

Karakteristik Fisik Formula Nanoliposom Minyak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill)

Abdul Aziz¹, Yoshe Vania², Shinta Arina Shaleha³, Berlian Naela Amalia⁴,
Riska Miftakhur Rohmah⁵, Istianatus Sunnah⁶

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Farmasi, Fakultas Kesehatan, Universitas Ngudi Waluyo

Korespondensi Email: corresponding_istihizna@yahoo.com

ABSTRAK

Nanoliposom merupakan teknologi nanopartikel yang memiliki sistem penghantaran obat secara topikal yang tersusun oleh membran fosfolipid bilayer. Nanoliposom dapat berpenetrasi ke dalam lapisan secara intraseluler melalui jaringan lipid pada *stratum corneum*. Minyak biji alpukat (*Persea americana* Mill) memiliki senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin, terpenoid, steroid, tanin dan asam lemak yang memiliki manfaat untuk kesehatan sehingga untuk optimalisasi penggunaan dibuat bentuk nanoliposom. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi karakteristik fisik nanoliposom minyak biji alpukat. Metode penelitian dimulai dengan produksi minyak biji alpukat melalui proses ekstraksi dengan metode soxhletasi menggunakan pelarut n-heksan. Skrining fitokimia dilakukan secara kualitatif. Pembuatan nanoliposom menggunakan metode hidrasi lapis tipis menggunakan 1 lipid bilayer. Uji mutu fisik nanoliposom meliputi organoleptis, pH, viskositas, ukuran partikel, indeks polidispersi dan persentase transmattan. Hasil evaluasi mutu fisik disajikan secara deskriptif. Hasil skrining fitokimia secara kualitatif, minyak biji alpukat mengandung flavonoid, saponin, tanin. Karakteristik fisik nanoliposom memiliki bentuk semi padat, warna coklat, bau khas, pH $6,68 \pm 0,02$; viskositas $3.358 \pm 130,39$ cps, ukuran partikel $531,83 \pm 12,40$ nm; PDI $0,123 \pm 0,05$. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa karakteristik fisik nanoliposom minyak biji alpukat memenuhi syarat. Ukuran partikel nanoliposom yang dihasilkan termasuk kategori *Large Unilamellar Vesicles* dan terdistribusi homogen monodispersi. Berdasarkan ukuran partikel sediaan nanoliposome tidak dapat menembus *stratum corneum*.

Kata Kunci: Karakteristik Fisik, Nanoliposom, Minyak Biji Alpukat

ABSTRACT

Physical Characteristics of Avocado Seed Oil (Persea americana Mill) Nanoliposome Formulation

Nanoliposomes are nanoparticle technology that has a topical drug delivery system composed of a phospholipid bilayer membrane. The shape of nanoliposomes can penetrate into the layer intracellularly through the lipid network in the stratum corneum. Avocado seed oil (Persea americana Mill) contains secondary metabolites such as flavonoids, saponins, terpenoids, steroids, tannins and fatty acids that have health benefits so that for optimal use it can be made in nanoliposomes. The purpose of this study was to evaluate the physical characteristics of avocado seed oil nanoliposomes. This research method began with producing avocado seed oil produced from the extraction process by the soxhletation method using n-hexane solvent. Phytochemical screening were carried

out qualitatively. Nanoliposomes were made using the thin layer hydration method using 1 lipid bilayer. The physical quality test of nanoliposomes included organoleptic, pH, viscosity, particle size, polydispersity index and transmittance percentage. The results of the physical quality evaluation were presented descriptively. The results of qualitative phytochemical screening showed that avocado seed oil contains flavonoids, saponins, and tannins. The physical characteristics of nanoliposomes are semi-solid, brown in color, distinctive odor, pH 6.68 ± 0.02 ; viscosity 3.358 ± 130.39 cps, particle size 531.83 ± 12.40 nm; PDI 0.123 ± 0.05 . Based on these results, it can be concluded that the physical characteristics of avocado seed oil nanoliposomes meet the requirements, the particle size of the resulting nanoliposomes is included in the category of Large Unilamellar Vesicles and is distributed homogeneously monodisperse. Based on the particle size, the nanoliposomes cannot penetrate the stratum corneum.

Keywords: *Physical Characteristics, Nanoliposomes, Avocado Seed Oil*

PENDAHULUAN

Teknologi nanopartikel yang saat ini dikembangkan dalam bentuk sediaan topikal salah satunya adalah nanoliposom. Bentuk sediaan tersebut memiliki sistem penghantaran obat topikal yang tersusun oleh membran fosfolipid bilayer. Formula nanoliposom tersusun oleh fosfolipid amfifilik, kolesterol, surfaktan dan *buffer* dan memiliki lapisan ganda yang bersifat hidrofobik dan hidrofilik di dalam inti. Nanoliposom memiliki kepala polar yang mengarah pada fase air, sedangkan ekor bersifat non-polar. Struktur nanoliposom yang memiliki sifat sangat lipofisik, sehingga penyerapan secara topikal sangat mudah (Purwanto *et al.*, 2019). Beberapa sediaan topikal menggunakan nanoliposom sebagai bentuk penghantaran obat karena memiliki kelebihan biokompatibel, *biodegradable*, stabilitas obat meningkat, non-toksik, tidak memicu reaksi imun, pelepasan obat lebih terkontrol (*sustained release*) dan penetrasi obat ke dalam jaringan lebih cepat (Rosalina *et al.*, 2023). Berdasarkan penelitian Wijaya *et al* (2023) penggunaan kolesterol dapat mempengaruhi stabilitas, permeabilitas, fluiditas dari membran bilayer.

