

Karakterisasi Self Nanoemulsifying Drug Delivery System Dengan VCO Dan PEG 400 Sebagai Kosurfaktan: Review Jurnal

(*Characterization Self Nanoemulsifying Drug Delivery System With VCO And PEG 400 As Cosurfactants: A Journal Review*)

Theresia Adelia Pasarrin^{1,*}, Siti Nur Hadijah¹, Selvi¹, Andre Maulana Effendie¹,
Moh. Syaiful Arif¹, Eva Marliana¹

¹Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman Jalan Barong Tongkok No. 4, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75123, Kalimantan Timur, Indonesia

*e-mail korespondensi: theresiaadela08@gmail.com

Info Artikel:

Dikirim:

10 April 2025

Revisi:

29 April 2025

Diterima:

2 Mei 2025

Kata Kunci:

Sistem Penghantaran Obat Nanoemulsifikasi Mandiri (SNEDSS), Minyak Kelapa Murni (VCO), PEG 400.

Keywords:

Self Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDSS), Virgin Coconut Oil (VCO), PEG 400

Lisensi:



Attribution-Share Alike 4.0 International (CC-BY-SA 4.0)



Abstrak- Jurnal ini membahas karakterisasi Self Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) yang menggunakan Virgin Coconut Oil (VCO) dan PEG 400 sebagai kosurfaktan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas SNEDDS dalam meningkatkan kelarutan obat lipofilik, khususnya yang termasuk dalam Biopharmaceutical Classification System (BCS) kelas II dan IV. VCO dipilih karena kemampuannya dalam mengikat surfaktan, sedangkan PEG 400 berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan dan meningkatkan emulsifikasi. Metode sonikasi digunakan untuk memproduksi SNEDDS, dengan pengukuran karakteristik meliputi ukuran droplet, zeta potensial, dan indeks polidispersitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi VCO mempengaruhi ukuran droplet, dengan ukuran droplet yang diinginkan kurang dari 200 nm. Nilai zeta potensial dan indeks polidispersitas juga menunjukkan stabilitas dan keseragaman ukuran partikel dari sediaan. Penelitian ini memberikan wawasan tentang potensi SNEDDS dalam meningkatkan bioavailabilitas obat yang tidak larut dalam air. Dengan demikian, penggunaan VCO dan PEG 400 dalam SNEDDS dapat menjadi alternatif yang menjanjikan dalam pengembangan sediaan farmasi untuk obat lipofilik, serta meningkatkan efektivitas terapi obat yang bersifat hidrofob.

Abstract: This journal discusses the characterization of Self Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) using Virgin Coconut Oil (VCO) and PEG 400 as cosurfactants. The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of SNEDDS in increasing the solubility of lipophilic drugs, especially those included in the Biopharmaceutical Classification System (BCS) classes II and IV. VCO was chosen because of its ability to bind surfactants, while PEG 400 functions to reduce surface tension and increase emulsification. The sonication method was used to produce SNEDDS, with characteristic measurements including droplet size, zeta potential, and polydispersity index. The results showed that variations in VCO concentration affected droplet size, with the desired droplet size being less than 200 nm. The zeta potential and polydispersity index values also indicate the stability and uniformity of particle size of the preparation. This study provides insight into the potential of SNEDDS in increasing the bioavailability of water-insoluble drugs. Thus, the use of VCO and PEG 400 in SNEDDS can be a promising alternative in the development of pharmaceutical preparations for lipophilic drugs, as well as increasing the effectiveness of hydrophobic drug therapy.

PENDAHULUAN

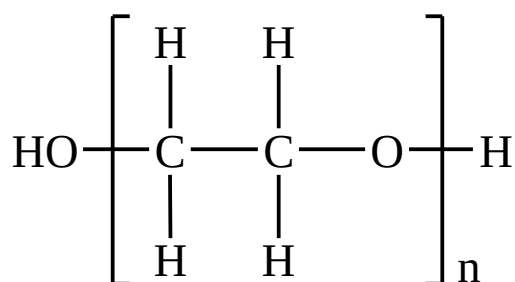
Nanoemulsi yaitu sebuah sistem emulsi transparan yang terdiri dari suatu campuran minyak dan air, serta molekul surfaktan agar dapat menstabilkannya. Ukuran partikel nanoemulsi ini berkisar antara 10-200 nm. Minyak, air, surfaktan dan kosurfaktan yang merupakan bahan dasar dari nanoemulsi dapat diformulasikan menggunakan bahan-bahan lain contohnya tumbuhan untuk dapat meningkatkan efek dari nanoemulsi tersebut [1]. Dalam pengembangan sediaan farmasi dalam bentuk *self-nanoemulsifying drug delivery system* menjadi

