

Formulasi Sediaan Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Ekstrak Etanol Brokoli (*Brassica oleracea* Var. *Italica*) dengan Variasi Konsentrasi Minyak Jintan Hitam dan Minyak Zaitun

Formulation of Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Broccoli Ethanol Extract (*Brassica oleracea* Var. *Italica*) with Variations in Black Cumin Oil and Olive Oil Concentrations

Yesika ^{1*}

Noval ¹

Tuti Alawiyah ¹

Mia Audina ¹

Program Studi Sarjana Farmasi,
Universitas Sari Mulia,
Banjarmasin, Kalimantan
Selatan, Indonesia

*email: yesikacika0@gmail.com

Abstrak

Diabetes adalah penyakit kronis akibat kekurangan atau ketidakmampuan tubuh menggunakan insulin. Pengobatan melibatkan antidiabetik oral seperti metformin dan senyawa flavonoid dari brokoli. Namun, anti-nutrisi dalam brokoli dapat menurunkan efektivitasnya, sehingga pengembangan SNEDDS diperlukan untuk meningkatkan bioavailabilitas dan efektivitasnya. Penelitian bertujuan menganalisis formulasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) ekstrak etanol brokoli (*Brassica oleracea* Var. *Italica*) dengan variasi konsentrasi minyak jintan hitam dan minyak zaitun untuk menghasilkan sediaan yang optimal, stabil, dan efektif sebagai antidiabetes. Penelitian ini menggunakan desain Quasi-Eksperimen One-Group Posttest-Only untuk mengevaluasi SNEDDS ekstrak brokoli dengan variasi konsentrasi minyak jintan hitam dan zaitun, dilakukan di Universitas Sari Mulia Banjarmasin. Variasi konsentrasi minyak jintan hitam dan minyak zaitun dalam formulasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) ekstrak etanol brokoli (*Brassica oleracea* Var. *Italica*) sebagai antidiabetes secara signifikan memengaruhi stabilitas fisik, kemampuan membentuk nanoemulsi stabil, dan efektivitas antidiabetes. Formulasi 4 menunjukkan hasil terbaik berdasarkan evaluasi kestabilan emulsi, fase pemisahan, dan kemampuan bertahan dalam media simulasi pH gastrointestinal. Hasil ini menegaskan pentingnya pemilihan rasio minyak yang tepat untuk menghasilkan formulasi SNEDDS ekstrak brokoli yang optimal dan stabil.

Kata Kunci:

Diabetes
SNEDDS
Ekstrak Brokoli

Keywords:

Diabetes
SNEDDS
Broccoli Extract

Abstract

Diabetes is a chronic disease caused by a lack or inability of the body to use insulin. Treatment involves oral antidiabetics such as metformin and flavonoid compounds from broccoli. Anti-nutrients in broccoli can reduce its effectiveness, so the development of SNEDDS is needed to increase its bioavailability and effectiveness. The research aims to analyze the Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) formulation of broccoli (*Brassica oleracea* Var. *Italica*) ethanol extract with varying concentrations of black cumin oil and olive oil to produce an optimal, stable and effective anti-diabetic preparation. This research used a Quasi-Experimental One-Group Posttest-Only design to evaluate SNEDDS of broccoli extract with varying concentrations of black cumin and olive oil, carried out at Sari Mulia University, Banjarmasin. The variation of black cumin oil and olive oil concentrations in the formulation of Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) of broccoli (*Brassica oleracea* Var. *Italica*) ethanol extract as an antidiabetic significantly affected the physical stability, ability to form stable nanoemulsions, and antidiabetic efficacy. Formulation 4 showed the best results based on evaluation of emulsion stability, phase separation, and ability to survive in simulated gastrointestinal pH media. These results emphasize the importance of choosing the right oil ratio to produce an optimal and stable broccoli extract SNEDDS formulation.



