

FORMULASI NANOEMULSI DAUN ALPUKAT DAN TANAMAN KUMIS KUCING SEBAGAI ANTIOKSIDAN SECARA *IN VITRO*

RISNA MILENIA WIDYA UTAMI



**PROGRAM STUDI BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Formulasi Nanoemulsi Daun Alpukat dan Tanaman Kumis Kucing Sebagai Antioksidan Secara *In Vitro*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Risna Milenia Widya Utami
G8501241005

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



- 

RINGKASAN

RISNA MILENIA WIDYA UTAMI. Formulasi Nanoemulsi Daun Alpukat dan Tanaman Kumis Kucing Sebagai Antioksidan Secara *In Vitro*. Dibimbing oleh MEGA SAFITHRI dan RINI MADYASTUTI PURWONO.

Stres oksidatif merupakan kondisi patologis yang timbul akibat ketidakseimbangan antara produksi spesies oksigen reaktif (ROS) dan kapasitas sistem antioksidan endogen tubuh, sehingga dapat memicu berbagai penyakit kronis, termasuk gangguan ginjal. Kondisi tersebut dapat dicegah melalui pemanfaatan senyawa antioksidan alami, seperti flavonoid dan fenolik, yang terkandung dalam daun alpukat (*Persea americana*) dan kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*). Namun, formulasi ekstrak konvensional dari kedua tanaman tersebut masih memiliki keterbatasan dalam hal kelarutan, bioavailabilitas, dan stabilitas senyawa aktifnya. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan nanoemulsi kombinasi ekstrak daun alpukat dan kumis kucing menggunakan *Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System* (SNEDDS), serta mengevaluasi kandungan fenolik total, flavonoid total, kapasitas antioksidan, karakteristik fisik, dan stabilitas fisiknya secara *in vitro*.

Formulasi nanoemulsi diawali dengan uji kelarutan untuk menentukan pelarut, surfaktan, dan kosurfaktan terbaik, diperoleh propilen glikol sebagai kosolven serta kombinasi Tween 80 dan Span 80 sebagai Smix. Nanoemulsi diformulasikan pada rasio ekstrak daun alpukat dan kumis kucing (DA:KK) 1:4 dan 4:1, dengan ekstrak non-nanoemulsi dengan rasio yang sama sebagai kontrol. Kandungan fenolik total, flavonoid total, dan kapasitas antioksidan berturut-turut ditentukan menggunakan metode Folin-Ciocalteu, kolorimetri $AlCl_3$, dan DPPH. Karakterisasi fisik nanoemulsi meliputi *Z-average*, indeks polidispersitas, dan zeta potensial menggunakan *Particle Size Analyzer*, sedangkan stabilitas fisik dievaluasi melalui uji *heat-cool cycle* dan *freeze-thaw cycle* masing-masing tiga siklus.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanoemulsi rasio 1:4 (DA:KK) menghasilkan kandungan fenolik total tertinggi sebesar $138,40 \pm 2,72$ mg GAE/g, kandungan flavonoid total sebesar $160,69 \pm 0,22$ mg QE/g, dan kapasitas antioksidan sebesar $53,27 \pm 0,24$ mg TE/g, yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan rasio 4:1 maupun ekstrak non-nanoemulsi ($p < 0,05$). Sebaliknya, nanoemulsi rasio 4:1 menunjukkan kandungan fenolik total lebih rendah dibandingkan ekstrak tanpa nanoemulsi pada rasio yang sama, diduga disebabkan oleh proses enkapsulasi SNEDDS terhadap keterbacaan analitik senyawa fenolik terhadap reagen Folin-Ciocalteu. Karakteristik fisik menunjukkan nanoemulsi rasio 1:4 memiliki *Z-average* sebesar 273,6 nm, PDI sebesar 0,56, dan zeta potensial sebesar $-12,28$ mV, sedangkan rasio 4:1 memiliki *Z-average* sebesar 251,8 nm, PDI sebesar 0,52, dan zeta potensial sebesar $-2,96$ mV. Kedua formulasi nanoemulsi tetap stabil secara fisik selama uji *heat-cool* dan *freeze-thaw cycle* tanpa disertai pemisahan fase, meskipun nilai PDI yang tinggi ($>0,5$) dan zeta potensial yang rendah pada kedua rasio mengindikasikan stabilitas termodinamika yang belum optimal dan memerlukan optimasi lebih lanjut.

