

Characteristics and release of salicylic acid from nanogel preparations in vitro

Karakteristik dan pelepasan asam salisilat dari sediaan nanogel secara in vitro

Nurul Arafah ^a, Minda Sari Lubis ^{a*}, Rafita Yuniarti ^a, Zulmai Rani ^a

^a Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

*Corresponding Authors: mindasarilubis@ummaw.ac.id

Abstract

Salicylic acid is a beta-hydroxy acid (BHA) widely used in dermatology due to its keratolytic, comedolytic, and anti-inflammatory properties. **Aim:** This study aims to determine the amount of salicylic acid active ingredient incorporated into the nanogel formulation and to assess whether the salicylic acid active ingredient in the nanogel formulation can enhance the rate of release through the skin barrier. **Methods:** formulation of a nanogel preparation containing 1% salicylic acid. Subsequently, particle size measurements, determination of salicylic acid concentration, absorption efficiency testing, and release testing were conducted in vitro using a Franz diffusion cell, thereby allowing the determination of the cumulative amount of salicylic acid released and its flux. **Results:** The salicylic acid nanogel formulation has a particle size of 46.8 nm, indicating successful nanogel formation. The average adsorption efficiency value from six replicates was 92.8%, indicating that most of the salicylic acid was successfully adsorbed into the nanogel system. In vitro release tests showed an increase in cumulative release as samples were taken from minute 15 to minute 480, yielding an average Q value of $17.9 \pm 0.08 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ and continuing to rise to $86.4 \pm 0.08 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. **Conclusion:** A salicylic acid nanogel formulation has the potential to enhance the effectiveness of topical salicylic acid delivery.

Keywords: Salicylic Acid, Nanogel, Entrapment Efficiency, Franz Diffusion Cell.

Abstrak

Asam salisilat merupakan asam beta hidroksi (β -hydroxy acid) yang banyak digunakan dalam bidang dermatologi karena memiliki aktivitas keratolitik, komedolitik, dan antiinflamasi. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak zat aktif asam salisilat yang terperangkap dalam sediaan nanogel serta untuk mengetahui zat aktif asam salisilat dalam sediaan nanogel dapat meningkatkan laju pelepasan melalui membran kulit. **Metode:** formulasi sediaan nanogel yang mengandung asam salisilat 1%. Kemudian dilakukan pengukuran ukuran partikel, penetapan kadar asam salisilat, uji efisiensi penjerapan, dan uji pelepasan dilakukan secara *in vitro* menggunakan sel difusi Franz, sehingga dapat ditentukan jumlah kumulatif pelepasan dan fluks asam salisilat. **Hasil:** Sediaan nanogel asam salisilat memiliki ukuran partikel yaitu 46,8 nm yang menandakan keberhasilan pembentukan nanogel. Nilai efisiensi penjerapan rata-rata dari enam pengulangan adalah 92,8%, menunjukkan bahwa sebagian besar asam salisilat berhasil terjerap dalam sistem nanogel. Pada uji pelepasan in vitro menunjukkan peningkatan jumlah kumulatif pelepasan meningkat seiring dengan pengambilan sampel dari menit ke-15 hingga menit ke-480 diperoleh rata-rata Q sebesar $17,9 \pm 0,08 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ dan terus meningkat hingga $86,4 \pm 0,08 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. **Kesimpulan:** Sediaan nanogel asam salisilat berpotensi meningkatkan efektivitas penghantaran asam salisilat secara topikal.

Kata Kunci: Asam Salisilat, Nanogel, Efisiensi Penjerapan, Sel Difusi Franz



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** – You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** – You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** – If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v9i2.1598>

Article History:

Received: 08/04/2026,
Revised: 18/06/2026
Accepted: 18/06/2026,
Available Online: 30/06/2026.

