 DOI : 10.35311/jmpi.v11i2.1071

## Pengembangan dan Karakterisasi *Self Nano Emulsifying System* Minyak Atsiri Daun Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) sebagai Formulasi Inovatif *Anti-aging Serum*

Hayatus Sa'adah\*, Risa Ahdyani, Nor Latifah, Nur Luthfia Salim, Najwi Hasani

Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin

Sitasi: Sa'adah, H., Ahdyani, R., Latifah, N., Salim, N. L., & Hasani, N. (2025). Pengembangan dan Karakterisasi *Self Nano Emulsifying System* Minyak Atsiri Daun Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) sebagai Formulasi Inovatif *Anti-Aging Serum*. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 11(2), 605–614.  
<https://doi.org/10.35311/jmpi.v11i2.1071>

Submitted: 26 November 2025

Accepted: 23 Desember 2025

Published: 31 Desember 2025

\*Penulis Korespondensi:

Hayatus Sa'adah

Email: hayatussaadah@umbjm.ac.id



Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

### ABSTRAK

Penuaan kulit merupakan proses fisiologis yang dipercepat oleh stres oksidatif. Minyak Atsiri Daun Gaharu (MADG) memiliki aktivitas antioksidan dan proteksi UV yang signifikan sebagai bahan aktif anti-aging. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengkarakterisasi *Self-Nano Emulsifying System* (SNES) berbasis MADG untuk formulasi *anti-aging serum* inovatif. Ekstraksi MADG menggunakan metode *Microwave Hydrodistillation* menghasilkan rendemen 15%. Uji in-vitro menunjukkan MADG memiliki  $IC_{50}$  38,62 ppm (aktivitas antioksidan sangat kuat) dan nilai SPF 8,16 (proteksi maksimal). Optimasi SNES dilakukan dengan memvariasikan komposisi MADG (10%), Cremophor RH40 (60–80%), dan PEG 400 (10–30%), menghasilkan tiga formula. F-SNES-3 menunjukkan nilai transmittan 99,936%, nilai transmittan yang paling besar mendekati 100% dari ketiga formula. Formulasi *anti-aging serum* dengan tiga konsentrasi SNES MADG (10%, 30%, 50%) memenuhi seluruh parameter mutu fisik: organoleptik, homogenitas, daya lekat (61,67–80,00 detik), daya sebar (7–10 cm), viskositas (1100–1800 cPs), dan pH (4,5–5,0). F-Serum-SNES-1 menunjukkan serum berukuran nanoemulsi, nilai PDI menunjukkan ukuran seragam dan zeta potensial -25,8 mV mengindikasikan stabilitas elektrostatis yang cukup baik. F-Serum-SNES-1 sebagai *Anti-aging serum* menunjukkan potensi antioksidan dengan  $IC_{50}$  192,25 ppm (aktivitas antioksidan sedang) dan nilai SPF 6,11 (proteksi ekstra). Hasil penelitian membuktikan bahwa SNES MADG adalah sistem penghantaran inovatif dengan potensi tinggi untuk formulasi *anti-aging serum* berbasis bahan alam Indonesia.

**Kata Kunci:** SNES, *Aquilaria malaccensis* Lamk., *Anti-aging Serum*, Nanoemulsi, Minyak Atsiri

### ABSTRACT

Skin aging is a physiological process accelerated by oxidative stress. Gaharu Leaf Essential Oil (MADG) possesses significant antioxidant activity and UV protection, making it a promising anti-aging active ingredient. This study aims to develop and characterize a Self-Nano Emulsifying System (SNES) based on MADG for an innovative anti-aging serum formulation. MADG extraction using the Microwave Hydrodistillation method yielded a 15% rendement. In-vitro testing showed that MADG exhibited an  $IC_{50}$  value of 38.62 ppm (very strong antioxidant activity) and an SPF value of 8.16 (maximum UV protection). SNES optimization was performed by varying the composition of MADG (10%), Cremophor RH40 (60–80%), and PEG 400 (10–30%), resulting in three formulas. F-SNES-3 demonstrated the highest transmittance value of 99.936%, approaching 100% among the three formulas. The anti-aging serum formulated with three SNES MADG concentrations (10%, 30%, 50%) met all physical quality parameters, including organoleptic characteristics, homogeneity, spreadability (7–10 cm), adhesiveness (61.67–80.00 seconds), viscosity (1100–1800 cPs), and pH (4.5–5.0). F-Serum-SNES-1 produced a nanoemulsion-sized serum, with PDI values indicating uniform droplet size distribution and a zeta potential of -25.8 mV, suggesting good electrostatic stability. As an anti-aging serum, F-Serum-SNES-1 demonstrated antioxidant potential with an  $IC_{50}$  value of 192.25 ppm (moderate antioxidant activity) and an SPF value of 6.11 (extra UV protection). These findings confirm that MADG-based SNES is an innovative delivery system with high potential for developing anti-aging serums derived from Indonesian natural ingredients.

**Keywords:** SNES, *Aquilaria malaccensis* Lamk., *Anti-aging Serum*, Nanoemulsion, Essential Oil

## PENDAHULUAN

Penuaan kulit merupakan fenomena fisiologis yang tidak dapat dihindari namun dapat diperlambat. Proses ini terjadi akibat faktor intrinsik (genetik, metabolisme) dan faktor ekstrinsik (paparan UV, polusi, stres oksidatif) (Ahmad & Damayanti, 2018). Salah satu mekanisme utama penuaan kulit adalah stres oksidatif yang dipicu oleh *reactive oxygen species* (ROS), yaitu radikal bebas yang sangat reaktif karena memiliki elektron tak berpasangan (Ahmad & Damayanti, 2018; Sufaati *et al.*, 2024).