Kata kunci: Antioksidan, fenolik, flavonoid, *Persea americana*, *Orthosiphon aristatus*, SNEDDS.



- 

SUMMARY

RISNA MILENIA WIDYA UTAMI. Formulation of Avocado Leaf and Cat's Whiskers Plant Nanoemulsion as an *In Vitro* Antioxidant. Supervised by MEGA SAFITHRI and RINI MADYASTUTI PURWONO.

Oxidative stress is a pathological condition resulting from an imbalance between the production of reactive oxygen species (ROS) and the body's endogenous antioxidant capacity, which can trigger various chronic diseases, including kidney disorders. This condition can be prevented by using natural antioxidant compounds, such as flavonoids and phenolics, found in avocado (*Persea americana*) leaves and cat's whiskers (*Orthosiphon aristatus*). However, conventional extract formulations from these two plants still have limitations in solubility, bioavailability, and stability of their active compounds. This study aims to formulate a combined nanoemulsion of avocado leaf and cat's whiskers extracts using the Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS), and to evaluate the total phenolic content, total flavonoid content, antioxidant capacity, physical characteristics, and physical stability *in vitro*.

The nanoemulsion formulation began with solubility tests to determine the optimal solvent, surfactant, and cosurfactant; propylene glycol was selected as the cosolvent, and a combination of Tween 80 and Span 80 was chosen as the Smix. The nanoemulsions were formulated at avocado leaf extract to cat's whiskers extract (AL: CW) ratios of 1:4 and 4:1, with non-nanoemulsion extracts at the same ratios serving as controls. Total phenolic content, total flavonoid content, and antioxidant capacity were determined using the Folin-Ciocalteu method, $AlCl_3$ colorimetry, and the DPPH assay, respectively. Physical characterization of the nanoemulsions included Z-average, polydispersity index, and zeta potential using a Particle Size Analyzer. In contrast, physical stability was evaluated through heat-cool and freeze-thaw cycle tests, each consisting of three cycles.

The results of the study showed that the 1:4 nanoemulsion (AL: CW) produced the highest total phenolic content of 138.40 ± 2.72 mg GAE/g, a total flavonoid content of 160.69 ± 0.22 mg QE/g, and an antioxidant capacity of 53.27 ± 0.24 mg TE/g, which were significantly higher than those of the 4:1 ratio and the non-nanoemulsion extract ($p < 0.05$). In contrast, the 4:1 nanoemulsion exhibited a lower total phenolic content than the non-nanoemulsified extract at the same ratio, presumably because the SNEDDS encapsulation process reduced the analytical detectability of phenolic compounds by the Folin-Ciocalteu reagent. Physical characteristics showed that the 1:4 nanoemulsion had a Z-average of 273.6 nm, a PDI of 0.56, and a zeta potential of -12.28 mV, while the 4:1 nanoemulsion had a Z-average of 251.8 nm, a PDI of 0.52, and a zeta potential of -2.96 mV. Both nanoemulsion formulations remained physically stable during heat-cool and freeze-thaw cycle tests without phase separation, although the high PDI values (>0.5) and low zeta potentials for both ratios indicate that thermodynamic stability is not yet optimal and requires further optimization.

Keywords: Antioxidants, flavonoids, *Persea americana*, phenolics, *Orthosiphon aristatus*, SNEDDS





Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



FORMULASI NANOEMULSI DAUN ALPUKAT DAN TANAMAN KUMIS KUCING SEBAGAI ANTIOKSIDAN SECARA *IN VITRO*

RISNA MILENIA WIDYA UTAMI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Biokimia

**PROGRAM STUDI BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Formulasi Nanoemulsi Daun Alpukat dan Tanaman Kumis Kucing
Sebagai Antioksidan Secara *In Vitro*
Nama : Risna Milenia Widya Utami
NIM : G8501241005

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.