QR access this Article



Pendahuluan

Asam salisilat merupakan asam beta hidroksi (β -hydroxy acid) yang banyak digunakan dalam bidang dermatologi karena memiliki aktivitas keratolitik, komedolitik, dan antiinflamasi [1]. Asam salisilat merupakan salah satu zat yang sering ditambahkan pada produk perawatan kulit yang pada penggunaannya lazim diberikan secara topikal salah satunya sediaan gel. Apabila kadar asam salisilat yang terkandung lebih dari 2% akan mengakibatkan iritasi lokal dan peradangan akut [2]. Hampir semua orang di dunia pernah mengalami jerawat, sehingga jerawat dianggap sebagai masalah kulit yang muncul secara alami [3]. Sediaan topikal sering digunakan untuk kulit karna rendah kandungan minyak dan mudah terpenetrasi ke dalam kulit [4]. Asam salisilat (salicylic acid) merupakan agen keratolitik dan komedolitik yang banyak digunakan untuk terapi jerawat, tetapi penggunaannya secara topikal sering dibatasi oleh beberapa masalah formulasi, seperti kelarutan yang rendah dalam air, potensi iritasi kulit, penetrasi yang tidak optimal, serta pelepasan obat yang tidak terkontrol. Oleh karena itu, pengembangan sistem penghantaran berbasis nanogel menjadi topik penelitian yang berkembang dalam lima tahun terakhir [5].

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama di bidang farmasi, berkembang pula macam-macam sediaan farmasi dengan cara penggunaan yang berbeda-beda [6]. Sediaan nanogel memberikan efek penyembuhan yang lebih cepat sesuai dengan basis yang digunakan karena kandungan airnya yang mendinginkan, menyejukkan, dan melembabkan [7]. Sistem nanogel terdiri dari partikel kecil atau molekul organik besar yang terpenetrasi melalui cairan [8]. Nanogel adalah partikel hydrogel berskala nano yang berukuran antara 1 sampai 100 nm dan terbuat dari polimer alami atau dibentuk melalui proses kimia [9]. Nanogel digunakan karena ukuran partikelnya yang kecil yang membuatnya lebih stabil, jernih, transparan, dan efektif dalam pelepasan bahan aktif dan meningkatkan bioavailabilitas [10]. Kelebihan dari nanogel ini adalah kemampuan mereka untuk berinteraksi dengan stimulus lingkungan seperti pH dan suhu, yang memungkinkan pelepasan obat di lokasi yang ditargetkan [11].

Nanogel merupakan sistem penghantaran obat generasi baru yang menggabungkan keunggulan nanopartikel dan hidrogel. Dibandingkan gel konvensional, nanogel menawarkan penetrasi obat yang lebih baik, kapasitas muatan obat lebih tinggi, pelepasan obat terkontrol, kemampuan penghantaran terarah, serta efek samping yang lebih rendah. Oleh karena itu, nanogel menjadi salah satu platform paling menjanjikan dalam bidang farmasi, penghantaran obat topikal, vaksin, dan terapi gen [12]. Asam salisilat merupakan agen antiacne yang efektif, namun penggunaannya dalam bentuk gel konvensional sering menimbulkan iritasi kulit dan memiliki keterbatasan penetrasi. Pengembangan nanogel asam salisilat telah mulai diteliti dalam beberapa tahun terakhir, tetapi penelitian yang tersedia masih terbatas pada karakterisasi fisik, aktivitas antibakteri, dan uji iritasi. Belum banyak penelitian yang membandingkan secara langsung nanogel asam salisilat dengan gel konvensional dalam hal karakteristik fisik, pelepasan obat, penetrasi kulit, serta efektivitas antiacne. Oleh karena itu, penelitian mengenai formulasi dan evaluasi nanogel asam salisilat perlu dilakukan untuk memperoleh bukti ilmiah mengenai keunggulannya dibandingkan sediaan gel konvensional [5].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pelepasan asam salisilat dari sediaan nanogel secara *in vitro* dengan menggunakan metode sel difusi *franz*. Selain itu, uji pelepasan dilakukan untuk mengetahui sejauh mana asam salisilat mampu menembus membran kulit dari sediaan nanogel yang telah diformulasikan, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai potensi efektivitas dan keamanan sediaan tersebut sebagai sistem penghantaran obat secara topikal.

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah beaker glass (*Pyrex*), gelas ukur (*Iwaki*), labu ukur (*Pyrex*), pipet volume (*Pyrex*), bola pipet, lumpang dan alu, *hot plate*, kaca arloji, batang pengaduk, timbangan analitik, *magnetic stirrer*, pH meter, alat sentrifugator, Spektrofotometri UV, tisu lensa, vial, Membran polyyethersulfon 25 mm (diameter 4,91 cm² luas) sel difusi *franz*, dan homogenizer. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk asam salisilat, karbopol, nipasol (propilpraben), nipagin (metilparaben), Trietanolamin (TEA), propilen glikol, etanol, aquadest, KH₂PO₄, dan NaOH.

