MEDIC NUTRICIA

Jurnal Ilmu Kesehatan

ISSN : 3025-8855

Vol. 23 No 3 Tahun 2026

Cahaya Ilmu Bangsa

FORMULASI DAN KARAKTERISASI NANOEMULSI MINYAK JINTAN HITAM (*NIGELLA SATIVA* L.) SERTA POTENSINYA SEBAGAI BAHAN AKTIF *HAND SANITIZER* SPRAY ANTIBAKTERI

Dalia Dwi Amalia[1], Uce Lestari[1,2*], Santi Perawati[1]

[1]Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

[2]Program Studi Profesi Apoteker, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

*Email: ucelestari@unja.ac.id

ABSTRAK

Kebersihan tangan merupakan langkah penting dalam mencegah penularan penyakit akibat perpindahan mikroorganisme melalui kontak langsung. Penggunaan hand sanitizer berbahan alkohol secara berulang dapat menyebabkan iritasi dan kekeringan kulit sehingga diperlukan alternatif antiseptik berbahan alami yang efektif dan lebih aman. Minyak jintan hitam (*Nigella sativa* L.) mengandung senyawa aktif thymoquinone yang diketahui memiliki aktivitas antibakteri. Penelitian ini bertujuan memformulasikan nanoemulsi minyak jintan hitam sebagai hand sanitizer antiseptik serta mengevaluasi karakteristik fisik dan aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus epidermidis*. Nanoemulsi dibuat menggunakan metode emulsifikasi energi rendah dengan variasi konsentrasi minyak jintan hitam 0,3%; 0,5%; dan 0,7%. Karakterisasi meliputi ukuran partikel, indeks polidispersitas (PDI), zeta potensial, dan transmitan, sedangkan aktivitas antibakteri diuji menggunakan metode difusi cakram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh formula menghasilkan ukuran partikel kurang dari 200 nm dengan nilai PDI di bawah 0,3 dan zeta potensial lebih dari ±25 mV yang menunjukkan sistem nanoemulsi stabil. Seluruh formula juga mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis*, dengan peningkatan aktivitas antibakteri seiring bertambahnya konsentrasi minyak jintan hitam. Formula nanoemulsi minyak jintan hitam berpotensi dikembangkan sebagai hand sanitizer antiseptik alami yang memiliki stabilitas fisik baik serta aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis*.

Kata kunci: *Nigella sativa* L., nanoemulsi, hand sanitizer, antibakteri, *Staphylococcus epidermidis*

Article history

Received: Juli 2026

Reviewed: Juli 2026

Published: Juli 2026

Plagirism checker no 234.8576

Copyright : Author

Publish by : Nutricia

This work is licensed under a creative commons attribution-noncommercial 4.0 international license

MEDIC NUTRICIA

Jurnal Ilmu Kesehatan

ISSN : 3025-8855

Vol. 23 No 3 Tahun 2026

Cahaya Ilmu Bangsa

ABSTRACT

Hand hygiene is a crucial measure in preventing disease transmission caused by the transfer of microorganisms through direct contact. Repeated use of alcohol-based hand sanitizers can cause skin irritation and dryness; therefore, there is a need for effective and safer natural antiseptic alternatives. Black cumin oil (Nigella sativa L.) contains the active compound thymoquinone, which is known to possess antibacterial activity. This study aimed to formulate a black cumin oil nanoemulsion as an antiseptic hand sanitizer and to evaluate its physical characteristics and antibacterial activity against Staphylococcus epidermidis. The nanoemulsion was prepared using a low-energy emulsification method with varying black cumin oil concentrations of 0.3%, 0.5%, and 0.7%. Characterization included particle size, polydispersity index (PDI), zeta potential, and transmittance, while antibacterial activity was tested using the disc diffusion method. The results showed that all formulas produced particle sizes of less than 200 nm, with PDI values below 0.3 and zeta potential values exceeding ±25 mV, indicating a stable nanoemulsion system. All formulas also inhibited the growth of Staphylococcus epidermidis, with antibacterial activity increasing alongside the concentration of black cumin oil. The black cumin oil nanoemulsion formula has the potential to be developed into a natural antiseptic hand sanitizer with good physical stability and antibacterial activity against Staphylococcus epidermidis.

Keywords: Nigella sativa L., nanoemulsion, hand sanitizer, antibacterial, Staphylococcus epidermidis

PENDAHULUAN

Kebersihan tangan merupakan salah satu upaya paling efektif dalam mencegah penyebaran penyakit infeksi karena tangan menjadi media utama perpindahan berbagai mikroorganisme patogen. Tangan sering bersentuhan dengan berbagai permukaan yang berpotensi terkontaminasi bakteri, seperti telepon genggam, uang, gagang pintu, dan benda lain yang digunakan dalam aktivitas sehari-hari. Kontaminasi tersebut dapat meningkatkan risiko penularan penyakit melalui kontak langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, menjaga kebersihan tangan sebagai bagian dari *personal hygiene* menjadi langkah penting dalam memutus rantai penyebaran mikroorganisme. Selain mencuci tangan menggunakan sabun dan air mengalir, penggunaan *hand sanitizer* merupakan alternatif yang praktis karena mudah diaplikasikan, efektif digunakan saat air

tidak tersedia, serta dapat membantu mengurangi jumlah mikroorganisme pada permukaan tangan (Lestari, Annisa Nalinda, et al., 2025).

Sebagian besar produk Hand Sanitizer yang efektif adalah yang memiliki formulasi berbasis alkohol yang mengandung 62% - 95% alkohol karena dapat mengubah sifat protein mikroba dan kemampuan untuk menonaktifkan virus. alcohol berperan penting sebagai bahan aktif untuk membunuh mikroba (Wido Mukti, 2021).

Meskipun efektif membunuh berbagai mikroorganisme, penggunaan alkohol secara berulang dalam jangka panjang dapat menyebabkan kulit menjadi kering, iritasi, serta menurunkan kelembapan alami kulit. Kondisi tersebut mendorong pengembangan antiseptik berbahan alam yang lebih aman namun tetap memiliki aktivitas antimikroba yang baik (Lestari, Annisa Nalinda, et al., 2025).

Salah satu bahan alam yang berpotensi dikembangkan adalah minyak jintan hitam (*Nigella sativa* L.). Minyak jintan hitam (*Nigella sativa* L.) mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti thymoquinone, nigellone, serta asam lemak tak jenuh, termasuk asam oleat, asam linoleat, dan asam palmitat. Thymoquinone diketahui memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba, sedangkan nigellone berperan sebagai antihistamin dan antiasma. Kandungan senyawa tersebut menjadikan minyak jintan hitam memiliki berbagai aktivitas farmakologis, antara lain sebagai antioksidan, antiinflamasi, antibakteri, antijamur, dan imunomodulator. Minyak jintan hitam umumnya diperoleh melalui metode *cold press* untuk mempertahankan stabilitas senyawa aktif, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai bahan aktif dalam sediaan topikal. Pada penelitian ini, minyak jintan hitam diformulasikan menjadi *hand sanitizer* untuk meningkatkan kemudahan penggunaan sebagai antiseptik berbasis bahan alam (Lestari et al., 2024).

Staphylococcus epidermidis merupakan bakteri Gram positif yang termasuk flora normal kulit manusia, namun dapat berkembang menjadi patogen oportunistik, terutama pada individu dengan sistem imun yang lemah, adanya luka terbuka, atau penggunaan alat medis invasif. Sebagai bakteri koagulase-negatif, *Staphylococcus epidermidis* merupakan salah satu mikroorganisme yang paling sering mengolonisasi permukaan kulit dan dapat diidentifikasi pada hampir seluruh area kulit. Meskipun umumnya bersifat komensal, bakteri ini dikenal sebagai opportunistic pathogen karena sebagian besar kasus infeksi berasal dari strain yang sebelumnya mengkolonisasi kulit. Selain itu, kemampuan *Staphylococcus epidermidis* membentuk biofilm meningkatkan ketahanannya terhadap berbagai agen antimikroba dan respons imun inang, sehingga menyulitkan eradikasi infeksi. Karakteristik tersebut menjadikan *Staphylococcus epidermidis* sebagai salah satu bakteri yang relevan untuk mengevaluasi efektivitas sediaan antiseptik topikal (Severn & Horswill, 2023).

