

Content lists available at Mara Cendekia Publisher

JURNAL ENTITAS KESEHATAN

Journal Homepage: <https://journal.marapublisher.com/index.php/jek>

ISSN: [3124-128X](#) (Print) | [3124-1298](#) (Online)

Formulasi dan Evaluasi Sediaan Nanogel Menggunakan HPMC Sebagai Gelling Agent

Formulation and Evaluation of Nanogel Preparations Using HPMC as a Gelling Agent

Putri Ayu Kusuma^{1*}, Tri Yanuarto², Gina Lestari³, Betna Dewi⁴

¹⁻⁴ Program Studi S1 Farmasi Kinis Dan Komunitas, STIKES Al-Fatah Kota Bengkulu, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Article history:

Receipt: 26 Juni 2026

Revision: 11 Juli 2026

Accepted: 26 Juli 2026

Email Corresponding Author:

putri2002putri12@gmail.com

Kata kunci:

Ciprofloxacin

HPMC

Nanogel

Sifat fisik

Ukuran partikel

Keywords:

Ciprofloxacin

HPMC

Nanogel

Particle size

Physical properties

ABSTRAK

Abstrak: Ciprofloxacin adalah antibiotik yang termasuk dalam kelompok fluorokuinolon dan memiliki masalah dalam permeabilitas, oleh karena itu pengembangan dalam bentuk nanogel diharapkan bisa meningkatkan permeabilitas obat untuk penggunaan sediaan topikal. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sediaan nanogel ciprofloxacin dengan memanfaatkan hidroksipropil metilselulosa (HPMC) sebagai agen pengental. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan empat variasi konsentrasi, yaitu F0 (tanpa ciprofloxacin), F1 (0,3%), F2 (0,4%), dan F3 (0,5%). Evaluasi mencakup pengujian kemurnian bahan dasar, spektrofotometri UV-Vis, ukuran partikel, uji organoleptik, homogenitas, uji pH, uji viskositas, uji daya sebar dan uji daya lekat pada penyimpanan selama empat minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sediaan yang homogen, semi padat, tidak berbau, dan berwarna putih hingga sedikit kekuningan. Ukuran rata-rata partikel untuk F1, F2, dan F3 masing-masing adalah 477,8 nm, 509,4 nm, dan 1.544 nm. Formula F1 dan F2 sesuai dengan ukuran nanogel yang diharapkan 1-1.000 nm, sedangkan F3 melebihi ukuran. Dapat disimpulkan sediaan memenuhi standar untuk sifat fisik sediaan. Oleh karena itu, formulasi nanogel ciprofloxacin yang menggunakan HPMC menunjukkan karakteristik fisik yang baik, terutama pada formula F1 dan F2, sehingga memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sediaan topikal.

Abstract: Ciprofloxacin is a fluoroquinolone antibiotic that faces challenges regarding permeability; consequently, developing it as a nanogel is expected to enhance drug permeability for topical application. This study aimed to formulate a ciprofloxacin nanogel using hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) as a thickening agent. An experimental method was employed, utilizing four concentration variations: F0 (without ciprofloxacin), F1 (0.3%), F2 (0.4%), and F3 (0.5%). Evaluations included raw material purity testing, UV-Vis spectrophotometry, particle size analysis, organoleptic assessment, uniformity, pH, viscosity, spreadability, and adhesiveness over a four-week storage period. The results showed that the preparations were homogeneous, semi-solid, odorless, and white to slightly yellowish in color. The average particle sizes for F1, F2, and F3 were 477.8 nm, 509.4 nm, and 1,544 nm, respectively 1-1.000 nm. Formulas F1 and F2 fell within the expected nanoparticle size range, whereas F3 exceeded it. It can be concluded that the preparations met the standards for physical properties. Therefore, the ciprofloxacin nanogel formulations utilizing HPMC—particularly F1 and F2—exhibited favorable physical characteristics, indicating their potential for development as topical preparations.

PENDAHULUAN

Infeksi bakteri pada kulit tetap menjadi tantangan kesehatan yang membutuhkan penggunaan antibiotik yang efektif. Ciprofloxacin jenis antibiotik dari kelompok fluoroquinolone yang memiliki aktivitas terhadap berbagai jenis bakteri Gram positif dan Gram negatif. Namun, penggunaan ciprofloxacin secara lokal masih menghadapi masalah karena kemampuannya menembus kulit yang rendah, sehingga mengurangi efektivitas pengobatan (Rajendra et al., 2022).

Menurut Biopharmaceutical Classification System (BCS), ciprofloxacin tergolong obat dengan kelarutan serta permeabilitas yang rendah, yang mana hal tersebut memerlukan sistem pengantaran obat untuk meningkatkan bioavailabilitasnya (Ardiputra et al., 2025). Salah satu metode yang tengah berkembang adalah sistem pengantaran berbasis nanoteknologi, yakni penggunaan partikel berskala nanometer yang mampu memperluas area permukaan, meningkatkan penetrasi obat, dan melepaskan zat aktif secara teratur (Sholikhah & Sarmadi, 2025; Adianingsih et al., 2026). Contoh dari ini adalah nanogel, sebuah sistem pengantaran obat yang berbasis jaringan polimer tiga dimensi dengan kemampuan memuat obat yang tinggi, stabilitas yang baik, serta cocok untuk aplikasi secara topikal.

