

Narrative Review: Inovasi ekstrak daun senduduk dalam sediaan nanoemulsi sebagai bahan baku obat

Annajim Daskar¹, Debby Heldayani²

¹Program Studi Profesi Apoteker Fakultas Kesehatan Universitas Aisyah
Pringsewu

²Program Studi Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Aisyah
Pringsewu

*Corresponding Author : nazim.21700@gmail.com

ABSTRAK

Daun senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) merupakan tanaman obat yang mengandung senyawa bioaktif, seperti flavonoid, tanin, saponin, dan senyawa fenolik yang berpotensi sebagai antioksidan, antiinflamasi, dan antibakteri. Namun, pemanfaatannya sebagai bahan baku obat masih menghadapi kendala berupa rendahnya kelarutan, stabilitas, dan bioavailabilitas senyawa aktif. Teknologi nanoemulsi merupakan salah satu sistem penghantaran obat yang dapat meningkatkan karakteristik tersebut melalui pembentukan droplet berukuran nano. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan menganalisis artikel ilmiah mengenai formulasi, karakterisasi, dan aktivitas biologis nanoemulsi ekstrak daun. Data dianalisis secara deskriptif melalui sintesis hasil penelitian. Kajian menunjukkan bahwa formulasi nanoemulsi umumnya menggunakan Virgin Coconut Oil (VCO) sebagai fase minyak, Tween 80 sebagai surfaktan, serta PEG 400 sebagai ko-surfaktan dengan metode ultrasonikasi atau homogenisasi. Nanoemulsi yang dihasilkan memiliki ukuran partikel pada skala nanometer, stabilitas fisik yang baik, serta mampu meningkatkan kelarutan, bioavailabilitas, penetrasi, dan pelepasan senyawa aktif dibandingkan ekstrak konvensional. Selain itu, berbagai penelitian melaporkan peningkatan aktivitas farmakologis, seperti antioksidan, antibakteri, antihiperglikemia, dan fotoprotektif setelah ekstrak diformulasikan dalam bentuk nanoemulsi. Teknologi nanoemulsi berpotensi menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan mutu dan efektivitas ekstrak daun senduduk sebagai bahan baku obat. Meskipun demikian, penelitian eksperimental secara langsung terhadap nanoemulsi ekstrak daun senduduk masih diperlukan untuk mengonfirmasi karakteristik fisik, stabilitas, keamanan, dan aktivitas biologinya.

Kata kunci: *Melastoma malabathricum* L., daun senduduk, nanoemulsi, bahan baku obat.

ABSTRACT

Senduduk leaves (Melastoma malabathricum L.) are a medicinal plant containing bioactive compounds, such as flavonoids, tannins, saponins and phenolic compounds, which have potential antioxidant, anti-inflammatory and antibacterial properties. However, their use as a raw material

for medicines still faces challenges in the form of low solubility, stability and bioavailability of the active compounds. Nanoemulsion technology is a drug delivery system that can improve these characteristics through the formation of nanoscale droplets. This study employed a literature review approach, analysing scientific articles on the formulation, characterisation and biological activity of nanoemulsions of the leaf extract. The data were analysed descriptively through a synthesis of the research findings. The review indicates that nanoemulsion formulations generally utilise Virgin Coconut Oil (VCO) as the oil phase, Tween 80 as the surfactant, and PEG 400 as the co-surfactant, using ultrasonication or homogenisation methods. The resulting nanoemulsions have particle sizes on the nanometre scale, good physical stability, and are capable of enhancing the solubility, bioavailability, penetration and release of active compounds compared to conventional extracts. Furthermore, various studies have reported an increase in pharmacological activity—such as antioxidant, antibacterial, antihyperglycaemic and photoprotective effects—after the extract has been formulated as a nanoemulsion. Nanoemulsion technology has the potential to be an effective strategy for enhancing.

Keywords: *Melastoma malabathricum L., senduduk leaves, nanoemulsion, pharmaceutical raw material.*

1 PENDAHULUAN

Daun senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) merupakan anggota famili Melastomataceae yang tersebar luas di kawasan Asia Tenggara, termasuk Indonesia. Secara empiris, daun senduduk telah digunakan untuk mengatasi diare, luka, perdarahan, disentri, nyeri, infeksi, dan gangguan saluran pencernaan. Berbagai penelitian juga melaporkan bahwa tanaman ini memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antibakteri, antidiabetes, antikanker, serta mempercepat proses penyembuhan luka (Halim et al., 2022; Joffry et al., 2012; Kalita et al., 2023; Low et al., 2021).

