FORMULASI DAN KARAKTERISASI *SELF-NANOEMULSIFYING DRUG DELIVERY SYSTEM* (SNEDDS) EKSTRAK TEMU KUNCI (*Boesenbergia rotunda)* SERTA EVALUASI AKTIVITAS ANTIINFLAMASI *IN VIVO*

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

memperoleh gelar Sarjana Farmasi

ARIZAL RACHMAT ZULKIEFLI

092022090058

PROGRAM STUDI FARMASI

FAKULTAS FARMASI

UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA

2026

FORMULASI DAN KARAKTERISASI *SELF-NANOEMULSIFYING DRUG DELIVERY SYSTEM* (SNEDDS) EKSTRAK TEMU KUNCI (*Boesenbergia rotunda)* SERTA EVALUASI AKTIVITAS ANTIINFLAMASI *IN VIVO*

Disusun Oleh:

Nama : Arizal Rachmat Zulkiefli
NIM : 092022090058

PROGRAM STUDI FARMASI

FAKULTAS FARMASI

UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA

2026

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 29 Juni 2026

Mahasiswa,



Arizal Rachmat Zulkiefli

NPM. 092022090058

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh	: Mahasiswa
Nama	: Arizal Rachmat Zulkiefli
NIM	: 092022090058
Program Studi	: Farmasi
Judul Skripsi	: Formulasi dan Karakterisasi *Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System* (SNEDDS) Ekstrak Temu Kunci (*Boesenbergia rotunda*) serta Evaluasi Aktivitas Antiinflamasi *In Vivo*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi pada Program Studi Farmasi Fakultas Farmasi, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1	: Dr. Alhara Yuwanda, S.Si., M.Si	( )
Pembimbing 2	: Dr. apt. Rina Adriany, M.Si	( )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 29 Juni 2026

MENGETAHUI

Ketua Program Studi Farmasi

(apt. Rayhan Akbar, S.Farm., M.Farm)

NIP. S092025020001

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh	: Mahasiswa
Nama	: Arizal Rachmat Zulkiefli
NIM	: 092022090058
Program Studi	: Farmasi
Judul Skripsi	: Formulasi dan Karakterisasi *Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System* (SNEDDS) Ekstrak Temu Kunci (*Boesenbergia rotunda*) serta Evaluasi Aktivitas Antiinflamasi *In Vivo*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi pada Program Studi Farmasi Fakultas Farmasi, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1	: Dr. apt. Agus Rusdin, M.Farm.	( )
Penguji 2	: Szalszabilla Rahayu, S.Farm., M.Farm.	( )
Penguji 3	: apt. Rayhan Akbar, S.Farm., M.Farm.	( )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal :

MENGETAHUI

Ketua Program Studi Farmasi

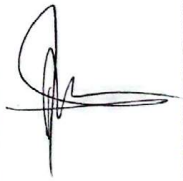
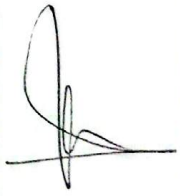
(apt. Rayhan Akbar, S.Farm., M.Farm)

NIP. S092025020001

Form I2 – Lembar Monitoring Revisi Sidang Skripsi	Revisi ke: 1 Tanggal revisi: 13 Agustus 2020

LEMBAR MONITORING REVISI SIDANG SKRIPSI

Nama : Arizal Rachmat Zulkiefli
NIM : 092022090058
Prodi : Farmasi
Judul Skripsi : **Formulasi dan Karakterisasi *Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System* (SNEDDS) Ekstrak Temu Kunci (*Boesenbergia rotunda*) serta Evaluasi Aktivitas Antiinflamasi *In Vivo***
Dosen Penguji III : Dr. apt. Agus Rusdin, M.Farm.

No.	Isi Komentar/Saran	Revisi/Jawaban Penulis	Paraf Penguji/Tanggal Persetujuan
1	Pengambilan keputusan formula terbaik kurang representatif	- Pemilihan F1 didasarkan pada *screening* homogenitas, emulsifikasi, kejernihan, transmitansi, dan stabilitas fisik. Namun, karena F1 dan F2 sama-sama memenuhi parameter awal, sedangkan ukuran droplet, PDI, dan potensial zeta hanya diuji pada F1, penetapan "formula terbaik" belum cukup representatif. Oleh karena itu, istilah diperbaiki menjadi "formula terpilih berdasarkan *screening* awal" formulasi 2.pdf pharmaceuticals-15-01064.pdf	
2	Konfirmasi API dalam formula (Drug loading/EE/) tidak dilakukan	- Uji *entrapment efficiency* (EE) tidak dilakukan karena bahan aktif yang digunakan berupa ekstrak *n*-heksan temu kunci yang mengandung banyak senyawa, bukan senyawa tunggal. Penelitian ini lebih difokuskan pada karakteristik fisikokimia, stabilitas, dan aktivitas antiinflamasi *in vivo*. Beberapa penelitian SNEDDS berbasis ekstrak juga menggunakan parameter ukuran droplet, PDI, potensial zeta, stabilitas, dan aktivitas biologis tanpa menjadikan EE sebagai parameter utama (Fitria et al., 2021; Saipriya et al., 2022). Namun, tidak adanya uji EE tetap dicantumkan sebagai keterbatasan penelitian, sehingga penetapan kadar senyawa penanda disarankan pada penelitian selanjutnya. main.pdf 13205_2022_Article_3164.pdf	
3			

Dipindai dengan CamScanner

Form I2 – Lembar Monitoring Revisi Sidang Skripsi	Revisi ke: 1 Tanggal revisi: 13 Agustus 2020

4			
5			

Depok, 27 Juli 2026
Mengetahui,
Ketua Prodi Farmasi

(apt. Rayhan Akbar, S.Farm., M.Farm.)
NIK. S092025020001

Dipindai dengan CamScanner

Form I2 – Lembar Monitoring Revisi Sidang Skripsi	Revisi ke: 1 Tanggal revisi: 13 Agustus 2020

LEMBAR MONITORING REVISI SIDANG SKRIPSI

Nama	:	Arizal Rachmat Zulkiefli
NIM	:	092022090058
Prodi	:	Farmasi
Judul Skripsi	:	**Formulasi dan Karakterisasi *Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System* (SNEDDS) Ekstrak Temu Kunci (*Boesenbergia rotunda*) serta Evaluasi Aktivitas Antiinflamasi *In Vivo***
Dosen Penguji III	:	Szalszabilla Rahayu, S.Farm., M.Farm.

No.	Isi Komentar/Saran	Revisi/Jawaban Penulis	Paraf Penguji/Tanggal Persetujuan
1	Perbaikan BAB I: Penambahan bahan tambahan apa yang digunakan, keamanan ekstrak n-heksan yang dikonsumsi oral, batasan penelitian terkait uji toksisitas	- Latar belakang telah ditambahkan mention bahan tambahan apa yang digunakan (hal 1) - Penambahan mention penghilangan pelarut menggunakan rotary evaporator di bab 3 (hal 23) - Batasan penelitian terkait ditambahkan (hal 4)	
2	Perbaikan BAB IV: Penulisan sitasi diperbaiki, khusunya yang menyebut latifani	- Penulisan sitasi telah diperbaiki (hal 62-70)	
3	Perbaikan Lampiran: Foto lampirkan dibuat lebih besar agar dapat terbaca	- Foto di lampiran telah diperbesar (hal 91)	
4	Perbaikan format penulisan	- Format penulisan dirapihkan	
5			

Depok, 31 Juli 2026
Mengetahui,
Ketua Prodi Farmasi

(apt. Rayhan Akbar, S.Farm., M.Farm.)
NIK. S092025020001

Dipindai dengan CamScanner

Form I2 – Lembar Monitoring Revisi Sidang Skripsi	Revisi ke: 1
	Tanggal revisi: 13 Agustus 2020

LEMBAR MONITORING REVISI SIDANG SKRIPSI

Nama : Arizal Rachmat Zulkiefli
NIM : 092022090058
Prodi : Farmasi
Judul Skripsi : **Formulasi dan Karakterisasi *Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System* (SNEDDS) Ekstrak Temu Kunci (*Boesenbergia rotunda*) serta Evaluasi Aktivitas Antiinflamasi *In Vivo***
Dosen Penguji III : apt. Rayhan Akbar, S.Farm., M.Farm.