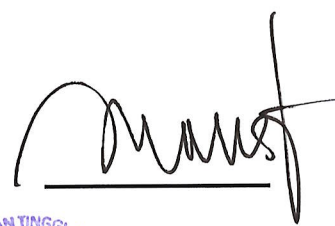


Pembimbing 2:
Dr. Apt. Rini Madyastuti Purwono, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

 Ketua Program Studi Biokimia
Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si.
NIP. 197005032005011001



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.
NIP. 197807232007011001




Tanggal Ujian: 07 Agustus 2026

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan Syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas segala Rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Formulasi Nanoemulsi Daun Alpukat dan Tanaman Kumis Kucing Sebagai Antioksidan Secara *In Vitro*”. Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Master pada program studi Magister Biokimia di IPB University. Penulis berterima kasih kepada Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si. selaku ketua komisi pembimbing dan Dr. Apt. Rini Madyastuti Purwono, S.Si., M.Si. selaku anggota komisi pembimbing, yang telah banyak memberikan arahan selama penyusunan tesis ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Basis Informasi Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (BIMA Kemdiktisaintek) pada Program Penelitian Terapan 2025 (Nomor Kontrak 23066/IT3.D10/PT.01.03/P/B/2025) yang telah memberikan dukungan untuk keberhasilan riset ini.

Ungkapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Ayah, Ibu, Adik, Nenek, Kakek, serta seluruh keluarga besar atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang senantiasa diberikan kepada penulis. Terima kasih juga kepada sahabat-sahabat tersayang, Zaitunnisya Y. Baso, Mutiara Al-Falah Siregar, Stevanny Y.M. Nggai, Nadia Ulfa, Sri Maryati, Olivia Novianti, rekan-rekan Magister Biokimia 61, serta adik-adik Fast Track Biokimia 62 atas kebersamaan, kebaikan, doa, dan dukungan yang telah diberikan. Setiap bantuan, semangat, dan kebersamaan yang diberikan menjadi bagian yang berarti dalam perjalanan penulis hingga dapat menyelesaikan pendidikan ini.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Diar Azari, S.Mat., yang senantiasa menjadi bagian dari perjalanan penulis, yang selalu hadir memberikan semangat, dukungan, dan keyakinan dalam setiap proses yang penulis jalani. Terima kasih telah menemani penelitian ini sejak awal melalui diskusi, masukan, dan koreksi, serta menjadi tempat penulis berbagi cerita dan menguatkan diri ketika menghadapi kesulitan. Di setiap keraguan untuk menyelesaikan perjalanan ini, terima kasih telah meyakinkan penulis untuk terus melangkah. Kehadiranmu mungkin tidak tertulis di setiap halaman tesis ini, tetapi dukunganmu menjadi bagian dari perjalanan yang membawa penulis hingga sampai pada halaman terakhir.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari segala pihak untuk dapat menjadi masukan bagi penulis di kemudian hari. Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang terkait dalam penyusunan tesis ini. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Risna Milenia Widya Utami



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Kebaruan (<i>Novelty</i>)	4
1.7 Hipotesis	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Alpukat	5
2.2 Tanaman Kumis Kucing	9
2.3 Antioksidan	12
2.4 <i>Reactive Oxygen Species</i>	13
2.5 Stres Oksidatif	15
2.6 Antioksidan DPPH	16
2.7 Nanoemulsi	18
2.8 <i>Particle Size Analyzer</i>	24
2.9 <i>Zetasizer</i>	25
III METODE	27
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2 Alat dan Bahan	27
3.3 Prosedur Kerja	27
3.4 Analisis Data	31
IV HASIL	33
4.1 Sintesis dan Komposisi Nanoemulsi	33
4.2 Kadar Total Fenolik, Flavonoid, dan Kapasitas Antioksidan DPPH Nanoemulsi	36
4.3 Karakteristik Fisik Nanoemulsi	38
4.4 Stabilitas Fisik Nanoemulsi	40
V PEMBAHASAN	43
5.1 Sintesis Nanoemulsi Daun Alpukat dan Kumis Kucing	43
5.2 Kadar Total Fenolik, Flavonoid, dan Kapasitas Antioksidan DPPH Nanoemulsi DA:KK	44
5.3 Karakteristik Nanoemulsi DA:KK	48
5.4 Stabilitas Fisik Nanoemulsi DA:KK	50
VI SIMPULAN DAN SARAN	53
6.1 Simpulan	53
6.2 Saran	53