Aktivitas farmakologis daun senduduk berkaitan erat dengan kandungan metabolit sekundernya, antara lain flavonoid, tanin, saponin, fenolik, antosianin, quercetin, kaempferol, asam galat, dan ellagic acid. Senyawa-senyawa tersebut diketahui berperan sebagai antioksidan yang mampu menangkal radikal bebas, menghambat proses inflamasi, serta memberikan aktivitas antimikroba melalui berbagai mekanisme molekuler (Joffry et al., 2012; Kalita et al., 2023). Selain itu, kandungan flavonoid dan senyawa fenolik juga berkontribusi terhadap aktivitas penyembuhan luka melalui stimulasi proliferasi fibroblas, pembentukan kolagen, dan percepatan regenerasi jaringan (Low et

al., 2021).

Manfaat ekstrak daun senduduk sebagai bahan baku obat masih menghadapi beberapa kendala. Sebagian besar senyawa bioaktif yang terkandung di dalam ekstrak tanaman memiliki kelarutan yang rendah, mudah mengalami degradasi akibat paparan cahaya, oksigen, maupun suhu, serta memiliki bioavailabilitas yang rendah karena keterbatasan absorpsi dan penetrasi ke jaringan target (Gupta et al., 2016; McClements, 2012). Kondisi tersebut menyebabkan efektivitas terapeutik ekstrak tanaman sering kali belum optimal sehingga diperlukan suatu sistem penghantaran obat yang mampu meningkatkan stabilitas, kelarutan, dan bioavailabilitas senyawa aktif.

Salah satu teknologi yang berkembang pesat dalam bidang farmasi adalah nanoemulsi. Nanoemulsi merupakan sistem dispersi minyak dalam air (*oil in water*) atau air dalam minyak (*water in oil*) dengan ukuran droplet berkisar 20–200 nm. Ukuran partikel yang sangat kecil memberikan luas permukaan yang lebih besar sehingga mampu meningkatkan kelarutan, stabilitas, penetrasi membran biologis, serta efisiensi pelepasan senyawa aktif. Selain itu, nanoemulsi memiliki stabilitas kinetik yang baik, tampilan yang jernih atau translusen, serta

mampu melindungi senyawa aktif dari degradasi selama proses penyimpanan (Gupta et al., 2016; McClements, 2012; Solans & Solé, 2012; Tadros et al., 2004).

Aini et al. (2022) melalui kajian literatur menyimpulkan bahwa Tween 80 merupakan surfaktan yang paling banyak digunakan dalam formulasi nanoemulsi ekstrak daun karena mampu menghasilkan sistem yang stabil dengan ukuran partikel kecil. Penelitian Das et al. (2020) berhasil menghasilkan nanoemulsi kombinasi tiga ekstrak daun herbal dengan ukuran partikel rata-rata sekitar 28,72 nm yang menunjukkan stabilitas tinggi dan potensi penghantaran obat yang lebih efektif. Keberhasilan formulasi nanoemulsi dipengaruhi oleh pemilihan komponen penyusunnya. Virgin Coconut Oil (VCO) banyak digunakan sebagai fase minyak karena memiliki stabilitas oksidatif yang baik dan mampu melarutkan senyawa lipofilik. Tween 80 berperan sebagai surfaktan nonionik dengan nilai *hydrophilic-lipophilic balance* (HLB) yang tinggi sehingga efektif membentuk nanoemulsi tipe *oil in water*, sedangkan PEG 400 berfungsi sebagai ko-surfaktan yang membantu menurunkan tegangan antarmuka dan meningkatkan kestabilan sistem (Annisa et al., 2018; Gupta et al., 2016; Solans & Solé, 2012).