Meskipun minyak jintan hitam (*Nigella sativa* L.) memiliki aktivitas antibakteri yang baik, sifatnya yang hidrofobik menyebabkan kelarutan dan dispersinya dalam sediaan berbasis air menjadi terbatas. Keterbatasan tersebut dapat diatasi melalui formulasi dalam bentuk nanoemulsi, yaitu sistem emulsi dengan ukuran droplet berkisar 20–200 nm. Nanoemulsi mampu meningkatkan kelarutan senyawa hidrofobik, mempercepat absorpsi, memperpanjang ketersediaan senyawa aktif, serta meningkatkan efisiensi

penghantaran zat aktif. Selain itu, karakteristik nanoemulsi yang memiliki stabilitas fisik tinggi dan transparansi yang baik dapat melindungi senyawa bioaktif dari degradasi akibat paparan suhu, oksigen, maupun cahaya. Oleh karena itu, formulasi minyak jintan hitam dalam bentuk nanoemulsi diharapkan dapat meningkatkan stabilitas serta efektivitas antibakterinya sebagai bahan aktif *hand sanitizer* (Aisyah et al., 2025).

Berdasarkan penelitian oleh (Lestari, Muhaimin, et al., 2025), thymoquinone dalam minyak jintan hitam memiliki aktivitas antiinflamasi dan antibakteri yang berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri penyebab jerawat, seperti *Propionibacterium acnes*. Selain itu, minyak jintan hitam dilaporkan mampu mengurangi hiperpigmentasi pasca jerawat serta mempercepat proses penyembuhan luka pada kulit. Potensi farmakologis tersebut menunjukkan bahwa minyak jintan hitam tidak hanya berpeluang dikembangkan sebagai agen antiakne, tetapi juga sebagai bahan aktif antiseptik untuk sediaan topikal. Meskipun demikian, penelitian mengenai pemanfaatan minyak jintan hitam dalam bentuk *hand sanitizer* berbasis nanoemulsi masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan memformulasikan nanoemulsi minyak jintan hitam sebagai *hand sanitizer* antiseptik serta mengevaluasi karakteristik fisik dan aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus epidermidis*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sediaan antiseptik alami berbasis teknologi nano yang efektif, stabil, dan aman digunakan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan untuk memformulasikan nanoemulsi minyak jintan hitam (*Nigella sativa* L.) sebagai *hand sanitizer* antiseptik serta mengevaluasi karakteristik fisik dan aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus epidermidis*. Penelitian dilaksanakan pada Februari hingga Juni 2026 di Laboratorium Biomedik, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Jambi.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan meliputi *magnetic stirrer*, *Particle Size Analyzer* (PSA), spektrofotometer UV-Vis, refraktometer digital, polarimeter, pH meter, timbangan analitik, autoklaf, *laminar air flow*, inkubator, serta peralatan gelas laboratorium. Bahan yang digunakan terdiri atas minyak jintan hitam (*Nigella sativa* L.), Tween 80, PEG 400, *Virgin Coconut Oil* (VCO), propilen glikol, kalium sorbat, aquadest, media Mueller-Hinton Agar (MHA), Nutrient Agar (NA), kertas cakram, serta kultur *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228.

Karakterisasi Minyak Jintan Hitam

Sebelum diformulasikan, minyak jintan hitam dikarakterisasi melalui pengamatan organoleptik, pengukuran pH, berat jenis, indeks bias, dan putaran optik. Pengujian dilakukan untuk memastikan karakteristik fisik minyak sesuai sebagai bahan baku dalam formulasi nanoemulsi.

Formulasi Nanoemulsi

Nanoemulsi diformulasikan menggunakan metode emulsifikasi energi rendah (*low-energy emulsification*). Formula terdiri atas empat kelompok, yaitu F0 (tanpa minyak jintan hitam), F1 (0,3%), F2 (0,5%), dan F3 (0,7%). Tween 80 digunakan sebagai surfaktan, PEG 400 sebagai kosurfaktan, VCO sebagai fase minyak, sedangkan aquadest digunakan sebagai fase air.

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

Vol. 23 No 3 Tahun 2026

Cahaya Ilmu Bangsa

Fase minyak yang terdiri atas minyak jintan hitam dan VCO dicampurkan hingga homogen, kemudian dikombinasikan dengan campuran Tween 80 dan PEG 400. Selanjutnya fase air ditambahkan secara bertahap sambil dihomogenisasi menggunakan *magnetic stirrer* hingga terbentuk sistem nanoemulsi yang homogen.

Karakterisasi Nanoemulsi

Karakterisasi nanoemulsi meliputi pengukuran ukuran partikel (*Z-average*), indeks polidispersitas (*Polydispersity Index*/*PDI*), zeta potensial, dan persen transmitan. Ukuran partikel, PDI, dan zeta potensial dianalisis menggunakan *Particle Size Analyzer*, sedangkan transmitan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 650 nm. Parameter tersebut digunakan untuk mengevaluasi homogenitas dan stabilitas sistem nanoemulsi.

Formulasi *Hand Sanitizer*

Nanoemulsi yang memenuhi karakteristik fisik kemudian diformulasikan menjadi sediaan *hand sanitizer* dengan penambahan propilen glikol sebagai humektan dan kalium sorbat sebagai pengawet. Formula dibuat dalam tiga konsentrasi nanoemulsi, yaitu 30%, 50%, dan 70%, kemudian volume dicukupkan menggunakan aquadest hingga 100%. Seluruh komponen dicampurkan hingga homogen dan dikemas dalam botol semprot (*spray bottle*).

Evaluasi Fisik Sediaan

Evaluasi fisik dilakukan terhadap seluruh formula *hand sanitizer* meliputi uji organoleptik, homogenitas, pH, bobot jenis, viskositas, pola penyemprotan, daya sebar semprot, waktu kering, dan uji stabilitas. Seluruh pengujian dilakukan untuk mengetahui kualitas fisik sediaan dan kestabilannya selama penyimpanan.

Uji Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri diuji menggunakan metode difusi cakram terhadap *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 pada media Mueller-Hinton Agar. Suspensi bakteri diinokulasikan secara merata pada permukaan media, kemudian kertas cakram yang telah diberi sampel diletakkan di atas media. Setelah inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam, diameter zona hambat diukur menggunakan jangka sorong. *Hand sanitizer* komersial berbahan aktif alkohol digunakan sebagai kontrol positif, sedangkan formula tanpa minyak jintan hitam digunakan sebagai kontrol negatif.

Analisis Data

Data karakterisasi fisik dan aktivitas antibakteri disajikan sebagai rerata ± simpangan baku. Analisis statistik dilakukan menggunakan uji One-Way ANOVA untuk mengetahui perbedaan antarformula, kemudian dilanjutkan dengan uji *post hoc* apabila diperoleh nilai $p<0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Minyak Jintan Hitam

Karakterisasi minyak jintan hitam dilakukan sebelum tahapan formulasi dengan tujuan untuk memastikan bahwa mutu bahan baku yang digunakan telah memenuhi persyaratan sebagai zat aktif dalam sediaan hand sanitizer nanoemulsi. Parameter yang dievaluasi pada proses karakterisasi meliputi organoleptik, bobot jenis, indeks bias, putaran optik, dan bilangan asam.

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855
Vol. 23 No 3 Tahun 2026
Cahaya Ilmu Bangsa

Tabel 1. Hasil karakterisasi minyak Jintan Hitam

Parameter	Hasil
Organoleptik	Kental, berwarna kuning kecoklatan, berbau khas aromatik, rasa sedikit pahit
Bobot jenis (g/cm^3)	0,922 ± 0,034
Indeks bias	1,472 ± 0,0006
Putaran optik (°)	0,106 ± 0,028
Bilangan asam (mg KOH/g)	6,3 ± 0,116

Hasil pengamatan organoleptik menunjukkan bahwa minyak jintan hitam memiliki konsistensi kental, berwarna kuning kecoklatan, berasa sedikit pahit, serta beraroma khas aromatik. Karakteristik tersebut sesuai dengan sifat organoleptik minyak jintan hitam pada umumnya, sehingga menunjukkan bahwa minyak yang digunakan masih memiliki kualitas yang baik dan layak dijadikan sebagai bahan baku dalam formulasi hand sanitizer nanoemulsi (Wahyu Ariani & Rizki Eka Purwanto, 2021).

Bobot jenis minyak jintan hitam diperoleh sebesar 0,922 ± 0,034 g/cm^3, yang sebanding dengan hasil penelitian (Lestari et al., 2024) sebesar 0,900–0,930 g/cm^3. Nilai ini menunjukkan bahwa densitas minyak lebih rendah dibandingkan air, sesuai dengan karakteristik umum minyak nabati. Bobot jenis merupakan salah satu parameter yang mencerminkan kerapatan minyak terhadap air dan dipengaruhi oleh proses ekstraksi serta komposisi minyak. Densitas yang lebih rendah mendukung pembentukan emulsi tipe *oil in water* dan mempermudah proses emulsifikasi sehingga menghasilkan sistem dispersi yang lebih homogen (Widyasanti et al., 2023).

