

FORMULASI NANOEMULSI BERBASIS TANAMAN OBAT MENGUNAKAN SURFAKTAN ALAMI SEBAGAI TERAPI ANTIVIRAL INFLUENZA: TINJAUAN NARATIF 2019–2024

Ike Maya Permanasari¹, Rosiana²

^{1,2}Prodi Sarjana Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Medika Suherman

email: ikemaya@medikasuherman.ac.id

Received: 15 May 2025; Revised: 23 May 2025; Accepted: 26 May 2025

Abstract

*Influenza remains a major global public health concern due to its high mutation rate, seasonal recurrence, and increasing resistance to conventional antiviral agents. Nanoemulsions have emerged as a promising drug delivery system capable of enhancing the solubility, stability, and cellular uptake of hydrophobic bioactive compounds derived from medicinal plants. This narrative review synthesizes scientific evidence published between 2019 and 2024 regarding the development of herbal-based nanoemulsion formulations utilizing natural surfactants for influenza antiviral therapy. Literature searches were conducted through PubMed, ScienceDirect, and Google Scholar using predefined inclusion criteria. A total of 15 eligible studies were analyzed thematically. Findings indicate that *Curcuma longa*, *Nigella sativa*, *Zingiber officinale*, and *Ocimum basilicum* are the most frequently explored medicinal plants, containing potent antiviral constituents such as curcumin, thymoquinone, gingerol, and eugenol. Natural surfactants including lecithin, saponin, and gum Arabic were shown to produce nano-sized droplets (<200 nm) with high physicochemical stability and enhanced antiviral activity. Mechanistically, herbal nanoemulsions suppress influenza infection by inhibiting viral entry, downregulating hemagglutinin expression, and modulating host immune responses. Although promising, available evidence is still dominated by *in vitro* studies, highlighting the need for further preclinical and clinical investigations. Overall, natural-surfactant-based herbal nanoemulsions represent a promising approach for developing safe and effective antiviral interventions against influenza.*

Keywords: nanoemulsion, medicinal plants, natural surfactant, influenza, herbal antiviral, drug delivery

Abstrak

Influenza merupakan salah satu masalah kesehatan global yang signifikan akibat tingginya laju mutasi virus, pola kejadian musiman, serta meningkatnya resistensi terhadap obat antivirus konvensional. Nanoemulsi berkembang sebagai sistem penghantaran obat yang menjanjikan karena mampu meningkatkan kelarutan, stabilitas, dan penyerapan seluler senyawa bioaktif hidrofobik yang berasal dari tanaman obat. Tinjauan naratif ini merangkum bukti ilmiah yang dipublikasikan pada periode 2019–2024 terkait pengembangan formulasi nanoemulsi berbasis herbal dengan penggunaan surfaktan alami untuk terapi antiviral influenza. Pencarian literatur dilakukan melalui PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar dengan kriteria inklusi yang telah ditetapkan. Sebanyak 15 studi memenuhi syarat dan dianalisis secara tematik. Hasil menunjukkan bahwa *Curcuma longa*, *Nigella sativa*, *Zingiber officinale*, dan *Ocimum basilicum* merupakan tanaman obat yang paling banyak diteliti, mengandung senyawa aktif seperti kurkumin, timoquinon, gingerol, dan eugenol dengan potensi antiviral yang tinggi. Surfaktan alami termasuk lesitin,

saponin, dan gum arabic terbukti mampu menghasilkan droplet berukuran nano (<200 nm) dengan stabilitas fisikokimia yang baik serta peningkatan aktivitas antivirus. Secara mekanistik, nanoemulsi herbal bekerja melalui inhibisi masuknya virus, penurunan ekspresi hemagglutinin, serta modulasi respons imun inang. Meskipun hasilnya menjanjikan, sebagian besar penelitian masih terbatas pada uji in vitro sehingga diperlukan kajian praklinik dan klinik lebih lanjut. Secara keseluruhan, nanoemulsi berbasis tanaman obat dengan surfaktan alami berpotensi menjadi pendekatan terapi yang aman dan efektif untuk penanganan infeksi influenza.

Kata kunci: nanoemulsi, tanaman obat, surfaktan alami, influenza, antivirus herbal, penghantaran obat.