Penelitian mengenai nanoemulsi ekstrak tanaman telah berkembang pesat, akan tetapi penelitian yang secara khusus mengkaji formulasi nanoemulsi ekstrak daun senduduk masih sangat terbatas. Daun senduduk memiliki kandungan flavonoid dan senyawa fenolik yang tinggi serta telah terbukti memiliki berbagai aktivitas farmakologis yang berpotensi dikembangkan menjadi sediaan farmasi modern. Kesenjangan penelitian ini menunjukkan perlunya kajian ilmiah yang mengintegrasikan hasil-hasil penelitian terdahulu mengenai nanoemulsi ekstrak daun sebagai dasar pengembangan nanoemulsi ekstrak daun senduduk.

Berdasarkan uraian tersebut, artikel

literature review ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan penelitian mengenai formulasi dan karakterisasi nanoemulsi ekstrak daun, mengevaluasi komponen formulasi yang paling efektif, serta mengidentifikasi potensi penerapan teknologi nanoemulsi pada ekstrak daun senduduk sebagai bahan baku obat. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi landasan ilmiah bagi penelitian eksperimental selanjutnya dalam pengembangan nanoemulsi ekstrak daun senduduk yang memiliki stabilitas, bioavailabilitas, dan efektivitas terapeutik yang lebih baik.

2 METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kepustakaan (*literature review*) dengan pendekatan deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mensintesis hasil-hasil penelitian mengenai inovasi formulasi nanoemulsi ekstrak daun sebagai bahan baku obat, serta mengevaluasi potensi penerapannya pada ekstrak daun senduduk (*Melastoma malabathricum* L.). Proses penyusunan artikel mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020* untuk meningkatkan transparansi dalam proses identifikasi, seleksi, dan sintesis literatur (Page et al., 2021). Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari artikel ilmiah nasional dan internasional yang dipublikasikan pada periode 2002–2025. Literatur diperoleh melalui penelusuran pada beberapa basis data ilmiah, antara lain *Google Scholar*, *PubMed*, *ScienceDirect*, *Crossref*, *SpringerLink*, dan *DOAJ*.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kajian literatur menunjukkan bahwa nanoemulsi mampu menghasilkan ukuran droplet kurang dari 200 nm, distribusi partikel yang homogen, stabilitas fisik yang baik, serta meningkatkan pelepasan dan

bioavailabilitas senyawa aktif dibandingkan ekstrak konvensional. Formulasi yang paling sering digunakan terdiri atas Virgin Coconut Oil (VCO) sebagai fase minyak, Tween 80 sebagai surfaktan, PEG 400 sebagai ko-surfaktan, dengan metode ultrasonikasi atau

homogenisasi berkecepatan tinggi. Penelitian nanoemulsi pada berbagai tanaman telah berkembang, akan tetapi belum ditemukan penelitian yang secara khusus mengembangkan nanoemulsi ekstrak daun senduduk sehingga masih terbuka peluang penelitian lebih lanjut.

Tabel 1. Hasil Studi Penelitian Nanoemulsi

No	Penulis	Penelitian	Metode	Hasil Utama	Keterkaitan
1	Aini et al. (2022)	Nanoemulsi ekstrak tanaman	Literature review	Nanoemulsi meningkatkan stabilitas dan bioavailabilitas senyawa aktif; Tween 80 merupakan surfaktan yang paling banyak digunakan.	Mendukung pemilihan komponen formulasi nanoemulsi.
2	Das et al. (2020)	Nanoemulsi multiekstrak herbal	Eksperimental	Menghasilkan ukuran partikel $\pm 28,72$ nm dengan stabilitas yang baik.	Menunjukkan keberhasilan formulasi nanoemulsi multiekstrak.
3	Joffry et al. (2012)	Fitokimia dan farmakologi daun senduduk	Review	Daun senduduk mengandung flavonoid, tanin, saponin, dan fenolik dengan aktivitas antioksidan, antiinflamasi, serta antibakteri.	Dasar ilmiah pemanfaatan daun senduduk sebagai bahan aktif.
4	Low et al. (2021)	Bioaktivitas daun senduduk	Review	Memiliki aktivitas antioksidan, antibakteri, antidiabetes, dan penyembuhan luka.	Menguatkan potensi farmakologis daun senduduk.
5	Kalita et al. (2023)	Fitokimia <i>Melastoma malabathricum</i>	Review	Flavonoid dan fenolik merupakan senyawa dominan yang bertanggung jawab terhadap aktivitas biologis.	Menjelaskan kandidat senyawa aktif yang akan diformulasikan dalam nanoemulsi.
6	Zakaria et al.	Aktivitas analgesik daun senduduk	In vivo	Ekstrak menunjukkan aktivitas analgesik yang signifikan.	Mendukung potensi farmakologi daun senduduk.
7	Zakaria et al.	Aktivitas antiinflamasi	In vivo	Ekstrak menghambat mediator inflamasi dan	Mendukung pemanfaatan