sangatlah potensial bagi sediaan yang mengandung bahan yang bersifat hidrofob [2]. Digunakan VCO karena potensinya yang dapat mengikat tween 80. Kandungan asam pada tween 80 membentuk ikatan yang sangat mudah berikatan dengan senyawa hidrofob. Untuk pencapaian karakteristik dari SNEDDS yang stabil maka perlu dilakukan modifikasi pada minyak [3].

Berdasarkan jurnal terbaru tahun 2025, terdapat kegagalan sebanyak 40% dalam sistem penghantaran obat. Salah satu penyebabnya yaitu rendahnya bioavailabilitas sebagian besar obat [27]. Berbagai teknik telah dikembangkan untuk meningkatkan bioavailabilitas senyawa obat dengan kelarutan rendah dalam air, seperti liposom, nanoemulsi, pembawa lipid berstruktur nano (NLC) dan sistem penghantaran obat nanoemulsifikasi diri (SNEDDS) [28]. Maka dari itu terdapat potensi SNEDDS dalam sistem penghantaran obat untuk meningkatkan bioavailabilitas dengan menggunakan formulasi tertentu.

Self Nano-Emulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) adalah jalan keluar bagi persoalan kelarutan dalam air dari obat golongan BCS kelas II dan IV yang mempunyai sifat lipofilik. SNEDDS terdiri dari beberapa komponen, kosurfaktan termasuk salah satu bagian penting yang berperan dalam proses terbentuknya formulasi SNEDDS. Kosurfaktan dalam SNEDDS berperan dalam meningkatkan fluiditas antar muka serta meningkatkan proses emulsifikasi. Selain itu penggunaan kosurfaktan pada SNEDDS juga bertujuan untuk mengatur ukuran droplet. Digunakan PEG 400 yaitu sebagai *mid chain hydrocarbon* yang bisa ditempatkan di antara celah sistem nanoemulsion dengan pembentukan rantai hidrogen sehingga dapat memaksimalkan proses emulsifikasi dalam pembentukan formulasi dari nanoemulsi [4]. Peranan PEG 400 sebagai kosurfaktan sangatlah penting yang membantu surfaktan dalam menurunkan tegangan permukaan [5].

Polyethylene glycols atau PEG 400 adalah bagian polimer dari polietilen glikol yang pada suhu kamar berbentuk cair. Dimana, PEG dapat terbagi berdasarkan berat molekulnya yaitu 400, 1500, 4000, 6000 dan 20000. Dengan adanya ikatan hidrogen maka PEG 400 dapat larut dalam air yang sering digunakan dalam pembentukan suatu bahan dasar farmasi seperti sediaan oftalmik, parental, topikal, rektal dan oral [19]. Kosurfaktan PEG 400 adalah rantai tengah hidrokarbon yang dapat diletakkan diantara kisi dari suatu nanoemulsi dengan adanya rantai hidrogen sehingga mampu mengoptimalkan proses emulsifikasi pada pembentukan nanoemulsi [23]. Adapun struktur PEG 400 sebagai berikut [24]



Gambar 1. Struktur PEG 400

Kosurfaktan PEG 400 berperan menurunkan tegangan permukaan untuk menyokong surfaktan, meningkatkan sifat cair antarmuka dan homogenitas air dengan minyak karena adanya pemisah antara kedua fase. Salah satu kriteria penting dalam perumusan SNEDDS yaitu pembuatan nanoemulsi yang cepat dan spontan. Pengamatan nanoemulsi yang terbentuk dilihat dengan kasat mata serta diukur % transmittannya. Dimana, semakin bersih nanoemulsi yang didapatkan menunjukkan bahwa ukuran droplet yang dihasilkan akan semakin kecil [6].