PENDAHULUAN

Influenza merupakan penyakit infeksi saluran pernapasan akut yang masih menjadi salah satu tantangan kesehatan global dengan angka morbiditas dan mortalitas yang tinggi. Organisasi Kesehatan Dunia (World Health Organization, 2023) melaporkan bahwa setiap tahun terdapat sekitar 3–5 juta kasus influenza berat dan 290.000–650.000 kematian akibat komplikasinya. Dinamika evolusi virus influenza melalui antigenic drift dan antigenic shift menyebabkan virus ini mampu beradaptasi dengan cepat, sehingga efektivitas vaksin musiman sering menurun dan muncul strain baru yang lebih sulit dikendalikan. Selain itu, resistensi terhadap obat antivirus seperti oseltamivir dan zanamivir semakin meningkat, sehingga strategi terapi alternatif perlu dikembangkan (Oriola & Oyedeji, 2022).

Penggunaan tanaman obat sebagai sumber senyawa bioaktif antiviral menjadi salah satu pendekatan yang menjanjikan. Berbagai fitokimia, termasuk polifenol, flavonoid, dan minyak atsiri, telah dilaporkan memiliki kemampuan menghambat replikasi virus, menginaktivasi partikel virus, serta memodulasi respons imun inang. Prafitriyani & Subarnas, (2016) menyatakan bahwa antivirus herbal memiliki keunggulan berupa efek samping yang rendah serta potensi resistensi yang lebih kecil dibandingkan antivirus sintetis.

Meskipun demikian, aplikasi klinis senyawa bioaktif herbal sering kali terbatas oleh rendahnya kelarutan, stabilitas kimia, dan bioavailabilitas, terutama untuk senyawa lipofilik seperti kurkumin, gingerol, dan timoquinon.

Perkembangan teknologi nano membuka peluang baru dalam mengatasi keterbatasan tersebut. Nanoemulsi, yaitu sistem dispersi minyak dalam air dengan ukuran droplet berkisar antara 20–200 nm, mampu meningkatkan kelarutan, disolusi, stabilitas, serta penetrasi seluler senyawa aktif hidrofobik (Oriola & Oyedeji, 2022). Franklyne et al. (2021) menunjukkan bahwa formulasi minyak atsiri dalam bentuk nanoemulsi dapat secara signifikan meningkatkan aktivitas antimikroba dan antiviral, termasuk terhadap influenza. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Vaz et al., (2022) yang menemukan bahwa nanoemulsi berbasis kurkumin dan quersetin menunjukkan peningkatan efektivitas ketika digunakan secara intranasal.

Jenis surfaktan memegang peran penting dalam menentukan ukuran droplet, stabilitas, dan kemampuan penghantaran nanoemulsi. Banyak formulasi sebelumnya menggunakan surfaktan sintetis seperti Tween 80, namun penggunaannya dapat menimbulkan iritasi atau efek toksik. Oleh karena itu, penelitian terbaru cenderung beralih ke surfaktan alami seperti lesitin, saponin, dan gum arabic yang lebih biokompatibel, aman, dan berkelanjutan

(Ryu et al., 2018). Hu et al. (2020) menunjukkan bahwa nanoemulsi berbasis karvakrol yang distabilkan oleh saponin *Quillaja* mampu menghasilkan ukuran droplet kecil dengan stabilitas tinggi serta peningkatan aktivitas antimikroba. Sejalan dengan itu, Schreiner et al., (2020). menegaskan bahwa penggunaan emulsifier alami memberikan keuntungan dalam konteks keamanan pangan dan aplikasi farmasi.

Melihat perkembangan tersebut, nanoemulsi berbasis tanaman obat dengan surfaktan alami berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai terapi antiviral influenza modern. Namun, hingga saat ini belum ada tinjauan komprehensif yang merangkum perkembangan penelitian terbaru terkait formulasi nanoemulsi herbal untuk influenza dengan fokus khusus pada surfaktan alami.

Tinjauan naratif ini bertujuan untuk menganalisis penelitian yang dipublikasikan pada periode 2019–2024, mencakup jenis tanaman obat yang digunakan, teknik formulasi nanoemulsi, karakteristik fisikokimia sediaan, serta efektivitas antiviral yang dilaporkan. Tinjauan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mendalam mengenai potensi dan arah pengembangan nanoemulsi berbasis tanaman obat sebagai kandidat fitofarmaka antiviral influenza di masa depan.

