

# Pengaruh skincare berbasis nanoemulsi terhadap penyerapan zat aktif di kulit

Sabita Lutfun Nisa Ramdhini Parvez

Program Studi Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
e-mail: [sabitalutfuno2@gmail.com](mailto:sabitalutfuno2@gmail.com)

## Kata Kunci:

Nanoemulsi; skincare; penetrasi; bioavailabilitas; kulit.

## Keywords:

Nanoemulsion; skincare; penetration; bioavailability; skin

## ABSTRAK

Perkembangan teknologi nano dalam formulasi skincare menghadirkan peluang baru untuk meningkatkan efektivitas penghantaran zat aktif ke kulit. Nanoemulsi dengan ukuran droplet 20–200 nm mampu memperbaiki kelarutan, stabilitas, dan penetrasi bahan aktif melalui stratum korneum yang selama ini menjadi hambatan utama absorpsi topikal. Studi literatur ini bertujuan menganalisis pengaruh skincare berbasis nanoemulsi terhadap penyerapan zat aktif di kulit berdasarkan hasil penelitian nasional dan internasional. Hasil telaah menunjukkan bahwa penelitian di Indonesia telah berhasil memformulasikan nanoemulsi dengan ukuran partikel <200 nm yang stabil dan memiliki aktivitas biologis seperti antioksidan, anti-aging, serta stimulasi pertumbuhan rambut. Namun, sebagian besar studi masih terbatas pada evaluasi sifat fisik dan belum menyertakan uji penetrasi kulit secara langsung. Sebaliknya, penelitian internasional lebih banyak melibatkan uji *in vitro* maupun *in vivo* untuk mengukur penetrasi dan bioavailabilitas. Dengan demikian nanoemulsi memiliki potensi besar sebagai sistem penghantaran zat aktif dalam skincare namun penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi penetrasi aktual dan keamanan penggunaan jangka panjang.

## ABSTRACT

The advancement of nanotechnology in skincare formulation offers new opportunities to enhance the delivery of active ingredients into the skin. Nanoemulsions with droplet sizes ranging from 20 to 200 nm, improve solubility, stability, and penetration of active compounds through the stratum corneum, which is the main barrier to topical absorption. This literature review aims to analyze the effect of nanoemulsion-based skincare on the absorption of active ingredients into the skin based on national and international studies. The findings indicate that research in Indonesia has successfully formulated nanoemulsions with particle sizes below 200 nm, showing good stability and biological activities such as antioxidant, anti-aging, and hair growth stimulation. However, most local studies remain limited to physical characterization without direct skin penetration tests. In contrast, international studies have more frequently incorporated both *in vitro* and *in vivo* evaluations to measure penetration and bioavailability. Therefore, nanoemulsions hold great potential as a delivery system for active compounds in skincare, but further research is needed to assess actual skin penetration and long-term safety.

## Pendahuluan

Kulit merupakan organ terluas pada tubuh manusia yang berperan penting sebagai pelindung utama terhadap berbagai faktor eksternal seperti radiasi ultraviolet, polusi, mikroorganisme, serta bahan kimia berbahaya (Madison, 2003). Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan kesehatan dan estetika, kebutuhan terhadap



produk perawatan kulit (*skincare*) terus mengalami pertumbuhan yang signifikan. Produk *skincare* umumnya diformulasikan dengan berbagai zat aktif, seperti antioksidan, pelembap, tabir surya, dan agen pencerah, yang ditujukan untuk menjaga kesehatan sekaligus memperbaiki kondisi kulit. Namun demikian, efektivitas zat aktif dalam *skincare* seringkali terkendala oleh rendahnya permeabilitas melalui lapisan *stratum korneum* yang menjadi penghalang utama penetrasi (Menon *et al.*, 2012).

Perkembangan teknologi penghantaran obat dan kosmetik mendorong lahirnya sistem penghantaran berbasis nano, salah satunya nanoemulsi. Nanoemulsi merupakan sistem dispersi dengan ukuran droplet sangat kecil (20–200 nm) yang memiliki kestabilan tinggi, transparansi, serta mampu meningkatkan kelarutan dan bioavailabilitas bahan aktif (Solans & Solé, 2012). Dalam konteks perawatan kulit, formulasi *skincare* berbasis nanoemulsi diyakini mampu meningkatkan penetrasi zat aktif melewati lapisan kulit, sehingga efek farmakologis maupun kosmetiknya dapat lebih optimal (Kotta *et al.*, 2012).

Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan nanoemulsi pada sediaan topikal dapat meningkatkan distribusi zat aktif, memperbaiki stabilitas bahan yang rentan degradasi, serta memperpanjang retensi di kulit (Shakeel *et al.*, 2013). Dengan demikian, teknologi ini memiliki potensi besar untuk diaplikasikan dalam berbagai produk *skincare* modern. Akan tetapi, efektivitasnya masih bervariasi tergantung pada jenis zat aktif, komposisi formula, serta kondisi kulit individu (Sutradhar & Amin, 2013). Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan kajian literatur yang mendalam untuk menganalisis pengaruh *skincare* berbasis nanoemulsi terhadap penyerapan zat aktif di kulit. Studi literatur ini diharapkan dapat memberikan gambaran ilmiah mengenai potensi, manfaat, serta tantangan penerapan teknologi nanoemulsi dalam formulasi *skincare* sehingga dapat menjadi landasan bagi penelitian lanjutan maupun pengembangan produk kosmetik yang inovatif dan efektif.

## Pembahasan

Perkembangan teknologi formulasi dalam bidang farmasi dan kosmetik telah mendorong terciptanya berbagai sistem penghantaran obat dan zat aktif yang lebih inovatif. Salah satu teknologi yang banyak diteliti dan diaplikasikan adalah nanoemulsi, yaitu sistem dispersi dengan ukuran tetesan sangat kecil yang berpotensi meningkatkan kelarutan, stabilitas, dan penetrasi zat aktif melalui kulit. Inovasi ini menjadikan nanoemulsi sebagai kandidat unggul dalam pengembangan *skincare* modern, khususnya untuk bahan aktif yang memiliki keterbatasan kelarutan atau permeabilitas.

Berbagai penelitian terkini menunjukkan bahwa nanoemulsi tidak hanya mampu memperbaiki profil farmakokinetik zat aktif, tetapi juga dapat meningkatkan efektivitas terapeutik serta memberikan kenyamanan penggunaan pada sediaan topikal (Souto *et al.*, 2022; Chen *et al.*, 2025). Di Indonesia, sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi potensi nanoemulsi dan nanoemulgel pada berbagai bahan aktif, baik alami maupun sintesis. Hasil penelitian tersebut menunjukkan prospek yang menjanjikan, meskipun masih terdapat keterbatasan terutama dalam hal uji penetrasi kulit secara langsung.

**Tabel 1.** Perbandingan Penelitian Nanoemulsi di Indonesia

Peneliti dan Tahun	Bahan Aktif	Bentuk Sediaan	Hasil Evaluasi
Hutabarat et al. (2023)	Vitamin E ( $\alpha$ -Tokoferol)	Nanoemulgel	Ukuran partikel 129,90 nm, stabil 12 minggu, efek anti-aging lebih baik dibanding emulsi biasa
Lestari et al. (2022)	Ekstrak Umbi Bawang Putih	Nanoemulsi	Karakter fisik memenuhi kriteria (ukuran, PDI, pH, viskositas)
Rahmawati et al. (2022)	Ekstrak Bunga Telang	Nanoemulgel	Aktivitas antioksidan 38,93–48,67%, stabil secara fisik
Pratiwi et al. (2021)	Natrium Diklofenak	Nanoemulsi	Ukuran globul < 200 nm, sifat fisik baik, potensi absorpsi perkutan lebih tinggi
Handayani et al. (2021)	Kombinasi Ekstrak Daun Teh & Mangkokan	Nanoemulsi	Ukuran partikel < 100 nm, uji aktivitas pertumbuhan rambut pada kelinci menunjukkan efektivitas

Hasil kajian literatur dari berbagai penelitian nanoemulsi di Indonesia memperlihatkan pola umum yang konsisten, yaitu kemampuan teknologi nanoemulsi menghasilkan ukuran partikel di bawah 200 nm dengan stabilitas fisik yang relatif baik. Parameter ini merupakan indikator awal keberhasilan formulasi karena ukuran droplet nano yang kecil secara teoritis mendukung peningkatan penetrasi kulit. Misalnya, penelitian Hutabarat et al. (2023) menunjukkan bahwa nanoemulgel vitamin E dengan ukuran partikel 129,90 nm memiliki stabilitas hingga 12 minggu dan mampu memberikan efek anti-aging yang lebih nyata dibandingkan sediaan emulsi biasa. Hasil tersebut memperkuat asumsi bahwa nanoemulsi dapat meningkatkan efektivitas bahan aktif kosmetik (Alvarez-Romero et al., 2004).