No	Penulis	Penelitian	Metode	Hasil Utama	Keterkaitan
		daun senduduk		menurunkan respons inflamasi.	sebagai agen antiinflamasi.
8	Zakaria et al.	Aktivitas penyembuhan luka daun senduduk	In vivo	Mempercepat penutupan luka dan pembentukan kolagen.	Menjadi dasar pengembangan sediaan topikal berbasis nanoemulsi.
9	Susanti et al.	Senyawa antibakteri daun senduduk	Review	Senyawa bioaktif berpotensi menghambat bakteri resisten.	Mendukung pengembangan nanoemulsi sebagai sistem penghantaran antibakteri.
10	Vega et al.	Aktivitas antioksidan daun senduduk	Systematic review	Menjelaskan mekanisme penurunan ROS oleh flavonoid dan fenolik.	Mendukung mekanisme kerja antioksidan daun senduduk.
11	Halim et al. (2022)	Aktivitas farmakologi daun senduduk	Review	Memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antidiabetes, hepatoprotektif, dan antibakteri.	Menguatkan potensi farmakologis tanaman.
12	Kalita & Maiti	Farmakognosi dan farmakologi daun senduduk	Review	Menjelaskan karakteristik fitokimia dan aktivitas biologis tanaman.	Menjadi dasar identifikasi bahan baku herbal.
13	Aslam et al.	Fitokimia dan aktivitas biologis daun senduduk	Review	Memperbarui informasi mengenai kandungan metabolit dan aktivitas biologis.	Menguatkan landasan teoritis penelitian.
14	McClements (2012)	Konsep nanoemulsi	Review	Nanoemulsi memiliki ukuran droplet 20–200 nm dengan stabilitas dan bioavailabilitas lebih baik dibanding emulsi konvensional.	Menjadi dasar teori karakteristik nanoemulsi.
15	Gupta et al. (2016)	Pembentukan dan aplikasi nanoemulsi	Review	Nanoemulsi meningkatkan stabilitas, pelepasan, penetrasi, dan bioavailabilitas senyawa	Menjadi dasar teori sistem penghantaran obat berbasis

No	Penulis	Penelitian	Metode	Hasil Utama	Keterkaitan
				aktif.	nanoemulsi.

Daun senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) diketahui mengandung flavonoid, tanin, saponin, fenolik, antosianin, triterpenoid, dan steroid yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antibakteri, antidiabetes, serta penyembuhan luka. Namun, sebagian besar senyawa aktif tersebut memiliki kelarutan rendah dan mudah mengalami degradasi sehingga bioavailabilitasnya terbatas. Teknologi nanoemulsi berpotensi mengatasi keterbatasan tersebut melalui peningkatan kelarutan, stabilitas, dan penetrasi senyawa aktif ke jaringan target.

Nanoemulsi merupakan sistem dispersi minyak dan air dengan ukuran droplet sekitar 20–200 nm yang mampu meningkatkan luas permukaan kontak sehingga memperbaiki kelarutan, absorpsi, dan bioavailabilitas senyawa aktif. Dibandingkan emulsi konvensional, nanoemulsi memiliki stabilitas kinetik yang lebih baik dan mampu meningkatkan efektivitas farmakologis berbagai ekstrak tanaman. Hasil penelitian pada ekstrak kenikir, sambiloto, sirsak, dan tapak dara menunjukkan adanya peningkatan aktivitas biologis setelah diformulasikan dalam bentuk nanoemulsi. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan serupa berpotensi diterapkan pada ekstrak daun senduduk.

