

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SEDIAAN NANOEMULSI  
MINYAK SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.) DENGAN  
METODE DPPH**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Farmasi (S.Farm) di bidang studi Farmasi pada Fakultas MIPA**



**Oleh :**

**ENSA OCTARA  
08061381722108**

**JURUSAN FARMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

## **HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL**

Judul Proposal : Uji Aktivitas Antioksidan Sediaan Nanoemulsi Minyak Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) Dengan Metode DPPH

Nama Mahasiswa : Ensa Octara

NIM : 08061381722108

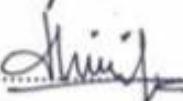
Jurusan : Farmasi

Telah dipertahankan dihadapan Pembimbing dan Pembahas pada Seminar Hasil Penelitian di Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 07 November 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan.

Inderalaya, 14 November 2022

Pembimbing :

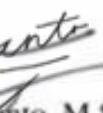
1. Dr. Miksusanti, M. Si  
NIP. 196807231994032003
2. apt. Elsa Fitria Apriani, M. Farm.  
NIP. 199204142019032031

( .....  ..... )  
( .....  ..... )

Pembahas :

1. Dr. Nirwan Syarif, M.Si  
NIP.197010011999031003
2. apt. Adik Ahmadi, M.Si.  
NIP. 199003232019031017

( .....  ..... )  
( .....  ..... )

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Farmasi  
Fakultas MIPA, Unsi  
  
apt. Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si.  
NIP. 197103101998021002  


## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SEDIAAN NANOEMULSI MINYAK SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L) DENGAN METODE DPPH

Nama Mahasiswa : ENSA OCTARA

NIM : 08061381722108

Jurusan : FARMASI

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi di Jurusan Farmasi Fakultas Matematikan dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 12 Desember 2022 serta telah diperbaiki, diperiksa dan disetujui sesuai dengan saran yang diberikan.

Inderalaya, 10 Januari 2023

Ketua :

1. Dr. Miksusanti, M.Si ( ..... )  
NIP. 196807231994032003

Anggota :

1. Apt.Elsa Fitria Apriani, M.Farm ( ..... )  
NIP. 199204142019032031

2. Dr. Nirwan Syarif, M.Si ( ..... )  
NIP. 197010011999031003

3. Apt. Viva Starlista, M.Sci.Pharm ( ..... )  
NIP. 199504272022032013

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Farmasi  
Fakultas MIPA, UNSRI



Apt. Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si  
NIP. 19710310199802

## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Ensa Octara  
NIM : 08061381722108  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Farmasi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 10 Desember 2021  
Penulis,



Ensa Octara  
NIM. 08061381722108

## **HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Ensa Octara  
NIM : 08061381722108  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Farmasi  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-ekslusif: (*non-exclusively royalty-freeright*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Uji Aktivitas Antioksidan Sediaan Nanoemulsi Minyak Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) Dengan Metode DPPH” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hal cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 10 Desember 2021  
Penulis,



Ensa Octara  
NIM. 08061381722108

## **HALAMAN PERSEMPAHAN DAN MOTTO**

**بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ**

*(Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang)*

*Skripsi ini saya persembahkan kepada Mama, Kakak, Nyai, Papa, Bibi, Keluarga besar, dan orang-orang disekitaring saya yang selalu memberikan semangat serta doa.*

**فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرٌ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرٌ**

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.” (QS. Al-Insyirah: 5-6)

### **Motto:**

***Make someone smile everyday but never forget  
YOU'RE SOMEONE TOO***

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahuwa Ta'ala karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul "Uji Aktivitas Antioksidan Sediaan Nanoemulsi Minyak Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) Dengan Metode DPPH". Skripsi ini disusun sebagai upaya penulis dalam memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi (S.Farm) pada Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penelitian maupun penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW atas berkat, rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan studi ini dengan baik.
2. Mama dan Nyai yang selalu mendoakan setiap langkah perjalanan hidup saya, selalu memberikan motivasi dalam bentuk fisik dan cinta, selalu memberikan nasihat, kasih sayang, perhatian, serta dukungan sehingga dapat menyelesaikan studi ini dengan lancar.
3. Kakak Veggy dan Achmad Habibie yang turut memberikan semangat, doa, dan bantuannya dalam perjalanan studi ini sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
4. Bapak Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt. selaku Ketua Jurusan Farmasi FMIPA Unsri atas sarana dan prasarana serta dukungan yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulisan skripsi ini berjalan dengan lancar.
5. Ibu Fitrya, M.SI., Apt. selaku dosen pembimbing akademik atas semua dukungan dan nasihat yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan hingga penulisan skripsi selesai.