Keberhasilan sediaan nanogel dipengaruhi oleh pemilihan gelling agent. Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC) merupakan polimer yang sering digunakan karena dapat menghasilkan gel yang seragam, stabil, dengan viskositas dan daya rekat yang baik, serta mendukung pelepasan zat aktif secara optimal (Marhammah et al., 2025). Meskipun nanogel sudah banyak dikembangkan sebagai sistem pengantaran obat. Berdasarkan penelusuran literatur, belum ditemukan penelitian yang secara spesifik memformulasikan ciprofloxacin sebagai nanogel dengan HPMC sebagai gelling agent untuk sediaan topikal. Penelitian nanogel sebelumnya lebih banyak menggunakan ekstrak bahan alam atau polimer lain. Keunggulan penelitian ini adalah penggunaan ciprofloxacin sebagai zat aktif obat dalam nanogel berbasis HPMC dengan formulasi sederhana serta evaluasi ukuran partikel dan karakteristik fisik sediaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merumuskan dan mengevaluasi sediaan nanogel ciprofloxacin dengan memanfaatkan HPMC sebagai gelling agent, melalui pengujian ukuran partikel dan karakteristik fisik sediaan meliputi organoleptik, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, dan daya rekat. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada formulasi nanogel dengan variasi konsentrasi ciprofloxacin 0,3%, 0,4%, dan 0,5%. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat berfungsi sebagai referensi dalam pengembangan sistem pengantaran obat topikal berbasis nanogel dan mendukung penelitian lebih lanjut dalam bidang formulasi farmasi.

KAJIAN TEORITIS

Ciprofloxacin adalah jenis antibiotik dari kelompok fluoroquinolone yang memiliki efektivitas terhadap bakteri positif dan negatif Gram. Akan tetapi, rendahnya permeabilitasnya mengakibatkan penyampaian obat secara topikal belum mencapai hasil optimal (Nasyanka & Na'imah, 2020). Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini dengan mengembangkan sistem pengiriman obat dengan metode nanoteknologi (Wikantyasning et al., 2020; Purwanto et al., 2021). Nanogel adalah sistem pengiriman obat yang berbentuk jaringan polimer tiga dimensi dengan skala nano yang berpotensi meningkatkan penetrasi obat, mempertahankan stabilitas bahan aktif, serta melepaskan obat secara terkontrol (Marhammah et al., 2025).

Keberhasilan pembuatan nanogel sangat bergantung pada pemilihan gelling agent yang tepat. Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC) adalah polimer yang umum digunakan karena dapat menghasilkan gel yang stabil dan homogen, serta memiliki sifat viskositas dan daya lekat yang baik, sekaligus aman untuk aplikasi topikal (Latifah et al., 2025; Marhammah et al., 2025). Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa nanogel mampu meningkatkan karakteristik fisik dan efektivitas sistem pengiriman obat secara topikal. Namun, kajian mengenai formulasi nanogel ciprofloxacin yang memanfaatkan HPMC sebagai gelling agent masih sangat terbatas. Oleh karena itu, studi ini dilakukan

untuk menilai formulasi dan karakteristik fisik dari nanogel ciprofloxacin untuk menjadi landasan dalam pengembangan produk topikal yang lebih efektif.

METODE

Pembuatan Sediaan Nanogel Sediaan Ciprfloxacin

Tabel 1. Formulasi sediaan nanogel ciprofloxacin

Bahan	F0(%)	F1(%)	F2(%)	F3(%)
Ciproflpxacin	-	0,3	0,4	0,5
HPMC	2	2	2	2
Gliserin	15	15	15	15
Propilen glikol	15	15	15	15
Natrium metabisulfit	0,1	0,1	0,1	0,1
Aquadest MI	Ad 100	Ad 100	Ad 100	Ad 100

Pembuatan nanogel ciprofloxacin dilakukan menggunakan kombinasi *overhead stirrer* dan *magnetic stirrer* untuk menghasilkan pencampuran yang homogen serta membantu memperkecil ukuran partikel (Tungadi et al., 2024). HPMC digunakan sebagai *gelling agent* karena mampu menghasilkan gel yang homogen, memiliki viskositas yang baik, tidak bersifat iritatif, dan dapat meningkatkan penetrasi sediaan pada kulit (Nurdianti, 2018). HPMC dikembangkan menggunakan aquades suhu ruang agar mengembang secara merata dan tidak menggumpal (Nazirah & utami, 2024). Kemudian diawali dengan menimbang seluruh bahan sesuai formula, yaitu HPMC 2 gram, natrium metabisulfit 0,1 gram, gliserin 15 gram, propilen glikol 15gram, ciprofloxacin dengan konsentrasi sesuai formula (0,3%, 0,4%, dan 0,5%), serta aquadest hingga 40 mL. HPMC kemudian didispersikan dalam 40 mL aquadest dan dibiarkan mengembang hingga terbentuk massa gel yang homogen (massa 1). Natrium metabisulfit dilarutkan dalam gliserin dan diaduk hingga homogen (massa 2). Selanjutnya, propilen glikol dimasukkan ke dalam beakerglas 250ml dan diaduk menggunakan overhead stirrer selama 5 menit. Ciprofloxacin kemudian ditambahkan ke dalam campuran tersebut dan diaduk selama 5 menit hingga homogen. Setelah itu, massa 2 dimasukkan secara bertahap sambil dilakukan pengadukan selama 5 menit kemudian tambahkan massa 1 di aduk menggunakan overhead stirrer dengan kecepatan 150 rpm selama 1 jam. Kemudian dilakukan pengadukan dengan magnetik stirrer dengan kecepatan 500 rpm selama 1 jam. Setelah pencampuran selesai sampel dimasukan ke dalam pot obat 200cc dicampur secara bertahap menggunakan *overhead stirrer* dan dilanjutkan dengan *magnetic stirrer* hingga terbentuk nanogel yang homogen. Sediaan selanjutnya didiamkan hingga buih yang terbentuk menghilang selama proses pengadukan menghilang sebelum dilakukan evaluasi.

Uji Kelarutan

Sebanyak 1 g ciprofloxacin dimasukkan ke dalam larutan HCl 0,1 N, kemudian diaduk hingga larut. Volume pelarut yang diperlukan untuk melarutkan sampel dicatat, kemudian hasil kelarutan ditentukan berdasarkan kriteria Farmakope Indonesia Edisi III.