Pada obat yang tidak larut dalam air dikaitkan dengan penyerapan obat yang lambat yang akhirnya menyebabkan bioavailabilitas yang tidak memadai dan menjadi bervariasi. Hampir sekitar 40% dari senyawa obat kimia baru yang saat ini ditemukan adalah obat yang tidak larut dalam air. *Biopharmaceutical Classification System* (BCS) menggolongkan obat tersebut berdasarkan

sifat permeabilitas dan kelarutannya yang kecil, terbagi menjadi dua kelas yaitu kelas II dan IV. Metode distribusi obat berbahan dasar lipid seperti SNEDDS dapat digunakan untuk menambah kelarutan obat tersebut dengan demikian didapatkan bioavailabilitas yang lebih bagus. SNEDDS merupakan gabungan surfaktan, kosurfaktan dan isotropik fase lemak yang membentuk nanoemulsi jernih dengan ukuran droplet sebesar 5-200nm) secara otomatis [7].

Metode penghantaran obat yang dapat menambah kelarutan suatu obat dengan modifikasi tertentu disebut juga sebagai SNEDDS. SNEDDS terbentuk dengan adanya campuran antara minyak, zat aktif, surfaktan dan kosurfaktan. Ketika berkontak dengan zat yang ada di dalam lambung disertai agitasi ringan akan membentuk nanoemulsi minyak dalam air (O/W) secara langsung. Kelebihan dari SNEDDS adalah mampu menciptakan ukuran globul sebesar < 100 nm sehingga dapat menyebabkan proses penyerapan obat lipofilik yang bisa memperbarui bioavailabilitas suatu obat menjadi lebih meningkat [8].

SNEDDS memiliki kecenderungan lebih stabil karena tidak adanya kandungan air. Selain itu, dapat ditransformasikan menjadi berbagai macam bentuk seperti kapsul yang lebih mudah diterima oleh pasien. Pembawa utama zat aktif dalam SNEDDS adalah minyak, dimana minyak mempunyai kemampuan yang dapat melarutkan zat aktif. Jika zat aktif tersebut tidak sukar larut dalam minyak maka bisa ditentukan kapasitas zat aktif yang dapat dibawa. Selain itu, kelarutan zat aktif dalam pembawanya dapat mencegah pengendapan obat ketika terdilusi oleh cairan saluran cerna. Berbeda halnya dengan minyak, selain kemampuan melarutkan zat aktif, penggunaan surfaktan dalam formulasi SNEDDS memerhatikan nilai HLB (*Hydrophylic-Lipophylic Balance*) [9].

Nilai kesetimbangan antara gugus hydrophilic dan gugus lipophilic yang terdapat pada suatu senyawa disebut juga dengan nilai HLB. Dengan adanya nilai HLB menunjukkan kemampuan metil malat untuk berikatan dengan senyawa polar ataupun nonpolar, dimana semakin besar nilai HLB maka nilai hydrophilic juga akan semakin besar yang ditandai dengan besarnya angka asam dan surfaktan akan memiliki kecenderungan bersifat polar. Sedangkan, semakin kecil nilai HLB maka nilai lipophilic juga akan semakin besar yang ditandai dengan besarnya angka penyabunan dan surfaktan akan memiliki kecenderungan bersifat nonpolar [10]. *Virgin Coconut Oil* atau disingkat VCO adalah salah satu di antara produk terbaik kelapa karena mempunyai banyak manfaat yang sangat bagus untuk kesehatan. Dibanding dengan minyak lainnya yang berasal dari tumbuhan seperti minyak kedelai, minyak jagung, minyak bunga matahari, minyak sawit dan lainnya. Selain itu, VCO memiliki kelebihan diantaranya komposisi asam laurat yang banyak serta asam lemak lainnya seperti asam kaplirat, asam kaproat, asam kaprat dan polifenol [11]. Dimana, kandungan utamanya yaitu asam lemak jenuh sekitar 90% dan asam lemak tak jenuh sekitar 10%. Asam laurat adalah asam lemak jenuh yang ada di dalam VCO yaitu sekitar 53% dengan asam kaprilat sekitar 7%. Kandungan asam laurat pada VCO mempunyai fungsi sebagai antioksidan [12].

Keberadaan minyak kelapa murni dapat dijadikan alternatif karena mempunyai kandungan asam lemaknya terutama asam laurat yang sangat tinggi [13]. Banyaknya keuntungan yang didapatkan dari SNEDDS yaitu stabil saat penyimpanan, lebih mudah dan kecepatan produksi serta dapat dilakukan dalam skala besar [14]. SNEDDS ini biasanya dibuat dengan mencampur berbagai minyak esensial dengan surfaktan non-ionik, ko-surfaktan dan kadang-kadang ko-pelarut. Ketika didispersikan dalam media berair, kombinasi (minyak, surfaktan dan ko-surfaktan) sehingga menjadi agak biru atau tembus cahaya. SNEDDS, yang memiliki ukuran tetesan dalam kisaran mikro hingga nanometer, lebih stabil secara termodinamika daripada emulsi [15].

