



Strategi Optimasi *Self Nanoemulsifying Drug Delivery System* (SNEDDS) Menggunakan *Simplex Lattice Design* untuk Meningkatkan Karakteristik Fisikokimia: Artikel Tinjauan

Triana Anggraini^{1*}, Afriyani², Atri Sri Ulandari³, Zulpakor Oktoba⁴

¹⁻⁴Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Indonesia

*Penulis Korespondensi; triaanaadamara@gmail.com

Abstract. *The Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) is a drug delivery system developed to enhance the solubility and bioavailability of lipophilic compounds. Optimization of SNEDDS formulation is an essential step to obtain a stable and efficient system, one of which can be achieved using the Simplex Lattice Design (SLD) method that mathematically determines the optimal composition of oil, surfactant, and co-surfactant. This study employed a narrative review approach by collecting literature from Google Scholar, ScienceDirect, and NCBI databases using the keywords “SNEDDS AND simplex lattice design AND optimization AND physicochemical” within the publication range of 2016-2025. Based on the literature screening, five relevant articles met the inclusion and exclusion criteria. The review results showed that the application of the SLD method consistently produced formulations with droplet sizes of 16-200 nm, PDI <0.3, zeta potential values ranging from -31 to -61 mV, emulsification time between 8-47 seconds, and %transmittance of 95-98%, indicating a stable and homogeneous system. SLD has proven effective in optimizing SNEDDS formulations as it can reduce research time and cost while improving efficiency and system stability. Therefore, this method has great potential to be applied in the development of lipid-based drug delivery systems to enhance the physicochemical characteristics and bioavailability of lipophilic drugs.*

Keywords: *Bioavailability; Nanoemulsion; Optimization; Simplex Lattice Design; SNEDDS.*

Abstrak. *Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) merupakan sistem penghantaran obat yang dikembangkan untuk meningkatkan kelarutan dan bioavailabilitas senyawa lipofilik. Optimasi formulasi SNEDDS menjadi tahap penting untuk memperoleh sistem yang stabil dan efisien, salah satunya metode Simplex Lattice Design (SLD) yang mampu menentukan komposisi optimum dari minyak, surfaktan dan ko-surfaktan secara matematis. Penelitian ini menggunakan pendekatan narrative review dengan menelusuri literatur dari basis data Google Scholar, ScienceDirect, dan NCBI menggunakan kata kunci “SNEDDS AND simplex lattice design AND optimization AND physicochemical” pada rentang tahun 2016-2025. Berdasarkan hasil penelusuran diperoleh lima artikel yang relevan dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Hasil telaah menunjukkan bahwa penerapan metode SLD secara konsisten menghasilkan formulasi dengan ukuran droplet 16-200 nm, PDI <0.3 dan potensial zeta -31 hingga -61 mV, waktu emulsifikasi 8-47 detik, dan %transmitansi 95-98% menandakan sistem stabil dan homogen. SLD terbukti efektif mengoptimalkan formulasi SNEDDS karena mampu menghemat waktu dan biaya penelitian serta meningkatkan efisiensi dan kestabilan sistem. Dengan demikian, metode ini berpotensi diterapkan dalam pengembangan sediaan obat berbasis lipid untuk meningkatkan karakteristik fisikokimia dan bioavailabilitas obat lipofilik.*

Kata kunci: Bioavailabilitas; Desain Kisi Simpleks; Nanoemulsi; Optimasi; SNEDDS.