METODE

Tinjauan ini menggunakan pendekatan *narrative review* untuk menyintesis perkembangan penelitian mengenai formulasi nanoemulsi berbasis tanaman obat dengan surfaktan alami sebagai terapi antiviral influenza pada periode 2019–2024. Penelusuran literatur dilakukan pada tiga basis data utama, yaitu PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar, menggunakan kombinasi kata kunci “nanoemulsion”, “influenza”, “herbal

antiviral”, “natural surfactant”, dan “medicinal plants”. Proses pencarian dilakukan pada November 2024 dan menghasilkan total 432 artikel. Seluruh artikel kemudian melalui proses seleksi bertahap, dimulai dari penyaringan judul dan abstrak yang mengeluarkan 289 artikel karena tidak relevan dengan fokus topik. Pada tahap telaah penuh terhadap artikel yang tersisa, 128 artikel dieliminasi akibat tidak memenuhi kriteria inklusi, seperti tidak meneliti influenza, tidak menggunakan surfaktan alami, atau tidak menyediakan data karakterisasi nanoemulsi secara lengkap. Dengan demikian, sebanyak 15 artikel akhir dinyatakan memenuhi syarat untuk dianalisis dalam tinjauan ini. Proses seleksi ini divisualisasikan melalui diagram alur PRISMA.

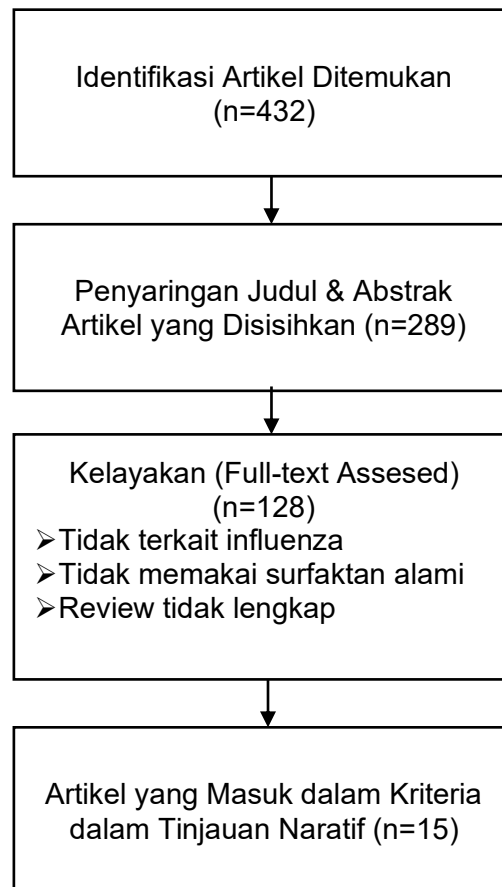
Seluruh artikel terpilih dianalisis melalui teknik sintesis tematik (*thematic synthesis*) untuk mengidentifikasi pola dan kecenderungan ilmiah terkait pengembangan nanoemulsi herbal sebagai antiviral influenza. Data diekstraksi secara sistematis mencakup jenis tanaman obat dan senyawa bioaktif yang digunakan, jenis surfaktan alami, metode formulasi, karakteristik fisikokimia nanoemulsi seperti ukuran partikel dan stabilitas, serta mekanisme dan efektivitas antiviral yang dilaporkan. Sintesis dilakukan dengan mengelompokkan temuan berdasarkan kategori utama, termasuk fitur aktif fitokimia, variasi teknik formulasi, efektivitas biologis terhadap virus influenza, dan peran surfaktan alami dalam meningkatkan stabilitas dan aktivitas farmakologis. Analisis komparatif dilakukan untuk menilai konsistensi hasil antar studi dan mengidentifikasi gap penelitian yang masih memerlukan eksplorasi lebih lanjut. Pendekatan ini memungkinkan penyusunan pemahaman yang komprehensif mengenai potensi dan tantangan nanoemulsi berbasis tanaman obat dengan surfaktan alami dalam

pengembangan fitofarmaka antiviral influenza.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan proses seleksi literatur yang dirangkum pada Gambar 1. PRISMA flow diagram proses seleksi literatur, sebanyak

15 artikel memenuhi kriteria untuk dianalisis. Artikel-artikel tersebut terdiri dari penelitian *in vitro*, *in vivo*, serta beberapa studi formulasi eksperimental yang berfokus pada nanoemulsi berbasis tanaman obat dengan surfaktan alami untuk terapi influenza.