Sampel Penelitian

Asam salisilat 1% dalam sediaan nanogel. Yang dimanfaatkan untuk melihat presentasi kadar asam salisilat dalam sediaan nanogel, presentasi asam salisilat yang terperap dalam sediaan nanogel dan laju pelepasan asam salisilat yang terperap dalam sediaan nanogel.

Pengukuran Sediaan Nanogel Asam Salisilat

Pengujian ukuran partikel diambil sediaan nanogel asam salisilat menggunakan sudip lalu dimasukkan kedalam alat kemudian di *scanning* dan didapatkan hasil ukuran partikel.

Penetapan Kadar Nanogel Asam Salisilat

Sebelum mengukur penetapan kadar nanogel asam salisilat terlebih dahulu melakukan penentuan panjang gelombang asam salisilat dan pembuatan kurva kalibrasi asam salisilat. Setelah itu baru dilakukan pengukuran kadar nanogel asam salisilat. Timbang sampel sediaan asam salisilat 1000 mg, dimasukkan ke gelas ukur lalu di encerkan dengan etanol 96% kemudian dimasukkan ke labu 100 ml dicukupkan dengan etanol 96% ad tanda batas. Dipipet 5 ml dimasukkan kedalam labu 50 ml diencerkan dengan etanol 96% sampai tanda batas. Kemudian diukur serapannya dengan panjang gelombang 297 nm. Hasil serapan dihitung menggunakan persamaan regresi linier pada kurva standar kalibrasi.

Uji Pelepasan Sediaan Nanogel Asam Salisilat dengan Metode Sel Difusi Franz

Uji pelepasan dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh sistem nanogel terhadap kadar pelepasan asam salisilat. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat sel difusi *franz* yang terbagi atas kompartemen donor dan kompartemen reseptor. Sebelum itu dilakukan terlebih dahulu pembuatan larutan dapar fosfat 7,4 lalu dilakukan penentuan panjang gelombang maksimum dan pembuatan kurva kalibrasi. Komponen donor berisi sistem nanogel asam salisilat dan kompartemen reseptor berisi 20 mL dapar fosfat pH 7,4 pada suhu 37±0,5^o C dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 100 rpm. Setelah itu membran kulit diletakkan diantara kompartemen donor dan kompartemen reseptor dengan sisi dermal berhubungan langsung dengan medium reseptor. Sampel ditimbang sebanyak ± 1 g kemudian diaplikasikan pada permukaan membran. 1 mL sampel diambil dari kompartemen reseptor menggunakan spuit dengan interval waktu yang ditentukan yaitu selama 8 jam (15, 30, 60, 90, 120, 180, 240, 300, 360, 420, 480 menit). Larutan dapar fosfat pH 7,4 segera diisi kembali untuk menggantikan volume yang hilang dengan volume dan suhu yang sama. Sampel diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum asam salisilat dengan spektrofotometer UV.

Jumlah kumulatif asam salisilat yang terlepas per luas area difusi (µg/cm²) dapat dihitung dengan rumus wuster [13]. Adapun rumus Wuster adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{CnV + \sum_{i=1}^{n-1} C_i \cdot S}{A}$$

Keterangan:

Q = Jumlah kumulatif asam salisilat per luas area difusi (µg/cm²)

Cn = Konsentrasi asam salisilat (µg/mL) pada *sampling* menit ke-n

V = Volume sel difusi *franz* (mL)

$\sum_{i=1}^{n-1} C_i$ = Jumlah konsentrasi (µg/mL) pada *sampling* pertama (menit ke-15) hingga sebelum menit ke-n

S = Volume *sampling*

A = Luas area membran (cm²)

Kemudian dilakukan perhitungan *fluks* (kecepatan pelepasan tiap satuan waktu) berdasarkan hukum Fick I:

$$J = \frac{M}{S \times t}$$

Keterangan:

J = Fluck atau kecepatan pelepasan asam salisilat

M = Jumlah asam salisilat yang terlepas (µg)

S = Luas Membran (cm²)

T = Waktu (jam)