1. LATAR BELAKANG

Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) merupakan salah satu sistem penghantaran nanoemulsi yang menjadi salah satu pendekatan efektif dalam meningkatkan kelarutan senyawa yang sukar larut air (Kusumawati *et al.*, 2024). Kelarutan obat dalam air merupakan aspek penting yang memengaruhi kecepatan disolusi obat. Obat yang memiliki kelarutan rendah atau sukar larut cenderung lebih sulit melewati proses absorpsi, karena tubuh hanya dapat menyerap obat yang sudah terlarut secara molekuler (Sultan *et al.*, 2019). Untuk mengatasi permasalahan ini, SNEDDS memanfaatkan campuran antara minyak, surfaktan dan

ko-surfaktan yang dapat menghasilkan nanoemulsi secara spontan ketika bercampur dengan cairan tubuh atau media berair yang disertai dengan pengadukan ringan, sehingga meningkatkan luas permukaan dispersi dan penyerapan obat serta mampu meningkatkan bioavailabilitas zat aktif secara oral (Kusumawati *et al.*, 2024).

Keberhasilan dalam formulasi SNEDDS sangat dipengaruhi oleh pemilihan proporsi komponen minyak, surfaktan dan ko-surfaktan. Variasi komposisi dari campuran SNEDDS dapat menunjukkan hasil karakteristik fisikokimia yang berbeda-beda, seperti waktu emulsifikasi, %transmitansi, ukuran partikel, *polydispersity index* (PDI), dan potensial zeta serta stabilitas fisik sediaan (Daniasta Setyawan & Imba, 2025). Sehingga, proses optimasi formula merupakan tahap penting untuk menunjang keberhasilan dalam formulasi SNEDDS agar menghasilkan sifat fisikokimia yang baik.

Pendekatan optimasi yang banyak digunakan dalam formulasi SNEDDS yaitu *Simplex Lattice Design* (SLD), merupakan salah satu metode *mixture design* yang digunakan dengan bantuan perangkat lunak *Design Expert*. Pendekatan ini dirancang untuk menentukan komposisi optimum dari suatu campuran yang sesuai untuk formulasi SNEDDS karena semua komponen utamanya merupakan campuran yang mempengaruhi respon formulasi (Akbar *et al.*, 2021). Hasil dari pengujian ini mampu menganalisis titik paling optimum yang akan divisualisasikan dalam bentuk *plot contour* yang akan menunjukkan hubungan antara komposisi serta respon yang dihasilkan (Sopyan *et al.*, 2022). Respon yang dihasilkan SNEDDS meliputi waktu emulsifikasi, %transmitansi, ukuran partikel, *polydispersity index* (PDI) dan potensial zeta (Kuncahyo *et al.*, 2019). Penerapan *Simplex Lattice Design* dalam optimasi formulasi lebih efisien dibandingkan dengan *trial-and-error* karena mampu meminimalkan jumlah percobaan sekaligus meningkatkan efisiensi waktu serta biaya penelitian (Akbar *et al.*, 2021).

Berdasarkan uraian diatas, kajian komprehensif mengenai penggunaan *Simplex Lattice Design* dalam berbagai penelitian optimasi SNEDDS masih terbatas. Sebagian besar *review* yang tersedia masih berfokus pada nanoemulsi secara umum. Oleh karena itu, masih diperlukan adanya artikel khusus yang membahas penerapan *Simplex Lattice Design* dalam optimasi sediaan nanoemulsi dalam bentuk sistem penghantaran obat yaitu SNEDDS. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan keunggulan dan keterbatasan, serta merangkum penelitian terdahulu yang telah menggunakan metode ini dalam sediaan SNEEDS.