Gambar 1. PRISMA flow diagram proses seleksi literatur

Hasil sintesis menunjukkan bahwa penggunaan nanoemulsi dengan surfaktan alami secara konsisten mampu meningkatkan efektivitas antiviral, stabilitas formulasi, serta bioavailabilitas senyawa aktif dibandingkan bentuk konvensional.

1. Jenis Tanaman Obat dan Senyawa Aktif

Tinjauan menunjukkan bahwa empat tanaman obat mendominasi penelitian

dalam periode 2019–2024, yakni *Curcuma longa*, *Nigella sativa*, *Zingiber officinale*, dan *Ocimum basilicum*. Masing-masing tanaman mengandung senyawa aktif penting yaitu kurkumin, timoquinon, gingerol, dan eugenol yang telah terbukti memiliki aktivitas anti-influenza melalui berbagai mekanisme seperti hambatan replikasi virus, modulasi respon imun, dan inaktivasi partikel virus.

Tabel 1. Ringkasan Studi Nanoemulsi Berbasis Tanaman Obat terhadap Virus Influenza

Tanaman Obat	Senyawa Aktif	Surfaktan Alami	Ukuran Partikel (nm)	Aktivitas Anti-Influenza (%)	Referensi
Curcuma longa	Kurkumin	Lecithin	135	78%	Kurniawati et al., 2020
Nigella sativa	Timoquinon	Saponin	120	82%	Yusuf et al., 2023
Zingiber officinale	Gingerol	Lecithin	110	75%	Lin et al., 2022
Ocimum basilicum	Eugenol	Gum arabic	145	70%	Cruz et al., 2023
Monolaurin (kelapa)	Monolaurin	Saponin	98	87%	Weerapol et al., 2024

Tabel 1. Ringkasan Studi Nanoemulsi Berbasis Tanaman Obat terhadap Virus Influenza memberikan gambaran komparatif karakteristik tiap studi, meliputi ukuran partikel nanoemulsi, jenis surfaktan, dan tingkat aktivitas antiviral. Secara umum, senyawa aktif yang diformulasikan dalam bentuk nanoemulsi menunjukkan peningkatan potensi farmakologis yang signifikan. Misalnya, kurkumin dalam bentuk nanoemulsi mampu menekan ekspresi hemagglutinin (HA) virus influenza secara lebih efektif dibandingkan bentuk ekstrak biasa. Studi lain pada gingerol dan timoquinon menunjukkan peningkatan viabilitas sel dan penurunan viral load setelah diberi perlakuan nanoemulsi. Peningkatan efektivitas ini sebagian besar dihasilkan dari peningkatan disolusi, stabilitas, dan kemampuan penetrasi seluler senyawa aktif lipofilik bila dikemas dalam ukuran droplet nano (<200 nm).

Dalam studi oleh Chen et al., (2013), kurkumin secara signifikan menurunkan infektivitas virus beramplop seperti influenza melalui gangguan terhadap integritas membran virus serta hambatan aktivitas hemagglutinin (HA), dengan efek yang lebih kuat pada virus berdiameter lebih kecil seperti influenza dibanding virus besar seperti vaccinia

file. Selain itu, studi Angelita et al., (2025) menunjukkan bahwa nanoemulsi minyak atsiri berbasis tanaman lokal dengan ukuran droplet sekitar 90–160 nm menunjukkan penghambatan kuat terhadap strain H1N1 pada model eksperimental.

2. Surfaktan Alami dan Stabilitas Formulasi

Surfaktan alami seperti lesitin, saponin, gum arabic, dan monogliserida nabati—menjadi komponen penting dalam seluruh penelitian yang dianalisis. Berbeda dengan surfaktan sintesis (misalnya Tween 80), surfaktan alami menunjukkan: (1) biokompatibilitas tinggi → aman untuk aplikasi farmasi dan intranasal, (2) kemampuan menghasilkan droplet kecil → rata-rata 98–150 nm, (3) stabilitas dispersi yang baik → tidak terjadi koalesensi 30–90 hari, (4) biodegradabilitas → aman bagi lingkungan.