No.	Isi Komentar/Saran	Revisi/Jawaban Penulis	Paraf Penguji/Tanggal Persetujuan
1	Perbaikan BAB I: Penambahan alasan penggunaan n-heksan, alasan penggunaan bahan tambahan, masalah kelarutan ekstrak n-heksan, dan sinkronisasi rumusan masalah dan tujuan	- Latar belakang telah direvisi untuk memuat hal hal tersebut (hal 1-3) - Rumusan masalah tujuan telah diperbaiki dan sinkron (hal 3-4)	
2	Perbaikan BAB II: Penambahan detail masalah kelarutan temukunci, juga detail teori emulsifikasi dan stabilitas	- Sub bab mengenai temu kunci telah direvisi (hal 8-10) - Subab bab mengenai Formulasi SNEDDS telah diperbaiki (10-15)	
3	Perbaikan BAB III: Detailkan bagian alat dan bahan, tambahkan penjelasan metode randomisasi, referensi rumus perhitungan dosis	- List alat dan bahan sudah direvisi (hal 22) - Metode randomisasi dan penentuan sampel telah ditambahkan (hal 30) - Refrensi rumus telah disisipkan (hal 32-33)	
4	Perbaikan BAB IV: Sinkronisasi kesimpulan dengan rumusan masalah dan tujuan	- Kesimpulan telah disesuaikan dengan rumusan masalah dan tujuan (hal 73)	
5	Perbaikan format penulisan	- Format penulisan telah diperbaiki	

Depok, 27 Juli 2026
Mengetahui,
Ketua Prodi Farmasi

(apt. Rayhan Akbar, S.Farm., M.Farm.)
NIK. S092025020001

Dipindai dengan CamScanner

Form A – Pernyataan Jadwal Konsultasi	Revisi ke: 3 Tanggal revisi: 01 Oktober 2024

PERNYATAAN JADWAL KONSULTASI

Bahwa yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arizal Rachmat Zulkiefli
NIM : 092022090058
Semester/Prodi : 8/Farmasi
Judul Skripsi : FORMULASI DAN KARAKTERISASI *SELF-NANOEMULSIFYING DRUG DELIVERY SYSTEM* (SNEDDS) EKSTRAK TEMU KUNCI (*Boesenbergia rotunda)* SERTA EVALUASI AKTIVITAS ANTIINFLAMASI *IN VIVO*

Menyatakan bersedia mengikuti bimbingan tugas akhir/skripsi/tesis secara teratur sebanyak setidak-tidaknya satu kali tiap bulannya dengan Dosen Pembimbing I yang telah ditunjuk untuk membimbing penelitian tugas akhir/skripsi/tesis saya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat. Atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Depok, 29 Juni 2026

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I

Dr. Alhara Yuwanda, S.Si., M.Si.
NIP. S092015040001

Hormat saya,

Arizal Rachmat Zulkiefli
NIM. 092022090058

Menyetujui,
Ketua Prodi Farmasi

apt. Rayhan Akbar, S.Farm., M.Farm.
NIP. S092025020001

*coret yang tidak perlu

Dipindai dengan CamScanner

Form A – Pernyataan Jadwal Konsultasi	Revisi ke: 3
	Tanggal revisi: 01 Oktober 2024

PERNYATAAN JADWAL KONSULTASI

Bahwa yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arizal Rachmat Zulkiefli
NIM : 092022090058
Semester/Prodi : 8/Farmasi
Judul Skripsi : FORMULASI DAN KARAKTERISASI *SELF-NANOEMULSIFYING DRUG DELIVERY SYSTEM* (SNEDDS) EKSTRAK TEMU KUNCI (*Boesenbergia rotunda)* SERTA EVALUASI AKTIVITAS ANTIINFLAMASI *IN VIVO*

Menyatakan bersedia mengikuti bimbingan tugas akhir/skripsi/tesis secara teratur sebanyak setidak-tidaknya satu kali tiap bulannya dengan Dosen Pembimbing II yang telah ditunjuk untuk membimbing penelitian tugas akhir/skripsi/tesis saya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat. Atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Depok, 29 Juni 2026

Mengetahui,
Dosen Pembimbing II

Dr. apt. Rina Adriany, M.Si.
NIP. S092024070004

Hormat saya,

Arizal Rachmat Zulkiefli
NIM. 092022090058

Menyetujui,
Ketua Prodi Farmasi

apt. Rayhan Akbar, S.Farm., M.Farm.
NIP. S092025020001

*coret yang tidak perlu

Dipindai dengan CamScanner

Form B2 – Lembar Konsultasi Skripsi	Revisi ke: 3
	Tanggal revisi: 01 Oktober 2024

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama mahasiswa : Arizal Rachmat Zulkiefli

NIM : 092022090058

Judul : FORMULASI DAN KARAKTERISASI *SELF-NANOEMULSIFYING DRUG DELIVERY SYSTEM* (SNEDDS) EKSTRAK TEMU KUNCI (*Boesenbergia rotunda)* SERTA EVALUASI AKTIVITAS ANTIINFLAMASI *IN VIVO*

Dosen Pembimbing I : Dr. Alhara Yuwanda, S.Si., M.Si.

No.	Tanggal	Uraian Kegiatan yang Dilakukan	Paraf Dosen
1	02/04/26	- Bimbingan pertama setelah sempro - Laporan apa saja yang telah dipersiapkan untuk penelitian - Membuat sistem pelaporan update kegiatan atau progres penelitian pada link Google Drive	
2	06/04/26	- Konsultasi pembelian bahan - Konsultasi pembuatan Ethical Clearence	
3	07/04/26	- Konsultasi Peminjaman alat dan lab - Kemajuan draft skripsi	
4	02/05/26	- Update progres penelitian - Konsultasi peminjaman alat di kampus lain - Konsultasi prosedur uji antiinflamasi	
5	15/05/26	- Pengarahan Penelitian - Revisi naskah skripsi	
6	10/06/26	- Update progres penelitian - Update progres naskah skripsi	
7	12/06/26	- Revisi Naskah skripsi - Pengarahan pengolahan data statistik	
8	18/06/26	- Update naskah skripsi final	

* Minimal 6 kali pertemuan

Depok, 29 Juni 2026
Mengetahui,
Ketua Prodi Farmasi

apt. Rayhan Akbar, S.Farm., M.Farm.

NIP. S092025020001

Dipindai dengan CamScanner

Form B2 – Lembar Konsultasi Skripsi	Revisi ke: 3
	Tanggal revisi: 01 Oktober 2024

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama mahasiswa : Arizal Rachmat Zulkiefli

NIM : 092022090058

Judul : FORMULASI DAN KARAKTERISASI *SELF-NANOEMULSIFYING DRUG DELIVERY SYSTEM* (SNEDDS) EKSTRAK TEMU KUNCI (*Boesenbergia rotunda)* SERTA EVALUASI AKTIVITAS ANTIINFLAMASI *IN VIVO*

Dosen Pembimbing II : Dr. apt. Rina Adriany, M.Si.

No.	Tanggal	Uraian Kegiatan yang Dilakukan	Paraf Dosen
1	03/04/26	- Bimbingan awal setelah sempro - Konsultasi arah perbaikan proposal dan fokus penelitian	
2	08/04/26	- Konsultasi revisi tinjauan pustaka dan kerangka konsep - Konsultasi kebutuhan administrasi Ethical Clearance	
3	14/04/26	- Konsultasi metode penelitian dan teknik sampling - Konsultasi kebutuhan alat, bahan, dan laboratorium	
4	06/05/26	- Evaluasi progres persiapan penelitian - Konsultasi instrumen penelitian dan lembar kerja - Konsultasi prosedur uji antiinflamasi	
5	15/05/26	- Update progres penelitian - Revisi naskah sebelumnya	
6	10/06/26	- Update progres penelitian dan pengumpulan data - Konsultasi hasil sementara dan perbaikan naskah	
7	12/06/26	- Revisi naskah skripsi - Review data hasil penelitian	
8	20/06/26	- Review naskah skripsi final	

* Minimal 6 kali pertemuan

Depok, 29 Juni 2026
Mengetahui,
Ketua Prodi Farmasi

apt. Rayhan Akbar, S.Farm., M.Farm.

NIP. S092025020001

Dipindai dengan CamScanner

Form C2 – Lembar Monitoring Skripsi	Revisi ke: 3
	Tanggal revisi: 01 Oktober 2024

LEMBAR MONITORING SKRIPSI

Nama	Arizal Rachmat Zulkiefli		
NIM	092022090058		
Email	arizalrz87@gmail.com	Telepon/HP	085782767034
Prodi	Farmasi		
Judul Skripsi	FORMULASI DAN KARAKTERISASI *SELF-NANOEMULSIFYING DRUG DELIVERY SYSTEM* (SNEDDS) EKSTRAK TEMU KUNCI (*Boesenbergia rotunda)* SERTA EVALUASI AKTIVITAS ANTIINFLAMASI *IN VIVO*		
Pembimbing I	Dr. Alhara Yuwanda, S.Si., M.Si.		
Pembimbing II	Dr. apt. Rina Adriany, M.Si.		

Diisi oleh kandidat:

PENCAPAIAN KERJA

BAB I	
Tanggal Rencana	10/11/2025
Tanggal Selesai	14/11/2025
Deskripsi Kerja	Penyusunan draft awal Bab I Pendahuluan yang mencakup latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta penetapan batasan penelitian berdasarkan arahan dosen pembimbing.

BAB II	
Tanggal Rencana	17/11/2025
Tanggal Selesai	25/11/2025
Deskripsi Kerja	Penyusunan Bab II Tinjauan Pustaka yang memuat landasan teori dan kerangka pemikiran berdasarkan referensi jurnal yang relevan dengan topik penelitian.

BAB III	
Tanggal Rencana	01/12/2025
Tanggal Selesai	05/12/2025
Deskripsi Kerja	Penyusunan Bab III Metodologi Penelitian yang mencakup desain penelitian, formulasi sediaan, metode pengujian, serta peninjauan dan revisi menyeluruh oleh dosen pembimbing.