Indeks bias adalah rasio antara kecepatan cahaya merambat di udara dan dalam material. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa indeks bias minyak jintan hitam sebesar 1,4729 ± 0,0006, yang sebanding dengan hasil penelitian (Lestari et al., 2024), yaitu 1,470–1,480. Indeks bias merupakan parameter yang menunjukkan perbandingan kecepatan cahaya di udara terhadap kecepatan cahaya saat melewati suatu bahan pada suhu tertentu dan sering digunakan sebagai indikator mutu serta kemurnian minyak. Nilai indeks bias minyak atsiri umumnya berada pada kisaran 1,3–1,7 dan dapat dipengaruhi oleh kandungan air, karena keberadaan air cenderung menurunkan nilai indeks bias. Meskipun nilai yang diperoleh masih berada di bawah standar Essential Oil Association (EOA), hasil tersebut tetap sesuai dengan karakteristik minyak jintan hitam yang telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya. Selain itu, nilai indeks bias yang diperoleh mengindikasikan bahwa minyak tidak mengalami perubahan sifat fisik yang signifikan akibat proses oksidasi maupun degradasi selama penyimpanan, sehingga masih layak digunakan sebagai bahan aktif dalam formulasi nanoemulsi (Fatimura & Fitriiyanti, 2021).

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa putaran optik minyak jintan hitam sebesar 0,106 ± 0,028°, yang mengindikasikan adanya senyawa kiral atau senyawa optis aktif di dalam minyak. Putaran optik diukur menggunakan polarimeter dan dinyatakan dalam derajat rotasi, yang nilainya dipengaruhi oleh jenis serta konsentrasi senyawa, panjang lintasan cahaya, dan suhu pengukuran. Parameter ini

merupakan salah satu indikator identitas dan kemurnian minyak karena minyak yang mengalami kontaminasi atau pencampuran umumnya akan menunjukkan perubahan nilai maupun arah rotasi optik. Nilai putaran optik yang diperoleh menunjukkan bahwa minyak jintan hitam masih mempertahankan karakteristik kimianya dan tidak mengalami perubahan yang berarti, sehingga layak digunakan sebagai bahan aktif dalam formulasi nanoemulsi (Luciana et al., 2024).

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa bilangan asam minyak jintan hitam sebesar 6,3 ± 0,116 mg KOH/g. Bilangan asam merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan kadar asam lemak bebas dalam minyak, sehingga dapat menggambarkan tingkat hidrolisis, oksidasi, serta mutu minyak. Semakin tinggi nilai bilangan asam, semakin besar kandungan asam lemak bebas yang terbentuk akibat degradasi trigliserida, sehingga kualitas minyak cenderung menurun. Berdasarkan literatur, bilangan asam minyak jintan hitam umumnya berada pada kisaran 1–2 mg KOH/g, sehingga nilai yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bilangan asam yang relatif lebih tinggi. Kondisi tersebut mengindikasikan kemungkinan telah terjadi proses oksidasi atau hidrolisis selama proses ekstraksi maupun penyimpanan, yang menyebabkan peningkatan kadar asam lemak bebas. Meskipun demikian, minyak masih dapat digunakan sebagai bahan aktif dalam formulasi nanoemulsi, namun diperlukan pengendalian proses penyimpanan dan penanganan bahan baku untuk meminimalkan degradasi lebih lanjut dan menjaga stabilitas sediaan (Luciana SSi et al., 2024).

Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa minyak jintan hitam memiliki karakteristik fisik yang sesuai dan layak digunakan sebagai bahan aktif dalam formulasi *hand sanitizer* berbasis nanoemulsi. Karakteristik tersebut diharapkan dapat mendukung proses pembentukan nanoemulsi yang stabil serta mempertahankan aktivitas antibakteri dari senyawa bioaktif yang terkandung di dalam minyak.

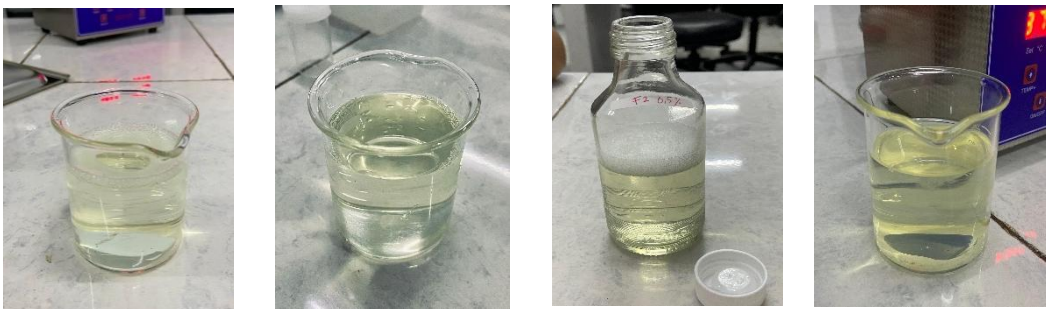
Formula Nanoemulsi Minyak Jintan Hitam

Formula nanoemulsi minyak jintan hitam (*Nigella sativa* L.) disusun berdasarkan konsentrasi optimum yang diperoleh dari uji pendahuluan terhadap aktivitas antibakteri *Staphylococcus epidermidis* serta mengacu pada literatur yang relevan. Nanoemulsi dibuat menggunakan metode emulsifikasi energi rendah (*low-energy emulsification*). Fase minyak yang terdiri atas minyak jintan hitam dan *virgin coconut oil* (VCO) dihomogenkan menggunakan *magnetic stirre*. Secara terpisah, zat penstabil berupa Tween 80 dan PEG 400 dicampurkan hingga homogen sebagai fase surfaktan. Selanjutnya, fase surfaktan ditambahkan ke dalam fase minyak, kemudian aquadest dimasukkan secara bertahap sambil diaduk hingga terbentuk nanoemulsi yang homogen menggunakan *magnetic stirre* pada kecepatan 1000-2000rpm selama 30 menit. Apabila pembentukan nanoemulsi belum optimal maka nanoemulsi selanjutnya disonikasi menggunakan sonikator selama 30 menit dengan suhu 37°C untuk memperkecil ukuran droplet sehingga diperoleh sistem nanoemulsi dengan stabilitas yang lebih baik.

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855
Vol. 23 No 3 Tahun 2026
Cahaya Ilmu Bangsa

Tabel 2. Formulasi Nanoemulsi minyak Jintan Hitam

No	Bahan	Formulasi			(%v/v)	Kegunaan
		F0	F1	F2	F3	
1	Minyak Jintan Hitam	0	0,3	0,5	0,7	Zat Aktif
2	Tween 80	10	10	10	10	Surfaktan
3	PEG 400	15	15	15	15	Kosurfaktan
4	VCO (Virgin Coconut Oil)	1	1	1	1	Fase Minyak
5	Aquadest	ad 100	ad 100	ad 100	ad 100	Fase Air



F0 F1 F2 F3

Gambar 1. Hasil Formulasi Nanoemulsi Minyak Jintan Hitam

Aktivitas Antibakteri Nanoemulsi

Aktivitas antibakteri nanoemulsi minyak jintan hitam terhadap *Staphylococcus epidermidis* dievaluasi menggunakan metode difusi cakram pada media Mueller-Hinton Agar (MHA). Pengujian ini bertujuan untuk menentukan formula nanoemulsi yang memiliki kemampuan penghambatan terbaik sebelum dilakukan karakterisasi ukuran partikel dan formulasi menjadi *hand sanitizer* spray. Hasil pengujian disajikan pada **Tabel 3.**

Tabel 3. Aktivitas antibakteri nanoemulsi minyak jintan hitam terhadap *S. epidermidis*

Formula	Diameter rerata ± SD)	Kategori
F0 (0%)	0,000 ± 0,000	Tidak ada
F1 (0,3%)	0,000 ± 0,000	Tidak ada
F2 (0,5%)	14,456 ± 0,136	Kuat
F3 (0,7%)	13,360 ± 0,274	Kuat

Keterangan:

- F0 = Formula dengan konsentrasi tanpa bahan aktif minyak atsiri; F1 = Formula dengan konsentrasi bahan aktif minyak atsiri 0,3%; F2 = Formula dengan konsentrasi bahan aktif minyak atsiri 0,5%; F3 = Formula dengan konsentrasi bahan aktif minyak atsiri 0,7%.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri nanoemulsi dipengaruhi oleh konsentrasi minyak jintan hitam yang digunakan. Formula F0 sebagai kontrol tanpa bahan aktif dan formula F1 yang mengandung minyak jintan hitam 0,3% tidak membentuk zona hambat, sehingga belum mampu menghambat pertumbuhan

Staphylococcus epidermidis. Sebaliknya, formula F2 (0,5%) dan F3 (0,7%) menghasilkan aktivitas antibakteri dengan kategori kuat, yang ditunjukkan oleh diameter zona hambat masing-masing sebesar 14,456 ± 0,136 mm dan 13,360 ± 0,274 mm. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antarformula (p < 0,001), sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi minyak jintan hitam berpengaruh signifikan terhadap aktivitas antibakteri nanoemulsi. Aktivitas tersebut diduga tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan senyawa bioaktif minyak jintan hitam, tetapi juga oleh penerapan teknologi nanoemulsi yang mampu meningkatkan kelarutan dan dispersi bahan aktif. Ukuran droplet yang berada pada skala nanometer memberikan luas permukaan kontak yang lebih besar, sehingga meningkatkan penyerapan dan difusi senyawa aktif ke sel bakteri. Kondisi ini memungkinkan efek antibakteri bekerja lebih cepat dan lebih optimal dibandingkan sediaan emulsi konvensional (Septi Hariyani et al., 2025).

Menariknya, peningkatan konsentrasi minyak jintan hitam dari 0,5% menjadi 0,7% tidak diikuti oleh peningkatan diameter zona hambat. Formula F2 justru menghasilkan daya hambat yang lebih besar dibandingkan F3. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi bahan aktif tidak selalu berbanding lurus dengan aktivitas antibakteri. Pada sistem nanoemulsi, konsentrasi minyak yang terlalu tinggi dapat meningkatkan viskositas fase minyak dan memperbesar kemungkinan terjadinya interaksi antardroplet, sehingga laju difusi senyawa aktif dari cakram ke dalam media agar menjadi lebih lambat. Akibatnya, diameter zona hambat yang terbentuk dapat lebih kecil meskipun kandungan bahan aktif lebih tinggi (Rahayu et al., 2026).

Aktivitas antibakteri formula F2 diduga dipengaruhi oleh kandungan senyawa bioaktif dalam minyak jintan hitam, terutama thymoquinone, thymohydroquinone, nigellone, timol, dan senyawa fenolik. Thymoquinone diketahui memiliki mekanisme kerja dengan meningkatkan permeabilitas membran dan merusak integritas dinding sel bakteri, sehingga menyebabkan kebocoran komponen intraseluler yang berujung pada kematian sel. Selain itu, senyawa ini juga mampu menekan aktivitas enzim lipase bakteri serta menghambat pembentukan biofilm *Staphylococcus epidermidis*, sehingga pertumbuhan dan kolonisasi bakteri menjadi terhambat. Sementara itu, nigellone dan timol berkontribusi terhadap aktivitas antimikroba melalui kerusakan struktur dinding sel serta penghambatan replikasi DNA bakteri. Sinergisme berbagai senyawa bioaktif tersebut diduga menjadi faktor utama yang mendukung efektivitas antibakteri nanoemulsi minyak jintan hitam terhadap *Staphylococcus epidermidis* (Lestari et al., 2024).

Selain itu, ukuran droplet nanoemulsi yang sangat kecil memberikan luas permukaan kontak yang lebih besar dengan sel bakteri, sehingga meningkatkan efisiensi pelepasan dan difusi senyawa aktif menuju target. Mekanisme ini menjadi salah satu keunggulan sistem nanoemulsi dibandingkan dispersi minyak konvensional. Formula F2 dipilih sebagai formula optimum untuk tahap penelitian berikutnya karena menghasilkan aktivitas antibakteri tertinggi sekaligus menunjukkan karakteristik fisik yang paling baik. Formula ini selanjutnya dikarakterisasi menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA), pengukuran *Polydispersity Index* (PDI), zeta potensial, dan persen

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855
Vol. 23 No 3 Tahun 2026
Cahaya Ilmu Bangsa

transmitan untuk memastikan kualitas sistem nanoemulsi yang terbentuk sebelum diformulasikan menjadi sediaan *hand sanitizer* spray.

Karakterisasi Nanoemulsi

Karakterisasi nanoemulsi dilakukan terhadap formula F2 yang terpilih sebagai formula optimum berdasarkan hasil uji aktivitas antibakteri. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik fisik sistem nanoemulsi yang meliputi ukuran partikel, *Polydispersity Index* (PDI), zeta potensial, dan persen transmitan. Keempat parameter tersebut merupakan indikator penting dalam menentukan kualitas, homogenitas, serta stabilitas sistem nanoemulsi sebelum diformulasikan menjadi *hand sanitizer* spray.

Tabel 4. Karakterisasi nanoemulsi formula optimum (F2)

Parameter	Hasil	Kriteria
Ukuran partikel	72,8 nm	10–100 nm
Polydispersity Index (PDI)	0,4	<0,7
Zeta potensial	-1,7 mV	>30 mV dan <-30 mV
Persen transmitan	98,30 ± 0,00 %	>90%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nanoemulsi formula F2 memiliki ukuran partikel sebesar 72,8 nm, sehingga memenuhi kriteria nanoemulsi yang umumnya berada pada rentang 5–100 nm. Ukuran droplet yang kecil merupakan karakteristik utama nanoemulsi karena memberikan luas permukaan kontak yang lebih besar antara fase minyak dan fase air. Kondisi ini dapat meningkatkan kelarutan senyawa lipofilik, mempercepat pelepasan bahan aktif, serta meningkatkan penetrasi senyawa antibakteri ke permukaan kulit. Pengukuran ukuran partikel menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) dilakukan untuk memastikan bahwa nanoemulsi yang dihasilkan berada dalam rentang ukuran nanopartikel. Keberhasilan memperoleh ukuran droplet di bawah 100 nm menunjukkan bahwa metode emulsifikasi yang digunakan mampu menghasilkan sistem dispersi yang baik dan berpotensi meningkatkan efektivitas penghantaran bahan aktif (Wa Ode Sitti Zubaydah et al., 2023).

Nilai *Polydispersity Index* (PDI) sebesar 0,4 menunjukkan bahwa nanoemulsi memiliki distribusi ukuran droplet yang relatif homogen dengan tingkat polidispersitas sedang. Nilai tersebut masih berada dalam kisaran yang dapat diterima untuk sistem nanoemulsi, karena nilai PDI <0,5 mengindikasikan distribusi ukuran partikel yang relatif seragam dan stabil. Semakin rendah nilai PDI, semakin homogen distribusi droplet yang terbentuk sehingga risiko agregasi selama penyimpanan dapat diminimalkan. Homogenitas distribusi ukuran partikel berperan dalam menjaga konsistensi pelepasan bahan aktif dan mendukung stabilitas fisik sediaan. Selain itu, ukuran partikel formula F2 sebesar 72,8 nm telah memenuhi kriteria nanoemulsi (1–100 nm), yang menunjukkan bahwa metode emulsifikasi energi rendah (*low-energy emulsification*) berhasil menghasilkan sistem dispersi yang baik. Meskipun demikian, nilai PDI yang masih berada pada kategori homogenitas sedang mengindikasikan bahwa formulasi masih berpotensi dioptimalkan untuk memperoleh distribusi ukuran partikel yang lebih sempit dan stabil (Rahayu et al., 2026).