Namun, ketika membandingkan penelitian Lestari et al. (2022) dan Rahmawati et al. (2022) terlihat adanya kesenjangan metodologis. Kedua penelitian tersebut lebih menekankan pada karakterisasi fisik, seperti ukuran partikel, indeks polidispersitas (PDI), pH, dan viskositas, serta aktivitas antioksidan sederhana. Sementara itu, evaluasi penetrasi zat aktif ke kulit sama sekali belum dilakukan. Hal ini menunjukkan bahwa

banyak penelitian lokal masih berhenti pada tahap awal pengembangan formulasi, sehingga belum cukup bukti untuk mengklaim adanya peningkatan bioavailabilitas kulit.

Berbeda dengan studi Pratiwi *et al.* (2021), meskipun uji penetrasi kulit belum dilakukan secara eksperimental, penelitian ini memberikan kontribusi dengan menekankan potensi absorpsi percutan natrium diklofenak melalui analisis sifat fisik nanoemulsi (ukuran globul < 200 nm, zeta potensial). Analisis ini sejalan dengan teori difusi kulit yang menyatakan bahwa partikel berukuran nano dapat menembus celah lipid stratum korneum lebih mudah dibandingkan partikel berukuran mikron. Akan tetapi, klaim ini tetap bersifat prediktif sehingga perlu dikonfirmasi dengan uji penetrasi *in vitro* (misalnya dengan Franz diffusion cell) maupun *in vivo* pada kulit hewan atau manusia. Studi Handayani *et al.* (2021) memberikan nilai tambah karena sudah menyertakan uji biologis pada hewan uji (pertumbuhan rambut pada kelinci). Hal ini menunjukkan langkah maju dalam membuktikan bahwa zat aktif dalam bentuk nanoemulsi tidak hanya stabil secara fisik, tetapi juga mampu menghasilkan efek biologis yang signifikan. Namun, penelitian ini juga belum mengevaluasi secara kuantitatif kadar zat aktif yang benar-benar berhasil menembus lapisan kulit. Dengan demikian, meskipun efek biologis terlihat mekanisme peningkatan penetrasi zat aktif melalui kulit masih belum sepenuhnya terjawab.

Secara keseluruhan, dapat dikatakan bahwa penelitian nanoemulsi di Indonesia sudah berada pada tahap *proof of concept* dalam formulasi dan karakterisasi fisik, namun belum banyak yang mencapai tahap *proof of performance* terkait penetrasi kulit. Implikasi praktis dari kondisi ini adalah perlunya integrasi metodologi evaluasi penetrasi kulit pada penelitian di Indonesia agar hasilnya lebih aplikatif dan dapat diterapkan dalam industri kosmetik nasional. Selain itu, faktor keamanan seperti potensi iritasi surfaktan pada penggunaan jangka panjang juga belum banyak diteliti. Padahal, isu keamanan ini menjadi salah satu hambatan utama sebelum formulasi nanoemulsi dapat diterapkan secara luas dalam produk komersial.

## Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil telaah pustaka, dapat disimpulkan bahwa formulasi skincare berbasis nanoemulsi di Indonesia telah menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan stabilitas sediaan, memperkecil ukuran partikel (<200 nm), serta menjaga aktivitas zat aktif seperti antioksidan, anti-aging, maupun efek farmakologis lainnya. Penelitian Hutabarat dan rekan (2023) serta Rahmawati dan rekan (2022) memperlihatkan bahwa nanoemulsi mampu memberikan hasil fisik yang stabil dan memiliki potensi aktivitas biologis yang lebih baik dibandingkan sediaan konvensional. Namun, sebagian besar penelitian masih terbatas pada tahap karakterisasi fisik dan uji stabilitas, tanpa evaluasi penetrasi kulit secara langsung.