Dipindai dengan CamScanner

Form C2 – Lembar Monitoring Skripsi	Revisi ke: 3 Tanggal revisi: 01 Oktober 2024

BAB IV	
Tanggal Rencana	15/06/26
Tanggal Selesai	24/06/06
Deskripsi Kerja	Penyusunan Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan yang mencakup penyajian hasil penelitian, pengolahan data, interpretasi hasil, pembahasan berdasarkan teori dan penelitian terdahulu, serta revisi menyeluruh oleh dosen pembimbing.

BAB V	
Tanggal Rencana	16/06/26
Tanggal Selesai	25/06/26
Deskripsi kerja	Penyusunan Bab V Penutup yang mencakup kesimpulan hasil penelitian, penyusunan saran berdasarkan temuan penelitian, penyesuaian akhir isi naskah, serta revisi final oleh dosen pembimbing.

Diisi oleh pembimbing:

Kinerja sesuai dengan tujuan: ☑ Ya ☐ Tidak

Rekomendasi untuk sidang skripsi: ☑ Ya ☐ Tidak

Jika tidak, mohon ditulis secara spesifik penyebabnya:
Komentar atau informasi lainnya:

Nama Pembimbing I : Dr. Alhara Yuwanda, S.Si., M.Si.

Tanda Tangan :

Tanggal : 29 Juni 2026

Nama Pembimbing II : Dr. apt. Rina Adriany, M.Si.

Tanda Tangan :

Tanggal : 29 Juni 2026

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Farmasi pada Fakultas Farmasi. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

(1) Dr. Ir. Djoko Setyo Widodo, SE., MM., M.Si., CHRA., selaku Rektor Universitas Global Jakarta, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas dalam menyelesaikan studi ini;

(2) Bapak Dr. Alhara Yuwanda, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berarti dalam penyusunan skripsi ini;

(3) Ibu Dr. apt. Rina Adriany, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II, yang juga telah bersedia membimbing dan memberikan dukungan penuh selama proses penyusunan skripsi ini.

(4) Bapak Dr. apt. Agus Rusdin, M.Farm., Ibu Szalszabilla Rahayu, S.Farm., M.Farm., dan Bapak apt. Rayhan Akbar, S.Farm., M.Farm., selaku dosen penguji yang telah memberikan penilaian, arahan, serta saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat disusun dengan lebih baik.

(5) Seluruh dosen Program Studi Farmasi Universitas Global Jakarta yang telah membagikan ilmu, pengalaman, bimbingan, dan motivasi kepada penulis selama menjalani perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.

(6) Ayahanda Zulkiefli Kamaruddin dan Ibunda Mamay Khumaeroh, yang senantiasa menjadi sumber doa, kasih sayang, kekuatan, dan semangat bagi penulis. Terima kasih atas segala pengorbanan, dukungan, kesabaran, serta kepercayaan yang telah diberikan dalam setiap langkah perjalanan pendidikan penulis. Kehadiran, nasihat, dan ketulusan Ayah dan Ibu menjadi bagian penting yang menguatkan penulis untuk terus berusaha

hingga sampai pada tahap ini. Segala pencapaian ini adalah buah dari perjuangan dan cinta tulus kalian.

(7) Teman-teman mahasiswa Program Studi Farmasi Universitas Global Jakarta, yang telah memberikan kebersamaan, bantuan, dukungan, dan semangat selama masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini.

(8) 092023070021, yang selalu hadir menjadi sumber semangat selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas perhatian, kesabaran, dukungan, serta keyakinan yang diberikan, terutama ketika penulis merasa lelah dan membutuhkan alasan untuk tetap bertahan dan melangkah hingga akhir.

(9) Teman-teman asisten laboratorium Program Studi Farmasi Universitas Global Jakarta, yang telah menjadi teman belajar, berdiskusi, bercanda, dan bekerja sama, sehingga perjalanan akademik hingga penyusunan skripsi ini terasa lebih berwarna.

(10) Diri saya sendiri, Arizal Rachmat Zulkiefli, atas kesabaran, keteguhan, dan keberanian untuk terus melangkah dalam menyelesaikan setiap proses yang telah dilalui. Terima kasih telah tetap berusaha, bertahan, dan tidak menyerah hingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya dalam bidang ilmu farmasi, serta menjadi kontribusi ilmiah yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 29 Juni 2026

Penulis,

Arizal Rachmat Zulkiefli

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Arizal Rachmat Zulkiefli
NPM	:	092022090058
Program Studi	:	Farmasi
Jenis Karya Ilmiah	:	Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** *(None-exclusive Royalty Free Right)* atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Formulasi dan Karakterisasi *Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System* (SNEDDS) Ekstrak Temu Kunci (*Boesenbergia rotunda*) serta Evaluasi Aktivitas Antiinflamasi *In Vivo*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data *(database)*, merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 29 Juni 2026

Yang menyatakan



Arizal Rachmat Zulkiefli

Dipindai dengan CamScanner

ABSTRAK

Temu kunci (*Boesenbergia rotunda*) mengandung metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antiinflamasi, tetapi pemanfaatannya secara oral dibatasi oleh sifat senyawa aktifnya yang relatif lipofilik. Penelitian ini bertujuan memformulasikan ekstrak *n*-heksan rimpang temu kunci dalam *Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System* (SNEDDS), mengevaluasi karakteristik fisikokimianya, dan menilai aktivitas antiinflamasi secara *in vivo*. Penelitian eksperimental laboratorik ini meliputi formulasi SNEDDS berbasis *Virgin Coconut Oil* (VCO), Tween 80, dan PEG 400, karakterisasi fisikokimia, uji stabilitas fisik, serta uji antiinflamasi pada model edema telapak kaki tikus yang diinduksi karagenan. Parameter yang dievaluasi meliputi kemampuan emulsifikasi, transmitansi, pH, viskositas, stabilitas fisik, ukuran droplet, indeks polidispersitas, dan potensial zeta. Uji antiinflamasi menggunakan lima kelompok, yaitu kontrol negatif, kontrol *vehicle*, ekstrak tanpa SNEDDS, SNEDDS F1 ekstrak temu kunci, dan kontrol positif natrium diklofenak. Volume edema diukur pada jam ke-1 hingga ke-5 menggunakan pletismometer dan dianalisis berdasarkan perubahan volume edema serta *area under the curve* (AUC). Formula F1 dengan rasio VCO:Tween 80:PEG 400 sebesar 1:8:1 terpilih karena menghasilkan dispersi jernih, emulsifikasi baik, transmitansi tinggi, dan stabilitas fisik yang baik. Formula F1 memiliki ukuran droplet 16,66 ± 0,23 nm, indeks polidispersitas 0,409 ± 0,012, dan potensial zeta −10,98 ± 1,14 mV. Terdapat perbedaan bermakna antarkelompok pada perubahan volume edema dan AUC 0–5 jam ($p<0,001$). SNEDDS F1 menurunkan AUC edema secara bermakna dibandingkan ekstrak tanpa SNEDDS, tetapi efeknya lebih rendah daripada natrium diklofenak. Formulasi SNEDDS F1 dapat meningkatkan karakteristik fisikokimia dan aktivitas antiinflamasi ekstrak temu kunci.

Kata kunci: temu kunci, *Boesenbergia rotunda*, SNEDDS, antiinflamasi, edema karagenan, nanoemulsi.

ABSTRACT

Fingerroot (Boesenbergia rotunda) contains metabolites with anti-inflammatory activity; however, its oral use is limited by the lipophilic nature of its active compounds. This study aimed to formulate an n-hexane extract of fingerroot rhizome into a Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS), evaluate its physicochemical characteristics, and assess its in vivo anti-inflammatory activity. SNEDDS was prepared using Virgin Coconut Oil (VCO), Tween 80, and PEG 400, followed by physicochemical characterization, stability testing, and anti-inflammatory evaluation in a carrageenan-induced rat paw edema model. The evaluated parameters were emulsification ability, transmittance, pH, viscosity, physical stability, droplet size, polydispersity index, and zeta potential. The anti-inflammatory test involved five groups: negative control, vehicle control, extract without SNEDDS, fingerroot extract-loaded SNEDDS F1, and diclofenac sodium as positive control. Paw edema volume was measured from the first to the fifth hour using a plethysmometer and analyzed based on edema volume changes and area under the curve (AUC). Formula F1, with a VCO:Tween 80:PEG 400 ratio of 1:8:1, was selected because it produced a clear dispersion, good emulsification, high transmittance, and good physical stability. Formula F1 had a droplet size of 16.66 ± 0.23 nm, a polydispersity index of 0.409 ± 0.012, and a zeta potential of −10.98 ± 1.14 mV. Significant differences were found among groups in edema volume changes and AUC0–5 h ($p<0.001$). SNEDDS F1 significantly reduced edema AUC compared with the unformulated extract, although its effect was lower than that of diclofenac sodium. Therefore, SNEDDS F1 improved the physicochemical characteristics and anti-inflammatory activity of fingerroot extract.