2. KAJIAN TEORITIS

Self Nano Emulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) merupakan salah satu sistem penghantaran obat yang dikembangkan dalam bentuk campuran isotropik antara minyak, surfaktan dan ko-surfaktan. Sistem ini dapat membentuk nanoemulsi minyak dalam air secara spontan ketika bercampur dengan cairan gastrointestinal. Hal ini terjadi karena surfaktan dan ko-surfaktan memiliki kemampuan menurunkan tegangan antarmuka, sehingga droplet yang terbentuk berukuran kecil yang biasanya kurang dari 200 nanometer (Salawi, 2022). Dalam formulasi SNEDDS terdiri dari beberapa komponen utama yaitu minyak sebagai pembawa bahan aktif, serta surfaktan dan ko-surfaktan yang berperan penting memperkecil ukuran partikel, membantu proses pembentukan emulsi dan menjaga kestabilan obat. Variasi komposisi minyak, surfaktan dan ko-surfaktan sangat mempengaruhi SNEDDS yang dihasilkan, hal ini dapat diamati melalui beberapa parameter, antara lain ukuran partikel, %transmitansi, waktu emulsifikasi, nilai potensial zeta dan PDI. Keunggulan utama dalam sistem penghantaran ini yaitu meningkatkan bioavailabilitas obat yang diberikan secara oral, memperluas permukaan absorpsi di saluran cerna, serta menjaga kestabilan obat (Kusumawati *et al.*, 2024). Oleh karena itu, proses optimasi formulasi SNEDDS menjadi tahap penting untuk memperoleh sistem yang stabil, homogen dan efektif dalam meningkatkan bioavailabilitas obat.

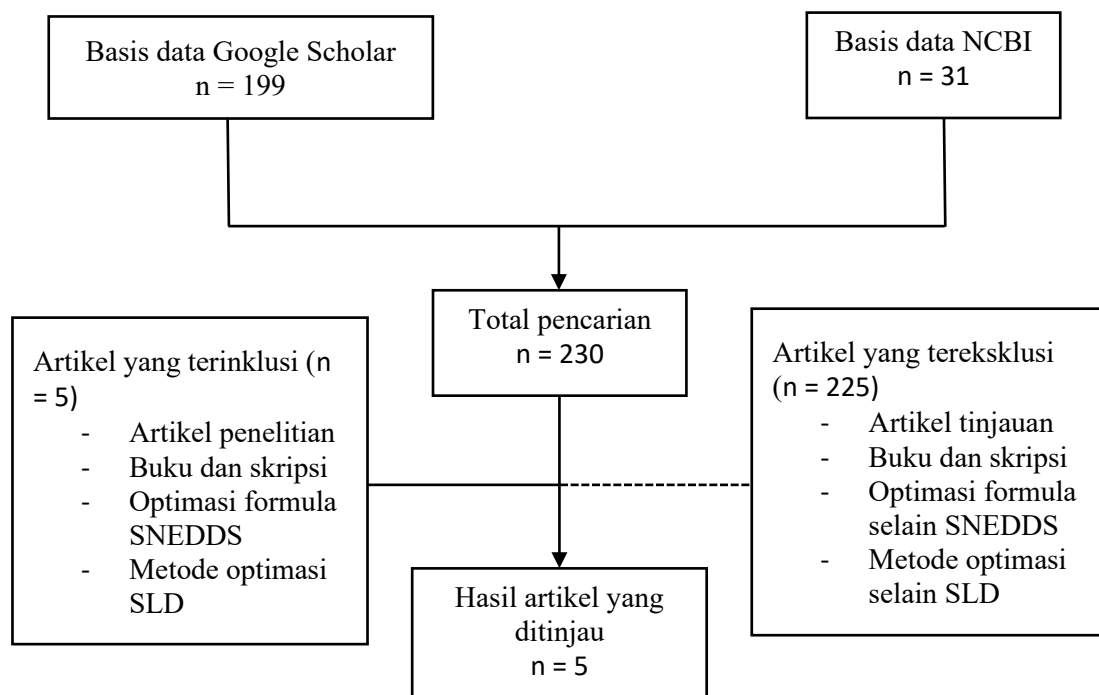
Simplex Lattice Design merupakan metode *statistic* berbasis *mixture design* yang dijalankan oleh perangkat lunak *Design Expert* (Akbar *et al.*, 2021). SLD dapat digunakan untuk menganalisis efek proporsi komponen campuran terhadap respon formulasi karena pendekatan ini sangat sensitif terhadap perubahan komposisi, sehingga efektif digunakan untuk mencari formulasi yang paling optimal (Sopyan *et al.*, 2022). Optimasi tersebut dilakukan dengan mengamati masing-masing variabel bebas terhadap respon utama, yang selanjutnya hasil akan divisualisasikan dengan model matematis, grafik permukaan respon tiga dimensi, dan persamaan polynomial (Akbar *et al.*, 2021). Kelebihan utama dari SLD yaitu dapat mengoptimalkan formulasi dengan jumlah percobaan yang relatif sedikit, sehingga hal ini dapat meningkatkan efisiensi waktu dan biaya penelitian (Akbar *et al.*, n.d.).