Uji Efisiensi Penjerapan

Ditimbang sediaan 1gram nanogel asam salisilat ditambahkan dafar fosfat pH 7,4 ± 0,05 hingga volume 10 mL. Selanjutnya dilakukan sentrifugasi pada 2500 rpm selama 45 menit. Asam salisilat yang tidak terjebak dalam sistem nanogel akan terdispersi dalam dapar fosfat pH 7,4 ± 0,05 sebagai supernatan. Kadar asam salisilat yang terjebak selanjutnya dianalisis dengan spektrofotometri UV. Blanko yang digunakan ialah sistem nanogel tanpa penambahan asam salisilat dan dipreparasi sesuai sampel uji. Efisiensi penjerapan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut [2] :

$$EE = \frac{Qt - Qs}{Qt} \times 100\%$$

Keterangan:

EE: Presentase efisiensi penjerapan asam salisilat dalam sistem

Qt: Jumlah asam salisilat yang ditambahkan pada sistem nanoegel

Qs: Jumlah asam salisilat yang tidak terjepap dalam sistem nanogel

Analisa Data

Hasil data penelitian ini menggunakan motede deskriptif statistik digunakan untuk menguji hasil uji secara statistik melalui perangkat lunak SPSS versi 25.

Hasil dan Pembahasan

Hasil formulasi nanogel asam salisilat menunjukkan bahwa sediaan berhasil dibuat dengan karakteristik fisik yang homogen dan stabil. Secara visual, nanogel yang dibuat tampak berwarna bening, homogen, tidak menggumpal, dan memiliki konsistensi yang sesuai untuk aplikasi topikal. Proses pembuatan melibatkan fase dispersing, penambahan basis gel, serta pemberian energi melalui homogenizer dan sonikasi untuk menghasilkan ukuran partikel yang sangat kecil.

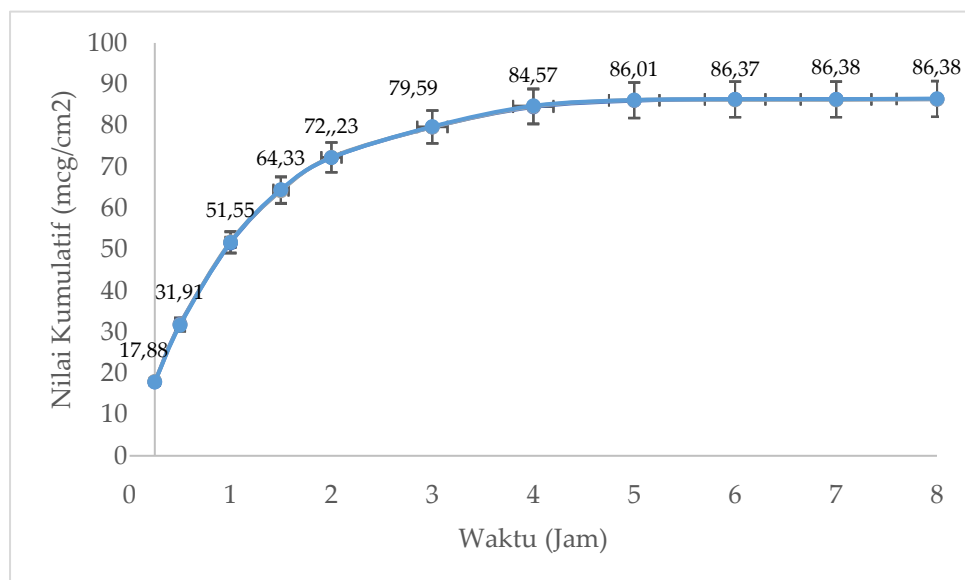
Tabel 1. Hasil Pengukuran Sediaan Nanogel Asam Salisilat

Sampel Sediaan Nanogel Asam Salisilat	Ukuran (nm)	Syarat
Ukuran (rata-rata)	46,8 nm	1-100 nm [14]

Data ukuran partikel ini tidak hanya memberikan bukti bahwa sediaan nanogel asam salisilat telah berhasil diformulasikan dalam skala nano, tetapi juga mendukung asumsi bahwa nanogel dapat meningkatkan penghantaran asam salisilat ke dalam jaringan kulit secara lebih efektif. Dari hasil uji pengukuran panjang gelombang maka ditetapkan panjang gelombang pada 297 nm untuk penetapan kadar asam salisilat. Pengukuran kurva dilaksanakan dengan tujuan untuk memahami keterkaitan antara konsentrasi larutan dan nilai serapannya, sehingga memungkinkan penentuan konsentrasi sampel. Kadar asam salisilat yang diperoleh dalam sediaan nanogel menghasilkan kadar rata-rata sebesar 1,08491 ± 0,0017 yang mana hasil tersebut memenuhi syarat kadar asam salisilat <2% berdasarkan peraturan badan pengawasan obat dan makanan republik indonesia (BPOM RI).