© 2025 The Authors. Published by Institute for Research and Community Services Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>). DOI: <https://doi.org/10.33084/jsm.v1i2.9752>

PENDAHULUAN

Diabetes adalah penyakit kronis yang terjadi ketika pankreas tidak memproduksi cukup insulin atau ketika

tubuh tidak dapat menggunakan insulin secara efektif. Prevalensi diabetes di Indonesia pada tahun 2023 Secara keseluruhan diperkirakan sekitar 16,2 juta orang dewasa di Indonesia menderita diabetes. Prevalensi

diabetes pada usia 20-79 tahun sebesar 10,7%. Jumlah ini lebih tinggi dibandingkan rata-rata global sebesar 10%. Prevalensi diabetes tertinggi terdapat pada kelompok umur 40-59 tahun yaitu 15,5%, dan diperkirakan terdapat 1 juta kasus baru diabetes setiap tahunnya di Indonesia. Diabetes tipe 2 merupakan tipe yang paling umum terjadi, yaitu sekitar 90% dari seluruh kasus diabetes di Indonesia. Provinsi dengan prevalensi diabetes tertinggi adalah Jakarta (13,4%), disusul Yogyakarta (11,8%) dan Bali (11,5%). Indonesia menempati peringkat ketujuh negara dengan jumlah penderita diabetes terbesar di dunia (International Diabetes Federation, 2021).

Pengidap diabetes memiliki lonjakan kadar gula darah yang tidak stabil sehingga diberikan pengobatan antidiabetik oral salah satunya metformin yang membantu mendorong organ pankreas mengeluarkan insulin agar dapat mengendalikan menurunkan kadar gula darah (glukosa). Lonjakan gula darah bisa juga terjadi di karenakan mengkonsumsi makanan tinggi karbohidrat yang banyak dalam waktu yang hampir sama, tanpa atau kurangnya makanan tinggi serat yang mengendalikan proses pencernaan sehingga proses glukoneogenesis menjadi lebih cepat dan lonjakan gula darah tidak stabil (Soviana & Maenasari, 2019).

Lonjakan kadar gula darah (glukosa yang tidak stabil dapat diatasi dengan menghambat enzim α -glukosidase yang menghidrolisis karbohidrat sehingga memperlambat penyerapan glukosa (Pratiwi *et al.*, 2023). Aktivitas enzim α -glukosidase dapat di hambat dengan senyawa flavonoid. Flavonoid adalah penghambat α -glukosidase. Penghambatan enzim ini menyebabkan penurunan glukosa oleh usus halus yang berpengaruh dalam menurunkan kadar gula darah (Ariani *et al.*, 2017 dalam Maryam *et al.*, 2023). Senyawa flavonoid dapat di temukan pada brokoli.

Penggunaan brokoli secara langsung memiliki banyak khasiat atau manfaat, namun senyawa anti-nutrisi seperti pati dan goitrogen pada brokoli dapat mengurangi

efektivitas flavonoid untuk memberikan khasiat. Untuk meningkatkan efektivitas senyawa tersebut sehingga perlu dilakukan sintesis dan pengembangan menjadi sediaan farmasi, dikarenakan tidak hanya senyawa flavonoid yang terkandung didalam brokoli namun terdapat senyawa lain yang dapat meningkatkan efektivitas pada penggunaan. Sehingga brokoli dikembangkan menjadi salah satu sediaan farmasi yaitu Self Nano Emulsifying Drug Delivery System (SNEDDS). SNEDDS merupakan campuran isotropik minyak, surfaktan, dan kosurfaktan yang secara spontan akan membentuk nanoemulsi bila dicampur dengan air melalui pengadukan lembut di saluran pencernaan. Nanoemulsi yang terbentuk memiliki ukuran globul kurang dari 100 nm (Alwadei *et al.*, 2019). Metode ini digunakan untuk meningkatkan ketersediaan hayati zat aktif dalam tubuh, serta meningkatkan kelarutan, laju disolusi dan penyerapan zat aktif dalam tubuh, terutama untuk obat yang sukar larut dalam air (Anindhita & Oktaviani, 2016).

Kelebihan dari sediaan SNEDDS adalah memiliki luas permukaan yang besar, onset kerja yang cepat, dapat meningkatkan bioavailabilitas obat, mempunyai kemampuan melarutkan obat lipofilik dalam jumlah besar, dapat melindungi obat dari hidrolisis dan degradasi enzim serta dapat meningkatkan kapasitas tegangan permukaan obat dengan tegangan permukaan rendah (Malahayati *et al.*, 2024). Sediaan SNEDDS telah diformulasikan dalam berbagai formulasi di bidang farmasi. Sedangkan keuntungan dari sediaan SNEDDS kemampuan membentuk nanoemulsi secara spontan di dalam saluran cerna dan ukuran tetesan yang dihasilkan berukuran nanometer (Cahyani *et al.*, 2020).