Paparan UV, polusi, asap rokok, dan pola makan buruk meningkatkan radikal bebas di kulit. Ketika antioksidan endogen tidak mampu menetralkan ROS berlebih, terjadi kerusakan sel, degradasi kolagen, dan percepatan penuaan kulit (Rizkiyah & Karimah, 2023; Sufaati *et al.*, 2024). Karena itu, antioksidan eksternal pada produk kulit penting sebagai strategi perlindungan untuk memperlambat proses penuaan.

Selain antioksidan, senyawa dengan aktivitas *sun protector* atau tabir surya juga sangat penting untuk melindungi kulit dari efek sinar ultraviolet (UV) yang memicu pembentukan radikal bebas. Senyawa tabir surya bekerja dengan menyerap, memantulkan, atau menghambat penetrasi sinar UV-A dan UV-B ke dalam kulit. Di antara bahan aktif alami yang memiliki aktivitas tabir surya adalah flavonoid, tanin, dan beberapa minyak atsiri yang mampu menyerap radiasi UV, sehingga

mengurangi kerusakan *photogenic* dan menghambat *photoaging* (Sari dkk 2020).

Strategi pencegahan penuaan kulit efektif memerlukan formulasi yang mengandung senyawa dengan *dual activity*: potensi antioksidan sekaligus kemampuan perlindungan sinar UV. Pendekatan ini memberikan perlindungan ganda terhadap kerusakan kulit dari radikal bebas dan paparan ultraviolet.

Tanaman gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) merupakan spesies dari famili *Thymelaeaceae* yang dikenal memiliki berbagai aktivitas biologis, termasuk antioksidan, tabir surya, antimikroba, antiinflamasi, dan antikanker. Komponen bioaktif utama yang ditemukan dalam daun gaharu meliputi flavonoid, alkaloid, terpenoid, saponin, tanin, dan steroid, di mana flavonoid dan terpenoid berperan penting dalam aktivitas penangkal radikal bebas. Analisis GC-MS menunjukkan kandungan senyawa seperti  $\beta$ -bisabolene, trans-kariofilen,  $\alpha$ -copaene, serta asam palmitat, yang berkontribusi pada aktivitas antioksidan dan tabir surya. Berdasarkan uji DPPH (2,2-dipenil-1-pikrilhidrazil), ekstrak daun gaharu memiliki nilai IC<sub>50</sub> antara 27-47 ppm, menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat, lebih tinggi dibandingkan banyak herbal tropis lainnya (Sufaati *et al.*, 2024; Ulfah *et al.*, 2021). Studi SPF ekstrak daun gaharu melaporkan nilai SPF 2,85-6,21 mengindikasikan proteksi minimal-sedang (Ulfah *et al.*, 2021).



Gambar 1. Tanaman Gaharu (Dokumentasi Pribadi)

Namun, penggunaan minyak atsiri daun gaharu dalam formula kosmetik menghadapi hambatan signifikan. Kelarutan rendah dalam air dan volatilitas tinggi menyebabkan penurunan efektivitas senyawa aktif ketika diaplikasikan secara topikal (Meliana, 2022; Priani, 2021).

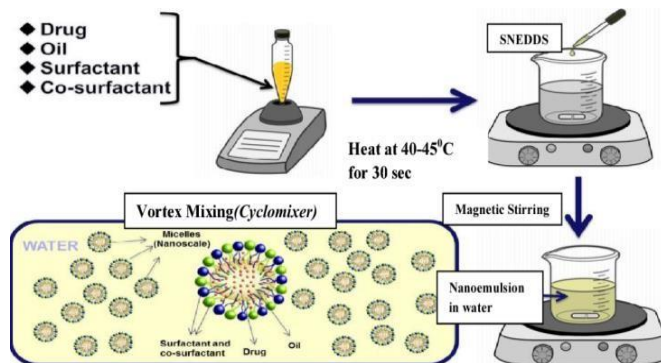
Oleh karena itu, diperlukan sistem penghantaran yang mampu meningkatkan dispersi,

stabilitas, dan bioavailabilitas minyak atsiri dalam sediaan topikal. *Self Nano Emulsifying System* (SNES) adalah teknologi inovatif yang memungkinkan pembentukan nanoemulsi spontan Ketika kontak dengan fase air (Meliana, 2022; Priani, 2021). SNES terbukti meningkatkan kelarutan zat aktif lipofilik, kestabilan fisik sediaan, serta penetrasi lapisan dermis kulit, menjadikannya platform ideal bagi

bahan aktif alami seperti minyak atsiri daun gaharu (Asita *et al.*, 2023; Meliana, 2022).

Formulasi SNES memerlukan optimasi tiga komponen utama: (1) minyak sebagai fase terdispersi

yang melarutkan senyawa aktif, (2) surfaktan dengan HLB tinggi untuk stabilisasi nanoemulsi, dan (3) kosurfaktan nonionik untuk meningkatkan kelarutan obat dan homogenitas sistem (Priani, 2021).



Gambar 2. Pembuatan SNES Metode Energi Tinggi (Kuruwila *et al.*, 2017)

Belum ada laporan pengembangan SNES minyak atsiri daun gaharu (MADG) sebagai serum *anti-aging* dengan evaluasi fisik, karakterisasi nano, antioksidan dan SPF sekaligus. Formulasi ini sejalan dengan paradigma kosmetik modern yang berorientasi pada "*cosmeceuticals*" produk kosmetik yang tidak hanya mempercantik tetapi juga memberikan manfaat farmakologis nyata (Ahmad & Damayanti, 2018).

Penelitian ini bertujuan: (1) membuktikan aktivitas antioksidan dan tabir surya MADG sebagai bahan *anti-aging*, (2) mengoptimalkan komposisi SNES MADG untuk mencapai karakterisasi nano ideal, (3) mengembangkan formulasi serum *anti-aging* yang memenuhi parameter mutu fisik dan karakteristik, serta (4) mengevaluasi aktivitas biologis formulasi akhir. Hasil penelitian diharapkan berkontribusi pada pengembangan kosmetik natural berbahan lokal Indonesia dengan performa tinggi dan nilai ekonomi berkelanjutan.