Uji Susut Pengerinan

Sebanyak ± 1 g ciprofloxacin ditimbang, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit. Setelah didinginkan, sampel ditimbang kembali dan persentase susut pengeringan dihitung. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali replikasi.

Rumus perhitungan:

$$Kadar\ susut = \frac{(WO - W1)}{W1} \times 100\%$$

Keterangan:

W0 : berat sampel sebelum pengeringan (gram)

W1 : berat sample setelah dilakukan pengeringan (gram)

Uji Kadar Abu

Sebanyak ± 1 g ciprofloxacin ditimbang, kemudian dipijarkan dalam tanur pada suhu 600°C selama 3 jam hingga menjadi abu. Setelah didinginkan, abu ditimbang dan kadar abu dihitung terhadap berat awal sampel. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali replikasi.

Rumus Perhitungan:

$$\text{Kadar abu total} = \frac{(W2 - W0)}{W1} \times 100\%$$

Keterangan:

W0 : bobot cawan kosong

W1 : bobot ciprofloxacin

W2 : bobot cawan + residu yang dioven

Uji Ukuran Partikel Particle Size Analyzer (PSA)

Sebanyak 1 mL nanogel diencerkan dengan 250 mL aqua pro injeksi, kemudian diukur ukuran partikelnya menggunakan Particle Size Analyzer (PSA) (Mardiyanto et al., 2025).

Evaluasi Sediaan Nanogel**Uji Organoleptik**

Pengamatan dilakukan secara visual terhadap warna, bau, dan bentuk (Pratiwi & Sholikhah, 2026; Triwulandari & Sholikhah (2026). Sediaan Pengujian dilakukan tiga kali replikasi setiap minggu selama 4 minggu

Uji Viskositas

Viskositas diukur menggunakan Brookfield Viscometer (RVT). Dengan menggunakan Spindle no 04, Kecepatan 10 rpm dan ediaan ditimbang sebanyak 100g. Nilai viskositas dicatat setelah pembacaan stabil. Pengujian dilakukan tiga kali replikasi setiap minggu selama 4 minggu (Starlista et al., 2023)

Rumus Perhitungan:

$$\text{Dial Reading} \times \text{Factor} = \text{Centipoise}$$

Uji Homogenitas

Sebanyak 0,1 g nanogel dioleskan pada kaca objek, kemudian diamati adanya partikel kasar atau gumpalan. Pengujian dilakukan tiga kali replikasi setiap minggu selama 4 minggu (Rizkiah et al., 2021).

Uji pH

Sebanyak 1 g nanogel dilarutkan dalam 10 mL aquadest, kemudian diukur menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi. Rentang pH yang dipersyaratkan untuk sediaan topikal adalah 4,5–6,5 (Septiahyani & Sholikhah, 2026). Pengujian dilakukan tiga kali replikasi setiap minggu selama 4 minggu (Marhammah et al., 2025).

Uji Daya Sebar

Sebanyak 0,5 g nanogel ditempatkan di antara dua kaca arloji, diberi beban 150 g selama 1 menit, kemudian diukur diameter penyebarannya. Daya sebar yang baik berada pada rentang 5–7 cm. Pengujian dilakukan tiga kali replikasi setiap minggu selama 4 minggu (Rosi et al., 2024).

Uji Daya Lekat

Sebanyak 0,5 g nanogel ditempatkan di antara dua kaca objek, diberi beban 250 g selama 1 menit, kemudian diuji dengan beban 80 g dan dicatat waktu pelepasannya. Daya lekat yang baik adalah lebih dari 4 detik. Pengujian dilakukan tiga kali replikasi setiap minggu selama 4 minggu (Irianto et al., 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kemurnian Ciprofloxacin

Tabel 2. Hasil uji kemurnian

Parameter Uji Standar	Hasil	Persyaratan
Uji Kelarutan	50 MI	Agak Sukar Larut
Uji Susut Pengeringan	1,015%	<10%
Kadar Abu Total	1,2 %	<17%

Uji kelarutan menunjukkan bahwa 1 gram ciprofloxacin larut sepenuhnya dalam 50 mL larutan HCL 0,1 N dan menghasilkan larutan yang berwarna kuning serta jernih. Berdasarkan Farmakope Indonesia Edisi III, hasil tersebut menunjukkan bahwa ciprofloxacin termasuk dalam kategori agak sukar larut.

Rata-rata susut pengeringan ciprofloxacin sebesar 0,015%, sehingga memenuhi persyaratan karena berada di bawah batas 10%. Hasil ini menunjukkan bahwa jumlah senyawa yang hilang selama proses pengeringan relatif kecil.

Hasil uji kadar abu total menunjukkan rata-rata kadar abu sebesar 1,2%, sehingga memenuhi persyaratan yaitu kurang dari 17%. Nilai kadar abu yang rendah menunjukkan bahwa kandungan mineral dan residu yang tidak terbakar relatif sedikit serta mengindikasikan tingkat kemurnian ciprofloxacin yang baik.