Uji penetrasi in vitro terhadap sediaan nanogel asam salisilat telah dilakukan menggunakan sel difusi *franz* dengan dapar fosfat pH 7,4 ± 0,05 sebagai medium reseptor. Metode ini merupakan salah satu metode standar yang banyak digunakan untuk mengevaluasi penetrasi topikal dan transdermal suatu sediaan obat karena dapat mensimulasikan kondisi penetrasi obat melalui lapisan kulit secara in vivo atau in vitro [15].

Berikut dapat dilihat hasil pada gambar grafik jumlah kumulatif pelepasan asam salisilat pada gambar 1 :

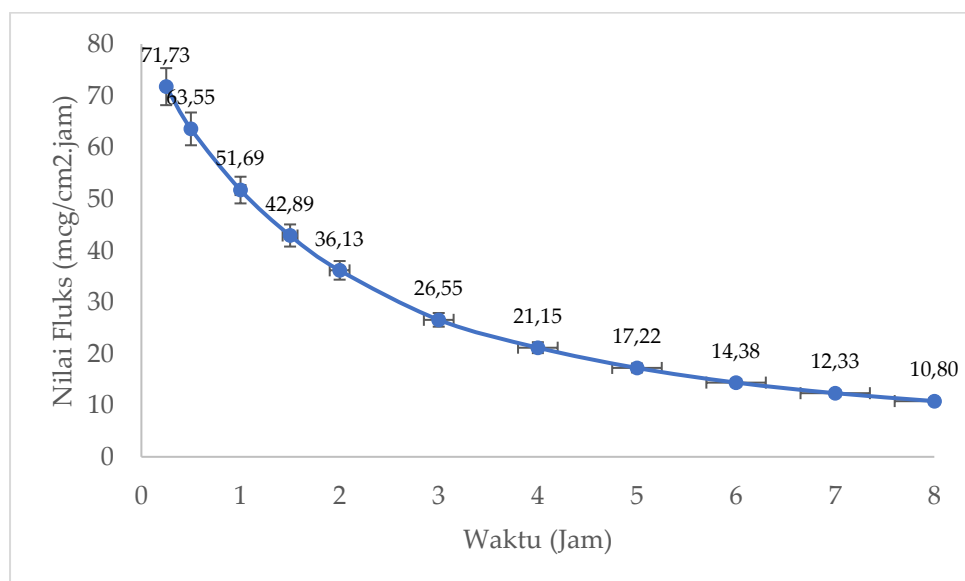


Gambar 1. Grafik Jumlah Kumulatif Pelepasan Asam Salisilat

Hasil ini juga mengindikasikan bahwa formulasi nanogel asam salisilat mampu menembus membran dan menghasilkan profil penetrasi yang meningkat secara progresif, yang secara farmakologis dapat diartikan bahwa nanogel memiliki potensi sebagai sistem penghantaran obat topikal yang efektif untuk mengantarkan asam salisilat lebih dalam ke lapisan kulit dibandingkan sediaan gel konvensional.

Hasil pengukuran jumlah kumulatif asam salisilat yang menembus membran kulit menunjukkan bahwa jumlah penetrasi meningkat seiring dengan waktu pengambilan sampel dari menit ke-15 hingga menit ke-480. Nilai rata-rata Q ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) tiap waktu menunjukkan tren kenaikan yang konsisten pada semua pengulangan percobaan (p_1 , p_2 , p_3) dengan simpangan baku yang relatif kecil. Hal ini menunjukkan bahwa data yang diperoleh bersifat presisi dan *reproducible* antar replikasi percobaan, karena variasi antar data sangat kecil. Misalnya pada 15 menit diperoleh rata-rata Q sebesar $17,93 \pm 0,084 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, dan terus meningkat hingga $86,42 \pm 0,086 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ pada 480 menit.