Pada uji fitokimia ekstrak daun eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) meunjukkan adanya potensi sebagai obat antidiabetes. Dimana, terdapat beberapa kelemahan pada bahan alam yaitu

penyerapannya rendah oleh tubuh sehingga untuk menangani masalah tersebut perlu dibuat sediaan seperti SNEDDS [18]. Dari beberapa penelitian telah menunjukkan berbagai kandungan senyawa metabolit sekunder dalam eceng gondok yaitu flavonoid, alkaloid, komponen fenol dan tanin yang berpotensi sebagai antioksidan, antibakteri, antifungi dan antikanker. Flavonoid dan alkaloid adalah zat aktif yang mempunyai sifat sebagai antibakteri [20].

Simvastatin adalah salah satu contoh obat yang termasuk kedalam kelompok statin yang biasanya dimanfaatkan untuk terapi farmakologi lini pertama untuk mengatasi hiperkolesterolemia [21]. Golongan statin termasuk lini pertama dalam pengobatan kolesterol yang tinggi. Simvastatin bekerja dengan menghambat enzim *3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A* (HMG-CoA) reductase secara kompetitif yang menyebabkan proses biosintesis kolesterol di tubuh [22]. Simvastatin termasuk ke dalam BCS kelas II yang memiliki kelarutan yang rendah mengakibatkan laju disolusi dan bioavailabilitas obat dalam sirkulasi sistemik yang juga rendah. Dalam mengatasi kelarutan suatu obat, ada beberapa teknik atau metode yang bisa digunakan. Salah satunya yaitu dengan cara nanoteknologi, contohnya adalah SNEDDS [4].

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dengan metode studi literatur yang mencakup pencarian, seleksi, dan analisis sumber-sumber ilmiah yang relevan. Literatur dikumpulkan dari basis data akademik dengan menggunakan kata kunci tertentu yang sesuai dengan topik literatur review ini. Artikel yang tidak memenuhi kriteria tersebut dikeluarkan dari analisis. Data yang diperoleh dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi tren, kesenjangan penelitian, dan temuan utama yang berkaitan dengan topik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan dan menganalisis berbagai jurnal ilmiah terkait dengan sistem penghantaran obat nanoemulsi diri yang menggunakan minyak kelapa murni dan kosurfaktan PEG 400. Studi yang dimasukkan dalam tinjauan ini memenuhi kriteria, yaitu penelitian yang dipublikasikan dalam rentang waktu 2018 hingga 2023 yang membahas mengenai formulasi, karakterisasi SNEDDS dengan VCO dan PEG 400.

SNEDDS dapat terbentuk dari VCO dengan PEG 400 sebagai kosurfaktan karena PEG 400 yang berguna untuk menurunkan gaya tarik antarmuka, meningkatkan viskositas antarmuka, dan memfasilitasi suatu penghomogenan antara fase minyak (VCO) dan fase air. Kombinasi ini menghasilkan emulsi yang lebih stabil dengan ukuran tetesan yang sangat kecil yang pada gilirannya meningkatkan bioavailabilitas zat aktif [5].

Dari optimalisasi formula dasar SNEDDS bertujuan untuk memperoleh rasio komponen antara fase surfaktan, kosurfaktan dan minyak yang dapat membentuk fase homogen dan dapat terlihat jelas setelah proses pencampuran sehingga dihasilkan formula dasar SNEDDS yang paling baik berdasarkan nilai persen transmittan dan waktu dispersibilitas. Berdasarkan dari penelitian Darusman dkk pada tahun 2023 bahwa setelah pengenceran 1:100 dilakukan pemeriksaan nilai % transmittan bertujuan untuk mengamati transparansi dasar. Formula SNEDDS yang baik adalah yang memiliki nilai persen transmittan lebih dari 95% yang mengindikasikan bahwa formula basis SNEDDS terdispersi sempurna dan jernih, sehingga luas permukaan partikel meningkat dan area tegangan antarmuka meningkat [7].

Dilakukan tiga jenis pengujian untuk menentukan perbandingannya yaitu antara lain digunakan uji dengan ukuran dropletnya, kemudian zeta potensialnya dan dilakukan juga dengan uji indeks polidispersitasnya.