Evaluasi Sifat Fisik Sediaan Nanogel Ciprofloxacin

Tabel 3. Hasil uji organoleptis

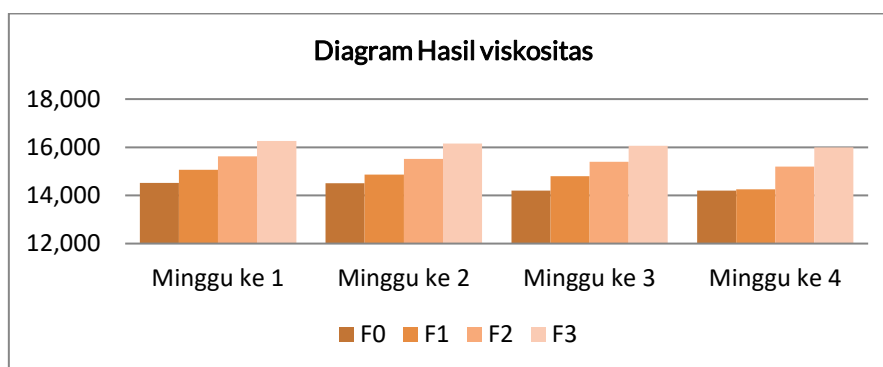
Formula	Pengamatan	Minggu ke			
		I	II	III	IV
F0	Warna	Putih	Putih	Putih	Putih
	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
	Bentuk	Semi solid	Semi solid	Semi solid	Semi solid
F1	Warna	Putih sedikit kuning	Putih sedikit kuning	Putih sedikit kuning	Putih sedikit kuning
	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
	Bentuk	Semi solid	Semi solid	Semi solid	Semi solid
F2	Warna	Putih sedikit kuning	Putih sedikit kuning	Putih sedikit kuning	Putih sedikit kuning
	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
	Bentuk	Semi solid	Semi solid	Semi solid	Semi solid
F3	Warna	Putih sedikit kuning	Putih sedikit kuning	Putih sedikit kuning	Putih sedikit kuning
	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
	Bentuk	Semi solid	Semi solid	Semi solid	Semi solid

Pengujian organoleptis dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik fisik sediaan nanogel berdasarkan warna, bau, dan bentuk. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa seluruh formula memiliki bentuk semi solid dengan tekstur halus, lembut, dan tidak berbau. Perbedaan hanya terdapat pada

warna sediaan, yaitu Formula 0 (F0) berwarna putih, sedangkan Formula 1 (0,3%), Formula 2 (0,4%), dan Formula 3 (0,5%) berwarna putih sedikit kekuningan. Perubahan warna tersebut dipengaruhi oleh penambahan ciprofloxacin yang secara alami memiliki karakteristik serbuk berwarna putih sedikit kekuningan, sehingga peningkatan konsentrasi zat aktif menyebabkan warna sediaan menjadi lebih kekuningan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Gasong et al., (2025) yang melaporkan bahwa penambahan zat aktif dapat memengaruhi karakteristik organoleptis, terutama warna sediaan. Selama penyimpanan selama 4 minggu, seluruh formula tetap mempertahankan karakteristik organoleptisnya tanpa perubahan warna dan bau yang berarti. Meskipun pada minggu ke-4 konsistensi sediaan tampak sedikit lebih encer, seluruh formula masih menunjukkan bentuk semi solid sehingga perubahan yang terjadi tidak memengaruhi stabilitas fisik secara signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan HPMC sebagai gelling agent mampu mempertahankan karakteristik organoleptis nanogel ciprofloxacin selama masa penyimpanan.

Tabel 4. Hasil evaluasi uji viskositas sediaan nanogel ciprofloxacin

Formula	Uji viskositas (cPs)				Range
	Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	Minggu ke 4	
F0	14.520±105,83	14.500±100,00	14.200±200,00	14.200±52,92	4.000-40.000 cPs
F1	15.060±112,25	14.860±122,20	14.800±200,00	14.260±52,92	
F2	15.620±72,11	15.520±72,11	15.400±0,00	15.200±100,00	
F3	16.260±52,92	16.160±69,28	16.060±69,28	16.000±0,00	



Gambar 1. Diagram viskositas

Hasil pengujian viskositas menunjukkan bahwa seluruh formula nanogel ciprofloxacin memiliki nilai viskositas pada rentang 14.200–16.260 cps. Nilai tersebut telah memenuhi persyaratan viskositas gel yang baik, yaitu 4.000–40.000 cps (Tungadi & Pakaya, 2023), sehingga sediaan memiliki tingkat kekentalan yang sesuai untuk diaplikasikan pada kulit. Selain itu, peningkatan konsentrasi ciprofloxacin diikuti dengan meningkatnya nilai viskositas, di mana Formula 3 (0,5%) memiliki viskositas tertinggi, sedangkan Formula 0 (0%) memiliki viskositas terendah. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi zat aktif memberikan kontribusi terhadap peningkatan kekentalan sistem nanogel. Selama penyimpanan selama 4 minggu, seluruh formula mengalami sedikit penurunan nilai viskositas, terutama pada minggu ke-2. Namun, perubahan tersebut tidak signifikan karena seluruh formula tetap berada dalam rentang viskositas yang dipersyaratkan. Penurunan viskositas diduga disebabkan oleh pengaruh suhu dan kondisi penyimpanan yang dapat melemahkan interaksi antar molekul dalam matriks gel sehingga menyebabkan sedikit penurunan kekentalan (Silviwanda & Naenum et al., 2024). Meskipun demikian, tidak terjadi perubahan viskositas yang berarti hingga akhir masa penyimpanan, sehingga dapat disimpulkan bahwa formulasi nanogel ciprofloxacin memiliki stabilitas viskositas yang baik dan mampu mempertahankan karakteristik fisiknya selama penyimpanan.