Tipe ukuran nanoliposom berdasarkan diameter partikel dan lipid bilayer penyusun terdiri dari 6 kategori. Untuk liposom dengan penyusun lipid hanya 1 terbagi menjadi ukuran *Small Unilamellar Vesicles* (SUVs) dengan ukuran partikel antara 20-50 nm, *Large Unilamellar Vesicles* (LUVs) dengan ukuran partikel 100-1000 nm dan *Giant Unilamellar Vesicles* (GUVs) dengan ukuran partikel >1000 nm. Liposom dengan penyusun lipid bilayer lebih dari 1 terbagi menjadi *Multi Lamellar Vesicles* (MLVs) dengan ukuran partikel >5000 nm, , *Oligolamellar vesicles* (OLV) dengan ukuran partikel 100-1000 nm (Banerjee *et al.*, 2015; Putri, 2024). Parameter lain dalam menentukan mutu fisik nanoliposom selain ukuran partikel, yaitu indeks polidispersi. Parameter ini terbagi menjadi dua kategori, yaitu monodispersi dan polidispersi. Monodispersi memiliki indeks dispersitas pada rentang 0,01-0,6 yang menunjukkan ukuran partikel dalam sediaan hampir seragam (homogen). Penelitian auliasari *et al* (2023) polidispersi memiliki indeks dispersitas lebih dari 0,6 yang berarti bahwa ukuran partikel bersifat heterogen.

Kabupaten Semarang sebagai salah satu penghasil buah alpukat di Jawa Tengah, tetapi belum ada pemanfaatan biji alpukat sebagai produk herbal yang bermanfaat. Buah dan biji alpukat dapat dimanfaatkan sebagai minyak yang

bermanfaat untuk kesehatan. Hasil penelitian Paramanandi *et al*, 2024, minyak alpukat dalam bentuk krim dengan konsentrasi 10% dapat mengurangi inflamasi pada hari ke 3-6 dan konsentrasi 15% meningkatkan ketebalan kolagen pada hari ke 9. Sediaan topikal minyak alpukat juga dapat digunakan sebagai wound healing dengan meningkatkan kolagen dan mengurangi infalamsi pada luka (Oliveira *et al*, 2013). Biji alpukat mengandung asam lemak, mineral dan senyawa fitokimia seperti flavonoid, saponin dan tanin yang dapat digunakan sebagai anti mikroba, antioksidan dan *wound healing* (Bahru *et al*, 2018). Biji alpukat tidak dapat dikonsumsi secara langsung, dan umumnya dibuang dan sebagai residu sehingga menyebabkan masalah ekologi. Untuk itu perlu adanya pemanfaatan dan pengolahan yang tepat sehingga berpotensi mengurangi limbah.

Minyak biji alpukat merupakan salah satu minyak nabati yang mengandung senyawa metabolit sekunder diantaranya flavonoid, saponin, tanin, alkaloid dan terpenoid (Kopon *et al.*, 2020). Berdasarkan penelitian Tanjung *et al* (2022), senyawa metabolit yang terkandung dalam minyak biji alpukat dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan flavonoid berpotensi sebagai antioksidan alami. Minyak biji alpukat mengandung asam lemak yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan seperti asam oleat, asam linoleat, asam palmitat dan asam palmitoleat (Gidigbi *et al.*, 2019). Minyak biji alpukat mengandung aktivitas antioksidan dengan nilai IC₅₀ sebesar 16,888 ppm (Zahra *et al.*, 2025). Penggunaan minyak biji alpukat secara langsung, akan memberikan ketidaknyamanan karena dalam bentuk minyak, tidak larut air, licin. Perlu adanya inovasi bentuk sediaan yang dapat meningkatkan kenyamanan dan cukup menggunakan konsentrasi yang kecil. Penelitian Rosalina *et al* (2023) menyebutkan bahwa asam lemak memiliki sifat hidrofobik, sehingga perlu dibuat dalam bentuk nanoliposom yang mampu meningkatkan kelarutan pada sediaan topikal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa metabolit dan mengevaluasi karakteristik fisik nanoliposom minyak biji alpukat yang meliputi parameter organoleptis, pH, viskositas, ukuran partikel dan indeks polidispersitas.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biji alpukat, Na₂HPO₄ (kualitas farmasetis), NaH₂PO₄ (sigma, kualitas farmasetis), NaCl (kualitas teknis), lesitin soya (kualitas farmasetis), kolesterol (sigma), tween 80 (kualitas farmasetis), kloroform (kualitas teknis), karbopol (kualitas farmasetis), TEA (kualitas farmasetis), n-heksana (kualitas teknis), pereaksi Mayer (kualitas farmasetis), FeCl₃ (kualitas farmasetis), MgSO₄ (kualitas farmasetis), HCl pekat (Merck), H₂SO₄ (Merck), AlCl₃ (Merck), aquadest (kualitas farmasetis).

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu neraca analitik (Ohaus®), herb grinder (Getra), *moisture analyzer* (Ohaus®), oven (Memmert), alat soxhlet (Pyrex), labu alas bulat, *heating mantle* (Electrothermal), *waterbath*, cawan porselin, *beaker glass* (Pyrex), gelas ukur (Pyrex), sendok tanduk, spatula, batang pengaduk, pipet tetes, aluminium *foil*, botol kaca 60 ml dan 100 ml, toples kaca, kertas saring, ayakan mesh, *rotary evaporator*, *ultraturrax* (IKA), viskometer (brookfield), pH meter (Ohaus®), *Particle Size Analyzer* (Malven), spektrofotometri UV-Vis, tabung reaksi (Pyrex), pipet ukur, labu ukur (Pyrex).

Tahapan Penelitian

Pembuatan Minyak Biji Alpukat

Pembuatan simplisia

Pembuatan simplisia biji alpukat dimulai dari sortasi basah meliputi pencucian dan perajangan. Simplisia dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 24 jam dan dilanjutkan sortasi kering dengan cara memisahkan simplisia dari pengotor. Simplisia yang sudah kering dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

Pengujian kadar air

Sebanyak 5 gram simplisia biji alpukat dimasukkan dalam *moisture analyzer*. Suhu diatur $\pm 89^\circ\text{C}$ dipanaskan selama 15 menit (Nurhidajah *et al.*, 2021).