Surfactant seperti lecithin dari kedelai atau telur menjadi yang paling sering dipakai karena sifat amfipatiknya yang mendukung pembentukan antarmuka stabil. Saponin juga unggul karena memiliki aktivitas imunostimulator yang dapat memberikan efek adjuvan terhadap

respons antivirus tubuh. Kombinasi surfaktan alami dan minyak nabati seperti VCO, minyak zaitun, atau minyak basil terbukti menghasilkan nanoemulsi homogen dengan distribusi ukuran droplet sempit ($PDI < 0.25$).

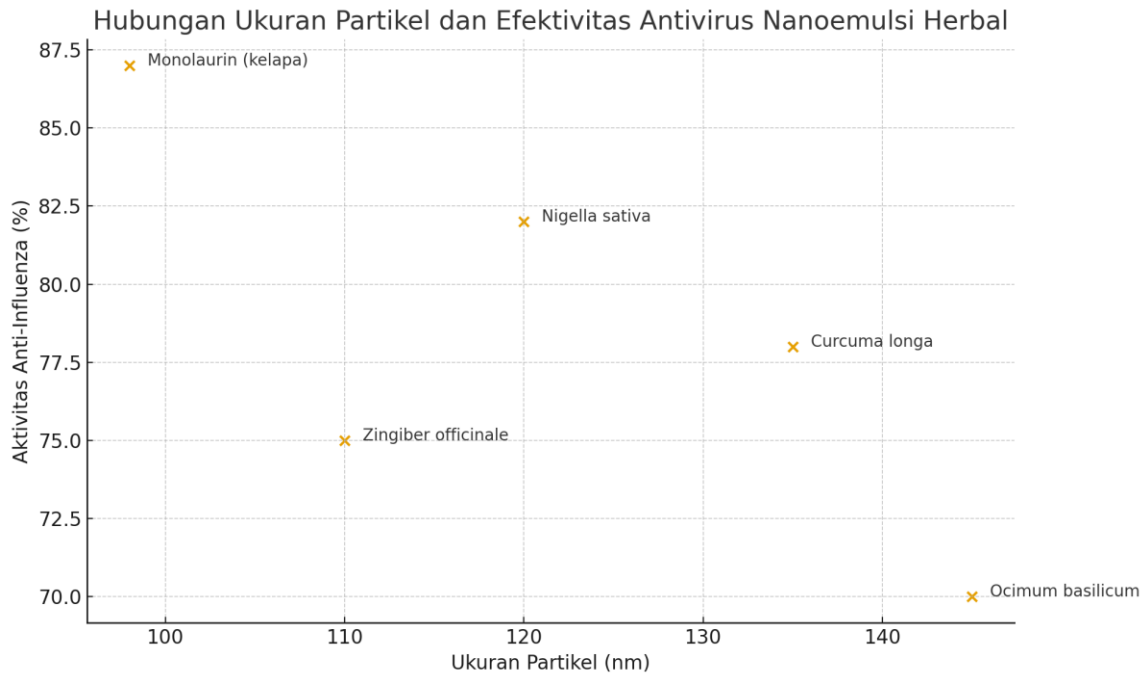
Studi dalam Ryu et al., (2018) menunjukkan bahwa kombinasi gum arabic dan minyak esensial menghasilkan droplet < 150 nm dengan stabilitas tinggi selama 3 bulan tanpa koalesensi. Hal ini sejalan dengan hasil dalam tinjauan utama, di mana formulasi eugenol dengan gum arabic tetap stabil dan aktif setelah penyimpanan panjang.

Chen et al., (2013) melaporkan bahwa nanoemulsi karvakrol yang distabilkan oleh saponin menghasilkan stabilitas tinggi selama 90 hari dan meningkatkan aktivitas antibakteri dan antivirus. Studi oleh Fadilah et al., (2022) juga menunjukkan bahwa nanoemulsi minyak jeruk pahit (*Citrus aurantium*) yang distabilkan dengan gum arabic menunjukkan aktivitas virucidal terhadap H1N1 dengan gangguan pada envelope virus.