Keywords: *fingerroot, Boesenbergia rotunda, SNEDDS, anti-inflammatory, carrageenan-induced edema, nanoemulsion.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI ..... **ii**
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PEMBIMBING ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS ..... **vii**
ABSTRAK ..... **viii**
ABSTRACT ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Antiinflamasi 5
2.2 Temu Kunci (*Boesenbergia rotunda*) 6
2.3 Formulasi *Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System* 10
2.4 Metode Pengukuran Aktivitas Antiinflamasi *In vivo* 15
2.5 Kesenjangan Penelitian & Landasan Pemilihan Metodologi 17
2.6 Kerangka Teori 19
BAB III METODE PENELITIAN **22**
3.1 Desain Penelitian 22
3.2 Bahan dan Alat 22
3.2.1 Bahan 22
3.2.2 Alat dan Instrumen 22
3.3 Prosedur Penelitian 23
3.3.1 Persiapan Ekstrak Temu Kunci 23
3.3.1.1 Pengadaan Ekstrak Temu Kunci 23
3.3.1.2 Uji Fitokimia Sederhana 24
3.3.2 Pembuatan SNEDDS 25
3.3.2.1 Pemilihan Komponen dan Studi Pra-Formulasi 25
3.3.2.2 Pembuatan Prekonsentrat SNEDDS 26
3.3.2.3 Uji Emulsifikasi dan Karakterisasi Awal 26
3.3.3 Karakterisasi Fisikokimia Formulasi 27
3.3.3.1 Ukuran Droplet dan Indeks Polidispersi (PDI) 27

3.3.3.2 Potensial Zeta 28
3.3.3.3 Viskositas 28
3.3.3.4 pH dan Persentase Transmitan (%T) 28
3.3.3.5 Uji Stabilitas Fisik 29
3.3.4 Uji Aktivitas Antiinflamasi *In vivo* 30
3.3.4.1 Desain Eksperimental dan Randomisasi 30
3.3.4.2 Persiapan Formulasi dan Dosis 31
3.3.4.3 Prosedur Induksi Edema Kaki 34
3.3.4.4 Pengukuran Volume Kaki 34
3.3.4.5 Analisis Data dan Uji Statistik 34
3.4 Etika, Keselamatan, dan Pengelolaan Limbah Laboratorium 36
3.5 Kerangka Penelitian 38
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN 41
4.1 Hasil Penelitian 41
4.1.1 Persiapan Ekstrak Temu Kunci 41
4.1.1.1 Pengambilan dan identifikasi sampel 41
4.1.1.2 Uji Fitokimia Sederhana 42
4.1.2 Pembuatan SNEDDS 43
4.1.2.1 Pemilihan Komponen dan Studi Pra-Formulasi 43
4.1.2.2 Pembuatan Prekonsentrat SNEDDS 43
4.1.2.3 Uji Emulsifikasi dan Karakterisasi Awal 44
4.1.3 Karakterisasi Fisikokimia Formulasi 45
4.1.3.1 Ukuran Droplet dan Indeks Polidispersi 45
4.1.3.2 Potensial Zeta 47
4.1.3.3 Viskositas 48
4.1.3.4 pH dan Persentase Transmitan 48
4.1.3.5 Uji Stabilitas Fisik 49
4.1.4 Uji Aktivitas Antiinflamasi In vivo 52
4.1.4.1 Desain Eksperimental dan Randomisasi 52
4.1.4.2 Persiapan Formulasi dan Dosis 52
4.1.4.3 Prosedur Induksi Edema Kaki 53
4.1.4.4 Pengukuran Volume Kaki 54
4.1.4.5 Analisis Data dan Uji Statistik 57
4.2 Pembahasan 59
4.2.1 Karakteristik ekstrak temu kunci 59
4.2.2 Pemilihan formula SNEDDS 61
4.2.3 Karakteristik Fisikokimia Formulasi 64
4.2.4 Uji Aktivitas Antiinflamasi In Vivo 68
4.2.5 Interpretasi analisis statistik 71
BAB V PENUTUP 73
5.1 Kesimpulan 73
5.2 Saran 74

DAFTAR PUSTAKA **75**
LAMPIRAN **83**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi dan Taksonomi Boesenbergia rotunda (L.) Mansf. 7
Tabel 3.1 Komposisi formulasi SNEDDS. 25
Tabel 4.1 Hasil uji fitokimia sederhana ekstrak temu kunci 41
Tabel 4.2 Hasil uji fitokimia sederhana ekstrak temu kunci. 42
Tabel 4.3 Komposisi formulasi SNEDDS yang diuji. 43
Tabel 4.4 Hasil emulsifikasi dan karakterisasi awal SNEDDS. 44
Tabel 4.5 Hasil ukuran droplet, indeks polidispersi, dan potensial zeta SNEDDS ekstrak temu kunci formula F1. 45
Tabel 4.6 Distribusi *peak* ukuran droplet SNEDDS ekstrak temu kunci formula F1 46
Tabel 4.7 Distribusi *peak* potensial zeta SNEDDS ekstrak temu kunci formula F1 47
Tabel 4.8 Hasil viskositas formulasi SNEDDS. 48
Tabel 4.9 Hasil pH formulasi SNEDDS. 48
Tabel 4.10 Hasil uji transmitansi formulasi SNEDDS ekstrak temu kunci. 49
Tabel 4.11 Hasil uji stabilitas fisik formulasi SNEDDS ekstrak temu kunci. 51
Tabel 4.12 Pembagian kelompok uji aktivitas antiinflamasi. 52
Tabel 4.13 Rerata volume telapak kaki tikus pada setiap waktu pengamatan. 54
Tabel 4.14 Perubahan volume edema dan AUC perubahan volume edema. 54
Tabel 4.15 Persentase inhibisi edema terhadap kontrol negatif. 55
Tabel 4.16 Ringkasan analisis statistik data antiinflamasi. 57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rimpang Temu Kunci (Kongratanapasert et al., 2023). 7
Gambar 2.2 Emuslifikasi SNEDDS di Lambung (Tanga et al., 2026). 11
Gambar 2.3 Bagan Kerangka Teori. 21
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian. 40
Gambar 4.1 Hasil uji fitokimia sederhana ekstrak temu kunci. 42
Gambar 4.2 Prekonsentrat SNEDDS ekstrak temu kunci formula F1, F2, dan F3. 44
Gambar 4.3 Hasil pengamatan visual kejernihan dispersi SNEDDS ekstrak temu kunci formula F1, F2, dan F3 setelah pengenceran. 45
Gambar 4.4 Hasil pengukuran Droplet dan Indeks Polidispersi SNEDDS ekstrak temu kunci formula F1. 46
Gambar 4.5 Hasil pengukuran potensial zeta SNEDDS ekstrak temu kunci formula F1. 47
Gambar 4.6 Hasil uji stabilitas fisik formula SNEDDS ekstrak temu kunci setelah uji sentrifugasi. 50
Gambar 4.7 Hasil uji stabilitas fisik formula SNEDDS ekstrak temu kunci setelah *freeze-thaw* 3 siklus. 50
Gambar 4.8 Hasil uji stabilitas fisik formula SNEDDS ekstrak temu kunci setelah siklus pemanasan-pendinginan 6 siklus. 51
Gambar 4.9 Persiapan sediaan uji dan larutan karagenan pada uji aktivitas antiinflamasi. 53
Gambar 4.10 Proses induksi edema telapak kaki tikus menggunakan karagenan. (A) Telapak kaki tikus sebelum induksi karagenan, ditunjukkan oleh lingkaran kuning. (B) Telapak kaki tikus saat penyuntikan karagenan sebagai tahap induksi edema, ditunjukkan oleh lingkaran merah. 53
Gambar 4.11 Kurva perubahan volume edema telapak kaki terhadap waktu pada kelompok KN, KV, K1, K2, dan KP. 56
Gambar 4.12 Perbandingan AUC perubahan volume edema 0 sampai 5 jam antarkelompok. Batang menunjukkan rerata, sedangkan *error bar* menunjukkan simpangan baku. 57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Layak Etik Penelitian Hewan Coba 84
Lampiran 2. Surat Keterangan Hasil Determinasi Rimpang Temu Kunci 85
Lampiran 3. Dokumen Pengadaan Ekstrak Temu Kunci dari Penyedia Bahan 86
Lampiran 4. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Temu Kunci 87
Lampiran 5. Dokumentasi Pembuatan Prekonsentrat SNEDDS..... 88
Lampiran 6. Hasil Uji Emulsifikasi dan Pengamatan Visual Formula 89
Lampiran 7. Hasil Uji Transmitansi Formula SNEDDS..... 90
Lampiran 8. Hasil Pengukuran pH Formula SNEDDS..... 93
Lampiran 9. Hasil Pengukuran Viskositas Formula SNEDDS 94
Lampiran 10. Hasil Uji Stabilitas Fisik Formula SNEDDS..... 95
Lampiran 11. Hasil PDI dan Indeks Polidispersi Formula F1 99
Lampiran 12. Hasil Pengukuran Potensial Zeta Formula F1 100
Lampiran 13. Dokumentasi Hewan Uji dan Perlakuan Penelitian..... 101
Lampiran 14. Dokumentasi Induksi Edema Telapak Kaki Tikus dengan Karagenan 103
Lampiran 15. Data Mentah Pengukuran Volume Telapak Kaki Tikus..... 104
Lampiran 16. Perhitungan ΔV, AUC, dan Persentase Inhibisi Edema..... 106
Lampiran 17. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas Data 107
Lampiran 18. Hasil Uji ANOVA dan Uji Lanjut Tukey..... 108
Lampiran 19. Hasil Uji *Kruskal-Wallis* dan Perbandingan Berpasangan 109

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peradangan merupakan respons tubuh terhadap rangsangan berbahaya, seperti infeksi, cedera jaringan, atau zat iritan. Respons ini diperlukan dalam proses pertahanan dan pemulihan jaringan, tetapi apabila berlangsung berlebihan dapat memperburuk kerusakan jaringan dan kondisi klinis (Soliman & Barreda, 2023). Terapi inflamasi umumnya menggunakan obat antiinflamasi steroid maupun nonsteroid. Namun, penggunaan jangka panjang obat-obat tersebut dapat menimbulkan efek samping, seperti gangguan hormonal dan gangguan saluran cerna berupa tukak peptik (Pofi et al., 2023; Tai & McAlindon, 2021). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan agen antiinflamasi lain yang berpotensi lebih aman, termasuk yang berasal dari tanaman obat. Salah satu tanaman obat lokal yang berpotensi dikembangkan sebagai antiinflamasi adalah temu kunci (*Boesenbergia rotunda*) (Y. Wang et al., 2025).