Hasil uji penetrasi *in vitro* menunjukkan bahwa jumlah kumulatif asam salisilat yang terlepas melalui membran uji meningkat seiring bertambahnya waktu pengambilan sampel. Berdasarkan rata-rata nilai kumulatif (Q) dan nilai fluks (J), terlihat pola pelepasan yang khas dari difusi pasif, di mana laju akumulasi zat aktif yang terlepas relatif cepat di fase awal dan cenderung melambat pada fase lanjutan. Berikut dapat dilihat hasil pada gambar grafik jumlah kumulatif pelepasan asam salisilat pada gambar 2 :



Gambar 2. Grafik Fluks Pelepasan Asam Salisilat

Pada waktu 0,25 jam, jumlah kumulatif asam salisilat yang terlepas tercatat sebesar $17,93 \pm 0,084 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ dengan nilai fluks sebesar $71,73 \pm 0,337 \mu\text{g}/\text{cm}^2\text{-jam}$. Nilai fluks yang tinggi pada fase awal ini menunjukkan terjadinya perpindahan zat aktif yang cepat dari fase donor ke fase reseptor. Fenomena tersebut dipengaruhi oleh tingginya gradien konsentrasi pada awal pengujian, sehingga mendorong laju difusi yang besar. Kondisi ini sesuai dengan prinsip difusi menurut Hukum Fick I, yang menyatakan bahwa laju perpindahan zat berbanding lurus dengan gradien konsentrasi antara dua fase [16].

Seiring dengan bertambahnya waktu pengujian, nilai kumulatif asam salisilat terus meningkat, namun laju fluks menunjukkan kecenderungan menurun. Pada waktu 1 jam, jumlah kumulatif meningkat menjadi $51,69 \pm 0,142 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, sementara fluks menurun menjadi $51,69 \pm 0,142 \mu\text{g}/\text{cm}^2\text{-jam}$. Penurunan fluks ini berlanjut hingga waktu 4 jam, di mana jumlah kumulatif mencapai $84,61 \pm 0,149 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ dengan nilai fluks $21,15 \pm 0,037 \mu\text{g}/\text{cm}^2\text{-jam}$. Penurunan laju fluks tersebut mencerminkan berkurangnya gradien konsentrasi antara fase donor dan fase reseptor akibat akumulasi zat aktif di fase reseptor, sehingga laju difusi menjadi lebih lambat [17].

Pada fase akhir pengujian, yaitu antara 5 hingga 8 jam, peningkatan jumlah kumulatif asam salisilat berlangsung sangat lambat dan cenderung mendekati kondisi stabil. Pada waktu 8 jam, jumlah kumulatif tercatat sebesar $86,42 \pm 0,086 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, dengan nilai fluks yang menurun hingga $10,80 \pm 0,010 \mu\text{g}/\text{cm}^2\text{-jam}$. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pelepasan telah mendekati keadaan kesetimbangan, di mana perbedaan gradien konsentrasi semakin kecil sehingga laju pelepasan zat aktif menjadi minimal. Pola ini merupakan karakteristik umum pelepasan obat topikal berbasis sistem matriks, termasuk nanogel, yang memberikan pelepasan obat secara bertahap dan berkelanjutan [18].

Secara keseluruhan, pola kumulatif Q dan fluks J yang dihasilkan menunjukkan bahwa nanogel asam salisilat yang diformulasikan dalam penelitian ini memiliki kemampuan penetrasi yang baik secara *in vitro*. Nilai kumulatif yang stabil pada fase akhir waktu uji serta variasi yang kecil antar pengulangan memperkuat validitas hasil uji dan menunjukkan bahwa sistem nanogel ini dapat berfungsi sebagai pembawa obat topikal yang efektif. Uji efisiensi penyerapan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar jumlah asam salisilat yang berhasil terjerap dalam sistem nanogel dan tidak larut bebas dalam medium setelah proses sentrifugasi. Efisiensi penyerapan merupakan parameter penting dalam formulasi nanopartikel/nanogel karena mencerminkan kemampuan sistem penghantaran obat untuk memuat dan mempertahankan zat aktif di dalam matriksnya, yang akan berpengaruh pada stabilitas serta efektivitas penghantaran obat [19].