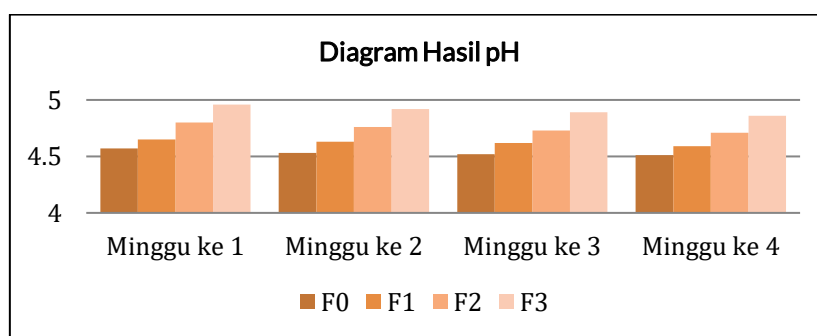
Tabel 5. Hasil uji homogenitas sediaan nanogel ciprofloxacin

Formula	Minggu ke-			
	I	II	III	IV
F0	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
F1	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
F2	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
F3	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen

Hasil pengujian homogenitas menunjukkan bahwa seluruh formulasi nanogel ciprofloxacin menghasilkan sediaan yang homogen, ditandai dengan tidak adanya partikel yang tidak larut, butiran kasar, gumpalan, maupun pemisahan fase. Hasil tersebut menunjukkan bahwa zat aktif ciprofloxacin dan seluruh komponen basis telah terdistribusi secara merata dalam sistem nanogel. Selain itu, variasi konsentrasi ciprofloxacin tidak memengaruhi homogenitas sediaan, sehingga seluruh formula memenuhi persyaratan uji homogenitas. Hasil ini sejalan dengan penelitian Daniansyah & Pujiastuti (2022) yang menyatakan bahwa sediaan dinyatakan homogen apabila tidak ditemukan partikel padat, butiran kasar, gumpalan, maupun pemisahan fase selama pengamatan. Selama penyimpanan selama 4 minggu, seluruh formulasi tetap mempertahankan homogenitasnya tanpa menunjukkan perubahan fisik. Tidak ditemukannya partikel yang tidak larut maupun pemisahan fase menunjukkan bahwa sistem basis nanogel mampu mempertahankan dispersi zat aktif secara merata dan menjaga kestabilan fisik sediaan selama penyimpanan. Stabilitas homogenitas ini penting karena berperan dalam menjamin keseragaman kandungan zat aktif pada setiap penggunaan, sehingga diharapkan dapat mendukung efektivitas dan mutu sediaan nanogel ciprofloxacin.

Tabel 6. Hasil uji pH sediaan nanogel ciprofloxacin

Formulasi	Minggu ke-				Range
	I	II	III	IV	
F0	4,57±0,01	4,53±0,01	4,52±0,01	4,51±0,01	4,5-6,5
F1	4,6500±0,01	4,63±0,01	4,62±0,01	4,59±0,02	
F2	4,80±0,01	4,76±0,02	4,730,01	4,710,01	
F3	4,96±0,01	4,92±0,02	4,89±0,01	4,86±0,01	

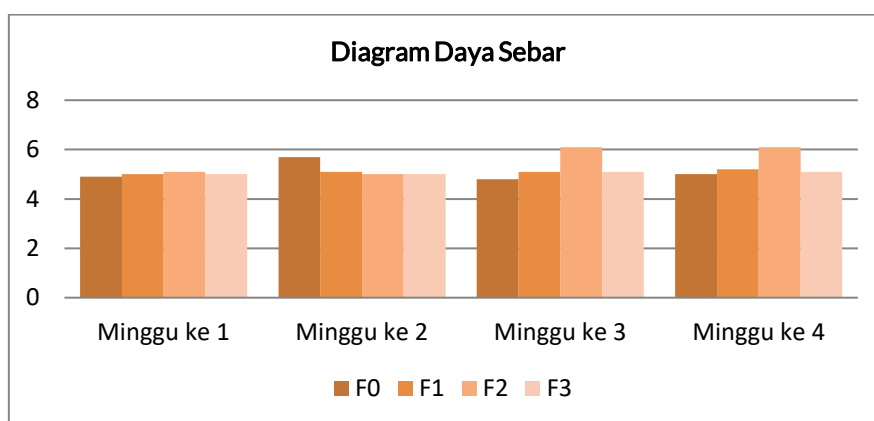
**Gambar 2.** Diagram pH

Hasil pengujian pH menunjukkan bahwa seluruh formulasi nanogel ciprofloxacin memiliki nilai pH pada rentang 4,51–4,96. Nilai tersebut memenuhi persyaratan pH sediaan topikal, yaitu 4,5–6,5, sehingga sediaan dinilai aman untuk diaplikasikan pada kulit dan berpotensi meminimalkan risiko iritasi. Peningkatan konsentrasi ciprofloxacin menyebabkan nilai pH sediaan cenderung meningkat, dengan Formula 3 (0,5%) memiliki nilai pH tertinggi dan Formula 0 memiliki nilai pH terendah. Hal ini diduga berkaitan dengan sifat ciprofloxacin yang memiliki gugus asam dan basa (pKa 5,76 dan 8,68), sehingga dapat memengaruhi pH formulasi. Selama penyimpanan selama 4 minggu, seluruh formulasi mengalami sedikit penurunan nilai pH. Meskipun demikian, perubahan tersebut tidak signifikan karena seluruh formula tetap berada dalam rentang pH yang dipersyaratkan untuk sediaan topikal.

Penurunan pH diduga dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan yang dapat memengaruhi stabilitas komponen formulasi serta sensitivitas pengukuran menggunakan pH meter (Rahman et al., 2026). Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa formulasi nanogel ciprofloxacin memiliki stabilitas pH yang baik selama masa penyimpanan dan tetap memenuhi persyaratan mutu sediaan topikal.