Temu kunci (*Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf.) merupakan tanaman rimpang famili Zingiberaceae yang mengandung minyak atsiri, flavonoid, polifenol, pinostrobin, panduratin A, dan boesenbergin (Eiamart et al., 2024; Lestari et al., 2023). Tanaman ini dilaporkan memiliki aktivitas antiinflamasi, antimikroba, serta digunakan dalam pemulihan kesehatan pascapersalinan (Kanchanapiboon et al., 2020; Sanguansermsri et al., 2024; P. Wang et al., 2022; Y. Wang et al., 2025). Uji *in vivo* juga menunjukkan bahwa ekstrak rimpang temu kunci dapat menurunkan edema dan respons inflamasi pada hewan uji (Hermayanti et al., 2025; P. Wang et al., 2022). Pelarut *n*-heksan dipilih karena bersifat nonpolar dan sesuai untuk menarik komponen lipofilik, seperti pinostrobin, panduratin A, dan minyak atsiri. Namun, sifat lipofilik tersebut menyebabkan ekstrak kurang mudah terdispersi dalam medium berair dan dapat membatasi penghantaran oralnya. Hal ini didukung oleh rendahnya paparan oral panduratin A pada hewan uji, sehingga diperlukan sistem formulasi yang dapat meningkatkan dispersibilitas ekstrak *n*-heksan rimpang temu kunci (Boonyarattanasoonthorn et al., 2023; Kongratanapasert et al., 2024).

Salah satu sistem formulasi yang dapat digunakan untuk bahan aktif lipofilik adalah *self-nanoemulsifying drug delivery system* (SNEDDS). SNEDDS merupakan campuran minyak, surfaktan, dan kosurfaktan yang dapat membentuk nanoemulsi secara spontan setelah berkontak dengan medium berair atau cairan biologis (Abdulla et al., 2025). Dalam penelitian ini, VCO digunakan sebagai fase minyak karena dapat menjadi pembawa bagi komponen lipofilik ekstrak *n*-heksan temu kunci. Tween 80 dipilih sebagai surfaktan nonionik untuk menurunkan tegangan antarmuka minyak-air dan membantu pembentukan droplet berukuran kecil, sedangkan PEG 400 digunakan sebagai kosurfaktan dan kosolven untuk membantu proses emulsifikasi serta meningkatkan kemampuan pencampuran antarkomponen formula. Kombinasi minyak, Tween 80, dan PEG 400 telah digunakan pada beberapa penelitian untuk menghasilkan sistem nanoemulsi dengan karakteristik fisik yang baik, meskipun rasio setiap komponen tetap perlu disesuaikan dengan sifat bahan aktif yang diformulasikan (Annisa et al., 2021; Morakul et al., 2024).

Penelitian mengenai sistem penghantaran berbasis nano pada temu kunci masih terbatas. Beberapa penelitian telah melaporkan formulasi SNEDDS menggunakan minyak atsiri temu kunci dengan evaluasi berupa transmitansi, waktu emulsifikasi, ukuran droplet, dan indeks polidispersitas (Al Kurnia et al., 2024). Penelitian lain juga mengevaluasi mikroemulsi ekstrak *B. rotunda* untuk penghantaran transdermal melalui pengujian *in vitro* dan *ex vivo* (Wittayanukullack et al., 2025). Selain itu, ekstrak heksan temu kunci telah dilaporkan memiliki potensi antiinflamasi, tetapi pengembangannya dalam bentuk SNEDDS untuk pemberian oral masih belum banyak diteliti (Liana et al., 2025). Berdasarkan penelusuran pustaka, belum ditemukan penelitian yang secara khusus memformulasikan ekstrak *n*-heksan rimpang temu kunci ke dalam SNEDDS oral menggunakan VCO, Tween 80, dan PEG 400, disertai karakterisasi fisikokimia serta pengujian aktivitas antiinflamasi *in vivo* dalam satu rangkaian penelitian.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk memformulasikan ekstrak *n*-heksan rimpang temu kunci ke dalam sistem SNEDDS menggunakan VCO sebagai fase minyak, Tween 80 sebagai surfaktan, dan PEG 400 sebagai kosurfaktan. Beberapa rasio formula awal dibandingkan untuk memperoleh

formula terpilih berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan. Formula tersebut kemudian dikarakterisasi melalui pengujian kemampuan emulsifikasi, transmitansi, pH, viskositas, stabilitas fisik, ukuran droplet, indeks polidispersitas, dan potensial zeta. Selain itu, aktivitas antiinflamasi diuji secara *in vivo* menggunakan model edema telapak kaki tikus yang diinduksi karagenan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar awal bagi pengembangan SNEDDS ekstrak *n*-heksan rimpang temu kunci sebagai kandidat sediaan herbal antiinflamasi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi rasio minyak, surfaktan, dan kosurfaktan terhadap karakteristik emulsi SNEDDS ekstrak temu kunci berdasarkan nilai transmitansi, waktu emulsifikasi, dan kejernihan?
2. Bagaimana karakteristik fisikokimia formula SNEDDS ekstrak temu kunci terpilih berdasarkan pH, viskositas, stabilitas fisik, ukuran droplet, indeks polidispersitas, dan potensial zeta?
3. Bagaimana aktivitas antiinflamasi *in vivo* formula SNEDDS ekstrak temu kunci pada model edema telapak kaki tikus yang diinduksi karagenan?
4. Apakah formula SNEDDS ekstrak temu kunci mampu meningkatkan aktivitas antiinflamasi dibandingkan ekstrak tanpa formulasi SNEDDS?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh variasi rasio minyak, surfaktan, dan kosurfaktan terhadap karakteristik emulsi SNEDDS ekstrak temu kunci berdasarkan nilai transmitansi, waktu emulsifikasi, dan kejernihan.
2. Mengetahui karakteristik fisikokimia formula SNEDDS ekstrak temu kunci terpilih berdasarkan pH, viskositas, stabilitas fisik, ukuran droplet, indeks polidispersitas, dan potensial zeta.
3. Mengetahui aktivitas antiinflamasi secara *in vivo* dari formula SNEDDS ekstrak temu kunci pada model edema telapak kaki tikus yang diinduksi karagenan.
4. Membandingkan aktivitas antiinflamasi formula SNEDDS ekstrak temu kunci dengan ekstrak temu kunci tanpa formulasi SNEDDS.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menyediakan data empiris tentang penerapan SNEDDS untuk meningkatkan performa penghantaran ekstrak temu kunci dalam konteks formulasi farmasetika.
2. Menghasilkan referensi parameter karakterisasi SNEDDS ekstrak temu kunci, seperti ukuran droplet, PDI, potensial zeta, serta indikator kestabilan, yang dapat digunakan sebagai acuan penelitian lanjutan.
3. Memberikan bukti eksperimental mengenai pengaruh formulasi SNEDDS terhadap aktivitas antiinflamasi *in vivo*, sehingga membantu menjelaskan hubungan antara karakteristik fisikokimia dan efek biologis.
4. Memberikan data awal mengenai karakteristik fisikokimia SNEDDS ekstrak temu kunci yang dapat digunakan sebagai dasar penelitian lanjutan.

1.5 Batasan Penelitian

1. Tidak dilakukan uji klinis pada manusia sehingga temuan hanya berlaku pada tingkat preklinik.
2. Model inflamasi yang digunakan bersifat inflamasi akut lokal, sehingga tidak langsung merepresentasikan inflamasi kronis atau sistemik.
3. Evaluasi antiinflamasi dibatasi pada parameter utama berupa perubahan volume edema, tanpa pengukuran biomarker molekuler seperti sitokin atau ekspresi COX-2/iNOS.
4. Tidak dilakukan kajian farmakokinetik, penetrasi jaringan, maupun mekanisme aksi secara rinci terhadap komponen aktif temu kunci dalam sistem SNEDDS.
5. Evaluasi keamanan dibatasi pada observasi umum selama pengujian, tanpa uji toksisitas subkronik atau pemeriksaan histopatologi organ secara komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

Abdulla, S. S., Sudewi, S., Antasionasti, I., Putri, R., Abdullah, I., & Abdullah, S. S. (2025). Physicochemical Profile of Red Ginger (Zingiber officinale) SNEDDS as Potential Antidiabetic. In *Pharmacy Medical Journal* (Vol. 8, Number 2). https://doi.org/https://doi.org/10.35799/pmj.v8i2.64731

Al Kurnia, D., Danar Dono, N., Martien, R., & Hanim, C. (2024). The Abundance of Bioactive Compound in Fingerroot Essential Oil Before and After Self Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS). In *RESEARCH ARTICLE 305 Indonesian J Pharm* (Vol. 35, Number 2).