Kajian literatur menunjukkan bahwa kombinasi VCO, Tween 80, dan PEG 400 merupakan formulasi yang paling

banyak digunakan karena mampu menghasilkan nanoemulsi yang stabil dengan ukuran partikel kecil. Metode ultrasonikasi juga menjadi teknik formulasi yang paling efektif dalam menghasilkan distribusi droplet yang homogen. Kombinasi tersebut diperkirakan sesuai untuk ekstrak daun senduduk karena mampu melindungi senyawa flavonoid dan fenolik dari degradasi serta meningkatkan absorpsi senyawa aktif.

Parameter karakterisasi yang paling banyak digunakan meliputi ukuran partikel, indeks polidispersitas (PDI), zeta potensial, pH, viskositas, stabilitas fisik, dan uji pelepasan senyawa aktif. Nanoemulsi yang baik umumnya memiliki ukuran droplet kurang dari 200 nm dengan distribusi partikel homogen dan stabilitas fisik yang baik. Parameter tersebut menjadi indikator mutu yang penting dalam pengembangan nanoemulsi ekstrak daun senduduk.

Daun senduduk memiliki potensi besar sebagai bahan baku obat karena kandungan metabolit sekundernya yang tinggi. Namun, hingga saat ini belum terdapat penelitian yang secara khusus mengembangkan nanoemulsi ekstrak daun senduduk. Penelitian selanjutnya perlu difokuskan pada optimasi formulasi menggunakan pendekatan *Design of Experiments* (DoE) atau *Response Surface Methodology* (RSM), disertai evaluasi karakteristik fisik, uji pelepasan, stabilitas, serta aktivitas farmakologi secara *in vitro* maupun *in vivo*. Dengan

demikian, nanoemulsi ekstrak daun senduduk berpotensi menjadi sistem penghantaran obat berbasis bahan alam yang lebih efektif dan memiliki bioavailabilitas lebih tinggi dibandingkan ekstrak konvensional.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *review* mengenai daun senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) serta teknologi nanoemulsi, dapat disimpulkan bahwa teknologi nanoemulsi merupakan salah satu sistem penghantaran obat yang efektif dalam meningkatkan kualitas ekstrak tanaman sebagai bahan baku obat. Penggunaan fase minyak Virgin Coconut Oil (VCO), surfaktan Tween 80, dan ko-surfaktan PEG 400, yang dikombinasikan dengan metode ultrasonikasi atau homogenisasi berkecepatan tinggi, terbukti mampu menghasilkan nanoemulsi dengan karakteristik fisik yang baik, meliputi ukuran partikel pada skala nanometer, distribusi ukuran partikel yang homogen, stabilitas fisik yang tinggi, serta kemampuan pelepasan senyawa aktif yang lebih baik dibandingkan ekstrak konvensional.

Hasil kajian juga menunjukkan bahwa penerapan teknologi nanoemulsi pada berbagai ekstrak daun, seperti daun kenikir, sambiloto, sirsak, tapak dara, dan jambu biji, mampu meningkatkan bioavailabilitas serta aktivitas biologis, termasuk aktivitas antioksidan, antibakteri, antihiperglikemia, dan fotoprotektif. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa nanoemulsi dapat menjadi strategi formulasi yang menjanjikan untuk mengatasi keterbatasan ekstrak bahan alam, terutama terkait rendahnya kelarutan, stabilitas, dan absorpsi senyawa aktif.

Daun senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder, seperti flavonoid, tanin, saponin, dan senyawa fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antibakteri, antidiabetes, dan penyembuhan luka. Meskipun demikian, hingga saat ini penelitian yang secara khusus mengembangkan nanoemulsi ekstrak daun senduduk masih sangat terbatas. Berdasarkan kesamaan karakteristik fitokimia dengan berbagai tanaman yang telah berhasil diformulasikan dalam bentuk nanoemulsi, ekstrak daun senduduk memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan sebagai bahan baku obat berbasis teknologi nano.