Tabel 7. Hasil uji daya sebar sediaan nanogel ciprofloxacin (cm)

Formulasi	Minggu ke-				Range
	I	II	III	IV	
F0	4,9±0,10	5,7±0,10	4,8±0,10	5±0,10	5-7
F1	5,0±0,10	5,1±0,10	5,1±0,10	5,2±0,10	
F2	5,1±0,10	5,0±0,10	6,1±0,10	6,1±0,10	
F3	5±0,10	5±0,10	5,1±0,10	5,1±0,10	

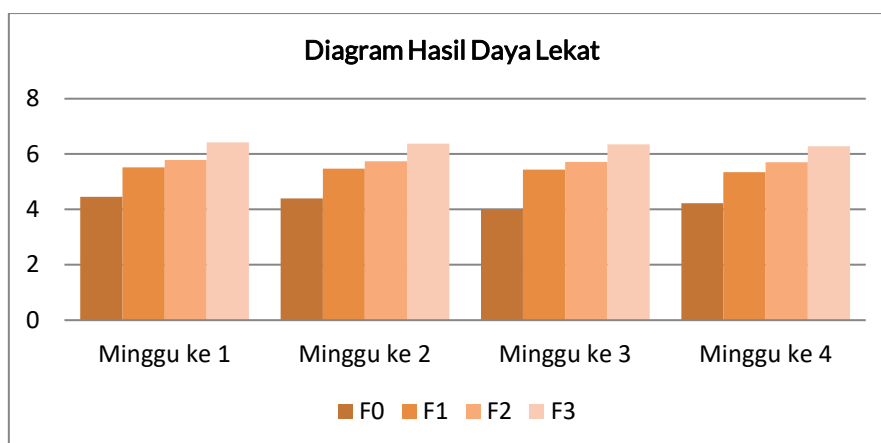


Gambar 3. Diagram daya sebar

Hasil pengujian daya sebar menunjukkan bahwa formulasi nanogel ciprofloxacin memiliki nilai daya sebar berkisar antara 4,8–6,1 cm. Sebagian besar formulasi memenuhi persyaratan daya sebar gel yang baik, yaitu 5–7 cm (Rosi et al., 2024), meskipun Formula 0 pada awal pengamatan menunjukkan nilai 4,8 cm yang sedikit berada di bawah batas standar. Formula 2 menghasilkan daya sebar tertinggi sebesar 6,1 cm, yang menunjukkan kemampuan penyebaran sediaan yang lebih baik pada permukaan kulit. Secara umum, hasil tersebut menunjukkan bahwa nanogel memiliki karakteristik yang sesuai untuk memudahkan aplikasi dan pemerataan zat aktif pada area kulit. Selama penyimpanan selama 4 minggu, nilai daya sebar seluruh formulasi relatif stabil dan hanya mengalami perubahan yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa formulasi nanogel mampu mempertahankan kemampuan penyebarannya selama masa penyimpanan. Perbedaan daya sebar antarformula diduga berkaitan dengan perbedaan viskositas sediaan. Formula dengan viskositas yang lebih tinggi cenderung memiliki daya sebar yang lebih rendah, sedangkan formula dengan viskositas yang lebih rendah menunjukkan daya sebar yang lebih besar. Temuan ini sesuai dengan penelitian Irianto et al (2020) yang menyatakan bahwa viskositas memiliki hubungan berbanding terbalik dengan daya sebar sediaan. Dengan demikian, seluruh formulasi nanogel ciprofloxacin menunjukkan karakteristik daya sebar yang baik dan tetap stabil selama penyimpanan.

Tabel 8. Hasil uji daya lekat sediaan nanogel ciprofloxacin

Formulasi	Minggu ke-				Range
	I	II	III	IV	
F0	4,45	4,40	4,01	4,22	<4 Detik
F1	5,52	5,47	5,44	5,35	
F2	5,78	5,74	5,72	5,71	
F3	6,42	6,38	6,35	6,28	



Gambar 4. Diagram Daya Lekat

Hasil pengujian daya lekat menunjukkan bahwa seluruh formulasi nanogel ciprofloxacin memiliki nilai daya lekat berkisar antara 4,01–6,42 detik. Nilai tersebut telah memenuhi persyaratan daya lekat sediaan topikal, yaitu lebih dari 4 detik, sehingga menunjukkan bahwa seluruh formulasi mampu mempertahankan kontak dengan permukaan kulit dalam waktu yang cukup untuk mendukung penetrasi zat aktif. Formula 3 memiliki daya lekat tertinggi, sedangkan Formula 0 memiliki daya lekat terendah. Hasil ini mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi ciprofloxacin diikuti dengan meningkatnya daya lekat sediaan. Selama penyimpanan selama 4 minggu, seluruh formulasi mengalami sedikit penurunan nilai daya lekat, namun perubahan tersebut tidak signifikan dan seluruh formula tetap memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Perbedaan daya lekat antarformula diduga berkaitan dengan nilai viskositas sediaan, di mana formulasi dengan viskositas lebih tinggi cenderung memiliki daya lekat yang lebih besar karena mampu mempertahankan kontak dengan permukaan kulit lebih lama. Temuan ini sejalan dengan penelitian Rahmawati et al. (2025) yang menyatakan bahwa peningkatan viskositas dapat meningkatkan daya lekat sediaan topikal. Dengan demikian, formulasi nanogel ciprofloxacin menunjukkan daya lekat yang baik serta stabil selama penyimpanan, sehingga berpotensi meningkatkan efektivitas penghantaran zat aktif melalui waktu kontak yang lebih lama pada kulit.

Ukuran Partikel Sediaan Nanogel Ciprofloxacin

Tabel 9. Hasil pengukuran partikel dan indeks polidispersitas sediaan nano gel ciprofloxacin

Formula	Ukuran Partikel (nm)	Keterangan
F1	477,8±0,53	Memenuhi
F2	509,4±7,83	Memenuhi
F3	1.544,3±56,36	Tidak Memenuhi

Hasil pengujian ukuran partikel menunjukkan bahwa Formula 1 (F1) memiliki ukuran partikel 477,2–478 nm dan Formula 2 (F2) sebesar 503,2–518,2 nm, sehingga masih memenuhi kriteria nanopartikel (1–1.000 nm). Sementara itu, Formula 3 (F3) memiliki ukuran partikel 1.496–1.606 nm yang melebihi rentang nanopartikel. Peningkatan konsentrasi ciprofloxacin menyebabkan peningkatan ukuran partikel, yang diduga akibat terjadinya agregasi partikel dalam sistem (Chanda, Tatiana, & Tiara, 2024). Hasil pengukuran PDI menunjukkan nilai 0,695 pada F1, 0,7704 pada F2, dan 0,964 pada F3. Formula 1 memiliki distribusi ukuran partikel paling seragam karena nilai PDI $\leq 0,7$, sedangkan F2 dan F3 termasuk kategori polidispers. Berdasarkan parameter ukuran partikel dan PDI, Formula 1 menunjukkan karakteristik nanogel paling optimal karena memiliki ukuran nanopartikel dan distribusi partikel yang lebih homogen.