Alothaid, H., Aldughaim, M. S., Yusuf, A. O., Yezdani, U., Alhazmi, A., Habibullah, M. M., & Khan, M. G. (2021). A comprehensive study of the basic formulation of supersaturated self-nanoemulsifying drug delivery systems (SNEDDS) of albendazolum. *Drug Delivery*, *28*(1), 2119–2126. https://doi.org/10.1080/10717544.2021.1986601

Annisa, R., Yuwono, M., & Hendradi, E. (2021). Formulation and characterization of *Eleutherine palmifolia* extract-loaded self-nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS). *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, *32*(4), 859–865. https://doi.org/10.1515/jbcpp-2020-0400

Bakshi, J., Lathar, P., Mehra, M., Grewal, S., Dhingra, D., & Kumari, S. (2022). Evaluation of anti-inflammatory response of berberine-loaded gum nanocomplexes in carrageenan-induced acute paw edema in rats. *Pharmacological Reports*. https://doi.org/10.1007/s43440-021-00350-z

Baloch, J., Sohail, M. F., Sarwar, H. S., Kiani, M. H., Khan, G. M., Jahan, S., Rafay, M., Chaudhry, M. T., Yasinzai, M., & Shahnaz, G. (2019). Self-nanoemulsifying drug delivery system (Snedds) for improved oral bioavailability of chlorpromazine: In vitro and in vivo evaluation. *Medicina (Lithuania)*, *55*(5). https://doi.org/10.3390/medicina55050210

BIPM. (2019). *The International System of Units (SI)*. https://doi.org/10.59161/AUEZ1291

Bodnár, K., Papp, B., Sinka, D., Fehér, P., Ujhelyi, Z., Lekli, I., Kajtár, R., Nacsa, F., Bácskay, I., & Józsa, L. (2025). Development of Salvia officinalis–Based Self-Emulsifying Systems for Dermal Application: Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Skin Penetration Enhancement. *Pharmaceutics*, *17*(2). https://doi.org/10.3390/pharmaceutics17020140

Boonyarattanasoonthorn, T., Kongratanapasert, T., Jiso, A., Techapichetvanich, P., Nuengchamnong, N., Supannapan, K., Kijtawornrat, A., & Khemawoot, P. (2023). Absolute oral bioavailability and possible metabolic pathway of panduratin A from Boesenbergia rotunda extract in beagle dogs. *Pharmaceutical Biology*, *61*(1), 590–597. https://doi.org/10.1080/13880209.2023.2190777

Buya, A. B., Beloqui, A., Memvanga, P. B., & Préat, V. (2020). Self-nano-emulsifying drug-delivery systems: From the development to the current applications and challenges in oral drug delivery. In *Pharmaceutics* (Vol. 12, Number 12, pp. 1–52). MDPI AG. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12121194

Chandimali, N., Bak, S. G., Park, E. H., Lim, H. J., Won, Y. S., Kim, E. K., Park, S. I., & Lee, S. J. (2025). Free radicals and their impact on health and antioxidant defenses: a review. In *Cell Death Discovery* (Vol. 11, Number 1). Springer Nature. https://doi.org/10.1038/s41420-024-02278-8

Changediya, V. V, Jani, R., & Kakde, P. (2019). A Review on Nanoemulsions: A Recent Drug Delivery Tool. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, *9*(5), 185–191. https://doi.org/10.22270/jddt.v9i5.3577

Chelangarimiyandoab, F., Lavoie, J. P. C., Flamand, N., Cordat, E., & Breton, S. (2026). Molecular mechanisms of acute inflammation: systemic responses and kidney-specific pathophysiology. In *Function (Oxford, England)* (Vol. 7, Number 1, p. e0872025). https://doi.org/10.1152/function.087.2025

Cherniakov, I., Domb, A. J., & Hoffman, A. (2015). Self-nano-emulsifying drug delivery systems: An update of the biopharmaceutical aspects. In *Expert Opinion on Drug Delivery* (Vol. 12, Number 7, pp. 1121–1133). Informa Healthcare. https://doi.org/10.1517/17425247.2015.999038

Cholakova, D., Vinarov, Z., Tcholakova, S., & Denkov, N. D. (2022). Self-emulsification in chemical and pharmaceutical technologies. In *Current Opinion in Colloid and Interface Science* (Vol. 59). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.cocis.2022.101576

Cong, H. H., Khaziakhmetova, V. N., & Zigashina, L. E. (2015). *Rat paw oedema modeling and NSAIDs: Timing of effects*. https://doi.org/10.3233/JRS150697

Costa, M., Losada-Barreiro, S., Paiva-Martins, F., & Bravo-Díaz, C. (2021). Effects of surfactant volume fraction on the antioxidant efficiency and on the interfacial concentrations of octyl and tetradecyl p-coumarates in corn oil-in-water emulsions. *Molecules*, *26*(19). https://doi.org/10.3390/molecules26196058

Danaei, M., Dehghankhold, M., Ataei, S., Hasanzadeh Davarani, F., Javanmard, R., Dokhani, A., Khorasani, S., & Mozafari, M. R. (2018). Impact of particle size and polydispersity index on the clinical applications of lipidic nanocarrier systems. In *Pharmaceutics* (Vol. 10, Number 2). MDPI AG. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics10020057

Davis, C. R., Martinez, C. J., Howarter, J. A., & Erk, K. A. (2020). Diffusion-Controlled Spontaneous Emulsification of Water-Soluble Oils via Micelle Swelling. *Langmuir*, *36*(26), 7517–7527. https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.0c01121

Dou, Y. X., Zhou, J. T., Wang, T. T., Huang, Y. F., Chen, V. P., Xie, Y. L., Lin, Z. X., Gao, J. S., Su, Z. R., & Zeng, H. F. (2018). Self-nanoemulsifying drug delivery system of bruceine D: A new approach for anti-ulcerative colitis. *International Journal of Nanomedicine*, *13*, 5887–5907. https://doi.org/10.2147/IJN.S174146

Earnest Oghenesuvwe, E., & Daniel Lotanna, A. (2014). Guidelines on dosage calculation and stock solution preparation in experimental animals' studies. In *Journal of Natural Sciences Research www.iiste.org ISSN* (Vol. 4, Number 18). Online. https://www.google.com.ng/search?q=Silymarin+tablet,+photos&tbm.

Eiamart, W., Wittayalertpanya, S., Tadtong, S., & Samee, W. (2024). Efficient Simultaneous Isolation of Pinostrobin and Panduratin A from Boesenbergia

rotunda Using Centrifugal Partition Chromatography. *Molecules*, *29*(21). https://doi.org/10.3390/molecules29215186

Eid, A. M., El-Enshasy, H. A., Aziz, R., & Elmarzugi, N. A. (2014). The preparation and evaluation of self-nanoemulsifying systems containing swietenia oil and an examination of its anti-inflammatory effects. *International Journal of Nanomedicine*, *9*(1), 4685–4695. https://doi.org/10.2147/IJN.S66180

Eng-Chong, T., Yean-Kee, L., Chin-Fei, C., Choon-Han, H., Sher-Ming, W., Li-Ping, C. T., Gen-Teck, F., Khalid, N., Abd Rahman, N., Karsani, S. A., Othman, S., Othman, R., & Yusof, R. (2012). Boesenbergia rotunda: From ethnomedicine to drug discovery. In *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine* (Vol. 2012). https://doi.org/10.1155/2012/473637

Fitria, A., Hanifah, S., Chabib, L., Uno, A. M., Munawwarah, H., Atsil, N., Pohara, H. A., Weuanggi, D. A., & Syukri, Y. (2021). Design and characterization of propolis extract loaded self-nano emulsifying drug delivery system as immunostimulant. *Saudi Pharmaceutical Journal*, *29*(6), 625–634. https://doi.org/10.1016/j.jsps.2021.04.024

Hamdy, A., El-Badry, M., Fathy, M., & El-Sayed, A. M. (2024). Impact of oil type on the development and oral bioavailability of self-nanoemulsifying drug delivery systems containing simvastatin. *Scientific Reports*, *14*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-024-71980-5

Handoyo Sahumena, M., Ryan Prasetiya Putrawansya, L., Nafisah Tendri Adjeng, A., & Aswan, M. (2019). The Self-nanoemulsifying Drug Delivery System Formulation of Mefenamic Acid. In *Asian Journal of Pharmaceutics* (Vol. 13, Number 4).