6. Ibu Dr. Miksusanti, M.Si. selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan dukungan dan masukan sehingga pengerajan skripsi ini dapat lancar sampai tahap akhir dan apt. Elsa Fitria Apriani, M. Farm. selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan, bimbingan, semangat, doa, dan nasihat untuk menyelesaikan penelitian ini dengan baik mulai dari tahap penetapan judul sampai ke tahap sidang komprehensif.
7. Bapak Dr. Nirwan Syarif, M.Si., Bapak apt. Adik Ahmadi, M.Si., dan apt. Viva Starlista, M.Sci.Pharm. selaku dosen penguji dan pembahas selama semhas, dan sidang komprehensif atas masukan dan saran serta ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar dan baik.
8. Seluruh dosen Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, atas semua ilmu, saran dan nasihat yang telah diberikan kepada penulis sejak awal perkuliahan dan selama penyusunan skripsi ini.
9. Seluruh staf administrasi jurusan farmasi (Kak Erwin dan Kak Ria) yang sudah banyak membantu doa dan usaha terkhusus mengenai legalisasi surat-menjurat yang dibutuhkan selama proses penyelesaian skripsi ini. Kalimat motivasi yang selalu diucapkan yang dijadikan harapan oleh si penulis agar tetap semangat menyelesaikan skripsi.
10. Staf analis laboratorium jurusan farmasi (Kak Tawan, Kak Isti dan Kak Fitri) yang sudah sangat membantu si penulis menyelesaikan penelitian. Dan dengan sabar mengajarkan dan memberitahu fungsi beberapa alat yang mungkin penulis belum mengerti.
11. Rekan penelitian dan seperjuangan antioksidan sediaan nanoemulsi atas semua kerja sama dan bantuannya selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
12. Teman-teman Farmasi'17 yang telah memberikan dukungan, doa, serta nasihat yang diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan ini, semoga kita semua sukses pada tempatnya masing-masing.
13. Semua pihak yang telah memberikan bantuan baik langsung maupun tidak langsung yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberkahi dan memberikan balasan yang berlipat-lipat ganda kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan. Penulis sangat berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk perbaikan selanjutnya. Penulis sangat berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan seluruh yang membacanya.

Inderalaya, 10 Desember 2022  
Penulis,



Ensa Octara  
08061381722108

**Antioxidant Activity Test of Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) Oil  
Nanoemulsion Preparations Using the DPPH Method**

**Ensa Octara  
08061381722108**

**ABSTRACT**

Sacha Inchi oil (*Plukenetia Volubilis* L.) contains bioactive compounds that are antioxidants including flavonoids and several high fatty acids namely palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, and linolenic acid. This study aims to determine the concentration of sacha inchi oil in nanoemulsion preparations which have the best antioxidant activity and then analyzed using<sup>®</sup>16 Shapiro-Wilk's. Sacha Inchi oil was formulated into a nanoemulsion dosage form using various concentrations of Sacha Inchi oil 5%, 8%, 10%, and 15% by adding Tween 80 with a concentration of 40% as a surfactant and Sorbitol with a concentration of 20% as a cosurfactant. The physical evaluation of nanoemulsion preparations included organoleptic, homogeneity, pH, specific gravity, viscosity, nanoemulsion type, and percent transmittance. Physical stability tests include *cycling tests* and centrifugation. Then the antioxidant activity test was carried out to determine IC50 using the DPPH method. The best formula concentration was obtained in formula 2 with 8% oil concentration having an IC50 of 2.32 µg/mL which showed the highest antioxidant activity with a very strong category and Vitamin C samples with an IC50 value of 1.94 µg/mL and Vitamin E with a IC50 of 3.35 µg/mL which is included in the very strong antioxidant category. Based on the results obtained, it can be concluded that the IC50 of sacha inchi oil nanoemulsion preparations did not differ significantly from the IC50 results of Vitamin C and Vitamin E. The sacha inchi oil nanoemulsion preparations had lower antioxidant activity compared to vitamin C and had higher antioxidant activity than vitamins E as a comparison.

**Keywords:** Antioxidant, Sacha Inchi oil, Tween 80, Sorbitol, flavonoid, Nanoemulsion, DPPH.

**Uji Aktivitas Antioksidan Sediaan Nanoemulsi Minyak Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) Dengan Metode DPPH**