KESIMPULAN

Ciprofloxacin murni berhasil diformulasikan menjadi sediaan nanogel dengan karakteristik fisik yang baik. Pada sediaan nanogel terdapat perbedaan warna pada setiap formulasi yang disebabkan perbedaan konsentrasi ciprofloxacin. Semakin tinggi konsentrasi maka warna sediaan cenderung semakin kuning. Hal ini berkaitan dengan karakteristik ciprofloxacin itu sendiri, yang berdasarkan hasil uji kelarutan dalam HCL 0,1 N merupakan warna kuning. Oleh karena itu, peningkatan konsentrasi zat aktif memberikan pengaruh terhadap intensitas warna yang dihasilkan pada sediaan nanogel sedangkan bau dan bentuk tidak mengalami perubahan selama masa penyimpanan. Hasil pengukuran ukuran partikel menunjukkan bahwa Formula 1 (0,3%) dan Formula 2 (0,4%) memiliki ukuran partikel yang masih memenuhi kriteria nanopartikel, yaitu berada pada rentang 1–1000 nm. Sementara itu, Formula 3 (0,5%) memiliki ukuran partikel lebih dari 1000 nm sehingga tidak memenuhi kriteria nanopartikel. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ciprofloxacin dapat menyebabkan ukuran partikel menjadi lebih besar. Perbedaan konsentrasi ciprofloxacin 0,3%, 0,4%, dan 0,5% memengaruhi sifat fisik nanogel. Seluruh formulasi berbentuk semi solid, tidak berbau, homogen, dan tidak mengalami pemisahan fase, dengan Formula 0 berwarna putih serta Formula 1–3 berwarna putih kekuningan. Seluruh formulasi memenuhi persyaratan viskositas, homogenitas, pH (4,51–4,96), daya sebar, dan daya lekat. Peningkatan konsentrasi ciprofloxacin cenderung meningkatkan viskositas, sehingga daya sebar menurun dan daya lekat meningkat. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan metode homogenisasi dengan bantuan homogenizer untuk memperoleh ukuran partikel yang lebih seragam dan meningkatkan kualitas nanogel yang dihasilkan dan perlu dilakukan pengujian aktivitas antibakteri untuk mengetahui efektivitas nanogel ciprofloxacin terhadap bakteri target serta mendukung pengembangan sediaan topikal yang lebih optimal serta formulasi nanogel ciprofloxacin yang telah diperoleh dapat dikembangkan lebih lanjut ke dalam bentuk sediaan lain guna meningkatkan pemanfaatan dan aplikasi terapeutiknya.

DEKLARASI/ PERNYATAAN

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan dukungan, arahan, dan fasilitas selama pelaksanaan penelitian.

Kontribusi Penulis

PAK berkontribusi dalam desain penelitian, pelaksanaan penelitian, analisis data, serta penyusunan manuskrip. TY dan GL berkontribusi dalam supervisi penelitian, memberikan arahan metodologis, interpretasi hasil, serta penelaahan dan penyempurnaan manuskrip. BD berkontribusi dalam validasi hasil penelitian.

Kajian Etik

Penelitian ini tidak memerlukan kajian etik karena menggunakan data dan prosedur penelitian yang tidak melibatkan subjek manusia secara langsung.

Penyanggah Dana

Penelitian ini tidak memperoleh pendanaan dari pihak eksternal dan seluruh biaya penelitian ditanggung secara mandiri oleh penulis.

Konflik Kepentingan

Tidak terdapat konflik kepentingan dalam pelaksanaan penelitian maupun penyusunan artikel ini.

Penggunaan *Artificial Intelligence* (AI)