Beberapa penelitian terbaru telah memanfaatkan *Simplex Lattice Design* sebagai pendekatan dalam optimasi SNEDDS. Misalnya seperti yang dilaporkan Oza *et al.* (2020) dan Indrati *et al.* (2020) penggunaan SLD untuk optimasi SNEDDS rosuvastatin kalsium berhasil memperoleh ukuran partikel <50 nm, dengan PDI rendah serta stabilitas fisik yang baik. Temuan ini menunjukkan bahwa *Simplex Lattice Design* merupakan salah satu pendekatan yang efektif dan efisien dalam optimasi formulasi SNEDDS.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini disusun menggunakan pendekatan *narrative review* dengan menelusuri berbagai literatur yang relevan yaitu melalui basis data online seperti Google Scholar, ScienceDirect dan NCBI. Artikel yang relevan ditemukan dengan menggunakan kombinasi kata kunci “SNEDDS AND *simplex lattice design* AND *optimization* AND *physicochemical*” dan merupakan artikel yang diterbitkan dalam kurun waktu 2016 hingga 2025, yang selanjutnya diseleksi berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya.

Kriteria inklusi dalam telaah ini mencakup artikel yang ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris, tersedia dalam bentuk *full text*, serta memuat pembahasan optimasi formula SNEEDS dengan menggunakan metode *Simplex Lattice Design*. Sedangkan kriteria eksklusi meliputi optimasi formula selain SNEDDS dan metode optimasi selain *Simplex Lattice Design*. Dari hasil penelusuran awal ditemukan sekitar 230 artikel yang kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi sehingga didapatkan hasil akhir 5 artikel yang dianggap relevan dan menjadi dasar analisis pada penelitian ini sebagaimana ditampilkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Metode Pencarian Artikel Ilmiah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Optimasi	Bahan Aktif	Komponen SNEDDS	Parameter dan Hasil Uji	Referensi
<i>Simplex Lattice Design</i>	Ekstrak Jinten Hitam	Minyak ikan hiu cucut botol, Croduret 50 SS:Tween 80, PEG 400	Ukuran Partikel 16.3 nm PDI 0.202 Potensial zeta - 43.5 mV	(Beandrade, 2018)
<i>Simplex Lattice Design</i>	Andrographolide	Capryol-90, Cremophor RH 40.	Waktu Emulsifikasi 1.21÷0.03 menit Ukuran Partikel 44.02÷0.67 nm Potensial zeta -40.63÷0.76 mV	(Indrati <i>et al.</i> , 2020)
<i>Simplex Lattice Design</i>	Ekstrak Daun Kirinyuh	Olive oil, Tween 80, PEG 400	Waktu Emulsifikasi 36÷2 detik %Transmitansi 97.6÷0.41% Ukuran partikel 200 nm PDI 0.38	(Fitriah <i>et al.</i> , 2023)
<i>Simplex Lattice Design</i>	Ekstrak Daun Kejibeling	Virgin coconut oil, tween 80, PEG 400	Waktu Emulsifikasi 47.12 detik %Transmitansi 98.95% Ukuran Partikel 11 nm PDI 0.167 Potensial zeta - 31.2 mV	(Ratnasari <i>et al.</i> , 2022)
<i>Simplex Lattice Design</i>	Etil-p-metoksisinamat (EPMS)	Virgin coconut oil, cremophor RH 40, propylene glycol	Waktu Emulsifikasi 8.33 detik %Transmitansi 95.43% Ukuran partikel 30.16 nm PDI 0.160 Potensial zeta -61.03 mV	(Choironi <i>et al.</i> , 2022)