Pada penelitian ini, sebanyak 6 pengulangan dilakukan untuk menentukan jumlah asam salisilat yang tidak terjerap (Q_s) berdasarkan nilai absorbansi supernatan setelah proses sentrifugasi. Nilai absorbansi yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi konsentrasi menggunakan persamaan regresi kurva kalibrasi asam salisilat ($y = 0,0279x - 0,0025$). Selanjutnya, nilai konsentrasi Q_s dikalikan dengan faktor pengenceran untuk mendapatkan konsentrasi total asam salisilat yang tidak terjerap dalam supernatan. Berikut hasil uji efisiensi penyerapan dapat dilihat pada tabel 2 :

Tabel 2. Hasil Uji Efisiensi Penyerapan Nanogel Asam Salisilat

Pengulangan	Absorbansi	Konsentrasi Q_s (ppm)	%EE
P1	1,999	717,74	92,82%
P2	1,989	713,80	92,86%
P3	1,989	713,80	92,86%
P4	1,977	709,50	92,91%
P5	1,963	704,48	92,96%
P6	1,976	709,14	92,91%
Rata-rata \pm SD			92,88 \pm 0,050

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai absorbansi supernatan berada pada kisaran 1,963–1,999, yang setelah dikonversi menggunakan persamaan regresi linear menghasilkan nilai konsentrasi asam salisilat tidak terjerap (Q_s) sebesar 704,48–717,74 ppm. Berdasarkan nilai Q_s tersebut, diperoleh persentase efisiensi penyerapan (%EE) yang berkisar antara 92,82% hingga 92,96% pada masing-masing pengulangan. Nilai efisiensi penyerapan rata-rata dari enam pengulangan adalah 92,88%, menunjukkan bahwa sebagian besar asam salisilat berhasil terjerap dalam sistem nanogel. Efisiensi penyerapan yang tinggi dan konsisten ini menunjukkan bahwa sistem nanogel asam salisilat memiliki kemampuan yang baik dalam menahan zat aktif di dalam matriksnya, sehingga hanya sebagian kecil asam salisilat yang berada dalam bentuk bebas di supernatan. Hal ini sesuai dengan prinsip desain sistem penghantaran obat berbasis nanoteknologi, di mana

ukuran partikel nano dan luas permukaan yang besar memungkinkan peningkatan muatan obat serta meminimalkan kehilangan zat aktif selama proses formulasi [19]. Selain itu, penggunaan metode spektrofotometri UV dalam pengujian efisiensi penyerapan terbukti efektif sebagai teknik yang sensitif, akurat, dan ekonomis dalam menentukan kadar zat aktif yang tidak terjerap. Metode ini banyak digunakan dalam penelitian nanopartikel dan nanogel karena kemampuannya dalam mengukur zat aktif secara langsung pada supernatan setelah proses sentrifugasi, sehingga memberikan hasil kuantitatif yang reliabel [19].

Kesimpulan

Nanogel asam salisilat memiliki ukuran partikel rata-rata 46,8 nm dan efisiensi penyerapan sebesar $92,86\% \pm 0,049\%$, yang menunjukkan keberhasilan pembentukan sistem nanogel dengan kemampuan enkapsulasi yang tinggi. Uji pelepasan in vitro menunjukkan pelepasan asam salisilat yang terkontrol melalui membran sintesis. Hasil ini menunjukkan potensi nanogel sebagai sistem penghantaran obat topikal yang efektif. Namun, diperlukan pengujian in vivo lebih lanjut untuk mengonfirmasi kinerjanya dalam kondisi biologis yang sebenarnya.