## METODE PENELITIAN

### Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *microwave* (SHARP), rangkaian alat *distillation*, gelas beker (Pyrex), gelas ukur (Pyrex), *magnetic stirrer* (Nesco Lab MS-H280-Pro), Sonikator (Powersonic 610), timbangan analitik (OHAUS), seperangkat alat evaluasi mutu fisik, spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1780), *particle size analyzer* (Malvern Zetasizer).

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Daun Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.), Chremophor RH40 (AAHNA Skincare), PEG 400 (AAHNA Skincare), *aloe vera gel* (AAHNA Skincare), gliserin (AAHNA Skincare), methanol pro analisis

(Merck), aquadest (Onemed), DPPH (Sigma Aldrich), asam askorbat (Sigma Aldrich).

### Metode

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental. Penelitian dilakukan di Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Banjarmasin (Laboratorium Farmakognosi-Fitokimia, Laboratorium Formulasi dan Teknologi) dan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru (Laboratorium Dasar FMIPA Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan).

### Determinasi tanaman Gaharu, pengumpulan dan ekstraksi Minyak atsiri Daun Gaharu (MADG)

Determinasi tanaman dilakukan untuk memastikan identitas dari tanaman Gaharu yang akan dikumpulkan. Daun Gaharu diperoleh dari Jl. Inpres, Gg. Daliya, RT. 10, Desa Barakat Mufakat, Kecamatan Satu, Kabupaten tanah Bumbu, Kalimantan Selatan. Ekstraksi MADG menggunakan metode *Microwave Hydrodistillation* dengan prosedur:

Simplisia sebanyak 100 gram dimasukkan ke dalam labu destilasi 1000 mL dan ditambahkan 500 mL aquadest. Ekstraksi dilakukan pada daya *microwave* 450 W dan waktu ekstraksi selama 2 jam (Fitri dkk 2020). Minyak atsiri yang dihasilkan diukur volume/beratnya untuk menghitung rendemen. Rendemen dapat dihitung menggunakan rumus berikut: % Rendemen =  $\frac{\text{Berat Simplicia}}{\text{Berat Minyak Atsiri}} \times 100\%$

### Studi *in-vitro* MADG

Aktivitas antioksidan MADG diukur menggunakan metode DPPH yang sensitif untuk menentukan kemampuan senyawa meredam radikal bebas. Larutan DPPH 4 mg dilarutkan dalam metanol p.a. hingga volume 100 mL (40 ppm). Larutan sampel MADG disiapkan pada konsentrasi 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm. Campuran MADG dan DPPH (1:2) diinkubasi selama 30 menit dalam tempat gelap pada

suhu kamar. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 515–519 nm. Persen inhibisi dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{A_{\text{kontrol-A sampel}}}{A_{\text{kontrol}}} \times 100\%$$

Di mana A kontrol adalah absorbansi DPPH tanpa sampel dan A sampel adalah absorbansi campuran DPPH dengan sampel. Tentukan nilai IC<sub>50</sub> yakni konsentrasi sampel yang mampu meredam 50% radikal bebas DPPH dengan membuat grafik persen inhibisi terhadap konsentrasi sampel (Herman *et al.*, 2025; Idham *et al.*, 2024).

Penentuan nilai *Sun Protection Factor* (SPF) MADG dapat dilakukan secara *in vitro* menggunakan spektrofotometri dengan mengukur absorbansi pada rentang panjang gelombang UV (290–320 nm) yang merupakan gelombang UV-B penyebab penuaan kulit. Siapkan larutan MADG dengan berbagai konsentrasi, misalnya 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, dan 250 ppm, dilarutkan dalam etanol atau pelarut yang sesuai. Ukur spektrum absorbansi larutan antara 290 nm hingga 320 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan interval

pengukuran 5 nm. Hitung nilai SPF menggunakan rumus Mansur:

$$\text{SPF} = \text{CF} \times \sum_{290}^{320} \text{EE}(\lambda) \times \text{I}(\lambda) \times \text{Abs}(\lambda)$$

Di mana: CF = *Correction Factor* (biasanya 10); EE (λ) = *Erythematous Effect Spectrum*; I (λ) = *Solar Intensity Spectrum*; Abs (λ) = Absorbansi sampel pada panjang gelombang λ; Nilai EE×I adalah konstan standar pada tiap panjang gelombang yang sudah didokumentasikan. Hasil SPF yang didapat menunjukkan kemampuan MADG dalam menyerap dan memproteksi kulit dari radiasi ultraviolet sehingga berpotensi sebagai tabir surya alami (Sa'adah *et al.*, 2023, 2025).

### Optimasi SNES MADG

Optimasi SNES MADG dilakukan dengan metode variasi komposisi bahan (Tabel 1). Tiga formula disiapkan dengan MADG konstan 10%, Cremophor RH40 bervariasi (80%, 70%, 60%), dan PEG 400 bervariasi (10%, 20%, 30%). Seluruh bahan ditimbang, dicampur hingga homogen menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit, kemudian disonikasi selama 15 menit (Sari *et al.*, 2024).

Tabel 1. Optimasi SNES MADG

No.	Bahan/Formulasi	Formula SNES MADG (%)		
		F-SNES-1	F-SNES-2	F-SNES-3
1	MADG	10	10	10
2	Chremophor RH40	80	70	60
3	PEG 400	10	20	30

Keterangan: komposisi MADG + Chremophor RH40 + PEG 400 = 100%

### Karakterisasi SNES MADG

Uji karakterisasi SNES MADG dilakukan menggunakan parameter persen transmitan untuk menentukan formula SNES MADG yang paling optimum. Uji transmitan dilakukan dengan prosedur: SNES MADG diencerkan 1:100 dengan aquabidest, kemudian absorbansi diukur pada Panjang gelombang 650 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan aquabidest sebagai blanko. Nilai transmitan ≥99% mengindikasikan ukuran partikel dalam rentang nanometer (Syukri *et al.*, 2019).

