bahan tambahan ini menjadi faktor penentu utama dalam memastikan nano partikel BA terdispersi secara stabil dan tetap memiliki karakteristik fisik yang memenuhi syarat farmasetis.

Interaksi antara konsentrasi nano BA dengan komponen basis gel sering kali menimbulkan tantangan teknis terhadap parameter fisik sediaan. Penambahan propilenglikol dan gliserin bertujuan untuk mengatur kelunakan tekstur, mempertahankan kelembapan, serta memperbaiki profil daya sebar sediaan

(Kresnawati et al., 2022). Karakteristik reologi seperti viskositas dan homogenitas menjadi fokus utama yang harus dipecahkan agar sediaan tidak hanya stabil secara fisikokimia, tetapi juga memiliki estetika dan kenyamanan penggunaan yang optimal. Variasi kadar nano BA dalam formula diduga kuat memberikan pengaruh terhadap profil fisik akhir gel tersebut.

Urgensi pengujian mutu fisik sediaan nano gel ini terletak pada kebutuhan untuk menjamin keamanan dan efikasi produk saat diaplikasikan secara klinis. Parameter derajat keasaman (pH) harus dipastikan berada pada rentang fisiologis kulit, yaitu 4,2–6,2, guna menghindari risiko iritasi atau gangguan pada mantel asam kulit (Sawitri et al., 2024). Viskositas sediaan memegang peranan vital karena memengaruhi lama daya lekat serta kecepatan pelepasan zat aktif dari basis gel ke jaringan kulit (Jannah et al., 2024). Evaluasi terhadap daya sebar dan waktu kering juga menjadi sangat mendasar mengingat kemanjuran terapeutik sediaan topikal sangat bergantung pada luas area distribusi dan kecepatan absorpsi pada permukaan kulit.

Penelitian ini dirancang untuk menjawab tantangan pemenuhan standar kriteria mutu fisik nano gel BA yang baik dan stabil. Pengujian komprehensif terhadap berbagai parameter mutu diperlukan untuk memverifikasi apakah integrasi teknologi nano pada BA tetap mampu mempertahankan konsistensi fisik yang ideal. Evaluasi mencakup aspek organoleptik, homogenitas, pH, viskositas, hingga mekanika daya sebar dan waktu kering sediaan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data ilmiah yang valid mengenai formulasi optimal yang memiliki kualitas fisik unggul, aman, dan memenuhi standar spesifikasi sediaan topikal untuk pengembangan produk nanomedisin berbasis bahan alam.

## **2. METODE PENELITIAN**

### *2.1 Evaluasi Organoleptik dan Visual*

Pengamatan organoleptik dilakukan secara makroskopis untuk menilai konsistensi, warna, dan aroma dari sediaan nano gel BA. Setiap formula (NgBA-F1, NgBA-F2, NgBA-F3) dibandingkan dengan basis gel (Bg) untuk mengidentifikasi

pengaruh konsentrasi zat aktif terhadap perubahan fisik sediaan. Standar gel yang baik harus menunjukkan bentuk semi padat, tekstur yang rata, serta tidak menunjukkan aroma tengik selama penyimpanan.

### 2.2. Pengujian Homogenitas Sediaan

Uji homogenitas bertujuan untuk memastikan seluruh komponen dalam formula telah terdispersi secara merata. Prosedur dilakukan dengan cara mengoleskan sejumlah sediaan pada sekeping kaca transparan atau objek gelas. Sediaan dinyatakan memenuhi syarat homogenitas apabila tidak ditemukan adanya butiran kasar, partikel padat yang tidak larut, atau pemisahan fase pada permukaan kaca saat diamati secara visual.

### 2.3. Pengukuran Derajat Keasaman (pH)

Penentuan nilai pH dilakukan untuk menjamin keamanan sediaan saat bersentuhan dengan kulit manusia guna menghindari risiko iritasi atau kekeringan. Instrumen pH meter dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan dapar standar sebelum digunakan untuk mengukur sampel. Elektroda dicelupkan ke dalam masing-masing sediaan gel, kemudian nilai yang muncul pada layar dicatat sebagai representasi tingkat keasaman sediaan dalam rentang pH fisiologis.