Pembuatan sediaan SNEDDS yang bagus memerlukan beberapa komponen salah satunya adalah fase minyak. Fase minyak yang digunakan adalah minyak jintan hitam dikombinasikan dengan minyak zaitun (Norliani *et al.*, 2023). Alasan saya menggunakan minyak jintan hitam dikombinasikan dengan minyak zaitun karena minyak

jintan hitam mempunyai banyak efek farmakologis salah satunya adalah sebagai antidiabetes dan kombinasi dari minyak zaitun mengandung asam lemak tak jenuh tunggal sebagai komponen utamanya. Sebagai komponen terbesarnya, asam lemak tak jenuh tunggal pada minyak zaitun mempunyai manfaat sebagai nutrisi pengobatan bagi penderita diabetes (Santoso & Suryanto, 2017).

Berdasarkan Penelitian Priani *et al.*, (2020) diketahui bahwa surfaktan cremophor RH 40 dan kosurfaktan PEG 400 memiliki ketercampuran yang baik dengan kombinasi minyak jintan hitam dan minyak zaitun. Surfaktan dan kosurfaktan sistem nanoemulsi bekerja sama membentuk sistem antarmuka yang baik dan fleksibel, menurunkan nilai tegangan permukaan mendekati nol, sehingga mendukung terbentuknya butiran-butiran berukuran nano yang stabil. Penelitian bertujuan untuk menganalisis formulasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) ekstrak etanol brokoli (*Brassica oleracea* Var. *Italica*) dengan variasi konsentrasi minyak jintan hitam dan minyak zaitun untuk menghasilkan sediaan yang optimal, stabil, dan efektif sebagai antidiabetes.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Farmasi Universitas Sari Mulia Banjarmasin. Ekstraksi sampel Self Nano-emulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) dilakukan di laboratorium Teknologi Farmasi Universitas Sari Mulia dan Sediaan Self Nano-emulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) ekstrak brokoli yang telah jadi akan dikirim ke PT. Nanotech Indonesia Global Tbk. Rancangan pada penelitian ini adalah Onegroup posstes-only design dimana dalam penelitian ini akan melakukan perbandingan persyaratan karakteristik yang ada dengan hasil karakteristik sediaan Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) ekstrak brokoli (*Brassica oleracea* Var. *Italica*) dengan variasi konsentrasi minyak

jintan hitam (*Nigella sativa* L.) dan minyak zaitun (*Olea europaea* L.).

Variabel Penelitian yaitu terbagi atas :

Variabel Bebas

1. Konsentrasi Cremophor RH 40
2. Konsentrasi PEG 400

Variabel Terikat

1. Organoleptik
2. pH
3. Nilai Transmittansi
4. Zeta Potensial
5. Ukuran Partikel
6. Distribusi Partikel
7. Ketahanan (Robustness)
8. Emulsification Time

Perlakuan penelitian yaitu:

- F1 : Formulasi 1 SNEDDS ekstrak brokoli konsentrasi minyak jintan hitam 2 gram dan minyak zaitun 2 gram
- F2 : Formulasi 2 SNEDDS ekstrak brokoli konsentrasi minyak jintan hitam 3 gram dan minyak zaitun 3 gram
- F3 : Formulasi 3 SNEDDS ekstrak brokoli konsentrasi minyak jintan hitam 3 gram dan minyak zaitun 3 gram
- F4 : Formulasi 4 SNEDDS ekstrak brokoli konsentrasi minyak jintan hitam 1 gram dan minyak zaitun 1 gram

Instrumen dan teknik pengumpulan data pada penelitian ini yaitu observasi dan dokumentasi. Observasi dilakukan untuk mengamati dan memberikan gambaran terhadap objek yang diteliti. Sedangkan dokumentasi yang dilakukan untuk memperkuat hasil penelitian berupa catatan dan gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Organoleptis

Pengujian organoleptis sediaan SNEDDS ekstrak brokoli adalah dengan mendeskripsikan hasil warna, kejernihan, dan aroma. Hasil uji organoleptis SNEDDS

ekstrak brokoli ekstrak brokoli dapat dilihat pada tabel I.