### Formulasi Anti-aging Serum SNES MADG

Formulasi serum dilakukan berdasarkan komposisi pada Tabel 2 dengan tiga tingkat konsentrasi SNES MADG (10%, 30%, 50%). Fase minyak (SNES MADG) dicampur dan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* 10 menit. Fase air (*aloe vera gel*, gliserin, aquadest) dicampur dan dihomogenkan secara terpisah selama 10 menit. Fase minyak ditambahkan setetes demi setetes ke fase air dengan pengadukan mekanis 2500 rpm untuk membentuk emulsi O/W (*oil in water*) yang stabil (Gite, 2023; Ojha *et al.*, 2019).

Tabel 2. Formulasi Anti-aging Serum SNES MADG

No.	Bahan/Formulasi	Fungsi	Formula Serum SNES (%)		
			F-Serum-SNES-1	F-Serum-SNES-2	F-Serum-SNES-3
1	SNES MADG	Fase minyak/ Zat aktif	10	30	50
2	<i>Aloe vera gel</i>	Basis gel	10	10	10
3	Gliserin	Humektan	5	5	5
4	Aquadest	Pelarut	ad 100	ad 100	ad 100

## Evaluasi mutu fisik *Anti-aging Serum* SNES MADG

### 1. Uji organoleptik

Pengamatan tekstur, warna, dan aroma sediaan untuk menentukankarakteristik fisik visual (Setiawan *et al.*, 2023; Sumule *et al.*, 2021). Pengamatan dilakukan pada tiga replikasi (n=3).

### 2. Uji homogenitas

Pengamatan visual dan *tactile* untuk memastikan tidak adanya partikel kasar dan persamaan warna (Setiawan *et al.*, 2023; Sumule *et al.*, 2021). Pengamatan dilakukan pada tiga replikasi (n=3).

### 3. Uji daya lekat

Sediaan 0,2 g ditempatkan di atas gelas objek, ditutup dengan gelas lain, ditekan dengan beban 500 g selama 5 menit. Beban samping 20 g diterapkan hingga gelasterlepas. Waktu pelepasan dicatat (standar >1 detik) (Setiawan *et al.*, 2023; Sumule *et al.*, 2021). Pengamatan dilakukan pada tiga replikasi (n=3).

### 4. Uji daya sebar

Sediaan ditempatkan di atas kaca transparan, ditutup dengan kacalain. Diameter sebaran diukur sebelum dan sesudah pemberian beban 50 g selama 1 menit (Standar: 5–7 cm) (Setiawan *et al.*, 2023; Sumule *et al.*, 2021). Pengamatan dilakukan pada tiga replikasi (n=3).

### 5. Uji viskositas

Pengukuran menggunakan *viscometer Brookfield* spindel 6 (standar 230–3000 cPs) (Setiawan *et al.*, 2023; Sumule *et al.*, 2021). Pengamatan dilakukan pada tiga replikasi (n=3).

### 6. Uji pH

Sediaan diencerkan 1% dalam aquabidest, diukur pH menggunakan pH meter digital (Standar pH fisiologis kulit: pH 4,5–6,5) (Setiawan *et al.*, 2023; Sumule *et al.*, 2021). Pengamatan dilakukan pada tiga replikasi (n=3).

### 7. Uji transmittan

Sediaan diencerkan 1:100 dengan *aquabidest* untuk dilakukan pengukuran nilai transmittan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 650 nm dengan *aquabidest* sebagai blanko. Nilai % transmittan >99% mengindikasikan ukuran partikel berada pada rentang nanometer (Syukri *et al.*, 2019). Pengamatan dilakukan pada tiga replikasi (n=3).

## Pengukuran Ukuran Partikel, PDI dan zeta Potensial

Pengukuran Ukuran Partikel, PDI dan zeta potensial dilakukan dengan menggunakan alat *particle size analyzer*. Larutan sampel dimasukkan ke dalam kuvet dan dibaca (ukuran partikel, PDI dan zeta potensial) oleh alat *particle size analyzer*. Sediaan

dalam bentuk nano emulsi ditandai dengan ukuran partikel  $\leq 200$  nm, PDI mendekati 0 dan zeta potensial lebih dari 30 mV atau kurang dari -30 mV (Fitriani *et al.*, 2021; Sahumena *et al.*, 2019). Pengamatan dilakukan pada tiga replikasi (n=3).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Determinasi tanaman dan ekstraksi Daun Gaharu

Hasil determinasi menunjukkan bahwa bahan simplisia yang digunakan merupakan daun *Aquilaria malaccensis* Lamk. yang sah. Identifikasi dilakukan berdasarkan ciri morfologis yang meliputi bentuk daun, pola pertulangan, warna permukaan daun, dan ciri batang. Validasi ini memastikan bahwa bahan baku yang digunakan dalam formulasi *Anti-aging Serum* SNES MADG berasal dari spesies yang tepat sehingga hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Ekstraksi Daun Gaharu menggunakan metode *Microwave Hydrodistillation*.

Simplisia sebanyak 100 gram dimasukkan ke dalam labu destilasi 1000 mL dan ditambahkan 500 mL aquadest. Percobaan dilakukan dengan daya *microwave* 450 W dan waktu ekstraksi selama 2 jam. Diperoleh MADG sebanyak  $\pm 15$  gram (rendemen=15%). Rendemen ini sesuai dengan penelitian Fitri *et al.* (2020) yang melaporkan bahwa metode *microwave* memberikan efisiensi lebih tinggi dibanding destilasi konvensional karena panas yang dihasilkan lebih terfokus pada molekul air dalam jaringan tanaman sehingga mempercepat difusi minyak atsiri.