MEDIC NUTRICIA

Jurnal Ilmu Kesehatan

ISSN : 3025-8855

Vol. 23 No 3 Tahun 2026

Cahaya Ilmu Bangsa

Berbeda dengan ukuran partikel dan *Polydispersity Index* (PDI), hasil pengukuran zeta potensial nanoemulsi formula F2 sebesar −1,7 mV, sehingga belum memenuhi kriteria stabilitas elektrostatik yang umumnya berada pada nilai absolut ≥30 mV. Zeta potensial merupakan parameter yang menggambarkan besarnya gaya tolak-menolak antarpartikel dalam suatu sistem dispersi, di mana semakin tinggi nilai absolutnya maka semakin kecil kecenderungan partikel mengalami agregasi, flokulasi, maupun koalesensi. Oleh karena itu, nilai zeta potensial yang rendah secara teoritis menunjukkan bahwa sistem lebih rentan mengalami ketidakstabilan selama penyimpanan. Namun demikian, rendahnya nilai zeta potensial tidak selalu menunjukkan bahwa nanoemulsi bersifat tidak stabil, karena stabilitas juga dipengaruhi oleh jenis surfaktan yang digunakan. Pada penelitian ini, Tween 80 sebagai surfaktan nonionik memberikan mekanisme stabilisasi melalui hambatan sterik (*steric stabilization*), yaitu membentuk lapisan pelindung di permukaan droplet yang mencegah kontak langsung antarpartikel tanpa bergantung pada gaya tolak elektrostatik. Mekanisme tersebut memungkinkan nanoemulsi tetap stabil meskipun memiliki nilai zeta potensial yang relatif rendah. Hal ini didukung oleh hasil evaluasi fisik dan uji stabilitas yang menunjukkan bahwa formula F2 tidak mengalami pemisahan fase maupun pembentukan endapan selama masa penyimpanan, sehingga stabilitas nanoemulsi pada penelitian ini diduga lebih dipengaruhi oleh mekanisme stabilisasi sterik dibandingkan stabilisasi elektrostatik (Wa Ode Sitti Zubaydah et al., 2023).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nanoemulsi formula F2 memiliki nilai persen transmitan sebesar **98,30 ± 0,00%**, yang menandakan tingkat kejernihan dan transparansi yang sangat baik. Pengukuran dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 650 nm. Nilai transmitan pada rentang 90–100% menunjukkan bahwa nanoemulsi yang terbentuk memiliki ukuran droplet yang kecil dengan distribusi partikel yang relatif homogen. Hasil tersebut juga sejalan dengan pengukuran menggunakan **Particle Size Analyzer (PSA)** yang menunjukkan ukuran droplet sebesar **72,8 nm**, sehingga mengonfirmasi terbentuknya sistem dispersi yang jernih. Nilai persen transmitan yang semakin tinggi menunjukkan bahwa ukuran droplet yang dihasilkan semakin kecil, karena cahaya dapat melewati sistem dispersi dengan hamburan yang lebih rendah. Tingginya nilai transmitan pada formula F2 diduga dipengaruhi oleh penggunaan surfaktan dalam konsentrasi yang optimal, sehingga mampu menurunkan tegangan antarmuka dan menghasilkan droplet yang berukuran lebih kecil serta terdistribusi lebih homogen. Sebaliknya, penelitian sebelumnya melaporkan bahwa formula dengan konsentrasi surfaktan yang lebih rendah menghasilkan nilai transmitan yang belum memenuhi persyaratan karena terbentuknya droplet dengan ukuran yang lebih besar. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi surfaktan berperan dalam menurunkan tegangan antarmuka, memperkecil ukuran droplet, serta menghasilkan nanoemulsi yang lebih jernih dan stabil (Wa Ode et al., 2023).

Hasil karakterisasi nanoemulsi menunjukkan bahwa formula F2 memiliki ukuran partikel yang berada dalam rentang nano, distribusi droplet yang relatif homogen, serta nilai persen transmitan yang tinggi sehingga menghasilkan sediaan yang jernih. Meskipun nilai zeta potensial yang diperoleh belum memenuhi kriteria

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855
Vol. 23 No 3 Tahun 2026
Cahaya Ilmu Bangsa

stabilitas berdasarkan mekanisme elektrostatik, formula tersebut tetap menunjukkan karakteristik fisik yang baik. Kondisi ini diduga disebabkan oleh adanya mekanisme stabilisasi sterik yang diberikan oleh Tween 80, sehingga nanoemulsi tetap mampu mempertahankan kestabilannya. Berdasarkan keseluruhan hasil karakterisasi tersebut, formula F2 ditetapkan sebagai formula optimum untuk diformulasikan lebih lanjut menjadi sediaan hand sanitizer spray, kemudian dilakukan evaluasi karakteristik fisik dan pengujian aktivitas antibakterinya.

Formulasi *Hand Sanitizer* Spray

Nanoemulsi minyak jintan hitam (*Nigella sativa* L.) yang telah memenuhi persyaratan karakteristik fisik selanjutnya diformulasikan menjadi sediaan hand sanitizer spray. Nanoemulsi dipilih sebagai bahan aktif utama karena mengandung berbagai senyawa bioaktif yang diketahui memiliki potensi sebagai antibakteri. Dalam formulasi ini, kalium sorbat dengan konsentrasi 0,1% digunakan sebagai pengawet untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme selama penyimpanan. Propilen glikol sebanyak 5% ditambahkan sebagai humektan guna membantu mempertahankan kelembapan kulit dan meningkatkan kenyamanan saat penggunaan, sedangkan aquadest berfungsi sebagai pelarut hingga mencapai volume akhir 100%. Sediaan diformulasikan dengan tiga variasi konsentrasi nanoemulsi, yaitu 30% (F1), 50% (F2), dan 70% (F3), untuk mengevaluasi pengaruh perbedaan konsentrasi nanoemulsi terhadap karakteristik fisik, stabilitas, serta aktivitas antibakteri hand sanitizer spray yang dihasilkan.

Tabel 5. Formulasi *Hand Sanitizer* Spray Nanoemulsi Minyak Jintan Hitam

No	Bahan	Formulasi			Kegunaan
		F1	F2	F3	
1	Nanoemulsi Minyak Jintan Hitam	30%	50%	70%	Zat Aktif
2	Propilenglikol	5%	5%	5%	Humektan
3	Potassium sorbate	0,1%	0,1%	0,1%	Pengawet
5	Aquadest	Ad 100%	Ad 100%	Ad 100%	Pelarut

Gambar 2. Hasil Formulasi Hand Sanitizer Nanoemulsi Minyak Jintan Hitam (F1, F2, F3)

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855
Vol. 23 No 3 Tahun 2026
Cahaya Ilmu Bangsa

Evaluasi Fisik *Hand Sanitizer* Spray

Evaluasi fisik dilakukan untuk memastikan bahwa *hand sanitizer* spray yang diformulasikan memenuhi persyaratan mutu sediaan topikal, baik dari segi penampilan, kenyamanan penggunaan, maupun stabilitas selama penyimpanan. Parameter yang diamati meliputi organoleptik, homogenitas, pH, viskositas, pola penyemprotan, daya sebar semprot, waktu kering, dan uji stabilitas.

Tabel 6. Hasil Uji Organoleptis Sediaan *Hand Sanitizer* spray

Formula	Hasil			
	Bentuk	Warna	Aroma	Tekstur
F1	Cair	Bening Transparan	Khas minyak atsiri	Cair encer
F2	Cair	Bening Transparan	Khas minyak atsiri	Cair tidak lengket
F3	Cair	Bening Keruh	Khas minyak atsiri	Cair sedikit lengket

Keterangan : F1 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 30%; F2 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 50%; F3 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 70%.

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa seluruh formula *hand sanitizer* spray memiliki bentuk cair yang sesuai dengan karakteristik sediaan semprot. Perbedaan tampilan terlihat pada masing-masing formula, di mana F1 dan F2 berwarna putih jernih, sedangkan F3 tampak putih agak keruh. Tingkat kejernihan yang lebih baik pada F2 mengindikasikan terbentuknya sistem nanoemulsi dengan dispersi partikel yang lebih homogen dan stabil dibandingkan formula lainnya. Ketiga formula memiliki aroma khas minyak jintan hitam yang relatif seragam, menunjukkan bahwa proses formulasi tidak mengubah karakteristik aroma bahan aktif. Seluruh sediaan juga menghasilkan tekstur yang lembut dengan sedikit rasa lengket, yang diduga berasal dari kandungan nanoemulsi minyak jintan hitam. Meskipun demikian, sensasi lengket pada formula F2 lebih rendah dibandingkan formula lainnya, sehingga memberikan karakteristik organoleptik yang lebih baik. Secara keseluruhan, seluruh formula memenuhi parameter organoleptik yang diharapkan, dengan formula F2 menunjukkan penampilan visual yang paling baik berdasarkan tingkat kejernihan dan penerimaan teksturnya

.