Ekstraksi minyak biji alpukat

Minyak biji alpukat dibuat menggunakan metode soxhletasi dengan perbandingan simplisia dan pelarut n-hexan 1:4 menghasilkan 35 siklus selama 6 jam. Pelarutnya diuapkan menggunakan *waterbath* pada suhu 50°C maka akan dihasilkan minyak biji alpukat (Syahfitri *et al.*, 2024).

Uji Kualitatif Simplisia dan Minyak Biji Alpukat

Flavonoid

Simplisia dan minyak biji alpukat masing-masing ditimbang sebanyak 1 gram ditambahkan serbuk magnesium dan asam klorida pekat ke dalam tabung reaksi dikocok dan diamati perubahannya (Juanda *et al.*, 2023).

Alkaloid

Simplisia dan minyak biji alpukat masing-masing ditimbang sebanyak 1 gram ditambahkan dengan pereaksi mayer ke dalam tabung reaksi dikocok dan diamati perubahannya.

Terpenoid

Simplisia dan minyak biji alpukat masing-masing ditimbang sebanyak 1 gram ditambahkan dengan kloroform dan H_2SO_4 ke dalam tabung reaksi dikocok dan diamati perubahannya (Juanda *et al.*, 2023).

Saponin

Simplisia dan minyak biji alpukat masing-masing ditimbang sebanyak 0,5 gram ditambahkan dengan 10 mL aquadest panas dan digojok menghasilkan busa yang stabil dalam 10 menit (Ramadhani *et al.*, 2020).

Tanin

Simplisia dan minyak biji alpukat masing-masing ditimbang sebanyak 1 gram ditambahkan dengan pereaksi mayer ke dalam tabung reaksi dikocok dan diamati perubahannya (Juanda *et al.*, 2023).

Formulasi Nanoliposom Minyak Biji Alpukat

Pembuatan nanoliposom menggunakan metode hidrasi lapis tipis yang dimulai dengan membuat lapisan nanoliposom menggunakan lesitin soya, kolesterol, tween dilarutkan menggunakan pelarut kloroform pada *beakerglass* sampai tercampur. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam labu alas bulat dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50°C dengan kecepatan 150 rpm selama 60 menit sampai terbentuk lapisan. Lapisan yang sudah terbentuk ditambahkan minyak biji alpukat divakum selama 30 menit dengan kecepatan dan suhu yang sama. Lapisan dihidrasi dengan PBS pH 7,4 dan divakum lagi selama 30 menit. Liposom yang sudah terbentuk dikecilkan ukuran partikelnya menggunakan *ultraturax* selama 30 menit dengan kecepatan 10.000 rpm hingga ukurannya nano

(Lombardo & Kiselev, 2022). Berikut formula nanoliposom minyak biji alpukat hasil modifikasi penelitian Purwanto *et al.* (2019).

Tabel 1. Formula Nanoliposom Minyak Biji Alpukat

Bahan	Formula	Fungsi
Minyak biji alpukat (g)	5	Zat aktif
Lesitin soya (g)	2,7	Lipid bilayer
Cholesterol (mg)	10	Eksipien bilayer
Kloroform (mL)	10	Pelarut organik
Tween 80 (mL)	5	Surfaktan
PBS pH 7,4 (mL) ad	30	Buffer

Uji Karakteristik Fisik Nanoliposom Minyak Biji Alpukat

Pengujian karakteristik fisik nanoliposom minyak biji alpukat dilakukan pada parameter organoleptis, viskositas, pH, ukuran partikel, indeks polidispersi dan persentase transmitten.

Organoleptis

Pengujian organoleptik dilakukan meliputi, bau, bentuk dan warna sediaan secara visual (Febriyenti *et al.*, 2018).

Viskositas

Pengukuran viskositas dilakukan dengan alat viskometer Brookfield. Sebanyak 50 mL formula nanoliposome dimasukkan dalam wadah kemudian dipasang spindle diputar dengan kecepatan 100 rpm dengan interval waktu 1 menit (Tungadi *et al.*, 2021).

pH

Sebanyak 1 gram sediaan dilarutkan dalam 10 ml aquadest, kemudian di ukur pH menggunakan pH meter (Proksch, 2018).

Ukuran partikel

Penentuan ukuran partikel menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) dengan cara mengambil 1 gram nanoliposom dilarutkan dalam 250 ml PBS pH 7,4, dimasukkan kuvet dan diletakkan di dalam *holder* alat PSA.

Indeks polidispersi

Penentuan indeks polidispersi menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) dengan cara mengambil 1 gram nanoliposom dilarutkan dalam 250 ml PBS ph 7,4, dimasukkan kuvet dan diletakkan di dalam *holder* alat PSA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan awal sebelum proses pembuatan nanoliposom yaitu produksi minyak biji alpukat dari simplisia biji alpukat dan identifikasi kandungan senyawa metabolit simplisia dan minyak biji alpukat. Pembuatan nanoliposom minyak biji alpukat menggunakan metode hidrasi lapis tipis dan pengujian karakteristik fisik nanoliposom minyak biji alpukat.

HASIL

Kadar air

Hasil pengujian kadar air dari simplisia, serbuk dan minyak biji alpukat pada tabel 2.

Tabel 2. Kadar air simplisia dan serbuk biji alpukat

Sampel	Hasil	Standar
Simplisia	1,92%MC	<10%
Serbuk simplisia	1,39%MC	<10%
Minyak	0,15%MC	<10%

Rendemen dan Organoleptik Minyak Biji Alpukat

Hasil rendemen dan organoleptis minyak biji alpukat pada tabel 3.