Tabel I. Hasil Uji Organoleptis Formula SNEDDS Ekstrak Brokoli

Formulasi	Uji Organoleptis		
	Warna	Kejernihan	Aroma
F1	Hitam	Jernih	Khas Ekstrak Brokoli
F2	Kecoklatan	Jernih	Khas Ekstrak Brokoli
	Hitam		
F3	Hitam	Jernih	Khas Ekstrak Brokoli
	Kecoklatan		
F4	Hitam	Jernih	Khas Ekstrak Brokoli
	Kecoklatan		

Hasil uji organoleptis masing-masing formula menunjukkan hasil yang sama baik, yaitu pada warna memiliki warna hitam kecoklatan, pada kejernihan, dan aroma khas ekstrak brokoli. Hasil yang didapatkan sesuai dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Zakia (2019) dimana tidak ada perubahan warna dan aroma yang didapatkan dari ekstrak brokoli, dan kejernihan membuktikan bahwa sediaan larut secara homogen. Warna hitam kecoklatan ekstrak brokoli disebabkan kandungan senyawa sulforaphane. Uji organoleptis, menunjukkan warna hitam kecoklatan yang konsisten, kejernihan yang tinggi, dan aroma khas ekstrak brokoli. Warna hitam kecoklatan dan kejernihan yang tinggi menandakan bahwa ekstrak brokoli terdispersi dengan baik dalam sistem SNEDDS ekstrak brokoli, tanpa adanya perubahan signifikan yang dapat mempengaruhi stabilitas fisik sediaan. Menurut penelitian oleh Patel et al. (2021), konsistensi dalam warna dan kejernihan merupakan indikator penting dari stabilitas dan kualitas SNEDDS ekstrak brokoli. Hasil tersebut dianggap baik dan stabil karena memiliki tampilan jernih dan homogen yang berarti tidak ada pemisahan fase didalam sediaan (Stephanie, 2016).

Uji pH

Pengujian pH masing-masing formula SNEDDS ekstrak brokoli menggunakan alat pH meter. Hasil rata-rata uji pH yang diperoleh masing-masing formulasi adalah

formulasi 1 ($6,27 \pm$), formulasi 2 ($5,71 \pm$), formulasi 3 ($5,35 \pm$), dan formulasi 4 ($4,84 \pm$). Hasil uji pH dianalisis dengan One Way Anova dan diperoleh nilai signifikansi 0,000 ($p\text{-Value} < 0,05$) yaitu pada table berikut:

Tabel II. Hasil Uji pH Formula SNEDDS Ekstrak Brokoli

Formulasi	Rata-rata $\pm$ SD	Keterangan
1	$6,27 \pm 5,773$	Memenuhi
2	$5,71 \pm 0,07$	Memenuhi
3	$5,35 \pm 0,015$	Memenuhi
4	$4,84 \pm 0,032$	Memenuhi
p Value	0,000 ^a	

Syarat : pH yang aman untuk manusia adalah 4,5 – 6,5 (Angelia et al., 2022)

Secara keseluruhan, evaluasi pH dan transmitansi menunjukkan bahwa formulasi SNEDDS ekstrak brokoli dapat diterima dengan baik dalam aspek stabilitas fisik dan homogenitas. Hasil ini menunjukkan bahwa formulasi SNEDDS ekstrak brokoli yang dikembangkan memiliki potensi untuk digunakan sebagai sistem penghantaran obat yang efektif, asalkan dilakukan optimasi lebih lanjut pada formulasi tertentu untuk memastikan stabilitas dan kejernihan yang optimal. Uji pH dilakukan menggunakan alat pH meter. Pengujian pH dilakukan untuk mengetahui rentang pH sediaan apakah dapat aman dan diterima oleh tubuh manusia. Rentang pH yang aman manusia adalah 4,5 – 6,5 (Angelia et al., 2022).

Pengukuran Nilai Transmitansi

Pengukuran nilai transmitansi dilakukan cara pengenceran masing-masing formula SNEDDS ekstrak brokoli sebanyak 100 μ L dengan aquades, kemudian dilakukan pengukuran menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 650 nm. Hasil rata-rata pengukuran nilai transmitansi masing-masing formula adalah formula 1 (98,73%), formula 2 (98%), formula 3 (85,57%), dan formula 4 (98,8%). Hasil pengukuran nilai transmitansi dianalisis dengan One Way Anova dan diperoleh nilai signifikansi

nilai p-value 0,023 (p-Value<0,05) yaitu pada table berikut:

Tabel III. Hasil Pengukuran Nilai Transmittansi Formula SNEDDS Ekstrak Brokoli

Formulasi	% Rata-rata ± SD	Keterangan
1	98,73 ± 0,057	Memenuhi
2	98,00 ± 0,360	Memenuhi
3	85,57 ± 0,115	Memenuhi
4	98,80 ± 0,173	Memenuhi
p Value	0,023 ^a	

Syarat : Lebih dari 90 % dan penampakan sampel jernih (Sahumena et al., 2019)

Menurut Mansuri et al (2021), kejernihan yang baik dan nilai transmittansi yang tinggi merupakan indikator dari homogenitas dan stabilitas fisik yang baik dalam sediaan SNEDDS ekstrak brokoli. Nilai transmittansi yang tinggi menunjukkan bahwa sediaan memiliki partikel-partikel nano yang terdispersi dengan baik, sementara nilai yang lebih rendah bisa menunjukkan adanya agregasi atau partikel yang tidak terdispersi. Dalam penelitian ini, nilai transmittansi yang tinggi pada Formulasi 1, 2, dan 4 mengindikasikan bahwa proses nanoemulsifikasi telah berhasil, sementara nilai yang lebih rendah pada Formulasi 3 mungkin memerlukan optimasi lebih lanjut untuk mencapai kejernihan yang diinginkan. Sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh variasi konsentrasi minyak jintan hitam dan minyak zaitun terhadap nilai transmittansi sediaan SNEDDS ekstrak brokoli pada ekstrak etanol brokoli.

Penentuan Ukuran Partikel, Distribusi Partikel, dan Zeta Potensial

Penentuan ukuran partikel sediaan SNEDDS ekstrak brokoli menggunakan alat Particle Size Analyzer (PSA). Hasil ukuran partikel masing-masing pada formula 1 (294,6 nm), formula 2 (162,6 nm), formula 3 (202,8 nm), dan formula 4 (403,9 nm). Hasil penentuan ukuran partikel sediaan SNEDDS ekstrak brokoli dianalisis dengan metode One Way Anova dengan nilai signifikansi 0,012 (p-Value < 0,05).

Tabel IV. Hasil Ukuran Partikel Formula SNEDDS Ekstrak Brokoli

Formulasi	Rata-rata ± SD	Keterangan
1	355,4 ± 72,46	Memenuhi
2	162,6 ± 0,404	Memenuhi
3	197,2 ± 5,154	Memenuhi
4	339,5 ± 65,16	Memenuhi
p Value	0,012 ^a	

Syarat : <500 nm memiliki karakteristik yang baik (Ningsih et al., 2017)

Ukuran partikel yang kecil dan distribusi yang merata memastikan bahwa SNEDDS ekstrak brokoli dapat dengan efektif meningkatkan kelarutan dan bioavailabilitas ekstrak brokoli (Aditya & Harahap, 2021).

Penentuan distribusi partikel sediaan SNEDDS ekstrak brokoli juga menggunakan alat Particle Size Analyzer (PSA) yang ditunjukkan dengan indeks polidispersitas (PI). Nilai indeks polidispersitas (PI) memiliki rentang yang dapat diterima dengan baik yaitu kurang dari 1 (Nurismawati, D. A., & Priani, 2021). Hasil rata-rata indeks polidispersitas sediaan SNEDDS ekstrak brokoli masing-masing pada formula 1 (0,442), formula 2 (0,1535), formula 3 (0,3555), dan formula 4 (0,5302). Hasil distribusi partikel sediaan SNEDDS ekstrak brokoli dianalisis dengan metode One Way Anova dengan nilai signifikansi 0,012 (p-Value < 0,05) yaitu pada tabel berikut:

Tabel V. Hasil Indeks Polidispersitas Formula SNEDDS Ekstrak Brokoli

Formulasi	Rata-rata ± SD	Keterangan
1	0,042 ± 0,040	Memenuhi
2	0,1535 ± 0,011	Memenuhi
3	0,3555 ± 0,012	Memenuhi
4	0,5302 ± 0,027	Memenuhi
p Value	0,012 ^a	

Syarat : Nilai Indeks Polidispersitas yang baik kurang dari 1 (Indriani, Tobing, & Rijai, 2018)

Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Suryani et al (2019) dimana indeks polidispersitas sebesar 0,245 (kurang dari 1) menggunakan VCO (Virgin Coconut Oil) sebagai fase minyak. Nilai indeks polidispersitas kurang dari 1 menandakan bahwa partikel yang terbentuk memiliki ukuran yang seragam (Suryani et al., 2019).