### 2.4. Uji Viskositas dan Reologi

Pengukuran viskositas dilakukan untuk menentukan tingkat kekentalan sediaan yang akan memengaruhi daya lekat dan pelepasan zat aktif pada kulit. Alat viskometer digunakan dengan *spindle* dan kecepatan putar yang sesuai agar diperoleh nilai kekentalan dalam satuan cPa. Data viskositas ini menjadi parameter penting dalam mengevaluasi kenyamanan aplikasi serta kestabilan struktur gel yang dibentuk oleh Karbopol 940.

### 2.5. Analisis Daya Sebar dan Waktu Kering

Pengujian daya sebar dilakukan dengan menempatkan sampel seberat 0,5 gram di antara dua lempeng kaca transparan yang diberi beban tambahan hingga total 150 gram. Luas diameter penyebaran gel diukur sebagai representasi kemampuan sediaan menutupi luas permukaan kulit saat diaplikasikan. Tahap akhir uji mutu dilakukan

dengan mengamati waktu kering sediaan, di mana durasi penguapan dicatat sejak gel dioleskan hingga tidak lagi meninggalkan residu basah pada permukaan uji.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan sediaan obat dengan menggunakan teknologi nano merupakan proses sintesis obat yang sedang dikembangkan pada saat ini. Partikel obat dengan ukuran nano membuat proses kelarutan, absorpsi, dan distribusinya menjadi lebih baik (Damhuri et al, 2021). Senyawa aktif BA yang telah di ultrasonikasi selama 150 menit (NBA-N2) dicampurkan dalam formula gel sebagai agen antibakteri. Hassan Marouf et al., (2025), menyatakan bahwa BA aman digunakan sebagai bahan obat topikal, dan telah memenuhi standar tingkat minimal toksisitas bagi kulit manusia.

*Gelling agent* dan humektan merupakan bahan yang sangat berpengaruh terhadap kualitas fisik sediaan gel. *Gelling agent* berguna untuk membentuk jaringan struktural gel, sedangkan humektan menjaga kestabilan sediaan gel dengan mengabsorpsi lembab dan mengurangi penguapan air pada sediaan (Lestari, 2024). *Gelling agent* yang digunakan adalah karbopol 940, sedangkan humektan yang digunakan adalah propilenglikol dan gliserin. Karbopol 940 membentuk gel yang jernih dan mudah terdispersi dalam air, namun bersifat asam, sehingga NaOH digunakan untuk menetralkan pH (Thomas et al., 2023). Propilenglikol berfungsi untuk melunakkan nano gel saat dioleskan di permukaan kulit (Marhammah et al., 2025). Gliserin membantu menjernihkan sediaan gel, menahan kelembapan, meningkatkan daya sebar, dan bersifat antimikroba. Metil paraben berfungsi sebagai agen pengawet (Silvyana et al., 2024).

Tabel 1. Hasil Analisis Uji Mutu Nano Gel *Boswellic Acid*

Parameter	NgBA-F1	NgBA-F2	NgBA-F3	Bg	
Warna	Cokelat Pudar	Cokelat	Cokelat Gelap	Bening	
Organoleptik	Bentuk	Semi Padat	Semi Padat	Semi Padat	Kental
	Bau	Bau Khas	Bau Khas	Bau Khas BA	Bau Khas

Parameter	NgBA-F1	NgBA-F2	NgBA-F3	Bg
	BA	BA		Bg
Daya Sebar	3 cm	3 cm	3 cm	2,85 cm
Daya Kering	26,27 Detik	26,48 Detik	28,17 Detik	15,65 Detik
Uji Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
Uji pH	5	5	5	5
Viskositas	3000 cPa	3000 cPa	3000 cPa	3400 cPa

Keterangan: NgBA-F1: Formula 1 nano gel *boswellic acid*, NgBA-F2: formula 2 nano gel *boswellic acid*, NgBA-F3: formula 3 nano gel *boswellic acid*, Bg: basis gel.