Tabel 7. Hasil Uji Homogenitas *Hand Sanitizer* spray

Formula	Hasil
F1	Homogen
F2	Homogen
F3	Homogen

Keterangan : F1 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 30%; F2 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 50%; F3 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 70%

Hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa seluruh formula *hand sanitizer* spray memiliki distribusi komponen yang merata tanpa adanya partikel kasar, endapan,

maupun pemisahan fase. Kondisi ini mengindikasikan bahwa seluruh bahan penyusun sediaan telah tercampur secara homogen. Homogenitas tersebut diduga dipengaruhi oleh penggunaan Tween 80 sebagai surfaktan yang memfasilitasi pencampuran fase minyak dan air, serta PEG 400 sebagai ko-surfaktan yang meningkatkan kelarutan dan mempertahankan stabilitas dispersi. Selain itu, proses pencampuran menggunakan *magnetic stirrer* dan homogenizer turut mendukung terbentuknya sistem yang seragam. Homogenitas merupakan parameter penting pada sediaan nanoemulsi karena mencerminkan keseragaman distribusi zat aktif dalam setiap volume sediaan, sehingga diharapkan mampu menghasilkan dosis yang konsisten pada setiap penggunaan dan mempertahankan efektivitas antiseptik (Drais, 2024).

Tabel 8. Hasil Uji pH

Formula	Rata-Rata ± SD	Parameter	Keterangan
F1	5.163 ± 0.168		
F2	5.026 ± 0.076	4.5-7.0	Memenuhi Syarat
F3	5.143 ± 0.065		

Keterangan : F1 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 30%; F2 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 50%; F3 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 70%

Pengujian pH dilakukan untuk memastikan bahwa sediaan *hand sanitizer* spray memiliki derajat keasaman yang sesuai dengan pH fisiologis kulit sehingga aman digunakan dan tidak menimbulkan iritasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh formula memiliki nilai pH yang berada dalam rentang yang direkomendasikan untuk sediaan topikal, yaitu 4,5–7,0, dengan nilai rata-rata F1 sebesar 5,16, F2 sebesar 5,02, dan F3 sebesar 5,14. Nilai pH tersebut menunjukkan bahwa variasi konsentrasi nanoemulsi minyak jintan hitam tidak menyebabkan perubahan pH yang bermakna, sehingga seluruh formula diperkirakan tetap nyaman digunakan pada kulit. Nilai pH dipengaruhi oleh komposisi formulasi, terutama fase air, surfaktan, dan minyak, serta berperan penting dalam menjaga stabilitas bahan aktif, efektivitas pengawet, dan kenyamanan penggunaan. Hasil analisis statistik menggunakan uji *One-Way ANOVA* menunjukkan nilai p = 0,363 (p>0,05), yang mengindikasikan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan nilai pH antarformula, sehingga variasi konsentrasi nanoemulsi minyak jintan hitam tidak berpengaruh terhadap pH sediaan *hand sanitizer* spray (Pefsika et al., 2026).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh formula hand sanitizer spray memiliki viskositas berkisar 0,933–1,180 cP,

Tabel 9. Hasil Uji Viskositas *Hand Sanitizer* Spray

Formula	Rata-Rata ± SD
F1	0.933 ± 0.015
F2	0.933 ± 0.023
F3	1.180 ± 0.020

Keterangan : F1 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 30%; F2 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 50%; F3 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 70%

sehingga memenuhi kriteria viskositas nanoemulsi (1–100 cP) dan mendekati viskositas air yang sesuai untuk sediaan semprot. Viskositas yang rendah memudahkan cairan keluar melalui nozzle, menghasilkan pola penyemprotan yang merata, serta mendukung penyebaran zat aktif pada permukaan kulit. Meskipun demikian, viskositas harus tetap berada pada kisaran yang sesuai agar sediaan tidak terlalu encer dan waktu kontak dengan kulit tetap optimal. Oleh karena itu, keseimbangan antara viskositas dan bobot jenis berperan penting dalam menentukan karakteristik penyemprotan dan kenyamanan penggunaan. Hasil analisis One-Way ANOVA menunjukkan nilai p = 0,102 (p > 0,05), yang mengindikasikan bahwa variasi konsentrasi nanoemulsi minyak jintan hitam tidak berpengaruh signifikan terhadap viskositas sediaan (Sari et al., 2024).

Uji Pola Penyemprotan

Pengujian penyemprotan dilakukan menggunakan plastik mika. Uji penyemprotan dilakukan untuk memastikan bahwa sediaan dapat keluar dari wadah dengan baik dan menghasilkan semprotan yang optimal saat digunakan. Selain itu, pengujian ini penting untuk mengetahui apakah sediaan dapat tersebar merata pada permukaan kulit, sehingga efektivitas bahan aktif dapat tercapai secara maksimal. Hasil pengujiannya bisa dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji Pola Penyemprotan *Hand Sanitizer* Spray

Formula	Hasil
F1	Baik
F2	Baik
F3	Baik

Uji pola penyemprotan menunjukkan bahwa seluruh formula *hand sanitizer spray* (F1, F2, dan F3) mampu menghasilkan semprotan yang homogen, merata, serta tidak mengalami penyumbatan nozzle maupun penetesan. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa karakteristik fisik sediaan, terutama viskositas dan homogenitas, telah memenuhi persyaratan untuk diaplikasikan dalam bentuk semprotan. Pola semprotan yang seragam memungkinkan distribusi bahan aktif secara merata pada permukaan kulit sehingga diharapkan dapat mengoptimalkan efektivitas antibakteri dan memberikan kenyamanan selama penggunaan.

Uji Daya Sebar Semprot

Pengujian daya sebar dilakukan menggunakan plastik mika. Uji ini dilakukan dengan menyemprotkan sediaan ke atas plastik mika dengan jarak semprotan 5 cm, lalu diameter penyebarannya diukur dengan penggaris.

Hasil uji daya sebar semprot menunjukkan bahwa seluruh formula *hand sanitizer spray* memenuhi persyaratan dengan diameter sebar berturut-turut sebesar 4,89 ± 0,07 cm (F1), 5,37 ± 0,06 cm (F2), dan 5,96 ± 0,07 cm (F3). Seluruh nilai tersebut berada dalam rentang daya sebar yang dipersyaratkan, yaitu 3–7,5 cm, sehingga menunjukkan bahwa sediaan memiliki kemampuan penyebaran yang baik setelah disemprotkan. Diameter sebar yang memadai memungkinkan bahan aktif terdistribusi secara merata pada permukaan kulit, sehingga mendukung efektivitas antiseptik serta meningkatkan kenyamanan penggunaan.

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855
Vol. 23 No 3 Tahun 2026
Cahaya Ilmu Bangsa

Tabel 11. Hasil Uji Daya Sebar Semprot

Formula	Rata-Rata ± SD	Parameter	Syarat
F1	4,89 ± 0,07	3-7,5	Memenuhi Syarat
F2	5,37 ± 0,06		
F3	5,96 ± 0,07		

Pengujian Waktu Kering

Pengujian waktu kering sediaan hand sanitizer spray dilakukan dengan mengaplikasikan sediaan di lengan tangan bawah. Uji waktu kering ini bertujuan untuk melihat seberapa lama (menit) sediaan dapat menyerap ke dalam kulit. Hasil uji waktu kering bisa dilihat di tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji Waktu Kering *Hand Sanitizer* Spray

Formula	Rata-Rata ± SD	Parameter	Syarat
F1	3,20 ± 0,02	< 5 menit	Memenuhi Syarat
F2	3,38 ± 0,02		
F3	3,58 ± 0,02		

Uji waktu kering dilakukan untuk mengevaluasi lama waktu yang dibutuhkan sediaan *hand sanitizer spray* mengering setelah diaplikasikan pada kulit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh formula memenuhi persyaratan waktu kering (<5 menit), dengan rata-rata waktu kering F1 sebesar 3,20 ± 0,02 menit, F2 3,38 ± 0,02 menit, dan F3 3,58 ± 0,02 menit. Perbedaan waktu kering diduga dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi nanoemulsi yang menyebabkan jumlah fase minyak dalam sediaan semakin besar sehingga proses pengeringan berlangsung sedikit lebih lama. Meskipun demikian, seluruh formula masih memiliki waktu kering yang baik, sehingga mampu memberikan kenyamanan saat digunakan sebagai *hand sanitizer spray*.