Beberapa penelitian lain juga menunjukkan bahwa ekstraksi daun gaharu umumnya menghasilkan rendemen yang rendah (1–5%), dipengaruhi umur daun, lokasi tumbuh, dan metode ekstraksi (Ulfah *et al.*, 2021). Dengan demikian, hasil rendemen penelitian ini termasuk dalam rentang yang dapat diterima.

### Hasil Uji *in-vitro* MADG

MADG yang dihasilkan dari proses ekstraksi selanjutnya dilakukan uji *in-vitro* untuk mengukur aktivitas MADG sebagai *anti-aging*. Hasil uji DPPH menunjukkan bahwa MADG memiliki potensi antioksidan yang sangat kuat (Tabel 3). Persen inhibisi meningkat *dose-dependent* dari 45,90% pada 20 ppm menjadi 60,73% pada 100 ppm. Nilai  $IC_{50}$  sebesar 38,62 ppm menunjukkan bahwa MADG mampu menghambat 50% radikal bebas DPPH pada konsentrasi 38,62 ppm. Kategori "sangat kuat" ini konsisten dengan *literature* yang melaporkan  $IC_{50}$  ekstrak daun gaharu dalam rentang 27–47 ppm (Ulfah *et al.*, 2021) dan lebih kuat dibandingkan banyak herbal tropis lainnya. Senyawa bioaktif dalam MADG seperti flavonoid dan terpenoid

memiliki struktur yang memungkinkan donasi elektron atau atom hidrogen untuk menetralkan radikal bebas. Mekanisme antioksidatif ini sangat

penting untuk mencegah kerusakan oksidatif pada kulit dan menghambat proses penuaan.

Tabel 3. Hasil Uji Antioksidan MADG

No.	Konsentrasi MADG (ppm)	Persen Inhibisi (%)	IC <sub>50</sub> (ppm)	Kategori Antioksidan
1	20	45,8987		
2	40	50,4557		
3	60	55,0127	38,6235	Sangat Kuat
4	80	57,5443		
5	100	60,7342		

Uji SPF MADG menggunakan metode Mansur menunjukkan nilai SPF sebesar 8,16, mengindikasikan proteksi UV maksimal. Nilai ini lebih tinggi dari penelitian sebelumnya pada ekstrak daun gaharu (SPF 2,85–6,21) (Sari, 2020). Peningkatan ini mungkin disebabkan perbedaan teknik ekstraksi, konsentrasi, dan kondisi pengukuran. Klasifikasi SPF 8,16 menunjukkan kategori "proteksi maksimal" (SPF ≥8). Senyawa dalam MADG mampu menyerap radiasi UV-B dan UV-A, sehingga mengurangi penetrasi radiasi ke lapisan kulit yang lebih dalam dan mencegah kerusakan DNA serta pembentukan ROS yang dipicu UV (*photoaging*). Kombinasi aktivitas antioksidan kuat (IC<sub>50</sub> 38,62 ppm) dengan proteksi UV maksimal (SPF 8,16) membuat MADG sangat potensial sebagai bahan *anti-aging* multifungsi dalam formulasi kosmetik.

#### Optimasi SNES MADG

Optimasi SNES MADG dilakukan dengan metode variasi komposisi bahan, yaitu MADG, Chremophor RH40, dan PEG 400. SNES terdiri dari campuran minyak, surfaktan, dan kosurfaktan. Penggunaan MADG sebagai fase minyak dapat mencegah pembentukan peroksida sehingga meningkatkan stabilitas oksidatif dan masa simpan

(*shelf life*) sediaan (Syukri *et al.*, 2019). Formulasi thalidomide yang mengandung minyak kesturi sebagai fase minyak menghasilkan karakteristik nanopartikel dengan ukuran 112-196 nm serta nilai zeta potensial negatif sehingga dapat mencerminkan stabilitas yang baik. Surfaktan yang sering digunakan dalam formula SNES adalah cremophor RH40. Penggunaan surfaktan dengan HLB tinggi seperti cremophor RH40 akan meningkatkan efisiensi pembentukan nanoemulsi spontan (*self-emulsification*). Selain itu, Chremophor RH40 juga dilaporkan dapat menghambat fenomena *ostwald ripening* pada nanoemulsi sehingga meningkatkan stabilitas sediaan hingga beberapa bulan. PEG 400 adalah kosurfaktan nonionik bersifat hidrofilik dengan HLB 13,1.

Penambahan kosurfaktan digunakan untuk mengurangi tegangan antarmuka bersama surfaktan dan meningkatkan fleksibilitas lapisan minyak dalam air untuk membentuk nanoemulsi spontan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, PEG 400 telah digunakan dalam pembuatan SNE andrografolid dengan ukuran partikel 12 nm dan zeta potensial -46,3 mV (Syukri *et al.*, 2018).



Gambar 3. Hasil Formulasi SNES MADG

#### Karakterisasi SNES MADG

Nanoemulsi merupakan campuran isotropik yang stabil secara termodinamik. Istilah isotropik salah satunya mengacu pada parameter kejernihan, oleh karena itu, pengukuran transmitan dilakukan untuk mengetahui tingkat kejernihan sistem dispersi berdasarkan absorbansi larutan aquabidest pada panjang gelombang 650 nm (Syukri *et al.*, 2019). Hasil

pengukuran transmitan SNES MADG dapat dilihat pada Tabel 4.

Nilai transmitan ketiga formula berada pada interval 99,927–99,936%, menunjukkan sistem sangat jernih dengan partikel berukuran nanometer dan perbedaan antar formula sangat kecil. Transmitan tertinggi pada F-SNES-3 (99,936%) mencerminkan peningkatan konsentrasi kosurfaktan (PEG 400 30%) yang meningkatkan fleksibilitas interfase minyak-air

dan kejernihan dispersi. Nilai transmitan mendekati 100% mengindikasikan bahwa semua formula berhasil membentuk nanoemulsi isotropik (Syukri *et*

*al.*, 2018 dan 2019). Pada tahap ini, F-SNES-3 dipilih sebagai formula optimal berdasarkan transmitan tertinggi dan karakteristik nano yang ideal.