Berdasarkan hasil uji mutu sediaan obat NgBA pada Tabel 1, semua formula menunjukkan hasil yang sama pada parameter bentuk dan bau, yaitu berbentuk semi padat dan mempunyai bau khas BA. Gel yang baik yaitu berbentuk semi padat, warna jernih dan beraroma tidak tengik (Agustiani et al., 2022), oleh karena itu semua formula memenuhi kriteria sebagai gel yang baik pada parameter bau, namun tidak memenuhi kriteria pada parameter warna karena BA mempunyai warna yang cokelat. Sediaan gel NgBA-F1 mempunyai warna cokelat pudar, NgBA-F2 mempunyai warna cokelat, sedangkan NgBA-F3 mempunyai warna cokelat gelap. Perbedaan warna disebabkan oleh perbedaan konsentrasi BA yang terdapat di dalam gel, semakin banyak BA maka warnanya menjadi semakin pekat.

*Spreadability* adalah istilah yang diungkapkan untuk menunjukkan luas area penyebaran gel di area aplikasi. Gel harus mempunyai daya sebar yang baik, karena kemanjuran terapeutik suatu formulasi tergantung pada nilai penyebarannya. Berdasarkan Tabel 5, daya sebar NgBA-F1, NgBA-F2 dan NgBA-F3 adalah 3 cm sedangkan Bg adalah 2,85 cm. Daya sebar gel yang baik berada pada rentang 5-7 cm. Berdasarkan hasil, semua formula dan basis gel tidak memenuhi kriteria gel yang baik, hal ini disebabkan oleh gel yang terlalu kental.(Tungadi et al., 2023), dalam penelitiannya menemukan bahwa daya sebar sediaan gel dipengaruhi oleh viskositas, semakin tinggi viskositas maka diameter daya sebar menjadi semakin kecil.

Sediaan gel mempunyai waktu kering yang berbeda pada setiap formulasi. Waktu kering pada NgBA-F1 yaitu 26,27 detik, NgBA-F2 yaitu 26,48 detik, dan NgBA-F3 yaitu 28,17 detik, sedangkan pada Bg yaitu 15,65 detik. Waktu kering sediaan gel komersial adalah 10-20 detik (Mahyuni et al., 2025). Berdasarkan hasil uji, Bg telah memenuhi kriteria waktu kering yang baik, sedangkan semua formula gel belum memenuhi kriteria karena lebih dari 20 detik. Konsentrasi mempunyai pengaruh terhadap lama waktu kering, semakin tinggi konsentrasi maka waktu kering menjadi semakin lama. Bg mempunyai waktu kering yang sangat cepat yaitu 15,65 detik dan berbeda nyata dengan NgBA-F1, NgBA-F2, dan NgBA-F3, hal ini membuktikan bahwa penambahan BA membuat waktu kering menjadi lebih lama. Sediaan gel dengan waktu kering yang cepat membuat proses pengaplikasiannya tidak membutuhkan waktu lama, sehingga baik untuk digunakan.

Berdasarkan uji homogenitas, semua sampel menunjukkan hasil yang homogen, ditandai dengan tidak ditemukannya partikel atau butiran kasar pada sediaan. Sediaan gel pada semua formula dan Bg telah memenuhi syarat sebagai gel yang baik karena bersifat homogen. Homogenitas ini disebabkan oleh penambahan propilenglikol dan gliserin yang membuat partikel-partikel terdispersi dan tersebar secara merata (Kresnawati et al., 2022).

Pengujian pH sangat penting untuk dilakukan, karena sediaan yang terlalu asam menyebabkan kulit iritasi, sedangkan sediaan yang terlalu basa menyebabkan kulit kering dan gatal. Berdasarkan hasil pengamatan, semua sampel mempunyai pH 5 sehingga baik untuk kulit. Kulit manusia pada dasarnya ditutupi oleh lapisan yang bersifat asam, namun tingkat keasamannya berkurang karena sering di cuci. Kadar pH fisiologis kulit tubuh berada pada rentang 4,2-6,2 (Diana et al., 2020).