Tabel 3. Hasil Rendemen dan Organoleptis Minyak Biji Alpukat

Bobot serbuk (g)	Volume minyak (mL)	Rendemen (%)	Organoleptis		
			Warna	Bentuk	Bau
70	3	4,28	Cokelat tua	Cair kental	Khas minyak

Skrining Fitokimia

Hasil pengujian skrining fitokimia simplisia dan minyak biji alpukat disajikan dalam tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Hasil Skrining fitokimia Simplisia Biji Alpukat

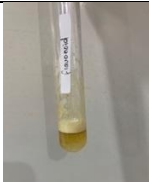
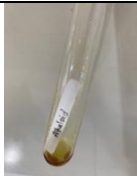

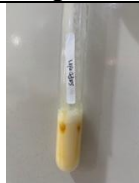

Flavonoid	Alkaloid	Terpenoid	Saponin	Tanin
				
(+)	(-)	(+)	(+)	(+)

Keterangan:

(+) = mengandung senyawa

(-) = tidak mengandung senyawa

Tabel 5. Hasil Skrining fitokimia Minyak Biji Alpukat

Hasil				
Flavonoid	Alkaloid	Terpenoid	Saponin	Tanin
				
(+)	(-)	(+)	(+)	(+)

Keterangan:

(+) = mengandung senyawa

(-) = tidak mengandung senyawa

Karakteristik Fisik Nanoliposom

Hasil pengujian karakteristik fisik nanoliposom minyak biji alpukat

meliputi organoleptis, pH, viskositas, ukuran partikel dan indeks polidispersitas sebagai berikut.

Organoleptis

Tabel 6. Hasil Pengujian Organoleptik

Formula	Warna	Bentuk	Bau
Replikasi 1	Cokelat kekuningan	Semi kental	Khas
Replikasi 2	Cokelat kekuningan	Semi kental	Khas
Replikasi 3	Cokelat kekuningan	Semi kental	Khas

pH

Tabel 7. Hasil uji pH

Formula	Hasil	Standar	Keterangan
Replikasi 1	6,69	4-8	Sesuai
Replikasi 2	6,65	4-8	Sesuai
Replikasi 3	6,7	4-8	Sesuai
Rata-rata pH±SD		6,68±0,02	

Viskositas

Tabel 8. Hasil uji viskositas

Formula	Hasil (cP)	Standar (cP)	Keterangan
Replikasi 1	3.498	2.000-5.000	Sesuai
Replikasi 2	3.240	2.000-5.000	Sesuai
Replikasi 3	3.336	2.000-5.000	Sesuai
Rata-rata viskositas±SD		3.358±130,39 cP	

Ukuran Partikel

Tabel 9. Hasil uji ukuran partikel

Formula	Hasil (nm)	Standar (nm)	Keterangan
Replikasi 1	520,9	100-1000	sesuai
Replikasi 2	529,3	100-1000	sesuai
Replikasi 3	545,3	100-1000	sesuai
Rata-rata ukuran partikel±SD		531,83±12,39 nm	

Indeks Polidispersitas

Tabel 10. Hasil uji Indeks Polidispersi

Formula	Hasil	Standar	Keterangan
Replikasi 1	0,101	0,01-0,6	Sesuai
Replikasi 2	0,088	0,01-0,6	Sesuai
Replikasi 3	0,180	0,01-0,6	Sesuai
Rata-rata PDI±SD		0,123±0,05	

PEMBAHASAN

Minyak biji alpukat dihasilkan dari simplisia yang dilakukan proses ekstraksi. Simplisia dibuat dengan cara dipotong tipis-tipis bertujuan untuk

mempercepat proses pengeringan dan bertujuan untuk mengurangi kadar air yang dapat menyebabkan pertumbuhan jamur dan bakteri (Widodo & Subositi, 2021). Hasil kadar air dalam simplisia dan serbuk biji alpukat sebesar 1,92%MC dan 1,39%MC. Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan air telah memenuhi persyaratan kurang dari 10% (Departemen Kesehatan RI, 2017; A. Wijaya & Noviana, 2022). Kandungan air dalam simplisia perlu diperhatikan karena kadar air dapat mempengaruhi hasil yield pada minyak. Pada penelitian sebelumnya, kadar air yang rendah bertujuan untuk mengurangi resiko pertumbuhan mikroba selama penyimpanan (Anwar *et al.*, 2024). Kadar air yang terkandung dalam minyak juga perlu diperhatikan karena kadar air yang tinggi pada minyak menyebabkan ketengikan. Kadar air minyak biji alpukat hasil sokhletasi sebesar 0,15% yang berarti bahwa minyak memiliki kadar air yang sangat rendah. Kadar air pada minyak sangat mempengaruhi kualitas minyak yang dihasilkan, karena kadar air memiliki peran dalam proses oksidasi dan hidrolisis minyak menjadi tengik (Nurfiqih *et al.*, 2021) dan mempengaruhi stabilitas minyak yang dihasilkan.

Metode pembuatan minyak biji alpukat menggunakan ekstraksi sokhletasi dengan pelarut n-heksana. Metode ekstraksi sokhletasi menggunakan pemanasan dengan pelarut yang lebih sedikit, lebih cepat dan sampel dapat terekstraksi dengan sempurna (Ulfa *et al.*, 2023). Penelitian Irnawati *et al* (2020) menjelaskan bahwa metode ekstraksi sokhletasi akan menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan metode UAE. Hasil penelitian yang telah dilakukan, rendemen minyak biji alpukat sebesar 4,28%. Hasil rendemen tersebut tidak memenuhi syarat karena kurang dari 10%. Rendemen yang rendah dapat disebabkan oleh suhu yang tidak terkontrol pada saat proses ekstraksi. Faktor yang berpengaruh terhadap hasil ekstraksi selain rasio pelarut adalah suhu sokhletasi. Pada penelitian Syahfitri *et al* (2024), pada proses pembuatan minyak biji alpukat menggunakan suhu 60°C menghasilkan rendemen lebih dari 10%. Kondisi suhu tinggi yang digunakan saat proses sokhletasi maka akan terjadi peningkatan energi kinetik antar molekul karena proses pergerakan pelarut lebih besar. Hal ini akan menyebabkan kenaikan suhu dapat mempercepat proses difusi, sehingga jumlah minyak yang terekstraksi semakin banyak (Salsabila *et al*, 2022).