Hermayanti, D., Nurdiana, H., Salsabila Teka, A., Nabila Putri B, V., & Dhea Elfita, Y. (2025). The Anti-Allergic And Anti-Inflammatory Effect Of Fingerroot (Boesenbergia Rotunda) Rhizome Extract In Male White Wistar Rats Induced By Ovalbumin. *Jurnal Saintika Medika*, *21*(1). https://doi.org/https://doi.org/10.22219/sm.Vol21.SMUMM1.41001

Honary, S., & Zahir, F. (2013). Effect of zeta potential on the properties of nano-drug delivery systems - A review (Part 1). *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, *12*(2), 255–264. https://doi.org/10.4314/tjpr.v12i2.19

IUPAC. (2019). Iupac - mass concentration (m03713). In *Iupac.org*. https://goldbook.iupac.org/terms/view/M03713

Jamornwan, S., Chokpanuwat, T., Uppakara, K., Soodvilai, S., & Saengsawang, W. (2022). Anti-Inflammatory Activity of Panduratin A against LPS-Induced Microglial Activation. *Biomedicines*, *10*(10). https://doi.org/10.3390/biomedicines10102587

Józsa, L., Vasvári, G., Sinka, D., Nemes, D., Ujhelyi, Z., Vecsernyés, M., Váradi, J., Fenyvesi, F., Lekli, I., Gyöngyösi, A., Bácskay, I., & Fehér, P. (2022). Enhanced Antioxidant and Anti-Inflammatory Effects of Self-Nano and Microemulsifying Drug Delivery Systems Containing Curcumin. *Molecules*, *27*(19). https://doi.org/10.3390/molecules27196652

Julio, I., Zubair, M. S., & Syukri, Y. (2024). Pharmacological Activity of Plant Extracts in Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System Dosage form: Narrative Review. In *Jurnal Sains Farmasi & Klinis* | (Vol. 11, Number 01). https://doi.org/https://doi.org/10.25077/jsfk.11.1.7-16.2024

Kalantari, A., Kósa, D., Nemes, D., Ujhelyi, Z., Fehér, P., Vecsernyés, M., Váradi, J., Fenyvesi, F., Kuki, Á., Gonda, S., Vasas, G., Gesztelyi, R., Salimi, A., & Bácskay, I. (2017). Self-nanoemulsifying drug delivery systems containing plantago lanceolata—an assessment of their antioxidant and antiinflammatory effects. *Molecules*, *22*(10). https://doi.org/10.3390/molecules22101773

Kanchanapiboon, J., Kongsa, U., Pattamadilok, D., Kamponchaidet, S., Wachisunthon, D., Poonsatha, S., & Tuntoaw, S. (2020). Boesenbergia rotunda extract inhibits Candida albicans biofilm formation by pinostrobin and pinocembrin. *Journal of Ethnopharmacology*, *261*. https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113193

Kautsari, S. N., Humaedi, A., Wijayanti, D. R., & Safaat, M. (2021). Kadar Total Fenol dan Flavonoid Ekstrak Temu Kunci (Boesenbergia pandurata) Melalui Metode Ekstraksi Microwave. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, *17*(1), 96. https://doi.org/10.20961/alchemy.17.1.46497.96-104

Kicuntod, J., Sangpheak, K., Mueller, M., Wolschann, P., Viernstein, H., Yanaka, S., Kato, K., Chavasiri, W., Pongsawasdi, P., Kungwan, N., & Rungrotmongkol, T. (2018). Theoretical and experimental studies on inclusion complexes of pinostrobin and β-cyclodextrins. *Scientia Pharmaceutica*, *86*(1). https://doi.org/10.3390/scipharm86010005

Kim, J., Noh, Y., McClements, D. J., & Choi, S. J. (2024). Impact of hydrophilic substances on Ostwald ripening in emulsions stabilized by varied hydrophilic group surfactants. *Npj Science of Food*, *8*(1). https://doi.org/10.1038/s41538-024-00316-4

Kim, K. H., Im, H. W., Karmacharya, M. B., Kim, S., Min, B. H., Park, S. R., & Choi, B. H. (2020). Low-intensity ultrasound attenuates paw edema formation and decreases vascular permeability induced by carrageenan injection in rats. *Journal of Inflammation (United Kingdom)*, *17*(1). https://doi.org/10.1186/s12950-020-0235-x

Kongratanapasert, T., Boonyarattanasoonthorn, T., Supannapan, K., Hongeng, S., & Khemawoot, P. (2024). Oral Bioavailability, Tissue Distribution, Metabolism, and Excretion of Panduratin A from Boesenbergia rotunda Extract in Healthy Rats. *Drug Design, Development and Therapy*, *18*, 2905–2917. https://doi.org/10.2147/DDDT.S453847

Kongratanapasert, T., Kongsomros, S., Arya, N., Sutummaporn, K., Wiriyarat, W., Akkhawattanangkul, Y., Boonyarattanasoonthorn, T., Asavapanumas, N., Kanjanasirirat, P., Suksatu, A., Sa-Ngiamsuntorn, K., Borwornpinyo, S., Vivithanaporn, P., Chutipongtanate, S., Hongeng, S., Ongphiphadhanakul, B., Thitithanyanont, A., Khemawoot, P., & Sritara, P. (2023). Pharmacological Activities of Fingerroot Extract and Its Phytoconstituents Against SARS-CoV-2 Infection in Golden Syrian Hamsters. *Journal of Experimental Pharmacology*, *15*, 13–26. https://doi.org/10.2147/JEP.S382895

Latifani, S., Nur Fitriani, A., Paniroy, Maesayani, K. S., Freddy, J., & Adianingsih, O. R. (2024). Enhanced Anti-Inflammatory Activity of Kaempferia galanga Extract by Solid Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System and Its Development in Fast Disintegrating Tablet. *Science and Technology Indonesia*, *9*(4), 840–850. https://doi.org/10.26554/sti.2024.9.4.840-850

Lestari, D. A., Kurnia, I. T., Hariyanto, N. A., Suwandari, S., Fajri, Y., Firdaus, H., Fariha Mahmuda, N., Phuwapraisirisan, P., & Ramadhan, R. (2023).

Evaluation Potency of Boesenbergia rotunda as Antioxidant Achieved by Free Radicals Scavenging Activities. *Journal of Bio-Molecule Research and Engineering*, *2*(1), 33–39. https://doi.org/10.20473/jbiome.v2i1.52066

Liana, D., Chatwichien, J., & Phanumartwiwath, A. (2025). Enhanced Anti-Inflammatory and Skin Barrier Repair Effects of Nanoemulsions Supplemented with Boesenbergia rotunda for Atopic Dermatitis. *ACS Nanoscience Au*, *5*(1), 37–51. https://doi.org/10.1021/acsnanoscienceau.4c00053

Liana, D., Eurtivong, C., & Phanumartwiwath, A. (2024). Boesenbergia rotunda and Its Pinostrobin for Atopic Dermatitis: Dual 5-Lipoxygenase and Cyclooxygenase-2 Inhibitor and Its Mechanistic Study through Steady-State Kinetics and Molecular Modeling. *Antioxidants*, *13*(1). https://doi.org/10.3390/antiox13010074

Mansouri, M. T., Hemmati, A. A., Naghizadeh, B., Mard, S. A., Rezaie, A., & Ghorbanzadeh, B. (2015). A study of the mechanisms underlying the anti-inflammatory effect of ellagic acid in carrageenan-induced paw edema in rats. *Indian Journal of Pharmacology*, *47*(3), 292–298. https://doi.org/10.4103/0253-7613.157127

McClements, D. J. (2012). Nanoemulsions versus microemulsions: Terminology, differences, and similarities. In *Soft Matter* (Vol. 8, Number 6, pp. 1719–1729). https://doi.org/10.1039/c2sm06903b

Mehanna, M. M., Mneimneh, A. T., Domiati, S., & Allam, A. N. (2020). Tadalafil-loaded limonene-based orodispersible tablets: Formulation, in vitro characterization and in vivo appraisal of gastroprotective activity. *International Journal of Nanomedicine*, *15*, 10099–10112. https://doi.org/10.2147/IJN.S288552

Morakul, B., Teeranachaideekul, V., Limwikrant, W., & Junyaprasert, V. B. (2024). Dissolution and antioxidant potential of apigenin self nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS) for oral delivery. *Scientific Reports*, *14*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-024-59617-z

Mukhopadhyay, N., Shukla, A., Makhal, P. N., & Kaki, V. R. (2023). Natural product-driven dual COX-LOX inhibitors: Overview of recent studies on the development of novel anti-inflammatory agents. In *Heliyon* (Vol. 9, Number 3). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14569

Mutripah, S., Badriyah, L., Farmasi, A., & Husada, K. (2024). Pengaruh Perbedaan Suhu Maserasi Terhadap Prosentase Rendemen Ekstrak Temu Kunci (Boesenbergia rotunda L.). *J. Sintesis Submitted: 27 Mei*, *5*(1), 2024.

OECD. (2025). *Test Guideline No. 407 Repeated Dose 28-day Oral Toxicity Study in Rodents Section 4 Health effects OECD/OCDE 407*. http://www.oecd.org/termsandconditions/

Pofi, R., Caratti, G., Ray, D. W., & Tomlinson, J. W. (2023). Treating the Side Effects of Exogenous Glucocorticoids; Can We Separate the Good From the Bad? In *Endocrine Reviews* (Vol. 44, Number 6, pp. 975–1011). Endocrine Society. https://doi.org/10.1210/endrev/bnad016

Pradeep, K., Kotra, V., Priyadarshini, R. L., & Pratap, V. (2015). *Synthesis, Characterization and Anti Inflammatory Activity of Novel Quinoxaline Derived Chalcones*.