5 DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Wijayatri, R., & Pribadi, P. (2022). Nanoemulsion characteristics preparations ethanol leaf extracts in various plants: Literature review. *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*.
- Annisa, R., Muti'ah, R., Maimunah, S., et al. (2018). Preparation and characterization of marigolds (*Cosmos caudatus* L.) leaf extract-loaded nanoemulsion: Physicochemical properties and in-vitro release activities of nanoemulsion system using virgin coconut oil (VCO). *Pharmaciana*, 8(3).
- Das, S., Murugavel, K., Karpagavel, L., et al. (2020). A study to formulate the synthesis and characterization of tri-herbal leaf extracts nanoemulsion. *Annals of Tropical Medicine and Public Health*.
- Gupta, A., Eral, H. B., Hatton, T. A., &

- Doyle, P. S. (2016). Nanoemulsions: Formation, properties and applications. *Soft Matter*, 12(11), 2826–2841.
- Halim, S., Angela, T., Florenly, & Rusip, G. (2022). *A review pharmacological activities of Melastoma malabathricum*. *Teikyo Medical Journal*, 45(8), 1–9.
- Hardestyariki, D., Al Rasyid, R. S., & Apriani, E. F. (2024). Sambiloto leaves (*Andrographis paniculata* (Burm.f.) Wall. ex Nees) nanoemulsion preparations: Optimization of Tween 80 and PEG-400 concentrations as photoprotective agents. *Journal of Research in Pharmacy*.
- Joffry, S. M., Yob, N. J., Rofiee, M. S., Affandi, M. M. R. M., Suhaili, Z., Othman, F., Akim, A. M., Desa, M. N. M., & Zakaria, Z. A. (2012). *Melastoma malabathricum* (L.) Smith ethnomedicinal uses, chemical constituents, and pharmacological properties: A review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, Article 258434.
- Kalita, D., Das, B., & Sharma, H. K. (2023). Phytochemical and bioactive potentialities of *Melastoma malabathricum*. In *Recent Frontiers of Phytochemicals: Applications in Food, Pharmacy, Cosmetics, and Biotechnology* (pp. 601–615). Elsevier.
- Li'ibaadatillaah, Z. (2017). *Pengaruh konsentrasi ekstrak daun kenikir (Cosmos caudatus L.) terhadap karakteristik dan pelepasan senyawa aktif pada sistem nanoemulsi menggunakan fase minyak Virgin Coconut Oil (VCO)* (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Magelang.
- Low, J. S., Mak, K. K., Pichika, M. R., Marappan, P., Zhang, S., Jiampanichkul, A., et al. (2021). *Melastoma malabathricum* L.: A review of its traditional uses, phytochemical constituents and bioactivities. *Journal of Global Trends in Pharmaceutical Sciences*, 12(2), 9257–9274.
- Mariadi, Prasetyo, B. E., Adela, H., et al. (2019). Formulation and characterization of nanoemulsion of tread leave ethanol extract (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) as antihyperglycemic. *Indonesian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 2(2).
- McClements, D. J. (2012). Nanoemulsions versus microemulsions: Terminology, differences, and similarities. *Soft Matter*, 8(6), 1719–1729.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71.
- Shafa, A. Z., & Fitri, N. (2023). Formulasi sediaan nanoemulsi ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) sebagai bahan aktif pembuatan serum antioksidan. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 8(2).
- Shakeel, F., Baboota, S., Ahuja, A., Ali, J., Aqil, M., & Shafiq, S. (2007). Nanoemulsions as vehicles for

transdermal delivery of aceclofenac.
AAPS PharmSciTech, 8(4), E104.

Singh, M., Naga Aparna, T., Vasanthi, S., et al. (2024). Enhancement and evaluation of soursop (*Annona muricata* L.) leaf extract in nanoemulgel: A comprehensive study investigating its optimized formulation and anti-acne potential against *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus aureus*, and *Staphylococcus epidermidis* bacteria. Zenodo.

Solans, C., & Solé, I. (2012). Nano-emulsions: Formation by low-energy methods. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 17(5), 246–254.

Tadros, T., Izquierdo, P., Esquena, J., & Solans, C. (2004). Formation and stability of nano-emulsions. *Advances in Colloid and Interface Science*, 108–109, 303–318.

Vega, N., Amin, A., & Riastrí, A. (2026). *Melastoma malabathricum* as a natural antioxidant modulator: A systematic review of its molecular mechanisms in reducing reactive oxygen species. *Farmasains: Jurnal Farmasi dan Ilmu Kesehatan*, 11(1), 115–129.

Yang, M. (2002). *Nano Qiyeshen'an preparation medicine and preparation method* (Patent).

excellent activity of flavonoid from *Moringa oleifera* leaves. *LWT - Food Science and Technology*, 184, 115021.