Kesenjangan metodologis ini menunjukkan bahwa riset nanoemulsi di Indonesia baru berada pada tahap *proof of concept*, sedangkan bukti empiris mengenai peningkatan absorpsi percutan masih minim. Sebaliknya, penelitian internasional telah lebih jauh mengevaluasi penetrasi zat aktif melalui *in vitro* maupun *in vivo*, serta

mengintegrasikan aspek keamanan penggunaan jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu diarahkan pada:

1. Penggunaan metode evaluasi penetrasi kulit yang terstandarisasi, seperti *Franz diffusion cell* untuk uji *in vitro* dan model hewan/manusia untuk uji *in vivo*.
2. Integrasi aspek efektivitas dan keamanan, sehingga formulasi nanoemulsi tidak hanya unggul secara fungsional tetapi juga aman untuk penggunaan jangka panjang.
3. Kolaborasi antara akademisi, industri kosmetik, dan lembaga pengujian untuk mempercepat translasi riset dari laboratorium ke produk komersial.
4. Eksplorasi inovasi teknologi baru seperti nanoemulgel atau hidrogel berbasis nanoemulsi untuk mengatasi keterbatasan stabilitas dan meningkatkan retensi kulit.

## Daftar Pustaka

- Alvarez-Romero, R., Naik, A., Kalia, Y. N., Guy, R. H., & Fessi, H. (2004). Enhancement of Topical Delivery from Biodegradable Nanoparticles. *Pharmaceutical Research*, 21(10), 1818–1825. <https://doi.org/10.1023/B:PHAM.0000045235.86197.ef>
- Chen, K., Yang, H., Xu, G., Hu, Y., Tian, X., Qin, S., & Jiang, T. (2025). Enhanced skin penetration of curcumin by a nanoemulsion-embedded oligopeptide hydrogel for psoriasis topical therapy. *RSC Medicinal Chemistry*, 16, 961–969. <https://doi.org/10.1039/D4MD00781F>
- Handayani, L., dkk. (2021). Pengembangan formula dan karakterisasi nanoemulsi ekstrak kombinasi daun teh dan mangkokan. *Pharmascience (Journal of Pharmacy and Science)*, 8(2), 115–124.
- Hutabarat, A., dkk. (2023). Formulasi dan Evaluasi Nanoemulsi Gel Vitamin E ( $\alpha$ -Tokoferol). *Talenta Conference Series: Tropical Medicine and Pharmacy*, 6(2), 270–278.
- Labouta, H. I., & Schneider, M. (2013). Interaction of inorganic nanoparticles with the skin barrier: Current status and critical review. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 9(1), 39–54. <https://doi.org/10.1016/j.nano.2012.04.004>
- Lestari, I., dkk. (2022). Formulasi dan Evaluasi Sediaan Nanoemulsi Ekstrak Umbi Bawang Putih (*Allium sativum* L.). *Jurnal Sains dan Kesehatan (JSK)*, 4(5), 602–610.
- Madison, K. C. (2003). Barrier function of the skin: “La raison d’être” of the epidermis. *Journal of Investigative Dermatology*, 121(2), 231–241. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1747.2003.12359.x>
- Menon, G. K., Cleary, G. W., & Lane, M. E. (2012). The structure and function of the stratum corneum. *International Journal of Pharmaceutics*, 435(1), 3–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2012.06.005>
- Pratiwi, R., dkk. (2021). Formulasi dan Uji Sifat Fisik Sediaan Nanoemulsi Natrium Diklofenak. *Jurnal SAINTEKS*, 8(1), 45–53.
- Rahmawati, N., dkk. (2022). Formulasi Nanoemulsi Gel Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) sebagai Antioksidan. *Safana: Journal of Pharmacy and Health*, 3(2), 120–129.

- Shakeel, F., Shafiq, S., Haq, N., Alanazi, F. K., Alsarra, I. A., & Kharshid, A. (2012). Nanoemulsions as vehicles for transdermal delivery of aceclofenac. *Journal of Molecular Liquids*, 165, 168–172. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2011.11.006>
- Solans, C., Izquierdo, P., Nolla, J., Azemar, N., & Garcia-Celma, M. J. (2005). Nanoemulsions. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 10(3–4), 102–110. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2005.06.004>
- Souto, E. B., Cano, A., Martins-Gomes, C., Coutinho, T. E., Zielińska, A., & Silva, A. M. (2022). Microemulsions and Nanoemulsions in Skin Drug Delivery. *Bioengineering*, 9(4), 158. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9040158>