Pratiwi, L., Fudholi, A., Martien, R., & Pramono, S. (2017). Self-nanoemulsifying drug delivery system (Snedds) for topical delivery of mangosteen peels (Garcinia Mangostana l.,): Formulation design and in vitro studies. *Journal of Young Pharmacists*, *9*(3), 341–346. https://doi.org/10.5530/jyp.2017.9.68

PubChem. (2025). (-)-pinostrobin. In *Nih.gov*. https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Pinostrobin

Rahman, S., & Jahan, N. (2021). Anti-inflammatory activity of crude and detoxified leaves of Daphne oleoides Schreb. on carrageenan-induced paw edema in wistar rats. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, *12*(3), 500–505. https://doi.org/10.1016/j.jaim.2021.04.016

Rathore, C., Hemrajani, C., Sharma, A. K., Gupta, P. K., Jha, N. K., Aljabali, A. A. A., Gupta, G., Singh, S. K., Yang, J. C., Dwivedi, R. P., Dua, K., Chellappan, D. K., Negi, P., & Tambuwala, M. M. (2023). Self-nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS) mediated improved oral bioavailability of thymoquinone: optimization, characterization, pharmacokinetic, and hepatotoxicity studies. *Drug Delivery and Translational Research*, *13*(1), 292–307. https://doi.org/10.1007/s13346-022-01193-8

Rosdianto, A. M., Puspitasari, I. M., Lesmana, R., & Levita, J. (2020). Bioactive compounds of Boesenbergia sp. and their anti-inflammatory mechanism: A review. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, *10*(7), 116–126. https://doi.org/10.7324/JAPS.2020.10715

Sanguansermsri, D., Sanguansermsri, P., Buaban, K., Kawaree, R., & Wongkattiya, N. (2024). Antimicrobial activity and time-kill kinetics of Boesenbergia rotunda essential oil and geraniol alcohol against oral bacterial pathogens. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, *14*(2), 215–221. https://doi.org/10.7324/JAPS.2024.154568

Sato, V. H., Sato, H., Sangfuang, M., Nontakham, J., Junyaprasert, V. B., Teeranachaideekul, V., & Morakul, B. (2024). Enhancement of in vitro transcellular absorption and in vivo oral bioavailability of apigenin by self-nanoemulsifying drug delivery systems. *Scientific Reports*, *14*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-024-84063-2

Schmied, F. P., Bernhardt, A., Engel, A., & Klein, S. (2022). A Customized Screening Tool Approach for the Development of a Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS). *AAPS PharmSciTech*, *23*(1). https://doi.org/10.1208/s12249-021-02176-7

Shakeel, F., Alam, P., Anwer, M. K., Alanazi, S. A., Alsarra, I. A., & Alqarni, M. H. (2019). Wound healing evaluation of self-nanoemulsifying drug delivery system containing Piper cubeba essential oil. *3 Biotech*, *9*(3). https://doi.org/10.1007/s13205-019-1630-y

Sharipov, A., Tursunov, K., Fazliev, S., Azimova, B., & Razzokov, J. (2021). Hypoglycemic and anti-inflammatory effects of triterpene glycoside fractions from aeculus hippocastanum seeds. *Molecules*, *26*(13). https://doi.org/10.3390/molecules26133784

Siddiqui, S. A., Rahman, A., Oliur Rahman, M., Akbar, M. A., Shamsur Rouf, A. S., Ali, M. A., Al-Hemaid, F. M. A., & Farah, M. A. (2018). Evaluation of anti-nociceptive, anti-inflammatory and antipyretic potential of Mikania cordata (Burm. f.) Robinson in experimental animal model. *Saudi Journal of*

Biological Sciences, *25*(6), 1049–1055. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.01.009

Silalahi, M. (2017). Boesenbergia rotunda (L.). Mansfeld: Manfaat dan Metabolit Sekundernya. In *Jurnal EduMatSains* (Vol. 1, Number 2).

Singh, A., Singh, V., Rawat, G., & Juyal, D. (2015). Self emulsifying systems: A review. *Asian Journal of Pharmaceutics*, *9*, 13. https://doi.org/10.4103/0973-8398.150031

Soliman, A. M., & Barreda, D. R. (2023). Acute Inflammation in Tissue Healing. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 24, Number 1). MDPI. https://doi.org/10.3390/ijms24010641

Spernath, A., & Aserin, A. (2006). Microemulsions as carriers for drugs and nutraceuticals. In *Advances in Colloid and Interface Science* (Vols. 128–130, pp. 47–64). https://doi.org/10.1016/j.cis.2006.11.016

Suryani, Zubaydah, W. O. S., Sahumena, M. H., Adawia, S., Wahyuni, R., Adjeng, A. N. T., Nisa, M., Kasmawati, H., Ihsan, S., Ruslin, & Aswan, M. (2019). Preparation and characterization of self-nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS) from Moringa oleifera L.and Cassia alata L. leaves extracts. *AIP Conference Proceedings*, *2199*. https://doi.org/10.1063/1.5141325

Tai, F. W. D., & McAlindon, M. E. (2021). Non-steroidal anti-inflammatory drugs and the gastrointestinal tract. *Clinical Medicine, Journal of the Royal College of Physicians of London*, *21*(2), 131–134. https://doi.org/10.7861/CLINMED.2021-0039

Tanga, S., Ramburrun, P., & Aucamp, M. (2026). From Liquid SNEDDS to Solid SNEDDS: A Comprehensive Review of Their Development and Pharmaceutical Applications. In *AAPS Journal* (Vol. 28, Number 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1208/s12248-025-01167-x

Tanjung, M., Tjahjandarie, T. S., & Sentosa, M. H. (2013). Antioxidant and cytotoxic agent from the rhizomes of Kaempferia pandurata. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, *3*(5), 401–404. https://doi.org/10.1016/S2222-1808(13)60091-2

Trujillo-Cayado, L. A., Santos, J., Calero, N., Alfaro-Rodríguez, M. C., & Muñoz, J. (2020). Strategies for reducing Ostwald ripening phenomenon in nanoemulsions based on thyme essential oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *100*(4), 1671–1677. https://doi.org/10.1002/jsfa.10181

Ujilestari, T., Martien, R., Ariyadi, B., Dono, N. D., & Zuprizal. (2018). Self-nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS) of Amomum compactum essential oil: Design, formulation, and characterization. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, *8*(6), 14–21. https://doi.org/10.7324/JAPS.2018.8603

UQ Biological Resources. (2021). *Oral Gavage in Mice and Rats*.

Wang, P., Wen, C., & Olatunji, O. J. (2022). Anti-Inflammatory and Antinociceptive Effects of Boesenbergia rotunda Polyphenol Extract in Diabetic Peripheral Neuropathic Rats. *Journal of Pain Research*, *15*, 779–788. https://doi.org/10.2147/JPR.S359766

Wang, Y., Wen, J., Liu, F., Peng, X., Xu, G., Zhang, M., & Huang, Z. (2025). Traditional usages, chemical metabolites, pharmacological activities, and pharmacokinetics of Boesenbergia rotunda (L.) Mansf.: a comprehensive

review. In *Frontiers in Pharmacology* (Vol. 16). Frontiers Media SA. https://doi.org/10.3389/fphar.2025.1527210

Winter, C. A., Risley, E. A., & Nuss, G. W. (1962). Carrageenin-Induced Edema in Hind Paw of the Rat as an Assay for Antiinflammatory Drugs. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, *111*(3), 544–547. https://doi.org/10.3181/00379727-111-27849

Winyard, P. G., & Willoughby, D. A. (2008). *Inflammation Protocols*. Springer Science & Business Media.

Wittayanukullack, P., Opanasopit, P., Suriyaaumporn, P., & Rangsimawong, W. (2025). Formulation optimization and in vitro and ex vivo evaluation of Boesenbergia rotunda extract-loaded microemulsion using experimental design model. *Pharmaceutical Sciences Asia*, *52*(4), 506–517. https://doi.org/10.29090/psa.2025.04.25.4591

Xiang, L., Huang, Q., Chen, T., He, Q., Yao, H., & Gao, Y. (2023). Ethanol extract of Paridis rhizoma attenuates carrageenan-induced paw swelling in rats by inhibiting the production of inflammatory factors. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, *23*(1). https://doi.org/10.1186/s12906-023-04264-6

Yumita, A., Dwitiyanti, & Risda Hidayati Winza Putri. (2024). The Potential of Ethanol Extract of Temu Kunci (Boesenbergia rotunda (L.) Mansf.) Rhizomes as an Anticonvulsant Against Male White Rats. *Jurnal Jamu Indonesia*, *9*(1), 24–30. https://doi.org/10.29244/jji.v9i1.308

Zafar, A., Yasir, M., Alruwaili, N. K., Imam, S. S., Alsaidan, O. A., Alshehri, S., Ghoneim, M. M., Alquraini, A., Rawaf, A., Ansari, M. J., & Sara, U. V. S. (2022). Formulation of Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System of Cephalexin: Physiochemical Characterization and Antibacterial Evaluation. *Polymers*, *14*(5). https://doi.org/10.3390/polym14051055

Zingale, E., Masuzzo, S., Lajunen, T., Reinisalo, M., Rautio, J., Consoli, V., D'Amico, A. G., Vanella, L., & Pignatello, R. (2025). Protective Role and Enhanced Intracellular Uptake of Curcumin in Retinal Cells Using Self-Emulsifying Drug Delivery Systems (SNEDDS). *Pharmaceuticals*, *18*(2). https://doi.org/10.3390/ph18020265

Zubaydah, W., Magistia, L., & Indalifiany, 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), 104. https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v8i2.41779