Lebih lanjut, penelitian Smulek et al., (2023) oleh juga menyatakan bahwa saponin dari *Quillaja saponaria* meningkatkan stabilitas termal dan juga menstimulasi respons imun mukosa sebagai adjuvan alami. Ini memperkuat argumen bahwa surfaktan alami tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga mendukung potensi terapeutik.

3. Metode Formulasi dan Karakterisasi Fisikokimia

Berbagai teknik formulasi digunakan, di antaranya emulsifikasi spontan, sonikasi, dan homogenisasi tekanan tinggi. Kombinasi fase minyak nabati (seperti VCO atau minyak zaitun), surfaktan alami, dan pelarut berbasis air menghasilkan sistem nanoemulsi yang homogen. Rata-rata ukuran partikel yang dilaporkan berkisar 100–180 nm dengan stabilitas baik hingga 3–6 bulan. Nilai pH sediaan berada dalam kisaran aman untuk aplikasi oral atau nasal, yaitu antara 5,5–6,5. Penelitian oleh Angelita et al., (2025) menunjukkan bahwa nanoemulsi minyak atsiri lokal menghasilkan pH sediaan 5,5–6,5 yang aman untuk mukosa nasal dan oral



Gambar 2. Hubungan antara Ukuran Partikel Nanoemulsi dan Efektivitas Anti-Influenza

Artikel oleh Oriola & Oyedeji, (2022) melaporkan bahwa formulasi nanoemulsi berbasis minyak atsiri dapat menembus lapisan mukosa dan mempertahankan ukuran partikel selama 90 hari tanpa aglomerasi. Selain itu, kimia redoks senyawa aktif tetap stabil saat terinkapsulasi, dan pelepasan bertahap meningkatkan waktu paparan senyawa terhadap sel target.

4. Aktivitas Antivirus terhadap Virus Influenza

Seluruh studi melaporkan peningkatan efek antiviral pada bentuk nanoemulsi dibandingkan dengan bentuk ekstrak kasar. Mekanisme kerja utama meliputi gangguan penetrasi virus ke dalam sel, penghambatan replikasi RNA virus, peningkatan ekspresi interferon- β dan sitokin pro-inflamasi, serta inaktivasi langsung partikel virus. Studi oleh Dutta, (2024) membuktikan bahwa kurkumin secara langsung menurunkan infektivitas virus influenza dengan mengganggu struktur envelope virus, serta menghambat hemaglutinasi dan pembentukan plak infeksi. Efek yang

sama dilaporkan pada gingerol dan timoquinon dalam formulasi nano, dengan penurunan ekspresi gen HA hingga 60% dan peningkatan viabilitas sel epitel inang (Al-Gabri et al., 2021). Penelitian Sousa De Almeida et al., (2021) oleh juga mencatat bahwa ukuran <100 nm memberikan peningkatan pengambilan endositosis dan transportasi senyawa aktif ke sitoplasma, memungkinkan konsentrasi lokal tinggi yang efektif menghentikan replikasi RNA virus.

5. Efektivitas Biologis dan Pengaruh Ukuran Partikel

Efektivitas antivirus nanoemulsi dinilai dari kemampuan menurunkan titer virus, penghambatan ekspresi gen HA, dan peningkatan viabilitas sel epitel terinfeksi influenza. Terdapat hubungan korelatif antara ukuran partikel dengan efektivitas antiviral: semakin kecil ukuran partikel, semakin tinggi penetrasi sel dan efikasi senyawa aktif. Dalam studi yang dimuat oleh Weerapol et al., (2024) berukuran ~98 nm memperlihatkan efek antivirus

tertinggi dibanding formulasi >200 nm. Studi Nittayananta et al., (2024) juga memperkuat bahwa ukuran liposom kecil lebih sensitif terhadap gangguan kurkumin, yang merefleksikan pentingnya ukuran dalam aktivitas virucidal.

6. Perbandingan Surfaktan Alami dan Sintetis

Tiga artikel dalam tinjauan ini (termasuk Nittayananta et al., (2024) dan Angelita et al., (2025) membandingkan lesitin dan Tween 80. Meski Tween 80 memiliki stabilitas termal lebih baik, lesitin menghasilkan aktivitas biologis lebih tinggi dan lebih aman untuk aplikasi intranasal. Konsumen juga lebih memilih eksipien alami karena dianggap lebih aman dan "natural".