Referensi

- [1] M. Tajdari, S. Abolghasemi, and E. Khanniri, "NARRATIVE REVIEW A Comprehensive Review of Acne Treatments : Unpacking the Chemical Structures and Effective Bioactive Compounds," *Heal. Sci. Reports*, vol. 9, no. 2, 2025, doi: 10.1002/hsr2.71803.
- [2] M. J. de J. Valle, P. G. González, M. P. Ribeiro, A. R. T. S. A. Pereira, and A. S. Navarro, "Sildenafil citrate liposomes for pulmonary delivery by ultrasonic nebulization," *Appl. Sci.*, vol. 8, no. 8, Aug. 2018, doi: 10.3390/app8081291.
- [3] S. A. Jamil *et al.*, "No Title," vol. 6, no. 4, pp. 1568–1577, 2023.
- [4] N. Yuliandari, Y. P. Rahayu, M. S. Lubis, and R. Yuniarti, "Journal of Pharmaceutical and Sciences | Volume 6 | No.4 | OKT-DES | 2023 | pp," 1960.
- [5] F. Shivanie, H. Rahma, and A. P. Putri, "Formulasi Sediaan Nanogel dengan Zat Aktif Asam Salisilat sebagai Sediaan Topikal".
- [6] Depkes RI, *Farmakope Indonesia edisi VI*. 2020.
- [7] R. M. Sinaga *et al.*, "No Title," vol. 6, no. 4, pp. 1729–1737, 2023.
- [8] A. Alqushay, H. D. Ghiffari, S. Budiasih, and T. Julianto, "Optimasi Dan Formulasi Sediaan Gel Ekstrak Etanol (Hydrocotyle Verticillata Thub) Dengan Variasi Konsentrasi HPMC Dengan Penambahan Asam Usnat Institut Kesehatan Mitra Bunda organik besar yang terpenetrasi melalui cairan . Beberapa sistem gel bersifat t," vol. 2, no. 1, 2024.
- [9] H. M. Harahap, R. W. Lubis, M. S. Rani. S. Nasution, "Title Formulasi, evaluasi dan aktivitas antibakteri sabun padat nanopartikel ekstrak bonggol nanas (ananas comosus (L) Merr) terhadap staphylococcus aureus," 2024.
- [10] D. Chandra, C. M. Thaib, S. Tandiono, M. Irianto, U. Sari, and M. Indonesia, "Formulasi dan Uji Penetrasi In Vitro Sediaan Gel Sistem Fitosom Ekstrak Buah Asam Jawa (Tamarindus indica L .) Program Studi S1 Farmasi / Fakultas Farmasi dan Ilmu Kesehatan dalam industri perawatan kulit .," vol. 2, pp. 157–178, 2024.
- [11] M. S. cut, D. L. Miswanda. D. Lubis, "Title Sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun bidara (ziziphusspina-christi) dan uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri staphylococcus aureus," *J. Farm.*, 2023.
- [12] M. S. Umashankar and D. Narayanasamy, "A Comprehensive Review of Nanogel-Based Drug Delivery Systems," vol. 16, no. 9, 2024, doi: 10.7759/cureus.68633.
- [13] J. Klancke, "Dissolution Testing of Orally Disintegrating Tablets," no. May, pp. 6–8, 2003.
- [14] L. Blagojevic and N. Kamaly, "Nano Today Nanogels : A chemically versatile drug delivery platform," *Nano Today*, vol. 61, no. December 2024, p. 102645, 2025, doi: 10.1016/j.nantod.2025.102645.
- [15] Devina Chandra, Cut Masyithah Thaib, Steven Tandiono, and Manuppak Irianto Tampubolon, "Formulasi dan Uji Penetrasi In Vitro Sediaan Gel Sistem Fitosom Ekstrak Buah Asam Jawa (Tamarindus indica L.)," *J. Ris. Ilmu Kesehat. Umum dan Farm.*, vol. 2, no. 4, pp. 157–178, Oct. 2024, doi: 10.57213/jrikuf.v2i4.559.

- [16] M. E. Lane, "In vitro permeation testing for the evaluation of drug delivery to the skin," *Eur. J. Pharm. Sci.*, vol. 201, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.ejps.2024.106873.
- [17] R. Neupane, S. H. S. Boddu, J. Renukuntla, R. J. Babu, and A. K. Tiwari, "Alternatives to biological skin in permeation studies: Current trends and possibilities," Feb. 01, 2020, *MDPI AG*. doi: 10.3390/pharmaceutics12020152.
- [18] J. F. Bergua *et al.*, "Low-Cost, User-Friendly, All-Integrated Smartphone-Based Microplate Reader for Optical-Based Biological and Chemical Analyses," *Anal. Chem.*, vol. 94, no. 2, pp. 1271–1285, 2022, doi: 10.1021/acs.analchem.1c04491.
- [19] I. Maharini, R. Martien, A. K. Nugroho, S. Supanji, and A. Adhyatmika, "Validation UV Spectrophotometric Method to Determine Entrapment Efficiency of Ocular Polymeric Nanoparticle Levofloxacin Hemihydrate," *Res. J. Pharm. Technol.*, pp. 5479–5482, Oct. 2021, doi: 10.52711/0974-360X.2021.00956.