Ukuran Droplet

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Julian tahun 2023 mengenai ukuran droplet, dimana uji penentuan ukuran droplet dilakukan dengan tujuan untuk menentukan ukuran tetes pada sediaan SNEDDS, dimana < 200 nm merupakan ukuran tetes yang baik untuk sediaan SNEDDS [16]. Dari hasil penelitian Ramadhani tahun 2024 didapatkan ukuran droplet untuk ketiga formula pada ekstrak eceng gondok dan dari hasil penelitian Patmayuni tahun 2024 didapatkan ukuran droplet untuk ketiga formula pada simvastatin, yang digabungkan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Ukuran droplet SNEDDS ekstrak eceng gondok dan Simvastatin

Formula	Ekstrak Eceng Gondok	Simvastatin
Formula 1	746,6 nm	$16,323 \pm 0,457$ nm
Formula 2	286,2 nm	$53,46 \pm 0,190$ nm
Formula 3	2336 nm	$107,833 \pm 0,208$
Referensi	[18]	[17]

Dari tabel tersebut dihasilkan pada formula I ukuran droplet sebesar 746,6 nm pada ekstrak eceng gondok dan $16,323 \pm 0,457$ nm pada simvastatin, formula II sebesar 286,2 nm pada ekstrak eceng gondok dan $53,46 \pm 0,190$ nm pada simvastatin, dan formula III sebesar 2.336 nm pada ekstrak eceng gondok dan $107,833 \pm 0,208$ nm pada simvastatin. Dapat dilihat dari ketiga formula tersebut, disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat berarti dari hasil ukuran droplet sehingga dapat disimpulkan pula variasi dari konsentrasi minyak *Virgin Coconut Oil* (VCO) dapat mempengaruhi ukuran droplet yang didapatkan.

Zeta Potensial

Zeta potensial merupakan uji yang dilakukan untuk menentukan kestabilan dari SNEDDS yang disebabkan karena adanya perbandingan muatan antara partikel satu dengan yang lain menyebabkan adanya gaya tolak-menolak diantara partikel tersebut. Menurut (Nurismawati dan Priani, 2021) nilai < -30 mV atau $> +30$ mV merupakan nilai yang ideal untuk zeta potensial [8]. Dari hasil penelitian Ramadhani tahun 2024 didapatkan pula nilai zeta potensial untuk ketiga formula pada ekstrak eceng gondok dan dari hasil penelitian Patmayuni tahun 2024 didapatkan nilai zeta potensial untuk ketiga formula pada simvastatin, yang digabungkan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Zeta Potensial SNEDDS ekstrak eceng gondok dan Simvastatin

Formula	Ekstrak Eceng Gondok	Simvastatin
Formula 1	-8,3 mV	-12,02 mV
Formula 2	-32,3 mV	13,61 mV
Formula 3	-34,3 mV	-12,49 mV
Referensi	[18]	[17]

Dapat dilihat hasil zeta potensial SNEDDS pada ekstrak eceng gondok pada formula I nilai zeta potensialnya sebesar -8,3 mV dan -12,02 mV pada SNEDDS simvastatin, Formula II sebesar -32,3 mV pada ekstrak eceng gondok dan 13,61 mV pada SNEDDS simvastatin, Formula III sebesar -34,3 mV pada ekstrak eceng gondok dan -12,49 mV pada SNEDDS simvastatin. Berdasarkan hasil pada tabel tersebut dapat ditarik kesimpulan pada formula I hingga formula III terjadi peningkatan nilai zeta potensial pada ekstrak eceng gondok dan Simvastatin yang menyebabkan tidak terjadi penggabungan nanoemulsi pada kedua sampel tersebut.

Indeks Polidispersitas

Nilai yang menggambarkan adanya keseragaman ukuran partikel atau pembagian ukuran partikel dari sediaan disebut dengan nilai indeks polidispersitas. Dimana, nilai ini berada pada kisaran 0-1. Distribusi ukuran droplet yang homogen ditunjukkan oleh nilai indeks polidispersitas yang mendekati 0 [18]. Stabilitas jangka panjang dapat dilihat dari nilai PDI, jika nilainya rendah maka akan semakin baik [25]. Dari hasil penelitian Ramadhani tahun 2024 didapatkan pula nilai indeks polidispersitas untuk ketiga formula pada ekstrak eceng gondok dan dari hasil penelitian Patmayuni tahun 2024 didapatkan nilai indeks polidispersitas untuk ketiga formula pada simvastatin, yang digabungkan dalam tabel diatas.