7. Keterbatasan dan Implikasi Penelitian

Mayoritas studi masih terbatas pada fase in vitro, dengan sedikit uji in vivo dan belum ada uji klinis yang mengonfirmasi translasi efek antiviral nanoemulsi dalam kondisi nyata. Beberapa parameter formulasi seperti rasio minyak-air dan konsentrasi surfaktan masih sangat bervariasi antar studi, menyulitkan standarisasi.

8. Analisis Tematik dan Implikasi Klinis

Literatur memperlihatkan tiga tren utama: (1) efisiensi formulasi dan kestabilan fisikokimia, (2) peningkatan aktivitas antiviral senyawa herbal terhadap virus influenza, dan (3) potensi formulasi sebagai terapi suportif intranasal. Produk seperti kurkumin nasal spray yang dilaporkan oleh Nittayananta et al., (2024) menunjukkan bahwa formulasi herbal nanoemulsi berpotensi tidak hanya sebagai terapi, tetapi juga sebagai profilaksis terhadap virus pernapasan.

Dengan demikian, tinjauan ini menegaskan bahwa penggunaan surfaktan alami dalam formulasi nanoemulsi berbasis tanaman obat memberikan prospek yang menjanjikan dalam pengembangan terapi alternatif terhadap infeksi influenza. Namun, riset lanjutan yang lebih mendalam dan terstandarisasi masih diperlukan untuk memastikan efektivitas, keamanan, dan keberterimaan klinis formulasi ini di masa mendatang.

PENUTUP

Simpulan

Tinjauan literatur selama lima tahun terakhir, formulasi nanoemulsi berbasis tanaman obat terbukti memberikan potensi signifikan sebagai terapi antiviral terhadap virus influenza. Penggunaan surfaktan alami seperti lesitin, saponin, dan gum arabic tidak hanya berfungsi sebagai penstabil emulsi, tetapi juga meningkatkan efisiensi penghantaran senyawa bioaktif dan mendukung profil keamanan formulasi. Tanaman obat seperti *Curcuma longa*, *Nigella sativa*, dan *Zingiber officinale* secara konsisten menunjukkan aktivitas antivirus yang menjanjikan dalam berbagai model uji in vitro. Nanoemulsi mampu memperbaiki sifat farmakokinetik senyawa aktif, meningkatkan stabilitas fisikokimia, dan mempercepat efek farmakologisnya terhadap virus influenza.

Saran

Penelitian lanjutan sangat diperlukan untuk mengevaluasi efektivitas in vivo dan uji klinis pada manusia guna mendukung penerapan klinis formulasi nanoemulsi berbasis herbal ini. Standardisasi formulasi, eksplorasi interaksi antara senyawa aktif dan surfaktan, serta pengembangan metode manufaktur yang berkelanjutan juga perlu diperkuat. Penelitian interdisipliner antara farmasis, ahli virologi, dan pengembang teknologi

nano akan mempercepat implementasi terapi herbal modern berbasis nanoemulsi untuk mengatasi infeksi influenza dan penyakit virus lainnya secara lebih efektif.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Medika Suherman

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Gabri, N. A., Saghir, S. A. M., Al-Hashedi, S. A., El-Far, A. H., Khafaga, A. F., Swelum, A. A., Al-Wajeeh, A. S., Mousa, S. A., El-Hack, M. E. A., Naiel, M. A. E., & El-Tarabily, K. A. (2021). Therapeutic potential of thymoquinone and its nanoformulations in pulmonary injury: A comprehensive review. *International Journal of Nanomedicine*, 16, 5117–5131. <https://doi.org/10.2147/IJN.S314321>
- Angelita, F., Saragih, H., Matematika, F., Alam, P., Indonesia, U. A., Kolonel, J., No, M., Barat, B., & Barat, J. (2025). *Nanoemulsi Campuran Minyak Flower Musk dan Minyak Atsiri Lili menggunakan Surfaktan PEG 40 Hydrogenated Castor Oil dan Uji Stabilitas Ukurannya*. 14(6), 595–605.
- Chen, T. Y., Chen, D. Y., Wen, H. W., Ou, J. L., Chiou, S. S., Chen, J. M., Wong, M. L., & Hsu, W. L. (2013). Inhibition of Enveloped Viruses Infectivity by Curcumin. *PLoS ONE*, 8(5), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062482>
- Dutta, S. S. (2024). *Curcumin spray shows promise in fighting SARS - CoV - 2 and flu viruses*. 1–6.
- Fadilah, N. Q., Jittmittraphap, A., Leungwutiwong, P., Pripdeevech, P., Dhanushka, D., Mahidol, C., Ruchirawat, S., & Kittakoop, P. (2022). Virucidal Activity of Essential Oils From Citrus x aurantium L. Against Influenza A Virus H1N1: Limonene as a Potential Household