Tabel 4. Hasil Uji Transmitan

Panjang Gelombang	Formula SNES	Transmitan (%)
650 nm	F-SNES-1	99,927
	F-SNES-2	99,930
	F-SNES-3	99,936

#### Formulasi Anti-aging Serum SNES MADG

Tiga formula serum dibuat dengan variasi konsentrasi SNES MADG (Tabel 2). Semua formula berhasil terbentuk sebagai sediaan serum stabil dan

homogen (F-Serum-SNES-1, F-Serum-SNES-2, F-Serum-SNES-3), menunjukkan kompatibilitas SNES MADG dengan bahan pembawa (*aloe vera gel, gliserin, aquabidest*).



Gambar 4. Hasil Formulasi Anti-aging Serum SNES MADG

#### Evaluasi Mutu Fisik Dan Karakteristik Anti-aging Serum SNES MADG

Tabel 5. Hasil Uji Evaluasi Mutu Fisik

No.	Evaluasi Mutu Fisik	Formula Serum SNES (%)		
		F-Serum-SNES-1	F-Serum-SNES-2	F-Serum-SNES-3
1	Organoleptik (warna, bentuk, bau)	Putih transparan, liquid, khas MADG	Putih transparan, liquid, khas MADG	Putih transparan, liquid, khas MADG
		Putih transparan, liquid, khas MADG	Putih transparan, liquid, khas MADG	Putih transparan, liquid, khas MADG
		Putih transparan, liquid, khas MADG	Putih transparan, liquid, khas MADG	Putih transparan, liquid, khas MADG
2	Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen
		Homogen	Homogen	Homogen
		Homogen	Homogen	Homogen
3	Daya lekat (detik)	60	67	81
		63	67	79
		62	69	80
	$\bar{x} \pm SD$	61,67 $\pm$ 1,53	66,33 $\pm$ 3,06	80,00 $\pm$ 1,00
4	Daya sebar (cm)	10	9,9	7,5
		10,1	9,9	7,5
		10	9,9	7
	$\bar{x} \pm SD$	10,03 $\pm$ 0,06	9,90 $\pm$ 0,00	7,33 $\pm$ 0,29
5	Viskositas (CPs)	1100	1550	1800
		1100	1550	1800
		1100	1550	1800
	$\bar{x} \pm SD$	1100 $\pm$ 0,00	1550 $\pm$ 0,00	1800 $\pm$ 0,00
6	pH	4,5	5	5
		4,5	5	5
		4,5	5	5
	$\bar{x} \pm SD$	4,55 $\pm$ 0,00	5,00 $\pm$ 0,00	5,00 $\pm$ 0,00

Semua formula stabil, berwarna putih transparan, bertekstur cair, dan beraroma khas MADG. Ini sesuai standar mutu serum dan konsisten dengan penelitian Gite (2023) mengenai karakteristik sediaan serum berbahan dasar SNES.

Nilai daya lekat meningkat seiring meningkatnya konsentrasi SNES, dari F-Serum-SNES-1 (61,67 detik) ke F-Serum-SNES-3 (80,00 detik). Hal ini menunjukkan semakin tinggi kandungan SNES, semakin tinggi viskositas relatif dan adhesivitas. Temuan sejalan dengan Sumule *et al* (2021), bahwa peningkatan fase minyak dapat meningkatkan daya lekat sediaan topikal.

Diameter sebar menurun seiring meningkatnya konsentrasi SNES, penurunan daya sebar mengindikasikan peningkatan viskositas. Nilai 7-10 cm masih berada dalam rentang ideal untuk sediaan serum (5-7 cm menurut Setiawan *et al* (2023)), meskipun F-Serum-SNES-1 paling mendekati batas ideal serum yang ringan. viskositas meningkat dari 1100 cPs ke 1800 cPs. Rentang ini masih sesuai untuk serum (230-3000 cPs), sehingga seluruh formula memenuhi persyaratan fisik.

pH seluruh formula berada pada rentang 4,5-5 sesuai pH fisiologis kulit (4,5-6,5), sehingga aman digunakan.

Tabel 6. Hasil Uji Karakteristik

No.	Karakteristik	Formula Serum SNES (%)		
		F-Serum-SNES-1	F-Serum-SNES-2	F-Serum-SNES-3
1	Transmitan (%)	99,31	99,24	99,24
2	Ukuran partikel (nm)	34,01	21,41	19,74
3	PDI	0,357	0,284	0,263
4	Zeta potensial (mV)	-25,8	-19,4	-12,3

Nilai Transmitan Meningkat Seiring Meningkatnya Konsentrasi SNES MADG Berada Pada 99,24-99,31%, Yang Menunjukkan Dispersi Partikel Tetap Baik. Ukuran Partikel 19,74-34,01 Nm Sangat Ideal Untuk Kosmetik *Anti-Aging*. PDI 0,263-0,357 Merupakan Nilai PDI Mendekati 0 Yang Menunjukkan Sistem Sangat Monodispersi Dan Homogen. Zeta Potensial -12,3 Sampai Dengan -25,8 Mv Menunjukkan Sistem Yang Cukup Baik Secara Elektrostatik Karena Nilai Hampir Mendekati -30 Mv.

Berdasarkan Hasil Evaluasi Mutu Fisik, Ketiga Formula Serum Memenuhi Syarat Uji Mutu Fisik (Organoleptik, Homogenitas, Daya Lekat, Daya Sebar, Viskositas, Ph) Dan Memiliki Karakteristik SNES Yang Sesuai (Transmitan, Ukuran Partikel, PDI, Dan Zeta Potensial. Formula Terbaik Dapat Ditentukan Dengan Melihat Nilai Transmitan, Ukuran Partikel, PDI Dan Zeta Potensial. F-Serum-

SNES-1, Merupakan Formula *Anti-Aging Serum* SNES MADG Terbaik Dengan Nilai Transmitan 99,31 %, Ukuran Partikel 34,01, PDI 0,357, Dan Zeta Potensial -25,8 Sebagai Penentu Sistem Yang Paling Stabil Dari F-Serum-SNES-2 Atau F-Serum-SNES-3.