Tabel 3. Indeks Polidispersitas SNEDDS ekstrak eceng gondok dan Simvastatin

Formula	Ekstrak Eceng Gondok	Simvastatin
Formula 1	1	0,0266 ± 0,036
Formula 2	1,2	0,552 ± 0,011
Formula 3	1,1	0,649 ± 0,014
Referensi	[18]	[17]

Dari hasil data yang diperoleh, didapatkan indeks polidispersitas SNEDDS ekstrak eceng gondok pada formula I yaitu sebesar 1 dan pada simvastatin yaitu sebesar 0,0266 ± 0,036, Formula II sebesar 1,2 pada SNEDDS ekstrak eceng gondok dan 0,552 ± 0,011 pada SNEDDS simvastatin, Formula III sebesar 1,1 pada SNEDDS ekstrak eceng gondok dan 0,649 ± 0,014 pada SNEDDS simvastatin. Dimana menurut Patmayuni tahun 2024 diketahui bahwa formula dengan nilai PDI yang paling baik adalah formula I pada SNEDDS simvastatin karena nilai yang diperoleh paling mendekati 0 sehingga sifatnya yang polidispersier, yaitu memiliki ukuran partikel dengan bentuk yang beragam sedangkan pada SNEDDS ekstrak eceng gondok memiliki sifat monodisperse yaitu memiliki bentuk seragam serta distribusi partikelnya sempit. Sedangkan untuk kontrol, formula II dan formula III memiliki hasil nilai PDI yang juga masih berada pada rentang baik karena <0,7 [4].

Ketiga uji tersebut dianalisis menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*) yaitu untuk penentuan ukuran droplet, zeta potensial dan indeks polidispersitas. Penghamburan sinar laser terhadap partikel bahan uji dideteksi oleh pendeteksi foton dengan cepat di ujung tertentu yang dapat ditentukan ukuran dari partikel bahan uji [25]. Dimana semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar pula sudut hamburan [26].