Hasil telaah dari lima penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode *Simplex Lattice Design* (SLD) secara konsisten menghasilkan formulasi *Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System* (SNEDDS) dengan karakteristik fisikokimia yang optimal. Secara umum, ukuran droplet yang diperoleh berkisar antara 16-200 nm, menunjukkan bahwa hasil tersebut masuk dalam rentang nanoemulsi yaitu antara 20-200 nm (Gunjan *et al.*, 2021). Ukuran droplet yang kecil ini mencerminkan keberhasilan proses optimasi karena semakin kecil partikel maka akan semakin besar luas permukaan nanoemulsi sehingga akan meningkatkan disolusi obat dan bioavailabilitas obat (Kusumawati *et al.*, 2024). Dalam kelima studi, kombinasi surfaktan dan ko-surfaktan memiliki peran penting dalam menurunkan tegangan antarmuka antara fase air dan minyak karena mempunyai partisi diantara kedua fase tersebut, sehingga akan mempengaruhi ukuran partikel. Semakin kecil ukuran partikel maka akan semakin menghasilkan sistem yang jernih serta stabil (Sahumena & Suryani, 2023).

Perbedaan ukuran partikel pada setiap penelitian sebagian besar dipengaruhi oleh variasi jenis surfaktan dan ko-surfaktan terhadap fase minyak (Kusumawati *et al.*, 2024). Studi yang menggunakan surfaktan non-ionik seperti Tween 80 atau Cremophor RH40 umumnya menghasilkan ukuran droplet yang lebih kecil bila dibandingkan dengan surfaktan ionik. Hal ini sejalan dengan teori yang mengatakan bahwa surfaktan non-ionik memiliki kemampuan membentuk film antarmuka yang lebih fleksibel, sehingga kemampuannya dalam menurunkan tegangan permukaan lebih besar (Kotsi *et al.*, 2023). Selain itu, penambahan ko-surfaktan memiliki peran penting untuk mendukung kerja dari surfaktan yaitu membantu menurunkan tegangan antarmuka. Komponen ini dapat membantu memperkuat interaksi antar molekul surfaktan sehingga mampu membentuk lapisan antarmuka yang lebih stabil (Kusumawati *et al.*, 2024).

Parameter lain yang juga penting dalam evaluasi SNEDDS adalah *Polydispersity Index* (PDI). Nilai PDI yang diperoleh dari berbagai studi berada pada kisaran 0.16-0.38 yang menunjukkan distribusi ukuran partikel relatif homogen. Hal ini sejalan dengan teori yang menyebutkan bahwa PDI yang <0.3 merupakan nilai PDI sistem berbasis lipid yang memiliki dispersi partikel homogen, sedangkan nilai >0.7 menunjukkan heterogenitas dan potensi agregasi (Reddy & Gubbiyappa, 2022). Nilai PDI yang rendah menunjukkan keberhasilan *Simplex Lattice Design* dalam mengatur proporsi komponen untuk menghasilkan sistem yang stabil secara kinetik. Hal ini juga sesuai dengan teori rancangan yang mengatakan bahwa pendekatan SLD memungkinkan identifikasi hubungan matematis antar komponen sehingga respon formulasi dapat diprediksi secara akurat tanpa perlu melakukan banyak percobaan (Akbar *et al.*, 2021).