Biji alpukat memiliki kandungan senyawa metabolit dan minyak yang merupakan golongan lipid yang larut dalam pelarut non polar. Salah satu pelarut non polar yang dapat digunakan untuk ekstraksi biji alpukat yaitu n-heksan. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa kandungan minyak pada biji alpukat berkisar 15-20% (Prasetyowati *et al.*, 2010; Syahfitri *et al.*, 2024). Hasil uji senyawa metabolit secara kualitatif pada minyak biji alpukat menunjukkan minyak mengandung senyawa flavonoid, terpenoid, saponin dan tanin. Pengujian flavonoid simplisia dan minyak biji alpukat menunjukkan hasil positif ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi kuning atau jingga setelah penambahan pereaksi HCl pekat dan serbuk Mg (Astuti *et al.*, 2023). Reaksi yang terjadi pada saat penambahan magnesium dan HCl pekat untuk mereduksi inti benziopiron pada senyawa flavonoid yang menyebabkan perubahan warna kuning yang membentuk garam flavilium (Jubaidah *et al.*, 2023). Hasil pengujian alkaloid menggunakan pereaksi Mayer menunjukkan hasil negatif alkaloid karena tidak terbentuk endapan dan larutan berwarna jingga (Nurjannah *et al.*, 2022).

Hasil pengujian kandungan terpenoid pada simplisia dan minyak biji alpukat positif menunjukkan perubahan warna menjadi cokelat kehitaman setelah

dilakukan penambahan kloroform dan H_2SO_4 (Nurjannah *et al.*, 2022). Terpenoid memiliki sifat polar dan non polar, sehingga kloroform dapat melarutkan senyawa terpenoid dan merubah warna setelah bereaksi dengan asam sulfat (Juanda *et al.*, 2023). Pada pengujian saponin, simplisia dan minyak biji alpukat positif mengandung saponin, ditandai dengan adanya busa yang stabil dalam 10 menit setelah digojok. Saponin bersifat sangat larut air sehingga membentuk busa koloidal yang stabil (Nirmala *et al.*, 2022). Saponin memiliki gugus glikosil yang bersifat polar. Buih yang muncul menandakan adanya glikosida yang membentuk buih pada air yang terhidrolisis oleh glukosa dalam senyawa lain (Kopon *et al.*, 2020). Senyawa saponin memiliki mekanisme kerja dalam merusak membran sel bakteri (Hayon *et al.*, 2023). Pada pengujian tanin bertujuan untuk mengetahui kandungan gugus fenol setelah ditambahkan dengan pereaksi $FeCl_3$. Simplisia dan minyak biji alpukat membentuk warna hijau kecokelatan karena terdapat gugus $-OH$ yang menyebabkan senyawa tanin bersifat polar (Juanda *et al.*, 2023). Senyawa tanin bekerja dengan merusak polipeptida pada dinding sel bakteri sehingga menyebabkan lisis dan kematian pada sel (Kurama *et al.*, 2020).

Nanoliposom dibuat dengan menggunakan metode hidrasi lapis tipis merupakan salah satu metode paling sederhana dalam pembuatan liposom. Bahan yang digunakan dalam pembuatan liposom adalah lesitin soya sebagai fosfolipid bilayer dan kolesterol sebagai eksipien bilayer. Lesitin soya merupakan salah satu fosfolipid yang banyak digunakan dalam nanoliposom karena memiliki stabilitas dan biokompatibilitas yang sangat baik daripada lesitin dari bahan hewani (Le *et al.*, 2019). Kolesterol merupakan salah satu steroid yang dapat mengurangi fluiditas pada membran nanoliposom sehingga dapat meningkatkan stabilitas dan mengurangi kebocoran pada enkapsulasi (Nsairat *et al.*, 2022). Nanoliposom memiliki keuntungan dalam sistem penghantaran obat yang memiliki sifat hidrofobik dan hidrofilik sehingga dapat berpenetrasi pada lapisan lipid pada kulit (Wijaya *et al.*, 2023).

Kombinasi lesitin soya dan kolesterol memiliki kelebihan dalam meningkatkan stabilitas obat melalui enkapsulasi, biodegradabel, meningkatkan kelarutan obat lipofilik dan amfifilik, serta memberikan pelepasan obat dalam jaringan yang terkontrol (*sustained release*) (Rosalina *et al.*, 2023). Pada proses pembuatan liposom, lesitin soya, tween 80, kolesterol dan kloroform dicampur bersamaan bertujuan untuk membentuk lapisan lipid bilayer. Penambahan tween pada awal pembuatan sebagai surfaktan bertujuan untuk membantu memecah agregat lipid menjadi lebih kecil. Penambahan tween 80 sebagai surfaktan bertujuan untuk mengurangi tegangan permukaan antara fase minyak dan air (Purwanto *et al.*, 2019).

Pengujian organoleptik merupakan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan indra manusia. Berdasarkan hasil pada tabel 6. diketahui bahwa setiap replikasi memiliki kesamaan dari warna, bentuk dan bau. Lesitin soya dapat mempengaruhi warna coklat pada sediaan dan memberikan warna khas coklat kekuningan. Lesitin soya merupakan salah satu fosfolipid yang memiliki mutu fisik dengan viskositas yang tinggi (Mortensen *et al.*, 2017).

Pengujian pH bertujuan untuk mengevaluasi kadar asam basa sediaan dan memastikan kesesuaian antara pH sediaan dengan pH kulit. pH sediaan yang tidak sesuai dengan pH kulit akan menyebabkan terjadinya respon iritatif saat penggunaan. pH sediaan topikal harus sesuai dengan rentang pH kulit (4-8) karena

tidak menyebabkan iritasi pada kulit (Chaerunnisa *et al.*, 2022). pH sediaan topikal yang terlalu asam, menyebabkan kulit sangat sensitif sehingga terjadi respon iritasi. Hasil pengujian pH nanoliposom adalah $6,68 \pm 0,02$ telah memenuhi syarat. Nanoliposom minyak biji alpukat memiliki pH mendekati 7 yang disebabkan oleh PBS sebagai pelarut yang memiliki pH 7,4. Komposisi nanopartikel terdiri dari minyak biji alpukat yang memiliki pH 4,27, tween sebagai surfaktan memiliki pH berkisar 6,0-8,0 (Shabrina & Khansa, 2022), lesitin soya memiliki pH netral dan kolesterol memiliki pH 7 (Carrer *et al.*, 2018), PBS pH 7,4. Hal ini yang mendasari sediaan nanoliposom memiliki pH yang mendekati normal (6,68).