KESIMPULAN

Penggunaan *Virgin Coconut Oil* (VCO) dan PEG 400 sebagai kosurfaktan dalam komposisi *Self Nanoemulsifying Drug Delivery System* (SNEDDS) menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam meningkatkan karakteristik sediaan obat lipofilik. Penelitian ini mengindikasikan bahwa dengan adanya variasi dari konsentrasi VCO menentukan ukuran droplet secara signifikan, dengan ukuran droplet ideal yang diinginkan kurang dari 200 nm, yang penting untuk meningkatkan absorpsi obat. Selain itu, diperoleh stabilitas SNEDDS yang bagus pada nilai zeta potensial sehingga mencegah penggabungan nanoemulsi dan indeks polidispersitas yang menunjukkan distribusi ukuran droplet yang seragam. Dengan demikian, formula SNEDDS yang menggunakan VCO dan PEG 400 tidak hanya meningkatkan kelarutan obat lipofilik tetapi juga berpotensi meningkatkan bioavailabilitas obat yang tidak larut dalam air. Penelitian ini menegaskan pentingnya pemilihan kosurfaktan yang tepat dalam pengembangan sediaan farmasi, menjadikan SNEDDS sebagai alternatif yang efektif untuk meningkatkan efektivitas terapi obat yang bersifat hidrofob.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. A. Redhita, M. U. Beandrade, I. K. Putri, Dan R. Anindita, “Formulasi Dan Evaluasi Nanoemulsi Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum Basilicum L.*) Dengan Variasi Konsentrasi Tween 80,” *J. Mitra Kesehat.*, Vol. 4, No. 2, Hal. 80–91, 2022, Doi: 10.47522/Jmk.V4i2.134.
- [2] S. E. Priani, S. Y. Somantri, Dan R. Aryani, “Formulasi Dan Karakterisasi Snedds (Self Nanoemulsifying Drug Delivery System) Mengandung Minyak Jintan Hitam Dan Minyak Zaitun,” *J. Sains Farm. Klin.*, Vol. 7, No. 1, Hal. 31, 2020, Doi: 10.25077/Jsfk.7.1.31-38.2020.
- [3] K. N. Dilla Dan S. Apium, “Formulasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System Ekstrak Seledri (*Apium Graveolens L.*) Dengan Variasi Konsentrasi Virgin Coconut Oil Sebagai Antihipertensi Formulation Of Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System Celery Extract (*Apium Graveolens L.*,” 2024.)
- [4] S. Self *Et Al.*, “Formulasi Dan Karakterisasi Self Nano-Emulsifyin Drug Delivery System (Snedds) Simvastatin Dengan Peg 400 Sebagai Kosurfaktan,” Vol. 7, No. 2, 2024, Doi: 10.32524/Jksp.V7i2.1208.
- [5] M. H. Sahumena Dan S. Suryani, “Formulasi Self Nano-Emulsifying Drug Delivery System (Snedds) Ibuprofen Dengan Vco Dan Kombinasi Surfaktan,” *Indones. J. Pharm. Educ.*, Vol. 2, No. 3, Hal. 239–246, 2023, Doi: 10.37311/Ijpe.V2i3.20405.
- [6] W. N. Suhery, M. Djohari, Dan N. R. Nur, “The Effect Of Oil Type On The Characterization Of Physical Properties And Dissolution Of The Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (Snedds) Of Fenofibric Acid,” *Jops J. Pharm. Sci.*, Vol. 7, No. 1, Hal. 1–9, 2023.
- [7] F. Darusman, A. Dwiatama, Dan S. E. Priani, “Formulasi Dan Karakterisasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (Snedds) Esomeprazol Magnesium Trihidrat,” *J. Sains Farm. Klin.*, Vol. 10, No. 1, Hal. 10, 2023, Doi: 10.25077/Jsfk.10.1.10-20.2023.
- [8] Dyah Ayu Nurismawati Dan Sani Ega Priani, “Kajian Formulasi Dan Karakterisasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (Snedds) Sebagai Penghantar Agen Antihiperlipidemia Oral,” *J. Ris. Farm.*, Vol. 1, No. 2, Hal. 114–123, 2021, Doi: 10.29313/Jrf.V1i2.455.
- [9] A. . Sinulingga, E.E., Saleh, C., Magdaleni, “Sintesis Metil Malat Melalui Reaksi Esterifikasi Menggunakan Pelarut Metanol Dan Reaksi In Situ Dengan Katalis Asam,” *J. At.*, Vol. 5, No. 1, Hal. 57–61, 2020.
- [10] K. M. Baru Dan K. Maros, “Pembuatan Virgin Coconut Oil (Vco) Fermentasi Dan Sabun Vco Di Kelurahan Pallantikang ,” Vol. 9, No. 2, Hal. 205–213, 2024.
- [11] Y. K. Salimi, R. A. R. Syarbin, N. Yusuf, M. Paputungan, Dan E. Mohamad, “Ekstraksi, Analisis Kuantitatif Dan Bioaktivitas Virgin Coconut Oil,” *Jamb.J.Chem*, Vol. 5, No. 1, Hal. 66–81, 2023.
- [12] M. M, R. K, V. K, Elanchezhian, S. H. P, Dan S. Shakeron, “Evaluating The Effect Of Virgin Coconut Oil Pulling On Viral Load, Bacterial Load And Inflammatory Mediator Levels In Chronic Periodontitis – A Clinical Study,” *J. Oral Biol. Craniofacial Res.*, Vol. 15, No. 1, Hal. 153–158, 2025, Doi: 10.1016/J.jobcr.2025.01.004.