Viskositas dilakukan untuk menentukan lama daya lekat sediaan pada kulit, yang dihitung dari nilai kekentalan suatu zat. Nilai viskositas gel harus berada dalam kadar yang sesuai karena berpengaruh terhadap kenyamanan saat pengaplikasian. Fatma et al., (2024), menyatakan bahwa sediaan yang terlalu kental menurunkan kecepatan

pelepasan obat. Nilai viskositas yang baik yaitu 2000-4000 cPa. Berdasarkan hasil uji, NgBA-F1, NgBA-F2, dan NgBA-F3 mempunyai nilai viskositas sebesar 3000 cPa, sedangkan Bg sebesar 3400 cPa, oleh karena itu semua formula memenuhi kriteria viskositas yang baik. Viskositas basis gel lebih tinggi dibandingkan dengan ketiga formula NgBA, hal ini disebabkan oleh formula berbentuk Ccairan (*liquid*) dan membuat kadar air dalam gel semakin tinggi. Nilai viskositas dipengaruhi oleh jumlah karbopol dan gelembung udara, semakin banyak jumlah karbopol yang digunakan maka viskositasnya semakin tinggi, serta semakin banyak gelembung udara maka viskositas sediaan semakin tinggi (Sawitri et al., 2024).

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa formulasi nano gel BA menggunakan matriks Karbopol 940 dengan metode ultrasonikasi selama 150 menit berhasil menghasilkan sediaan yang stabil dan homogen secara fisik. Hasil evaluasi mutu farmasetik menunjukkan bahwa seluruh formula memiliki derajat keasaman (pH) sebesar 5 dan nilai viskositas 3000 cPa, yang keduanya telah memenuhi kriteria ideal untuk keamanan serta kenyamanan penggunaan pada kulit manusia. Namun, peningkatan konsentrasi zat aktif terbukti memberikan pengaruh terhadap karakteristik mekanik sediaan, di mana terjadi penurunan diameter daya sebar hingga 3 cm dan perpanjangan durasi waktu kering mencapai rentang 26,27–28,17 detik. Meskipun secara keseluruhan sediaan telah memenuhi parameter standar pada aspek pH, viskositas, dan homogenitas, optimasi pada komposisi basis gel masih diperlukan untuk meningkatkan profil penyebaran dan kinetika pengeringan agar mencapai standar ideal sediaan gel komersial secara utuh.

##### 4.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan optimasi komposisi basis gel, khususnya pada konsentrasi Karbopol 940, propilenglikol, dan gliserin atau dengan mempertimbangkan penggunaan kombinasi *gelling agent* alternatif, guna menurunkan

viskositas sediaan sehingga diperoleh daya sebar yang memenuhi kriteria ideal (5–7 cm) serta mempercepat waktu kering tanpa mengurangi stabilitas dan homogenitas nano gel. Selain itu, perlu dilakukan pengujian stabilitas jangka pendek dan jangka panjang, karakterisasi nanosistem (ukuran partikel, indeks polidispersitas, dan zeta potensial), serta evaluasi lanjutan berupa uji iritasi kulit, uji penetrasi, dan uji aktivitas antibakteri untuk memastikan keamanan, kestabilan, dan efektivitas farmakologis sediaan nano gel BA sebagai kandidat produk topikal berbasis nanoteknologi.