Hasil dari kelima studi juga memperlihatkan nilai potensial zeta yang cukup bervariasi, yaitu antara -31 hingga -61 mV yang menunjukkan sistem memiliki stabilitas elektrostatis yang baik. Nilai potensial zeta yang ideal berada pada kisaran ± 30 mV, sebab muatan listrik pada rentang tersebut mampu menghasilkan gaya tolak-menolak yang cukup kuat antarpartikel sehingga dapat mencegah terjadinya penggumpalan atau flokulasi, sehingga sediaan tetap stabil (Putri *et al.*, 2021). Selain itu, dari beberapa studi juga didukung oleh hasil uji waktu emulsifikasi yang cepat berkisar 8-47 detik, secara teoritis tampilan jernih yang terjadi dalam waktu <1 menit menunjukkan bahwa SNEDDS terbentuk dengan baik dan mampu membentuk sistem emulsi secara spontan ketika kontak dengan media berair (Andriyani *et al.*, 2024). Hasil %transmitansi menunjukkan rentang 95-98%, nilai transmitansi yang lebih dari 90%, menunjukkan bahwa hasil nanoemulsi memiliki tingkat kejernihan dan dispersi yang lebih baik (Andriyani *et al.*, 2024).

Secara keseluruhan, hasil telaah literatur ini menunjukkan bahwa metode *Simplex Lattice Design* memberikan keuntungan nyata dalam optimasi SNEDDS. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi kombinasi minyak, surfaktan dan ko-surfaktan yang menghasilkan karakteristik fisikokimia terbaik dengan jumlah percobaan yang minimal (Akbar *et al.*, 2021). Temuan dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa SLD bukan hanya mempercepat proses optimasi, tetapi juga meningkatkan *reproducibilitas* formulasi serta *prediktabilitas* respon. Sehingga, penggunaan metode ini sangat relevan digunakan dalam pengembangan sistem penghantaran obat berbasis lipid untuk meningkatkan kelarutan serta bioavailabilitas senyawa lipofilik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil telaah yang dilakukan, metode *Simplex Lattice Design* (SLD) terbukti efektif dalam mengoptimalkan formulasi *Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System* (SNEDDS) untuk memperoleh karakteristik fisikokimia yang baik. Formulasi yang dioptimasi umumnya menghasilkan ukuran partikel kecil berkisar 16-120 nm, nilai PDI <0.3 dan potensial zeta -31 sampai -61 mV yang menandakan sistem stabil dan homogen. Dengan demikian, penerapan SLD mampu meningkatkan efisiensi optimasi dan menghasilkan SNEDDS yang stabil, jernih serta berpotensi meningkatkan bioavailabilitas obat lipofilik.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas penerapan metode *Simplex Lattice Design* pada berbagai jenis bahan aktif lipofilik lainnya serta melakukan uji stabilitas jangka panjang dan *in vivo*. Hal ini penting untuk memastikan bahwa hasil optimasi secara

eksperimental benar-benar meningkatkan efektivitas dan bioavailabilitas pada kondisi fisiologis sebenarnya.