- [13] A. Fitria Et Al., "Design And Characterization Of Propolis Extract Loaded Self-Nano Emulsifying Drug Delivery System As Immunostimulant," *Saudi Pharm. J.*, Vol. 29, No. 6, Hal. 625–634, 2021, Doi: 10.1016/J.Jsps.2021.04.024.
- [14] N. I. Namazi, "Self Nano-Emulsifying Drug Delivery System (Snedds) For Cyproterone Acetate: Formulation, Characterization And Pharmacokinetic Evaluation," *Results Chem.*, Vol. 14, No. February, Hal. 102118, 2025, Doi: 10.1016/J.Rechem.2025.102118.
- [15] N. D. Akbar, A. K. Nugroho, Dan S. Martono, "Formulasi Dan Uji Karakteristik Snedds Asiklovir," *Maj. Farmasetika*, Vol. 6, No. 5, Hal. 375, 2021, Doi: 10.24198/Mfarmasetika.V6i5.35918.
- [16] O. R. Julian, "Ekstraksi Virgin Coconut Oil Secara Ultrasonik," *Chemtag J. Chem. Eng.*, Vol. 4, No. 2, Hal. 53, 2023, Doi: 10.56444/Cjce.V4i2.4440.
- [17] D. Patmayuni, T. N. Saifullah Sulaiman, A. K. Zulkarnain, Dan S. Shiyan, "Method Validation Of Simvastatin In Pcl-Peg-Pcl Triblock Copolymer Micelles Using Uv-Vis Spectrophotometric For Solubility Enhancement Assay," *Int. J. Appl. Pharm.*, Vol. 14, No. 1, Hal. 246–250, 2022, Doi: 10.22159/Ijap.2022v14i1.42961.
- [18] R. A. Ramadhani, "Karakterisasi Self Nano Emulsifying Drug Delivery System (Snedds) Ekstrak Daun Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Dengan Variasi Konsentrasi Virgin Coconut Oil (Vco) Characterization Of Self Nano Emulsifying Drug Delivery System (Snedds) Water Hyacinth Leaf Extract (Eichhornia Crassipes) With Variation Of Virgin Coconut Oil (Vco) Concentrations," No. Marpaung 2019, 2024.
- [19] N. K. Nisa Dan P. Tiadeka, "Optimasi Sediaan Sirup Paracetamol Berdasarkan Perbedaan Kosolven Peg 400 Dan Gliserin," *J. Herbal, Clin. Pharm. Sci.*, Vol. 4, No. 02, Hal. 27, 2023, Doi: 10.30587/Herclips.V4i02.5435.
- [20] Juliantri, N. W. Mariati, Dan J. Rumondor, "Antibacterial Effectiveness Test Of Water Hyacinth Leaf Extract (Eichhornia Crassipes) Against The Growth Of Porphyromonas Gingivalis Bacteria," *Pharmacon*, Vol. 12, No. 3, Hal. 302–310, 2023, Doi: 10.35799/Pha.12.2023.48993.
- [21] A. Budi Dan R. M. Sijabat, "Hubungan Tingkat Pengetahuan Dan Ketepatan Penggunaan Obat Simvastatin Pada Pasien Hiperkolesterolemia Di Rumah Sakit Advent Medan," *J. Pharm. Sci.*, Vol. 6, No. 2, Hal. 437–444, 2023.
- [22] D. Setiawan Et Al., "Promosi Kesehatan Tentang Obat Amlodipin Dan Simvastatin Serta Cara Penggunaannya," *Ejoin J. Pengabd. Masy.*, Vol. 1, No. 12, Hal. 1382–1387, 2023, Doi: 10.55681/Ejoin.V1i12.1885.
- [23] M. N. Tuzzahra, "Jurnal Tambahan," 2020.
- [24] Z. Lin, Z. Wei, L. Shuang, Dan J. Xiangyu, "Experimental Study On Improving Stability Of Pcm And Mepcm Slurry With Different Surfactants," *Int. J. Low-Carbon Technol.*, Vol. 13, No. 3, Hal. 272–276, 2018, Doi: 10.1093/Ijlct/Cty027.
- [25] Wa Ode Sitti Zubaydah Et Al., "Formulasi Dan Karakterisasi Nanoemulsi Ekstrak Etanol Buah Wualae (Etlingera Elatior (Jack) R.M. Smith)," *Lansau J. Ilmu Kefarmasian*, Vol. 1, No. 1, Hal. 22–37, 2023, Doi: 10.33772/Lansau.V1i1.4.

- [26] N. Lestari, I. Iskandarsyah, Dan A. A. Jusuf, “Formulasi Dan Karakterisasi Capsaicin Konsentrasi Tinggi Dalam Pembawa Transfersom Pada Sediaan Gel,” *Al Qalam J. Ilm. Keagamaan Dan Kemasyarakatan*, Vol. 18, No. 1, Hal. 765, 2024, Doi: 10.35931/Aq.V18i1.3025.
- [27] R. Khoerunnisa, J. S. Pamudji, U. Jenderal, A. Yani, S. P. Obat, dan T. Herbal, “Review Artikel: Sistem Penghantaran Obat Sneys (Self- Nanoemulsifying Drug Delivery System) Dalam Formulasi Obat Herbal,” vol. 5, no. 1, hal. 143–152, 2025.
- [28] R. Annisa, R. Mutiah, M. Yuwono, dan E. Hendradi, “Nanotechnology Approach-Self Nanoemulsifying Drug Delivery System (Snedds),” *Int. J. Appl. Pharm.*, vol. 15, no. 4, hal. 12–19, 2023, doi: 10.22159/ijap.2023v15i4.47644.