Artikel ini disusun secara tanpa menggunakan *Artificial Intelligence*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adianingsih, O. R., Widodo, F., & Yurina, V. (2026). *Dasar-Dasar Nanoteknologi dalam Sistem Penghantaran Obat*. Universitas Brawijaya Press.
- Ardiputra, M. A., Wijaya, M. D., Anjasmara, A., Juansa, A., & Minarsi, A. (2025). *Farmasetika Dasar: Teori, Konsep dan Praktik dalam Layanan Sediaan Farmasi*. PT. Star Digital Publishing, Yogyakarta-Indonesia.
- Deniansyah, D., & Pujiastuti, A. (2022). Formulasi dan uji mutu fisik sediaan krim ekstrak daun karamunting (*Rhodymenium tomentosum*). *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 5(1), 51-59.
- Gasong, T. C., Melawaty, L., Djonny, M., & Sarungallo, R. S. (2025). Evaluasi Stabilitas Viskositas, pH, dan Karakteristik Organoleptik Sirup Obat Batuk pada Variasi Suhu Penyimpanan. *Paulus Chem Engineering Journal*, 4(1), 13-18.
- Irianto, I. D. K., Purwanto, & Mardan, M. T. (2020). Aktivitas antibakteri dan uji sifat fisik sediaan gel dekokta sirih hijau (*Piper betle* L.) sebagai alternatif pengobatan mastitis sapi. *Majalah Farmaseutik*, 16(2). <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v16i2.53793>.
- Latifah, N., Sa'adah, H., Ahdyani, R., & Hafifah, R. (2025). Pengaruh Variasi Konsentrasi Karbopol dan Hydroxy Propyl Metyl Cellulose (HPMC) Terhadap Mutu Fisik Basis Sediaan Hydrogel. *CERATA Jurnal Ilmu Farmasi*, 16(2), 84-93.
- Mardiyanto, M., Solihah, I., Shiyani, S., & Sari, F. M. (2025). Submikro Partikel Gelasi Ionik Pembawa Ekstrak Etanol Daun Inai (*Lawsonia Inermis* Linn.) Menggunakan Biopolimer Kitosan-Alginat Dan Kalsium Klorida. *Jurnal Penelitian Sains*, 27(2), 1-5. <https://doi.org/https://doi.org/10.56064/jps.v27i2.1199>.
- Marhammah, N. P., Maharini, I., Elisma, E., Rabbani, H. H., Saputri, S., Mulia, Z. P., & Afriana, N. (2025). Formulasi dan Evaluasi Sediaan Nano-Gel Minyak Atsiri Daun Nilam (*Patchouli* oil) Menggunakan HPMC Sebagai Gelling Agent. *Journal Pharmaceutical Care and Sciences*, 5(2), 268-276.
- Nasyanka, A. L., & Na'imah, J. (2020). Gambaran Peresepan Antibiotik Golongan Fluorokuinon Pada Pasien Rawat Jalan di RUMah Sakit Ibnu Sina Gresik. *Journal of Herbal, Clinical and Pharmaceutical Science (HERCLIPS)*, 2(1), 14-20.
- Nazira, A., & Utami Y. D. (2024). Kajian Komparatif Performansi Hidroksipropil. *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains*, 6, 239-247.
- Nurdianti, L. (2018). Evaluasi sediaan emulgel anti jerawat tea tree (*Melaleuca alternifolia*) oil dengan menggunakan HPMC sebagai gelling agent. *Journal of Pharmacopolium*, 1(1).
- Pratiwi, D. I., & Sholikhah, M. (2026). Formulasi dan evaluasi deodoran spray ekstrak daun rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) dengan variasi aluminium kalium sulfat sebagai antirespiran. *Jurnal Kesehatan Farmasi Nusantara*, 2(1), 1-13. <https://doi.org/10.64465/jkfn.v2i1.63>.
- Purwanto, U. R. E., Sholikhah, M. A., & Munisih, S. (2021). Formulation and physical characterization of essential oil bangle (*Zingiber cassumunar* Roxb.) nanoemulsion gel. *J Sci Technol Res Pharm*, 1(1), 1-11.
- Rahman, S., Fitriana, L., Fadhillah, A. N., Hasian, T. D., & Zola, E. G. (2026). Review formulasi dan evaluasi sediaan krim dalam penelitian farmasi. *Jurnal Kesehatan dan Ilmu Medis*, 10(2).
- Rahmawati, J., Nastiti, A. L., Setiyadi, G., & Maulana, F. (2025). Gel Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.): Formulasi dan Efektivitas terhadap *Microsporum canis*. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 2787-2796.
- Rajendra, P. K. M., Ganesan, K., Nidamanuri, B. S. S., Natarajan, J., & Puttaswamy, N. (2022). Design, formulation, and evaluation of curcumin-loaded nanosponges for the effective management of colitis. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 12(12), 059-071. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2022.121207>

- Rosi, D. Ha., Efmisa, A. K., Fernandi, R., & Armal, K. (2024). Formulasi Sediaan Gel Moisturizer Ekstrak Etanol Daun Bayam Merah (*Amarantus Tricolor* L). *Jmhs*, *1*(1), 1–6.
- Septiahyani, C. A., & Sholikhah, M. (2026). Pengaruh variasi konsentrasi gliserin terhadap formulasi *face mist* ekstrak daun matoa (*Pometia pinnata*). *Jurnal Entitas Kesehatan*, *1*(1), 26–40. <https://doi.org/10.64465/jek.v1i1.76>.
- Sholikhah, M., & Sarmadi. (2025). Modifikasi kelarutan obat BCS kelas II piroksikam melalui sistem kokristal menggunakan koformer hidrofilik. *Jurnal Kesehatan Farmasi Nusantara*, *1*(1), 7–12. <https://doi.org/10.64465/jkfn.v1i1.1>.
- Silviwanda, S., & Naenum, N. T. (2024). Physical Characteristics of Fishbone Gelatin (Gel Strength, Viscosity, and pH): Review: Karakteristik Fisik Gelatin Tulang Ikan (Kekuatan Gel, Viskositas, dan pH). *Journal of Tropical Food and Agroindustrial Technology*, *5*(01), 9-18.
- Triwulandari, S., & Sholikhah, M. (2026). Formulasi dan uji evaluasi *clay mask* berbasis ekstrak bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.) dengan variasi konsentrasi bentonit dan kaolin. *Jurnal Kesehatan Farmasi Nusantara*, *2*(1), 27–37. <https://doi.org/10.64465/jkfn.v2i1.35>.
- Tungadi, R., & Pakaya, M. S. (2023). Formulasi dan evaluasi stabilitas fisik sediaan krim senyawa astaxanthin. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, *3*(1).
- Starlista, V., Apriani, E. F., Untari, B., & Setyawan, A. (2023). Uji aktivitas antibakteri secara in-vitro gel submikro partikel pembawa ekstrak etanol daun pegagan (*Centella Asiatica* (L.) Urban) terhadap *Propionibacterium acnes*. *Jurnal Penelitian Sains*, *25*(2), 136-144.
- Wikantyasning, E. R., Sholikhah, M., Suprpto, S., Kusumowati, I. T. D., Mazidah, Z., & Dai, M. (2020). ID 186. Optimization of Zerumbone-loaded Oleic Acid-chitosan Nanoparticles Formulation using Simplex Lattice Design. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, *12*, 915.