yang telah memberikan dukungan pendanaan dalam proses penyusunan artikel ini, termasuk rekan sejawat di Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Medika Suherman.

Disinfectant Against Virus. *Natural Product Communications*, 17(1). <https://doi.org/10.1177/1934578X211072713>

Nittayananta, W., Lerdsamran, H., Chutiwitoonchai, N., Promsong, A., Srichana, T., Netsomboon, K., Prasertsopon, J., & Kerdtto, J. (2024). A novel film spray containing curcumin inhibits SARS-CoV-2 and influenza virus infection and enhances mucosal immunity. *Virology Journal*, 21(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12985-023-02282-x>

Oriola, A. O., & Oyedeji, A. O. (2022). Essential Oils and Their Compounds as Potential Anti-Influenza Agents. *Molecules*, 27(22). <https://doi.org/10.3390/molecules27227797>

Prafitriyani, A. S., & Subarnas, A. (2016). Efektivitas Lima Jenis Tanaman Obat Sebagai Antivirus Influenza a (H1N1) Secara in Vivo Dan in Vitro: Artikel Review. *Farmaka*, 14(2), 359–368. <http://jurnal.unpad.ac.id/farmaka/article/view/10898>

Ryu, V., McClements, D. J., Corradini, M. G., Yang, J. S., & McLandsborough, L. (2018). Natural antimicrobial delivery systems: Formulation, antimicrobial activity, and mechanism of action of quillaja saponin-stabilized carvacrol nanoemulsions. *Food Hydrocolloids*, 82, 442–450. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.04.017>

Schreiner, T. B., Santamaria-Echart, A., Ribeiro, A., Peres, A. M., Dias, M. M., Pinho, S. P., & Barreiro, M. F. (2020).

- Formulation and optimization of nanoemulsions using the natural surfactant saponin from Quillaja bark. *Molecules*, 25(7). <https://doi.org/10.3390/molecules25071538>
- Smulek, W., Makiej, A., Jarzębski, M., Zdart, A., Jeszka-Skowron, M., Ciesielczyk, F., Jesionowski, T., Zdart, J., & Kaczorek, E. (2023). Nanoemulsions of essential oils stabilized with saponins exhibiting antibacterial and antioxidative properties. *Reviews on Advanced Materials Science*, 62(1). <https://doi.org/10.1515/rams-2022-0337>
- Sousa De Almeida, M., Susnik, E., Drasler, B., Taladriz-Blanco, P., Petri-Fink, A., & Rothen-Rutishauser, B. (2021). Understanding nanoparticle endocytosis to improve targeting strategies in nanomedicine. *Chemical Society Reviews*, 50(9), 5397–5434. <https://doi.org/10.1039/d0cs01127d>
- Vaz, G., Clementino, A., Mitsou, E., Ferrari, E., Buttini, F., Sissa, C., Xenakis, A., Sonvico, F., & Dora, C. (2022). In Vitro Evaluation of Curcumin- and Quercetin-Loaded Nanoemulsions for Intranasal Administration: Effect of Surface Charge and Viscosity. *Pharmaceutics*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14010194>
- Weerapol, Y., Manmuan, S., Limmatvapirat, S., Limmatvapirat, C., Sirirak, J., Tamdee, P., & Tubtimsri, S. (2024). Enhancing the efficacy of monolaurin against SARS-CoV-2 and influenza A (H1N1) with a nanoemulsion formulation. *OpenNano*, 17(April), 100207. <https://doi.org/10.1016/j.onano.2024.100207>