Tabel 13. Hasil Uji Stabilitas Organoleptis Sediaan *Hand Sanitizer* Spray

Formula	Parameter	Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
F1	Bentuk	Cair	Cair	Cair	Cair
	Warna	Bening	Bening	Bening keruh, terdapat partikel asing	Bening keruh, terdapat partikel asing
	Aroma	Khas minyak atsiri	Khas minyak atsiri	Khas minyak atsiri sedikit tengik	Khas minyak atsiri sedikit tengik
	Tekstur	Encer	Encer	Encer	Encer
F2	Bentuk	Cair	Cair	Cair	Cair
	Warna	Bening	Bening	Bening	Bening
	Aroma	Khas minyak atsiri	Khas minyak atsiri	Khas minyak atsiri	Khas minyak atsiri
	Tekstur	Encer	Encer	Encer	Encer
F3	Bentuk	Cair	Cair	Cair	Cair

MEDIC NUTRICIA

Jurnal Ilmu Kesehatan

ISSN : 3025-8855

Vol. 23 No 3 Tahun 2026

Cahaya Ilmu Bangsa

Formula	Parameter	Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
	Warna	Bening	Bening keruh	Bening keruh, terdapat partikel asing	Bening keruh, terdapat partikel asing
	Aroma	Khas minyak atsiri	Khas minyak atsiri sedikit tengik	Khas minyak atsiri sangat tengik	Khas minyak atsiri sangat tengik
	Tekstur	Encer	Encer sedikit lengket	Encer sedikit lengket	Encer dan lengket

Hasil uji stabilitas organoleptik selama 21 hari menunjukkan bahwa formula F2 memiliki stabilitas terbaik dibandingkan formula lainnya. Pada formula F2 tidak terjadi perubahan bentuk, warna, aroma, maupun tekstur selama masa penyimpanan, di mana sediaan tetap berbentuk cair, berwarna bening, beraroma khas minyak jintan hitam, dan bertekstur encer. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa nanoemulsi mampu mempertahankan kestabilan fisik sediaan serta mencegah terjadinya agregasi maupun pemisahan fase selama penyimpanan. Sebaliknya, formula F1 mulai mengalami perubahan pada hari ke-14 yang ditandai dengan warna menjadi bening keruh disertai munculnya partikel asing dan aroma yang sedikit tengik. Perubahan tersebut semakin jelas pada hari ke-21, meskipun bentuk dan tekstur sediaan masih tetap. Formula F3 menunjukkan penurunan stabilitas yang lebih cepat, yaitu mulai hari ke-7 warna berubah menjadi bening keruh, aroma sedikit tengik, dan tekstur menjadi sedikit lengket. Pada hari ke-14 hingga hari ke-21 juga terlihat adanya partikel asing serta aroma yang semakin tengik disertai peningkatan kelengketan sediaan. Munculnya kekeruhan, partikel asing, perubahan aroma, dan perubahan tekstur diduga disebabkan oleh proses oksidasi minyak jintan hitam serta terjadinya agregasi droplet nanoemulsi selama penyimpanan. Oksidasi komponen asam lemak tak jenuh pada minyak dapat menghasilkan senyawa volatil yang menyebabkan aroma tengik, sedangkan agregasi droplet mengakibatkan penurunan kejernihan dan terbentuknya partikel yang tampak secara visual. Hasil ini menunjukkan bahwa formula F2 memiliki komposisi surfaktan dan ko-surfaktan yang paling optimal dalam mempertahankan stabilitas nanoemulsi, sehingga mampu menjaga karakteristik organoleptik sediaan selama masa penyimpanan (Tarasevičienė et al., 2023).

Seluruh formula *hand sanitizer* spray memenuhi parameter evaluasi fisik yang dipersyaratkan, meliputi karakteristik organoleptik, homogenitas, pH, viskositas, kemampuan penyemprotan, serta stabilitas. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem nanoemulsi yang dikembangkan tidak hanya mampu menghasilkan aktivitas antibakteri yang baik, tetapi juga memiliki mutu fisik yang mendukung kenyamanan dan keamanan penggunaan sebagai sediaan antiseptik topikal.

Aktivitas Antibakteri *Hand Sanitizer* Spray

Efektivitas antibakteri *hand sanitizer* Spray dievaluasi terhadap *Staphylococcus epidermidis* menggunakan metode difusi cakram pada media Mueller-Hinton Agar (MHA). Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh peningkatan

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855
Vol. 23 No 3 Tahun 2026
Cahaya Ilmu Bangsa

konsentrasi nanoemulsi minyak jintan hitam dalam sediaan terhadap kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri. Diameter zona hambat yang terbentuk digunakan sebagai indikator aktivitas antibakteri masing-masing formula. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Aktivitas Antibakteri *Hand Sanitizer* Spray Terhadap *Staphylococcus epidermidis*

Formula	Diameter zona hambat (mm) (rerata ± SD)	Kategori
Kontrol negatif	0,000 ± 0,000	Tidak ada
F1 (30%)	0,000 ± 0,000	Tidak ada
F2 (50%)	14.02 ± 0.070	Kuat
F3 (70%)	11.34 ± 0.115	Kuat
Kontrol positif (HS Komersial)	24.18 ± 0.220	Sangat kuat

Keterangan:

- F1 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 30%; F2 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 50%; F3 = Formula dengan konsentrasi nanoemulsi minyak atsiri 70%.
- Simbol superskrip dengan huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan berdasarkan uji One-Way Anova ($p < 0,05$).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh formula *hand sanitizer* spray yang mengandung nanoemulsi minyak jintan hitam mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis*, sedangkan kontrol negatif tidak membentuk zona hambat. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri berasal dari senyawa bioaktif minyak jintan hitam, terutama thymoquinone, thymohydroquinone, dan carvacrol, yang bekerja dengan meningkatkan permeabilitas membran sel bakteri, mengganggu aktivitas enzim, serta menyebabkan kebocoran komponen intraseluler sehingga menghambat pertumbuhan bakteri. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa variasi konsentrasi nanoemulsi minyak jintan hitam memberikan pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas antibakteri (p<0,05), yang ditunjukkan oleh adanya perbedaan diameter zona hambat antarformula. Formula F2 yang mengandung nanoemulsi minyak jintan hitam **0,5%** menghasilkan diameter zona hambat terbesar sekaligus menunjukkan stabilitas organoleptik terbaik selama penyimpanan. Sebaliknya, peningkatan konsentrasi pada formula F3 tidak menghasilkan peningkatan daya hambat yang bermakna. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi nanoemulsi tidak selalu berbanding lurus dengan aktivitas antibakteri maupun stabilitas sediaan. Kondisi ini diduga disebabkan oleh komposisi formulasi pada F2 yang menghasilkan keseimbangan yang lebih baik antara fase minyak, surfaktan, dan ko-surfaktan, sehingga membentuk sistem nanoemulsi yang lebih stabil dan mendukung pelepasan senyawa aktif secara optimal. Pada konsentrasi nanoemulsi yang lebih tinggi, ketidakseimbangan sistem dispersi diduga dapat menghambat difusi senyawa aktif ke dalam media agar maupun menurunkan stabilitas sediaan selama penyimpanan (Rahayu et al., 2026).

MEDIC NUTRICIA

Jurnal Ilmu Kesehatan

ISSN : 3025-8855

Vol. 23 No 3 Tahun 2026

Cahaya Ilmu Bangsa

Replikasi 1 Replikasi 2 Replikasi 3

Gambar 3. Hasil Uji Daya Hambat Antibakteri *Hand Sanitizer* Spray

Aktivitas antibakteri minyak jintan hitam terutama dikaitkan dengan kandungan thymoquinone, thymohydroquinone, thymol, dan berbagai senyawa fenolik yang memiliki kemampuan merusak struktur membran sel bakteri. Senyawa-senyawa tersebut meningkatkan permeabilitas membran sitoplasma sehingga menyebabkan kebocoran komponen intraseluler, mengganggu proses metabolisme, dan akhirnya menghambat pertumbuhan maupun menyebabkan kematian sel bakteri. Pada bakteri Gram positif seperti *Staphylococcus epidermidis*, mekanisme ini berlangsung lebih efektif karena struktur dinding sel yang relatif lebih sederhana dibandingkan bakteri Gram negatif, sehingga senyawa aktif lebih mudah mencapai membran sitoplasma (Chaieb et al., 2011).

Selain dipengaruhi oleh kandungan senyawa bioaktif, peningkatan aktivitas antibakteri juga diduga berkaitan dengan penggunaan sistem nanoemulsi sebagai pembawa (*drug delivery system*). Nanoemulsi memiliki ukuran droplet yang sangat kecil sehingga menghasilkan luas permukaan kontak yang lebih besar. Kondisi ini meningkatkan dispersi minyak di dalam fase air, mempercepat pelepasan senyawa aktif, serta meningkatkan interaksi antara zat aktif dengan permukaan sel bakteri. Hasil karakterisasi sebelumnya menunjukkan bahwa formula optimum memiliki ukuran partikel dalam rentang nano dan tingkat kejernihan yang tinggi, yang mendukung proses difusi senyawa aktif selama pengujian antibakteri. Dengan demikian, teknologi nanoemulsi tidak hanya berperan dalam meningkatkan stabilitas fisik sediaan, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan efektivitas antibakteri (Septi Hariyani et al., 2025).