Penentuan zeta potensial sediaan SNEDDS ekstrak brokoli menggunakan alat Zetasizer. Hasil rata-rata nilai zeta potensial sediaan SNEDDS ekstrak brokoli masing-masing pada formula 1 (-0,0179 mV), formula 2 (0,4438 mV), formula 3 (0,3881 mV), dan formula 4 (0,3742 mV). Hasil nilai zeta potensial sediaan SNEDDS ekstrak brokoli dianalisis dengan metode One Way Anova dengan nilai signifikansi 0,012 (p-Value < 0,05) yaitu pada tabel berikut:

Tabel VI. Hasil Zeta Potensial Formula SNEDDS ekstrak brokoli

Formulasi	Rata-rata ± SD	Keterangan
1	-0,0179 ± 0,984	Memenuhi
2	0,4438 ± 0,452	Memenuhi
3	0,3881 ± 0,366	Memenuhi
4	0,3742 ± 0,348	Memenuhi
p Value	0,012 ^a	

Syarat : Kurang dari -30 mV atau tidak lebih dari +30 mv (Syukri, 2018)

Hasil ini sejalan dengan literatur yang menunjukkan pentingnya pemilihan fase minyak yang tepat dalam pengembangan sistem SNEDDS ekstrak brokoli untuk mencapai kinerja yang optimal (Patel et al., 2021).

Uji Ketahanan (Robustness)

Tabel VII. Hasil Uji Ketahanan Formulasi SNEDDS Ekstrak Brokoli

Hasil Pengujian Ketahanan Formula SNEDDS ekstrak brokoli Media Aquadest	
Formula 1	Terpisah
Formula 2	Terpisah
Formula 3	Tidak Terpisah
Formula 4	Tidak Terpisah
Hasil Pengujian Ketahanan Formula SNEDDS ekstrak brokoli Media HCl 0,1 N	

Formula 1	Terpisah
Formula 2	Terpisah
Formula 3	Tidak Terpisah
Formula 4	Tidak Terpisah
Hasil Pengujian Ketahanan Formula SNEDDS ekstrak brokoli Media Dapar Fosfat	
Formula 1	Tidak Terpisah
Formula 2	Tidak Terpisah
Formula 3	Tidak Terpisah
Formula 4	Tidak Terpisah

Sediaan SNEDDS ekstrak brokoli yang baik membentuk nanoemulsi yang stabil (Zubaydah et al., 2023). Pemisahan fase sediaan SNEDDS ekstrak brokoli dipengaruhi oleh kemampuan dari senyawa surfaktan dan kosurfaktan untuk menurunkan tegangan antar fase minyak dan fase air pada emulsi. Semakin tinggi kemampuan surfaktan dalam menurunkan tegangan antar fase minyak dan air, maka semakin stabil nanoemulsi yang akan terbentuk (Zubaydah et al., 2023).

Priani et al., (2020) menyebutkan bahwa SNEDDS ekstrak brokoli dengan kandungan minyak jintan hitam dan minyak zaitun dapat membentuk nanoemulsi yang stabil dan tidak terjadi pemisahan setelah didiamkan selama 24 jam (Dilla et al., 2024).

Pengamatan Emulsification Time

Emulsification time diamati dengan pelarutan masing-masing formula SNEDDS ekstrak brokoli kedalam media aquadest, *Artificial Gastric Fluid* (AGF), dan *Artificial Intestinal Fluid* (AIF). Masing-masing formula media yang digunakan sebagai berikut :

Tabel VIII. Hasil Pengamatan Emulsification Time

Media	For	Rata-rata ± SD	Keterangan	P Value
Aquadest	1	23 ± 2	Memenuhi	0,032 ^a
	2	17,3 ± 1,527		0,003 ^a
	3	16,7 ± 2,081		
	4	19 ± 3		
AGF	1	25,7 ± 2,081	Memenuhi	0,003 ^a
	2	18,7 ± 2,886		
	3	15,3 ± 1,527		
	4	22 ± 2,645		
AIF	1	32,7 ± 4,725	Memenuhi	0,003 ^a
	2	17,3 ± 6,429		
	3	16,3 ± 1,527		
	4	17 ± 1		

Syarat: Kurang dari 1 menit (Huda et al., 2018)

Emulsification time atau waktu emulsi bertujuan untuk melihat kemampuan formulasi SNEDDS ekstrak brokoli dalam membentuk nanoemulsi. Formulasi SNEDDS ekstrak brokoli dapat dikatakan baik jika memiliki waktu emulsifikasi yang singkat, yaitu kurang dari 1 menit (Erliyana et al., 2022).