DAFTAR PUSTAKA

55

LAMPIRAN

67

RIWAYAT HIDUP

79

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Komposisi massa ekstrak pada setiap rasio kombinasi	28
2	Komposisi formula nanoemulsi	29
3	Karakteristik fisik nanoemulsi kombinasi DA:KK	38

DAFTAR GAMBAR

1	Daun alpukat	5
2	Kumis kucing	9
3	Klasifikasi antioksidan	13
4	Produksi ROS	14
5	Stres oksidatif	16
6	Mekanisme penangkapan radikal DPPH oleh antioksidan	17
7	Tipe nanoemulsi	20
8	Ilustrasi SNEDDS	22
9	Skema pembuatan SNEDDS	23
10	Prinsip kerja DLS	24
11	Kelarutan A) Blanko, (B) ekstrak kumis kucing, dan (C) ekstrak daun alpukat dalam berbagai variasi pelarut: (a) <i>virgin coconut oil</i> (VCO), (b) gliserin, (c) isopropil miristat, (d) propilen glikol	34
12	Kelarutan (A) Blanko (B) ekstrak kumis kucing, dan (C) ekstrak daun alpukat dalam berbagai variasi surfaktan dan k-surfaktan: (a) PEG 400, (b) Span 20, (c) Tween 20, (d) Span 80, (e) Tween 80	35
13	Perbandingan visual nanoemulsi dan ekstrak kombinasi daun alpukat dan kumis kucing (DA:KK): (a) nanoemulsi 1:4, (b) nanoemulsi 4:1, (c) ekstrak 1:4, (d) ekstrak 4:1	36
14	Total fenolik nanoemulsi dan ekstrak kombinasi daun alpukat dan kumis kucing pada rasio 1:4 dan 4:1	36
15	Total flavonoid nanoemulsi dan ekstrak kombinasi daun alpukat dan kumis kucing pada rasio 1:4 dan 4:1	37
16	Kapasitas antioksidan DPPH nanoemulsi dan ekstrak kombinasi daun alpukat dan kumis kucing pada rasio 1:4 dan 4:1	38
17	Distribusi ukuran partikel nanoemulsi 1:4 berdasarkan (a) intensitas dan (b) volume	39
18	Distribusi ukuran partikel nanoemulsi 4:1 berdasarkan (a) intensitas dan (b) volume	40
19	Penampilan visual nanoemulsi selama uji stabilitas <i>heat-cool</i> (a) rasio 1:4, siklus-0, (b) rasio 1:4, siklus-1, (c) rasio 1:4, siklus-2, (d) rasio 4:1, siklus-0, (e) rasio 4:1, siklus-1, (f) rasio 4:1, siklus-2	40
20	Penampilan visual nanoemulsi selama uji stabilitas <i>freeze-thaw</i> (a) rasio 1:4, siklus-0, (b) rasio 1:4, siklus-1, (c) rasio 1:4, siklus-2, (d) rasio 4:1, siklus-0, (e) rasio 4:1, siklus-1, (f) rasio 4:1, siklus-2	41

DAFTAR LAMPIRAN

1	Bagan alir penelitian	68
2	Determinasi daun alpukat	69
3	Kurva standar asam galat	70
4	Perhitungan kadar total fenolik nanoemulsi (DA:KK)	70
5	Perhitungan kadar total fenolik ekstrak (DA:KK)	71
6	Kurva standar kuersetin	72
7	Perhitungan kadar total flavonoid nanoemulsi (DA:KK)	72
8	Perhitungan kadar total flavonoid ekstrak (DA:KK)	73
9	Kurva standar trolox DPPH	74
10	Perhitungan kapasitas antioksidan DPPH nanoemulsi (DA:KK)	74
11	Perhitungan kapasitas antioksidan DPPH ekstrak (DA:KK)	75
12	Statistik hasil pengukuran PSA nanoemulsi rasio 1:4 (DA:KK)	76
13	Statistik hasil pengukuran zeta potensial nanoemulsi rasio 1:4	76
14	Statistik hasil pengukuran PSA nanoemulsi rasio 4:1 (DA:KK)	76
15	Statistik hasil pengukuran zeta potensial nanoemulsi rasio 4:1	77