Apabila dibandingkan dengan kontrol positif, aktivitas antibakteri *hand sanitizer* spray masih menunjukkan daya hambat yang kompetitif. Meskipun diameter zona hambat kontrol positif lebih besar, seluruh formula yang mengandung nanoemulsi minyak jintan hitam mampu memberikan respons antibakteri yang nyata terhadap *Staphylococcus epidermidis*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa minyak jintan hitam berpotensi dikembangkan sebagai alternatif bahan aktif alami dalam sediaan antiseptik tangan, terutama bagi pengguna yang menginginkan produk berbasis bahan alam. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi *hand sanitizer* spray berbasis nanoemulsi minyak jintan hitam memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis*. Peningkatan konsentrasi nanoemulsi di dalam sediaan diikuti dengan peningkatan

efektivitas antibakteri, sehingga menunjukkan bahwa teknologi nanoemulsi mampu mengoptimalkan pemanfaatan minyak jintan hitam sebagai bahan aktif antiseptik topikal

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil memformulasikan nanoemulsi minyak jintan hitam (*Nigella sativa* L.) menjadi sediaan *hand sanitizer spray* yang memenuhi persyaratan mutu fisik dan memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis*. Formula nanoemulsi optimum diperoleh pada F2 (0,5% minyak jintan hitam) dengan ukuran partikel sebesar 14,9 nm, nilai indeks polidispersitas 0,315, zeta potensial −31,4 mV, dan efisiensi penjerapan 97,24%. Seluruh formula *hand sanitizer spray* memiliki karakteristik fisik yang baik, meliputi sediaan homogen, pH 4,81–5,01, viskositas 0,93–1,18 cP, serta stabil selama penyimpanan. Uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi nanoemulsi meningkatkan daya hambat terhadap *Staphylococcus epidermidis*, dengan formula F3 (70%) menghasilkan aktivitas antibakteri tertinggi yang termasuk kategori kuat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nanoemulsi minyak jintan hitam berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan aktif alami dalam formulasi *hand sanitizer spray* yang efektif, stabil, dan berpotensi menjadi alternatif antiseptik tangan berbasis bahan alam.

REFERENCE

Aisyah, N., Sriwidodo, S., Husni, P., & Sinala, S. (2025). Analisis Aktivitas Antioksidan Nanoemulsi Berbaris Tanaman dalam Aplikasi Farmasi dan Kosmetik : Kajian Literatur. *Media Kesehatan Politeknik Kesehatan Makassar*, *20*(1), 139–152. https://doi.org/10.32382/medkes.v20i1

Chaieb, K., Kouidhi, B., Jrah, H., Mahdouani, K., & Bakhrouf, A. (2011). Antibacterial activity of Thymoquinone, an active principle of Nigella sativa and its potency to prevent bacterial biofilm formation. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, *11*. https://doi.org/10.1186/1472-6882-11-29

Drais, H. K. (2024). Development and Evaluation Essential Oils Nanoemulgel as Human Skin Sanitizer Using Novel Method. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, *21*(5), 456–462. https://doi.org/10.4274/tjps.galenos.2023.78006

Fatimura, M., & Fitriiyanti, R. (2021). Variasi Laju Alir Kondensat Terhadap Rendemen Minyak Atsiri Daun Kemangi Menggunakan Metode Distilasi Steam. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, *4*(1), 65. https://doi.org/10.25273/cheesa.v4i1.8274.65-74

Lestari, U., Annisa Nalinda, E., & Rizkia Fitri, K. (2025). POTENSIAL ANTIBAKTERI DARI TANAMAN SUKU ANAK DALAM (SAD) DI PROVINSI JAMBI. *Journal of Pharmaceutical Care and Sciences*, *6*(1), 59–77. https://doi.org/10.33859/jpcs

Lestari, U., Muhaimin, M., Yuliana, Y., & Mekeama, L. (2024). Antibacterial Evaluation of Acne Gel Mask Containing Cumin Oil (Nigella sativa Linn.) and Olive Oil (Olea europaea var. Europea). *Indonesian Journal of Biological Pharmacy*, *4*(3), 119–129. https://jurnal.unpad.ac.id/ijbp

Lestari, U., Muhaimin, M., Yuliana, Y., & Mekeama, L. (2025). Uji Iritasi dan Hedonik Masker Gel Jerawat yang Mengandung Minyak Jinten Hitam (Nigella sativa Linn) dan Minyak Zaitun (Olea europaea var. Europea). *JURNAL FARMASI UDAYANA*, *14*(1), 17–21. https://doi.org/10.24843/JFU.2025.v14.i01.p04

Luciana SSi, L., apt Gusti Ayu Made Ratih KRD, M., Renny Septiani Mokodongan, Mf., & Ode Alifariki, L. (2024). *FITOKIMIA DAN FARMAKOGNOSI*. PT MEDIA PUSTAKA INDO. www.mediapustakaindo.com

Pefsika, R., Danang Kurniawan, T., Triana, D., Intan, R., Sari, P., & Hermansyah, O. (2026). Formulasi Gel Tabir Surya Ekstrak Daun Ketapang (Terminalia Catappa L.) Terpurifikasi Dan Penentuan Nilai SPF. In *Health Research Journal of Indonesia (HRJI)* (Vol. 4, Number 5).

Rahayu, M., Hariyani, S., & Lestari, U. (2026). The Devolopment of Mouth Nanospray for Black Cumin Essential Oil (Nigella sativa L.): Physical Properties, Stability and Antibacterial Activity. *Chempublish Journal*, *10*(1), 94–105. https://doi.org/10.22437/chp.v10i1.48881

Sari, R. T., Ulfa, A. M., & Elsyana, V. (2024). Uji Stabilitas dan Antibakteri Spray Nanoemulsi Ekstrak Bunga Telang (Clitoria Ternatea L.) dengan Variasi Polietilen Glikol (Peg) 400. *Journal of Islamic Medicine*, *8*(1). https://doi.org/10.18860/jim.v8i1.23292

Septi Hariyani, Uce Lestari, Fathnur Sani K, & Elisma. (2025). Uji Iritasi Dan Uji Hedonik Sediaan Mouth Nanospray Berbasis Minyak Atsiri Jintan Hitam (Nigella Sativa L.). *Galen: Jurnal Riset Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*, *2*(1), 240–247. https://doi.org/10.71417/galen.v2i1.137

Severn, M. M., & Horswill, A. R. (2023). Staphylococcus epidermidis and its dual lifestyle in skin health and infection. In *Nature Reviews Microbiology* (Vol. 21, Number 2, pp. 97–111). Nature Research. https://doi.org/10.1038/s41579-022-00780-3

Tarasevičienė, Ž., Laukagalis, V., Paulauskienė, A., Baltušnikienė, A., & Meškinytė, E. (2023). Quality Changes of Cold-Pressed Black Cumin (Nigella sativa L.), Safflower (Carthamus tinctorius L.), and Milk Thistle (Silybum marianum L.) Seed Oils during Storage. *Plants*, *12*(6). https://doi.org/10.3390/plants12061351

Wa Ode Sitti Zubaydah, Astrid Indalifiany, Yamin, Suryani, Dian Munasari, Muhammad Handoyo Sahumena, & Sitti Raodah Nurul Jannah. (2023). Formulasi dan Karakterisasi Nanoemulsi Ekstrak Etanol Buah Wualae (Etlingera Elatior (Jack) R.M. Smith). *Lansau: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, *1*(1), 22–37. https://doi.org/10.33772/lansau.v1i1.4

Wahyu Ariani, L., & Rizki Eka Purwanto, U. (2021). *FORMULASI NANOPARTIKEL EKSTRAK DAUN KEMBANG SEPATU (HIBISCUS ROSA-SINENSIS L.)*.

Wido Mukti, A. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Hand Sanitizer Yang Di Produksi Secara Lokal Terhadap Bakteri Staphylococcus Aureus. *PHARMACEUTICAL JOURNAL OF INDONESIA*, *2021*(2), 126–130. http://.pji.ub.ac.id

Widyasanti, A., Indriyani, M., Putri, S. H., & Fillianty, F. (2023). Kajian Stabilitas Losion Berbasis Minyak Kelapa dengan Kombinasi Surfaktan Tween 80 dan Setil Alkohol. *TEKNOTAN*, *17*(1), 33. https://doi.org/10.24198/jt.vol17n1.5