Nilai Transmitan Mendekati 100% Dapat Memperjelas Kejernihan Formulasi Secara Visual Yang Mengindikasikan Ukuran Partikel Berada Pada Rentang Nanometer, Didukung Nilai Ukuran Partikel <200 Nm, PDI Mendekati 0 Yang Membuktikan *Anti-Aging Serum* SNES MADG Dalam Ukuran Nanometer, Serta Zeta Potensial Mendekati -30 Mv. F-Serum-SNES-1 Dilanjutkan Ke Uji *In-Vitro* Untuk Membuktikan Secara Ilmiah *Anti-Aging Serum* SNES MADG Memiliki Aktivitas Antioksidan Dan Nilai SPF Yang Menjadi Salah Satu Parameter Untuk Klaim Sebagai *Anti-Aging Serum*.

### Uji *in-vitro* Anti-aging Serum SNES MADG

Tabel 7. Hasil Uji Antioksidan *Anti-aging Serum* SNES MADG

No.	Konsentrasi <i>Anti-aging Serum</i> SNES MADG (ppm)	Persen Inhibisi (%)	IC <sub>50</sub> (ppm)	Kategori Antioksidan
1	20	41,6962	192,247	Sedang
2	40	42,7848		
3	60	43,2911		
4	80	44,4304		
5	100	45,7215		

Hasil menunjukkan serum F-Serum-SNES-1 memiliki IC<sub>50</sub> 192,25 ppm (kategori antioksidan sedang). Aktivitas tersebut lebih rendah dibanding

MADG (IC<sub>50</sub> 38,62 ppm) karena: (1) Pengenceran efektif konsentrasi MADG dalam formula serum (hanya 10% SNES MADG dari total formula, (2)

Interaksi dengan bahan pembawa (*aloe vera*, gliserin, aquadest) yang dapat mengurangi bioavailabilitas MADG dan (3) Stabilitas dan aksesibilitas senyawa antioksidan dalam sistem terdispersi yang kompleks.

Meskipun demikian, serum masih menunjukkan potensi antioksidan sedang yang dapat berkontribusi pada perlindungan kulit dari stres oksidatif.

Tabel 8. Hasil Uji SPF *Anti-aging Serum SNES MADG MADG*

No.	$\lambda$ (nm)	Abs	EE x I	Abs x EE x I	CF	SPF (CF x $\Sigma$ )	Kategori SPF
1	290	0,813	0,015	0,012	10	6,1094	Proteksi Ekstra
2	295	0,718	0,082	0,059			
3	300	0,649	0,287	0,187			
4	305	0,593	0,328	0,194			
5	310	0,561	0,186	0,105			
6	315	0,541	0,084	0,045			
7	320	0,512	0,018	0,009			
8	$\Sigma$ (Abs x EE x I)			0,611			

Serum F-Serum-SNES-1 menunjukkan nilai SPF 6,11, mengindikasikan proteksi UV kategori "Proteksi Ekstra" (SPF  $\geq 6$ ). Penurunan SPF dari MADG (8,16) menjadi 6,11 dalam serum adalah normal disebabkan pengenceran konsentrasi MADG. Namun, nilai ini masih memberikan perlindungan UV yang signifikan. Secara keseluruhan, serum F-Serum-SNES-1 menunjukkan *dual activity* antioksidan-proteksi UV, menjadikannya kandidat produk *anti-aging* yang komprehensif untuk perlindungan kulit dari stres oksidatif intrinsik dan *UV-induced photoaging*.

### KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan mengkarakterisasi *Self-Nano Emulsifying System* (SNES) berbasis Minyak Atsiri Daun Gaharu (MADG) sebagai kandidat inovatif dalam formulasi serum *anti-aging*. MADG hasil ekstraksi menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat dengan nilai IC<sub>50</sub> sebesar 38,62 ppm (kategori sangat kuat) serta aktivitas tabir surya dengan nilai SPF 8,16, yang termasuk dalam kategori proteksi maksimal.

Hasil optimasi SNES menunjukkan bahwa F-SNES-3 merupakan formula optimum dengan karakteristik nano paling unggul, ditandai oleh nilai transmittan tinggi, ukuran partikel nano yang homogen, serta kestabilan zeta potensial yang baik. Selanjutnya, pengembangan sediaan serum menunjukkan bahwa F-Serum-SNES-1 merupakan formula terbaik dan memenuhi seluruh parameter mutu fisik sediaan serum. Serum SNES MADG terbaik memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC<sub>50</sub> dalam kategori aktivitas sedang serta aktivitas tabir surya dengan nilai SPF yang termasuk proteksi ekstra, menunjukkan potensi efektivitas biologis yang menjanjikan sebagai produk *anti-aging*.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, yaitu belum dilakukannya uji

stabilitas jangka panjang, uji keamanan kulit seperti uji iritasi, serta uji efektivitas klinis pada subjek manusia. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengevaluasi stabilitas sediaan dalam penyimpanan jangka panjang, memastikan keamanan penggunaan topikal, serta mengonfirmasi efektivitas *anti-aging* secara *in vivo* dan klinis. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pemanfaatan bahan alam lokal Indonesia, khususnya *Aquilaria malaccensis* Lamk., melalui pendekatan teknologi nano untuk pengembangan kosmetik modern bernilai tambah dan berkelanjutan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Diktilitbang Pimpinan Pusat Muhammadiyah atas dukungan pendanaan melalui Program Hibah RisetMu 2024-2025. Apresiasi juga disampaikan kepada Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Banjarmasin, khususnya Laboratorium Farmasetika, Laboratorium Teknologi Farmasi, dan Laboratorium Biologi Farmasi atas fasilitas penelitian yang disediakan. Penulis juga berterima kasih kepada seluruh anggota tim peneliti dan mahasiswa yang terlibat atas dedikasi dan kontribusi selama proses penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Z., & Damayanti, D. 2018. Penuaan Kulit : Patofisiologi dan Manifestasi Klinis. *Periodical of Dermatology and Venereology*, 30(3), 208–215. \
- Asita, N., Zubair, M. S., & Syukri, Y. 2023. Formulasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) yang Memanfaatkan Tanaman Obat: Narrative Review. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 10(2), 184. <https://doi.org/10.25077/jsfk.10.2.184-196.2023>
- Fitriani, H., Fitria, A., Miladiyah, I., & Syukri, Y. 2021.