## 5. REFERENSI

- Agustiani, F. R. T., Sjahid, L. R., & Nursal, F. K. (2022). Kajian Literatur : Peranan Berbagai Jenis Polimer Sebagai Gelling Agent Terhadap Sifat Fisik Sediaan Gel. *Majalah Farmasetika*, 7(4), 270. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v7i4.39016>
- Budiarti, W., Tetrasari, H., Rahmani, N., & Andhyni, D. (2025). Optimasi Formulasi Masker Gel Peel-off dengan Ekstrak Kulit Putih Buah Semangka (*Citrullus lanatus*) menggunakan Variasi Konsentrasi Karbopol 940. *PharmaCine : Journal of Pharmacy, Medical and Health Science*, 6(1), 68–77. <https://doi.org/10.35706/pc.v6i1.13160>
- Damhuri, D. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Nano Gel Boswellic Acid Terhadap Bakteri Penyebab Infeksi Acne Vulgaris (*Doctoral dissertation, IPB University*).
- Diana, V., Ulina, S., Syahputra, dan A., Rizkina C (2020). Ethanolic Extract as a Skin Moisturizer Lulur Krim Ekstrak Etanol Buah Pare (*Momordica charantia* L.) Sebagai Pelembap Kulit. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 2025(3), 2198–2207. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com>
- Fatma, Ira Dwi, Kartika, Yuni, & Ulfah, Raden Roro Maryana. (2024) Review: Formulasi dan Evaluasi Tablet Pelepasan Tertunda dan Pelepasan Terkontrol. *Majalah Farmasetika*, 9(5), 472–488.
- Hassan Marouf, B., Omer Ismaeel, D., & Mohammad Raouf Abdulqader, G. (2025). Ameliorative Effect Of Topical Boswellia Serrata On Wound. In *Iraqi Journal of Pharmaceutical Sciences P-ISSN* (Vol. 34, Number 1).
- Jannah, S. R. N., Zubaydah, W. O. S., Suryani, S., Sahumena, M. H., Sanggi, S. M., & Apricella, A. (2024). Formulasi dan Uji Penetrasi Sediaan Gel Transfersom Allopurinol Dengan Metode Sel Difusi Franz. *Lansau: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 2(2), 134–147. <https://doi.org/10.33772/lansau.v2i2.31>
- Kresnawati, Y., Fitrianiingsih, S., dan Puji Purwaningsih (2022). Formulasi dan Uji Potensi Sediaan Spray Gel Niasiamida Dengan Propilenglikol Sebagai Humektan. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 6(2), 281–290.
- Lestari, T. P. (2024). Formulasi Dan Stabilitas Mutu Fisik Sediaan Gel Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) Dengan Variasi Konsentrasi Carbopol Sebagai Gelling Agent. *Journal of Herbal, Clinical and Pharmaceutical Science (HERCLIPS)*,

5(02), 130. <https://doi.org/10.30587/herclips.v5i02.7373>

- Mahyuni, S., Sulistiyono, F. D., Almashuri, A., & Fandi Dealfif, D. (2025). Formulasi dan Uji Aktifitas Anti Jerawat Masker Gel Peel Off Ekstrak Daun Teh (*Camelia sinensis* L.) Dengan Variasi Polivinil Alkohol (PVA). *Majalah Farmasetika*, 10(6), 446–458. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v10i6.66942>
- Putri Marhammah, N., Maharini, I., Hatthaya Rabbani, H., Saputri, S., Permata Mulia, Z., dan Afriana, Nv(2025). Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Nanogel Minyak Atsiri Daun Nilam (Patchouli Oil) Menggunakan HPMC Sebagai Gelling Agent. *Journal of Pharmaceutical Care and Sciences*, 5(2). <https://doi.org/10.33859/jpcs>
- Sawitri, S. B., Marfu'ah, N., & Ananda, M. (2024). Kombinasi Gelling Agent pada Formulasi Sediaan Gel Wajah Ekstrak Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* L.). *Jurnal Ilmiah Global Farmasi (JIGF)*, 2, 1–8.
- Silvyana, A. E., Rahayu, F. E., Suripah, S., & Febriana, V. (2024). Potensi Aktivitas Emulgel Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L.) yang Mengandung Xanthon Pada Bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 10(2), 445–450. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v10i2.432>
- Thomas, N. A., Tungadi, R., Hiola, F., & S. Latif, M. (2023). Pengaruh Konsentrasi Carbopol 940 Sebagai Gelling Agent Terhadap Stabilitas Fisik Sediaan Gel Lidah Buaya (*Aloe Vera*). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(2). <https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i2.18050>
- Tsai, Y. C., Chang, H. H., Chou, S. C., Chu, T. W., Hsu, Y. J., Hsiao, C. Y., Lo, Y. H., Wu, N. L., Chang, D. C., & Hung, C. F. (2022). Evaluation of the Anti-Atopic Dermatitis Effects of  $\alpha$ -Boswellic Acid on Tnf- $\alpha$ /Ifn- $\gamma$ -Stimulated HaCat Cells and DNCB-Induced BALB/c Mice. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(17). <https://doi.org/10.3390/ijms23179863>
- Tungadi, R., Sy. Pakaya, M., & D.as'ali, P. W. (2023). Formulasi dan Evaluasi Stabilitas Fisik Sediaan Krim Senyawa Astaxanthin. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(1). <https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i1.14612>