KESIMPULAN

Variasi konsentrasi minyak jantan hitam dan minyak zaitun dalam formulasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) ekstrak etanol brokoli (*Brassica oleracea* Var. Italica) sebagai antidiabetes secara signifikan memengaruhi stabilitas fisik, kemampuan membentuk nanoemulsi stabil, dan efektivitas antidiabetes. Formulasi 4 menunjukkan hasil terbaik berdasarkan evaluasi kestabilan emulsi, fase pemisahan, dan kemampuan bertahan dalam media simulasi pH gastrointestinal. Hasil ini menegaskan pentingnya pemilihan rasio minyak yang tepat untuk menghasilkan formulasi SNEDDS ekstrak brokoli yang optimal dan stabil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sari Mulia dan pihak-pihak yang turut-serta membantu mulai dari mempersiapkan, melaksanakan, dan menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- Aditya, A., & Harahap, U. 2021. Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) dalam Peningkatan Bioavailabilitas Obat. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 10(2), 85–96.
- Alwadei, M., Kazi, M., & Alanazi, F. K. 2019. Novel Oral Dosage Regimen Based on Self-Nanoemulsifying Drug Delivery Systems for Codelivery of Phytochemicals - Curcumin and Thymoquinone. *Saudi Pharm Journal*, 27(6).

Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2019.05.008>

- Angelina, A., Putri, G. R., Shabrina, A., & Ekawati, N. 2022. Formulasi Sediaan Spray Gel Ekstrak Kulit Jeruk Manis (*Citrus Sinensis* L.) sebagai Anti-Aging. *Generics: Journal of Research in Pharmacy*, 2(1), 44–53. Retrieved from <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/generics/article/download/13213/7196>
- Anindhita, M. A., & Oktaviani, N. 2016. Formulasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Ekstak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) dengan Virgin Coconut Oil (VCO) sebagai Minyak Pembawa Metha. *Jurnal Pena Media*, 6(2), 103–111. Retrieved from <https://jurnal.unikal.ac.id/index.php/medika/article/view/395/353>
- Cahyani, S. E., Nugroho, B. H., & Syukri, Y. 2020. Stability Studies of Mefenamic acid Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEEDS) Preparation with Oleic Acid as The Oil Phase. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 16(2), 130–143. Retrieved from <https://journal.uui.ac.id/JIF/article/download/14816/10655>
- Dilla, K. N., Adawiyah, R., Putri, N. C., Noval, N., & Mahdiyah, D. 2024. 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.) with Various Concentrations of Virgin Coconut Oil as Antihypertensive. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 10(2), 55-63.
- Indriani, V., Tobing, N. E. K. P., & Rijai, L. 2018. Formulasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Ekstrak Biji Ramania (*Bouea macrophylla* Griff) dengan Asam Oleat (Oleic Acid) sebagai Minyak Pembawa. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 8, 276–284. Retrieved from <https://prosiding.farmasi.unmul.ac.id/index.php/mpc/article/view/334>
- International Diabetes Federation. 2021. IDF Diabetes Atlas 10th Edition. *IDF*. Retrieved February 23, 2023, from <https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition/>
- Malahayati, S., Nastiti, K., Audina, M., & Noval, N. 2024. Formulasi Nanoemulsi Ekstrak Bunga Melati (*Jasmine sambac* L.) dengan Teknik Self Nano Emulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Sebagai Anti Jerawat: Nanoemulsion Formulation of Jasmine Flower Extract (*Jaminum sambac* L.) Using Self

- Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Technique as an Anti Acne. *Jurnal Surya Medika (JSJM)*, 10(1), 325-333.
- Mansuri, R., & et al. 2021. Formulation and Characterization of SNEDDS: An Overview. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 16(5), 534-548.
- Maryam, S., Tahir, M., & Azzahra, R. 2023. Aktivitas Inhibisi Enzim Alfa-Glukosidase dari Ekstrak Bunga Kersen (*Muntingia calabura* L.) Secara In Vitro. *Makassar Pharmaceutical Science Journal*, 1(3), 150-159. Retrieved from <https://journal.farmasi.umi.ac.id/index.php/mpsj>
- Ningsih, S., & et al. 2017. Evaluation of Nanoemulsion Formulation Stability. *Indonesian Journal of Pharmacy*, 28(3), 195-201.
- Norliani, R., Noval, N., & Melviani, M. 2023. STUDI STABILITAS FORMULASI SELF NANO EMULSIFYING DRUG DELIVERY SYSTEM (SNEDDS) EKSTRAK DAUN SERUNAI SEBAGAI ANTI DIABETES DENGAN VARIASI KONSENTRASI ASAM OLEAT. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 13-24.
- Nurismawati, D. A., & Priani, S. E. 2021. Kajian Formulasi dan Karakterisasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) sebagai Penghantar Agen Antihiperlipidemia Oral. *Jurnal Riset Farmasi*, 1(2). Retrieved from <https://doi.org/10.29313/jrf.v1i2.455>
- Patel, A. R. 2021. Design and Evaluation of SNEDDS: A Comprehensive Guide. *International Journal of Pharmaceutics*.
- Pratiwi, N. K. A. S., Sari, P. M. N. A., Pangesti, N. M. D. P., & Rahmasari, L. P. C. P. 2023. Potensi Berbagai Tanaman sebagai Nutrasetikal Diabetes Melitus dengan Mekanisme Kerja Menghambat Enzim α -Glukosidase. *Prosiding Workshop dan Seminar Nasional Farmasi*, 2, 512-530. Retrieved from <https://ejournal1.unud.ac.id/index.php/wsnf/article/view/664/482>
- Priani, S. E., Somantri, S. Y., & Aryani, R. 2020. Formulasi dan Karakterisasi SNEDDS (Self Nanoemulsifying Drug Delivery System) Mengandung Minyak Jintan Hitam dan Minyak Zaitun. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 7(1), 31-38. Retrieved from <https://doi.org/10.25077/jsfk.7.1.31-38.2020>
- Sahumena, M. H., Suryani, S., & Rahmadani, N. 2019. Formulasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Asam Mefenamat menggunakan VCO dengan Kombinasi Surfaktan Tween dan Span. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 1(2), 37-46. Retrieved from <https://ejournal.ung.ac.id/index.php/jsscr/article/view/2660/1582>
- Santoso, S. D., & Suryanto, I. 2017. Komparasi Efek Pemberian Minyak Jintan Hitam (*Nigella sativa*) Dengan Minyak Zaitun (*Olea europea*) Terhadap Penurunan Glukosa Darah Pada Mencit (*Mus musculus*) Strain Balb/c. *Jurnal SainHealth*, 1(1), 36. Retrieved from <http://doi.org/10.51804/jsh.v1i1.76.36-42>
- Soviana, E., & Maenasari, D. 2019. Asupan Serat, Beban Glikemik Dan Kadar Glukosa Darah Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Kesehatan*, 12(1), 19-29. Retrieved from <https://journals.ums.ac.id/index.php/jk/article/view/8936/4831>
- Stephanie, H. 2016. Evaluating the Stability of Nanoemulsions in SNEDDS. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 68(3), 386-395.
- Suryani, M. H. S., Alfandi, L. R. P. P., Mallarangeng, A. N. T. A., & Ruslin, M. A. 2019. The Self-nanoemulsifying Drug Delivery System Formulation of Mefenamic Acid. *Asian Journal of Pharmaceutics*, 13(4). Retrieved from <https://dx.doi.org/10.22377/ajp.v13i04.3399>
- Syukri, Y. 2018. *Teknologi Sediaan Obat Dalam Bentuk Solid*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Zakia, A. F. 2019. Perbandingan Karakteristik Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Ekstrak Umbi Bawang Sabrang (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr.) Menggunakan Minyak Zaitun, Virgin Coconut Oil (VCO) dan Asam Oleat. *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*.
- Zubaydah, W. O. S., Magistia, L., & Indalifany, A. 2023. Formulasi dan Uji Karakteristik Self – Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Ekstrak Etanol Sponge *Xestospongia* sp. Menggunakan Tween 80 Sebagai Surfaktan. *Majalah Farmasetika*, 8(2).