Pengujian viskositas merupakan salah satu pengujian karakteristik fisik yang bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kekentalan sediaan yang berhubungan dengan laju alir dan distribusi partikel. Berdasarkan hasil penelitian, nanoliposom minyak biji alpukat memiliki viskositas sebesar $3.358 \pm 130,39$ dan telah memenuhi syarat untuk sediaan semisolid (Andini *et al.*, 2023). Berdasarkan penelitian Wijaya *et al* (2023), hasil viskositas sediaan nanoliposom mempengaruhi tingkat aliran sediaan, semakin tinggi viskositas sediaan maka semakin besar tenaga yang dibutuhkan untuk mengalirkan sediaan liposom. Tingkat kekentalan sediaan topikal dapat mempengaruhi stabilitas sediaan saat diaplikasikan. Semakin kental sediaan topikal, maka pergerakan partikel akan cenderung lebih sulit dan kecepatan alir sediaan menjadi lambat (Tungadi *et al.*, 2023).

Ukuran partikel merupakan salah satu faktor paling penting dalam sediaan nanoliposom yang perlu diperhatikan. Ukuran nanopartikel bertujuan untuk memudahkan penetrasi ke dalam kulit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran partikel nanoliposom termasuk dalam kategori ukuran *Large Unilamellar Vesicles* (LUVs 100-1000 nm) (Banerjee *et al.*, 2015; Putri, 2024) sehingga belum maksimal dalam menembus stratum korneum. Sediaan nanopartikel akan optimal berpenetrasi ke dalam stratum korneum bila memiliki diameter partikel di bawah 500 nm. Sediaan liposom tetap dapat berpenetrasi ke dalam kulit melalui celah intraseluler pada stratum korneum meskipun ukuran partikelnya kategori LUV (Liu *et al*, 2021). Ukuran partikel dapat dipengaruhi beberapa faktor, salah satunya adalah kecepatan dan proses pengadukan. Pengadukan menggunakan energi tinggi dengan menggunakan alat *Ultra-Turax*, sehingga semakin cepat pengadukan maka menyebabkan interaksi antar molekul yang melemah, sehingga menurunkan tegangan permukaan (Jayanudin *et al.*, 2018). Semakin tinggi konsentrasi surfaktan dapat mempengaruhi ukuran partikel yang semakin kecil, hal tersebut disebabkan karena terjadi peningkatan absorpsi surfaktan pada permukaan minyak dan air sehingga dapat menurunkan tegangan antarmuka pada nanoliposom.

Pengujian indeks polidispersi (PDI) bertujuan untuk menggambarkan tingkat keseragaman partikel pada sistem nano partikel. Nanoliposom memiliki indeks polidispersi di bawah $< 0,6$ yang berarti bersifat homogen dan monodispersi. Homogenitas dan dispersitas partikel disebabkan oleh faktor pengadukan atau homogenisasi. Proses homogenisasi menggunakan energi tinggi yaitu *Ultra-Turax homogenizer* sehingga partikel liposom dapat terdispersi secara merata (Rizki *et al.*, 2023). Semakin kecil nilai PDI maka stabilitas nanoliposom akan semakin baik dan memiliki keseragaman partikel yang baik (Danaei *et al.*, 2018). Pada penelitian Maharani *et al* (2022), perbandingan antara minyak dan surfaktan (4:10) dapat mempengaruhi distribusi ukuran partikel. Konsentrasi surfaktan yang lebih besar dapat memaksimalkan kerja surfaktan untuk membuat partikel lebih seragam.