DAFTAR REFERENSI

- Akbar, D. N., Nugroho, K. A., & Martono, S. (2021). Optimization of SNEDDS formulation by simplex lattice design and Box–Behnken design. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 8(1). <https://doi.org/10.52434/jfb.v13i1.1216>
- Andriyani, N., Nurahmanto, D., & Sari, O. R. K. (2024). Optimasi Tween 80 dan PEG 400 dalam self-nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS). *Self e-Journal Pustaka Kesehatan*, 12(2). <https://doi.org/10.33474/jki.v12i2.20866>
- Beandrade, M. U. (2018). Formulasi dan karakterisasi SNEDDS ekstrak jinten hitam (*Nigella sativa*) dengan fase minyak ikan hiu cucut botol (*Centrophorus* sp.) serta uji aktivitas imunostimulan. *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 3(1), 50. <https://doi.org/10.20961/jpscr.v3i1.15506>
- Choironi, N. A., Pudyastuti, B., Gumelar, G., Fareza, M. S., Wijaya, T. H., & Setyono, J. (2022). Optimasi formula self-nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS) etil-p-metoksisinamat (EPMS). *Alchemy: Jurnal Penelitian Kimia*, 18(2), 205–213. <https://doi.org/10.20961/alchemy.18.2.56847.205-213>
- Fitriah, W. O. I., Pratama, Z. A. P., Andriani, R., Fauziah, R., & Isrul, M. (2023). Optimasi dan karakterisasi self-nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS) ekstrak etanol daun kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.). *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 9(2), 383–395. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v9i2.397>
- Indrati, O., Martien, R., Rohman, A., & Nugroho, A. K. (2020). Application of simplex lattice design on the optimization of andrographolide self-nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS). *Indonesian Journal of Pharmacy*, 31(2), 124–130. <https://doi.org/10.14499/indonesianjpharm31iss2pp124>
- Kotsi, K., Dong, T., Kobayashi, T., McRobbie, I., Striolo, A., & Angeli, P. (2023). Synergistic effects between a non-ionic and an anionic surfactant on the micellization process and adsorption at liquid–air surfaces. *Soft Matter*, 20(3), 523–534.
- Kuncahyo, I., Choiri, S., Fudholi, A., Martien, R., & Rohman, A. (2019). Assessment of fractional factorial design for the selection and screening of appropriate components of a self-nanoemulsifying drug delivery system formulation. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 9(4), 609–618. <https://doi.org/10.15171/apb.2019.070>
- Kusumawati, M. A., Iswandi, I., & Kuncahyo, I. (2024). Optimization and characterization of self nano-emulsifying drug delivery system (SNEDDS) of curcumin with D-optimal mixture design method. *East Asian Journal of Multidisciplinary Research*, 3(11), 5115–5132. <https://doi.org/10.55927/eajmr.v3i11.12051>
- Malode, G. P., Ande, S. N., Chavhan, S. A., Bartare, S. A., Malode, L. L., Manwar, J. V., & Bakal, R. L. (2021). A critical review on nanoemulsion: Advantages, techniques, and characterization. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 11(3), 462–473. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.11.3.0431>
- Putri Az-Zahra, A., Wijayanti, F. T., Ramadhanti, L., & Faizal, A. (2021). Formulation and evaluation of fish oil nanoemulsion using sonication method. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*.

- Ratnasari, D., Utami, M. R., & Singaperbangsa Karawang, U. (2022). Optimasi formula SNEDDS (self-nanoemulsifying drug delivery system) ekstrak daun kejobeling menggunakan metode SLD (simplex lattice design). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(11), 124–129. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6830330>
- Reddy, M. R., & Gubbiyappa, K. S. (2022). Formulation development, optimization, and characterization of pemigatinib-loaded supersaturable self-nanoemulsifying drug delivery systems. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s43094-022-00434-4>
- Sahumena, M. H., & Suryani, S. (2023). Formulasi self nano-emulsifying drug delivery system (SNEDDS) ibuprofen dengan VCO dan kombinasi surfaktan. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 2(3), 239–246. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v2i3.20405>
- Salawi, A. (2022). Self-emulsifying drug delivery systems: A novel approach to deliver drugs. *Drug Delivery*, 28(1), 1811–1823. <https://doi.org/10.1080/10717544.2022.2083724>
- Setyawan, F. D., & Imba, F. (2025). Optimization and characteristics of self-nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS) components of diclofenac sodium using fractional factorial design (FFD). *Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, 14(1), 296–305. <https://doi.org/10.48191/medfarm.v14i1.531>
- Sultan, A., Ida, N., Ismail, I., & Farmasi, J. (2019). Peningkatan kadar ketoprofen terdisolusi melalui pembentukan dispersi padat menggunakan polivinil alkohol (PVA). *Galenika Journal of Pharmacy*, 5(1). <https://doi.org/10.22487/j24428744>