- Pengembangan Self-Nano Emulsifying System (SNES) Ekstrak Temulawak (Curcuma xanthorrhiza): Formulasi, Karakterisasi, dan Stabilitas. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 8(3), 332. <https://doi.org/10.25077/jsfk.8.3.332-339.2021>
- Gite, A. V. 2023. Formulation and Development of Face Serum. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, 11(6), 2320–2882. [www.ijcrt.org](http://www.ijcrt.org)
- Herman, H., Almeida, M., Devara, R., Bone, M., & Zamruddin, N. M. 2025. Formulasi Sediaan Toner Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) sebagai Antioksidan Kulit. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 11(1), 293–301.
- Idham, S., Rasyid, R. N., & Nanogel, R. N. P. 2024. Potensi Nanogel Limbah Biji Alpukat (*Persea americana* Mill .) Sebagai Antioksidan Pencegah Penuaan Dini Pada Kulit Wajah. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 10(2), 426–431.
- Kuruvila, F. S., Mathew, F., & Kuppaswamy, S. 2017. (SNEDDS) DEVELOPMENT , APPLICATIONS AND FUTURE. *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*, 4(03), 651–669.
- Meliana, Y. 2022. Peran Teknologi Nanoemulsi untuk Pengembangan Mutu Kosmetik dari Herbal Asli Indonesia. In *Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Teknik Kimia* (Issue November). Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). <https://doi.org/10.55981/brin.716>
- Ojha, S., Sinha, S., Chaudhuri, S. Das, Chada, H., Aggarwal, B., Jain, S. M., Ajeet, & Meenu. 2019. Formulation and Evaluation Of Face Serum Containing Bee Venom and Aloe Vera Gel. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 8(2), 1100–1105. <https://doi.org/10.20959/wjpr20192-14104>
- Priani, S. E. 2021. Kajian Pengembangan Sediaan Self Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) untuk Penghantaran Agen Antidiabetik Oral. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 7(2), 171–187. <http://jurnal-pharmaconmw.com/jmpi/index.php/jmpi/article/view/86>
- Rizkiyah, A., & Karimah, S. N. 2023. Literature Review: Penuaan Dini pada Kulit: Gejala, Faktor Penyebab dan Pencegahan. *Jurnal Gizi Dan Kesehatan*, 3(2), 107–116.
- Sa'adah, H., Latifah, N., Kamariah, S., & Nazirah, E. 2023. Penentuan Nilai SPF pada Sediaan Clay Mask Ekstrak Kulit Kayu Bangkal sebagai Tabir Surya. *Journal of Current Pharmaceutical Science*, 7(1), 657–664.
- Sa'adah, H., Riauwati, R., & Harianti, Y. 2025. Inovasi Sunscreen Stick Berbasis Ekstrak Kulit Kayu Bangkal (*Nauclea subdita* (Korth.) Steud.) sebagai Tabir Surya. *Healthy-Mu Journal*, 9(1), 64–75.
- Sahumena, M. H., Suryani, & 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. <https://doi.org/10.37311/jsscr.v1i2.2660>
- Sari, A. P., Jihan, K., Putri, L. E., Kasunaringati, T., & Pratiwi, E. D. 2024. Penghantaran Baru Berbasis SNEDDS (Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System) pada Sediaan Gel Minyak Essential Rosemary sebagai Antiaging. *Majalah Farmasetika*, 9(2), 167. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v9i2.51039>
- Setiawan, P. A., Rahmawanty, D., & Sari, D. I. 2023. Formulasi dan Evaluasi Sifat Fisik Sediaan Serum Wajah Ekstrak Daun Singkong (*Manihot esculenta*) dengan Variasi Konsentrasi Xanthan Gum. *Jurnal Pharmascience*, 10(2), 394. <https://doi.org/10.20527/jps.v10i2.15214>
- Sufaati, S., Suharno, S., Dirgantara, S., & Tanjung, R. H. R. 2024. Analisis Fitokimia Daun Gaharu (*Aquilaria microcarpa*) Sebagai Produk Teh Celup Asal Keerom, Papua. *Jurnal Biologi Papua*, 16(1), 11–19. <https://doi.org/10.31957/jbp.3363>
- Sumule, A., Pamudji, G., & Ikasari, E. D. 2021. Optimasi Aristoflex® AVC dan Propilen Glikol Gel Tabir Surya Rimpang Kunyit dengan Metode Desain Faktorial. *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 8(2), 168. <https://doi.org/10.20473/jfiki.v8i22021.168-177>
- Syukri, Y., Kholidah, Z., & Chabib, L. 2019. Formulasi dan Studi Stabilitas Self-Nano Emulsifying Propolis menggunakan Minyak Kesturi sebagai Pembawa. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 6(3), 265. <https://doi.org/10.25077/jsfk.6.3.265-273.2019>
- Ulfah, Z., Rini, P., & Hayati, H. 2021. Review Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lam.) Ditinjau Dari Segi Farmakognosi, Fitokimia, Dan Aktivitas Farmakologi. *Farmasains : Jurnal Ilmiah Ilmu Kefarmasian*, 8(2), 105–114. <https://doi.org/10.22236/farmasains.v8i2.5407>