SIMPULAN

Formula nanoliposom minyak biji alpukat (*Persea americana* Mill) memiliki karakteristik fisik organoleptis, pengujian pH, viskositas, ukuran partikel dan indeks polidispersitas yang memenuhi syarat. Berdasarkan ukuran partikel dan indeks polidispersitas nanoliposom termasuk kategori *Large Unilamellar Vesicles* (LUVs) dan monodispersi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi (Kemendikti Saintek) atas hibah dana penelitian dalam Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, S., Yulianita, Y., & Febriani, E. N. K. (2023). Formulasi Sediaan Nanoemulgel Ekstrak Buah Lada Hitam (*Piper nigrum* L.) dengan Variasi Konsentrasi Tween 80 dan PEG 400. *Majalah Farmasetika*, 8(3), 250. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v8i3.40678>
- Anwar, I., Indradewi Armadany, F., & Malina, R. (2024). Analisis Kadar Asam Lemak Omega-3 dan Mutu Simplisia Herba Krokot (*Portulaca oleracea* L.). *Jurnal Penelitian Biologi (Journal of Biological Research)*, 11(1), 109–121.
- Astuti, P., Rohama, R., & Budi, S. (2023). Profil Kromatografi Dan Penentuan Kadar Flavonoid Total Fraksi N-Heksan Daun Kalangkala (*Litsea angulata* Bl) Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. *Journal Pharmaceutical Care and Sciences*, 3(2), 30–41. <https://doi.org/10.33859/jpcs.v3i2.237>
- Auliasari, N., Hanifa, H. L., & Permatasari, A. (2023). Formulasi Dan Karakterisasi Sistem Penghantaran Nanopartikel α -mangostin Dengan Kitosan-Alginat Sebagai Polimer. *Prosiding Seminar Nasional Diseminasi Penelitian*, 3(September), 2964–6154.
- Bahru TB, Tadele ZH., Ajebe EG, 2018, A Review on Avocado Seed: Functionality, Composition, Antioxidant and Antimicrobial Properties, *Chemical Sciences International Journal*, 27 (10),
- Banerjee, K., Banerjee, S., & Mandal, M. (2015). Chapter 3: liposomes as drug delivery system. In *Biological and Pharmaceutical Applications of Nanomaterials*. CRC Press. <https://www.taylorfrancis.com/books/9781482250176/chapters/10.1201/b18654-5>
- Cardoza, C., Nagtode, V., Pratap, A., & Mali, S. N. (2022). Emerging applications of nanotechnology in cosmeceutical health science: Latest updates. *Health Sciences Review*, 4, 100051. <https://doi.org/10.1016/j.hsr.2022.100051>
- Carrer, V., Guzmán, B., Martí, M., Alonso, C., & Coderch, L. (2018). Lanolin-Based Synthetic Membranes as Percutaneous Absorption Models for Transdermal Drug Delivery. *Pharmaceutics*, 10(3), 73. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics10030073>
- Chairunisa, U., Rustini, Nastiti, C. M. R. R., Riswanto, F. D. O., Benson, H. A. E., & Lucida, H. (2022). A Promising Ultra-Small Unilamellar Carrier System for Enhanced Skin Delivery of α -Mangostin as an Anti-Age-Spot Serum. *Pharmaceutics*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14122741>
- 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. *Pharmaceutics*, 10(2), 57. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics10020057>
- Departemen Kesehatan RI. (2017). Farmakope Herbal Indonesia Edisi II. In *Departemen Kesehatan Republik Indonesia: Jakarta*. <https://doi.org/10.1201/b12934-13>
- Febriyenti, Putra, Deddi, P., Wicaksanti, Elyana, I., & Hamami, Citra, D. (2018). Formulasi Liposom Ekstrak Terpurifikasi *Centella asiatica* Menggunakan Fosfatidilkolin dan Kolesterol. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 5(2), 78–82.
- Gidigbi, J. A., Ngoshe, A. M., & Martins, A. (2019). Industrial Viability Study of the Avocado Seed Oil. *International Journal of Recent Innovations in Academic Research*, 3(6), 48–57. www.ijriar.com48
- Hayon, M. F. K., Supriningrum, R., & Fatimah, N. (2023). Identifikasi Jenis Saponin Dan Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Kulit Batang Sekilang (*Embelia borneensis* Scheff.) Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 DAN *Streptococcus mutans* ATCC 25175. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 258–272. <https://doi.org/10.33759/jrki.v5i2.368>
- Irnawati, I., Riyanto, S., Martono, S., & Rohman, A. (2020). The optimization of ultrasonic method for the extraction of Pumpkin seed (*Cucurbita maxima*). *Indonesian Journal of Chemometrics and Pharmaceutical Analysis*, 1(1), 45. <https://doi.org/10.22146/ijcpa.527>
- Jayanudin, J., Rochmadi, R., Fahrurrozi, M., & Wirawan, S. (2018). Persamaan Empiris Sederhana untuk Memprediksikan Ukuran Partikel dari Enkapsulasi Oleoresin Jahe Merah. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 14(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.20961/alchemy.14.2.17076.178-192>
- Juanda, A. P., S.Si., M.T., I., Guswenrivo, I., & Dwiko Laksono, H. S. (2023). Skrining Fitokimia dan Ekstraksi Senyawa Azadirachtin dari Ampas Biji Mimba. *Warta Akab*, 47(1). <https://doi.org/10.55075/wa.v47i1.189>
- Jubaidah, S., Fatimah, N., Milasari, N., Kumalasari, E., & Febrianti, D. R. (2023). Avocado Seed Extracts (*Persea americana* Mill.) Bioactive Compounds Profile As A Source Of Antioxidants. *Pharmaceutical Science and Technology*, 5(2), 153. <http://jurnal.unpad.ac.id/ijpst/>
- Kopon, A. M., Baunsele, A. B., & Boelan, E. G. (2020). Skrining Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill.) Asal Pulau Timor. *Akta Kimia Indonesia*, 5(1), 43. <https://doi.org/10.12962/j25493736.v5i1.6709>
- Kurama, G. M., Maarisit, W., Karundeng, E. Z., & Potalangi, N. O. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Benalu Langsat (*Dendrophoe* sp) Terhadap Bakteri *Klebsiella Pneumoniae*. *Biofarmasetikal Tropis*, 3(2), 27–33. <https://doi.org/10.55724/j.biofar.trop.v3i2.281>
- Le, N. T. T., Cao, V. Du, Nguyen, T. N. Q., Le, T. T. H., Tran, T. T., & Hoang Thi, T. T. (2019). Soy Lecithin-Derived Liposomal Delivery Systems: Surface Modification and Current Applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(19), 4706. <https://doi.org/10.3390/ijms20194706>
- Liu, J., Zeng, A., Peng, B., Xu, Y., Zhing N., 2021, Size-Dependent Absorption through Stratum Corneum by Drug-Loaded Liposomes, *Pharm Res*, <https://doi.org/10.1007/s11095-021-03079-9>

- Lombardo, D., & Kiselev, M. A. (2022). Methods of Liposomes Preparation: Formation and Control Factors of Versatile Nanocarriers for Biomedical and Nanomedicine Application. *Pharmaceutics*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14030543>
- Mortensen, A., Aguilar, F., Crebelli, R., Di Domenico, A., Frutos, M. J., Galtier, P., Gott, D., Gundert-Remy, U., Lambré, C., Leblanc, J., Lindtner, O., Moldeus, P., Mosesso, P., Oskarsson, A., Parent-Massin, D., Stankovic, I., Waalkens-Berendsen, I., Woutersen, R. A., Wright, M., ... Dusemund, B. (2017). Re-evaluation of lecithins (E 322) as a food additive. *EFSA Journal*, 15(4). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4742>
- Nirmala, E., Yuniarni, U., & Hazar, S. (2022). Pemeriksaan Karakteristik Simplisia dan Penapisan Fitokimia Simplisia dan Ekstrak Etanol Daun Suji (*Draceana angustifolia* (Medik.) Roxb.). *Bandung Conference Series: Pharmacy*, 2(2), 539–5477. <https://doi.org/https://doi.org/10.29313/bcsp.v2i2.ID>
- Nsairat, H., Khater, D., Sayed, U., Odeh, F., Al Bawab, A., & Alshaer, W. (2022). Liposomes: structure, composition, types, and clinical applications. *Heliyon*, 8(5), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09394>
- Nurfiqih, D., Hakim, L., & Muhammad, M. (2021). Pengaruh Suhu, Persentase Air, Dan Lama Penyimpanan Terhadap Persentase Kenaikan Asam Lemak Bebas (Alb) Pada Crude Palm Oil (Cpo). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(2), 1–14. <https://doi.org/10.29103/jtku.v10i2.4955>
- Nurhidajah, N., Pranata, B., & Yonata, D. (2021). Pemodelan Persamaan Arrhenius Untuk Memprediksi Umur Simpan Penyedap Rasa Cangkang Rajungan. *Agrointek*, 15(2), 566–573. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i2.9720>
- Nurjannah, I., Mustariani, A. B. A., & Suryani, N. (2022). Skrining Fitokimia Dan Uji Antibakteri Ekstrak Kombinasi Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) Dan Kelor (*Moringa oleifera* L.) Sebagai Zat Aktif Pada Sabun Antibakteri. *SPIN: Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 4(1), 23–36. <https://doi.org/10.20414/spin.v4i1.4801>
- Oliveira A, , de Souza Franco. E, Barreto R., Cordeiro DP, de Melo RG, Camila MariaFerreira de Aquino,2 Antonio Alfredo Rodrigues e Silva, deMedeiros P, da Silva TG, da Silva Góes AJ, de Sousa Maia M., 2013, Effect of Semisolid Formulation of Persea Americana Mill (Avocado) Oil on Wound Healing in Rats, *Hindawi Publishing Corporation*, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/472382>
- Proksch, E. (2018). pH in nature, humans and skin. *Journal of Dermatology*, 45(9), 1044–1052. <https://doi.org/10.1111/1346-8138.14489>
- Purwanto, U. R. ., Ariani, L. ., & Pramitaningastuti, A. S. (2019). Formulasi Liposom Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*). *Cendekia Journal of Pharmacy*, 3(2). <https://repository.stifar.ac.id/Repository/article/download/262/321>
- Putri, D. A. (2024). Liposom Sebagai Sistem Penghantaran Obat dan Modifikasinya Liposome. *Archives Pharmacia*, 6(1), 60–74.
- Ramadhani, M. A., Hati, A. K., Lukitasari, N. F., & Jusman, A. H. (2020). Skrining Fitokimia Dan Penetapan Kadar Flavonoid Total Serta Fenolik Total Ekstrak Daun Insulin (*Tithonia diversifolia*) Dengan Maserasi Menggunakan Pelarut Etanol 96 %. *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 3(1), 8–18. <https://doi.org/10.35473/ijpnp.v3i1.481>

- Rizki, T., Yasni, S., Muhandri, T., & Yuliani, S. (2023). Sintesis Nanoemulsi dari Ekstrak Kulit Manggis dengan Metode Energi Tinggi. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 34(1), 109–118. <https://doi.org/10.6066/jtip.2023.34.1.109>
- Rosalina, A. I., Sagita, E., & Iskandarsyah. (2023). Penghantaran Obat melalui Kulit: Teknologi Vesikel Liposome dan Analognya. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 29(1), 109–120. <https://doi.org/10.36452/jkdoktmeditek.v29i1.2428>
- Shabrina, A., & Khansa, I. S. . (2022). Stabilitas Fisik Nanoemulsi Minyak Sea Buckthorn dengan Variasi Tween 80 sebagai Surfaktas. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 1(1), 14–21.
- Syahfitri, A., Ibrahim, I., Kurniawan, E., Jalaluddin, J., & Ginting, Z. (2024). Ekstraksi Minyak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill) Dengan Pelarut N-Heksana. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 4(3), 309–324. <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i3.14683>
- Tanjung, W. F., Karo, R. M., Wildani, W., & Abdiansyah, A. (2022). Identifikasi Asam Lemak Dari Minyak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.) Dan Uji Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus*. *PHARMASIPHA: Pharmaceutical Journal of Islamic Pharmacy*, 6(1), 12–20. <https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/pharmasipha/issue/archive>
- Tungadi, R., Sy. Pakaya, M., & D.as'ali, P. W. (2023). Formulasi dan Evaluasi Stabilitas Fisik Sediaan Krim Senyawa Astaxanthin. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(1), 117–124. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i1.14612>
- Tungadi, R., Thomas, N. A., & Gobel, W. G. Van. (2021). Formulasi, Karakterisasi, Dan Evaluasi Drops Liquid Self Nano-Emulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Astaxanthin. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 1(3), 168–178. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v1i3.11400>
- Ulfa, A. S. M., Emelda, E., Munir, M. A., & Sulistyani, N. (2023). Pengaruh Metode Ekstraksi Maserasi Dan Sokletasi Terhadap Standardisasi Parameter Spesifik Dan Non Spesifik Ekstrak Etanol Biji Pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 6(1), 1–12. <https://doi.org/10.36387/jifi.v6i1.1387>
- Widodo, H., & Subositi, D. (2021). Penanganan dan Penerapan Teknologi Pascapanen Tanaman Obat. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(1), 253–271. <https://journal.trunojoyo.ac.id/agrointek/article/view/7661>
- Wijaya, A., & Noviana. (2022). Penetapan Kadar Air Simplisia Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) Berdasarkan Perbedaan Metode Determination Of The Water Content Of Basil Leaves Simplicia (*Ocimum basilicum* L.) Based On Different Drying Methods. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 4(2), 185–199.
- Wijaya, D. P., Untari, B., Herlina, H., & Rahayu, P. S. (2023). Formulation and Characterization Liposome of Oxcarbazepine. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 10(2), 59. <https://doi.org/10.24198/ijpst.v10i2.33707>
- Zahra, D. D., Mulyanti, D., & Rahma, H. (2025). Formulasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Sediaan Liposom Minyak Biji Alpukat. *Bandung Conference Series: Pharmacy*, 5(2). <https://doi.org/10.29313/bcsp.v5i2.21217>