**Ensa Octara  
08061381722108**

**ABSTRAK**

Minyak Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) mengandung senyawa bioaktif yang bersifat antioksidan diantaranya yaitu flavonoid dan beberapa asam lemak tinggi yakni asam palmitat, asam stearat, asam oleat, asam linoleat, dan asam linolenat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi minyak sacha inchi dalam sediaan nanoemulsi yang memiliki aktivitas antioksidan terbaik kemudian dianalisis dengan proram SPSS<sup>®</sup>16 *Shapiro-Wilk*. Minyak sacha inchi diformulasikan menjadi bentuk sediaan nanoemulsi dengan menggunakan variasi konsentrasi minyak sacha inchi 5%, 8%, 10%, dan 15% dengan menambahkan Tween 80 dengan konsentrasi 40% sebagai surfaktan dan Sorbitol dengan konsentrasi 20% sebagai kosurfaktan. Evaluasi fisik sediaan nanoemulsi meliputi organoleptis, homogenitas, pH, bobot jenis, viskositas, tipe nanoemulsi, dan persen transmitan. Uji stabilitas fisik meliputi *cycling test* dan sentrifugasi. Kemudian dilakukan uji aktivitas antioksidan penentuan IC50 dengan metode DPPH. Didapatkan konsentrasi formula terbaik pada formula 1 dan 2 dengan konsentrasi minyak 5% sebesar 2,50 µg/mL dan 8% sebesar 2,32 µg/mL yang menunjukkan aktivitas antioksidan paling tinggi dengan kategori sangat kuat serta sampel Vitamin C dengan nilai IC50 sebesar 1,94 µg/mL dan Vitamin E dengan nilai IC50 sebesar 3,35 µg/mL dimana termasuk dalam kategori antioksidan sangat kuat. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa IC50 sediaan nanoemulsi minyak sacha inchi tidak berbeda signifikan terhadap hasil IC50 Vitamin C dan Vitamin E. Sediaan nanoemulsi minyak sacha inchi memiliki aktivitas antioksidan yang lebih rendah dibandingkan dengan vitamin C dan memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan vitamin E sebagai pembanding.

**Kata kunci:** **Antioksidan, Minyak Sacha Inchi, Tween 80, Sorbitol, flavonoid, Nanoemulsi, DPPH**

## DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PEENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMI .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
ABSTRACT .....	x
ABSTRAK .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Sacha Inchi ( <i>Plukenetia volubilis</i> L.) .....	6
2.1.1 Kandungan Minyak Sacha Inchi .....	7
2.1.2 Mekanisme Asam Lemak Minyak Sacha Inchi .....	8
2.1.3 Sifat Antioksidan Minyak Sacha Inchi .....	9
2.1.4 Uji Antioksidan dengan Metode DPPH( <i>1,1-difenil-2-pikrilhidrazil</i> ) .....	10
2.2 Nanoemulsi .....	13
2.2.1 Metode Formulasi Nanoemulsi .....	18
2.3 Bahan Penyusun Nanoemulsi .....	20
2.3.1 Surfaktan .....	20
2.3.1.1 Tween 80 .....	21

2.3.2 Kosurfaktan .....	23
2.3.2.1 Sorbitol .....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	25
3.2 Alat dan Bahan .....	25
3.2.1 Alat .....	25
3.2.2 Bahan .....	25
3.3 Cara Kerja.....	26
3.3.1 Formulasi Nanoemulsi .....	26
3.3.2 Pembuatan Nanoemulsi Minyak Sacha Inchi.....	26
3.3.3 Evaluasi Sediaan Nanoemulsi .....	27
3.3.3.1 Organoleptis .....	27
3.3.3.2 Pemeriksaan Homogenitas .....	27
3.3.3.3 Uji pH .....	28
3.3.3.4 Penentuan Bobot Jenis.....	28
3.3.3.5 Uji Viskositas .....	29
3.3.3.6 Pemeriksaan tipe nanoemulsi.....	29
3.3.3.7 Uji Persen Transmitan.....	29
3.3.4 Uji Stabilitas Fisik.....	29
3.3.4.1 <i>Cycling test</i> .....	29
3.3.4.2 Uji sentrifugasi.....	30
3.3.5 Uji Aktivitas Antioksidan dalam Meredam radikal bebas DPPH <i>(1,1-difenil-2-pikrilhidrazil)</i> .....	30
3.3.5.1 Pembuatan larutan DPPH <i>(1,1-difenil-2-pikrilhidrazil)</i> ) 0,1mM.....	30
3.3.5.2 Penyiapan Sampel Nanoemulsi Minyak Sacha Inchi.....	30
3.3.5.3 Penyiapan Sampel Asam Askorbat .....	30
3.3.5.4 Penetapan Panjang Gelombang Maksimum DPPH .....	30
3.3.5.5 Penentuan <i>Operating Time</i> (OT).....	31
3.3.5.6 Pengukuran Absorbansi Larutan Uji dan Larutan Pembanding.....	31
3.3.6 Analisis Data .....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Formulasi dan Pembuatan Nanoemulsi .....	33
4.2 Hasil Evaluasi Sediaan Nanoemulsi .....	35
4.2.1 Hasil Evaluasi Organoleptis Sediaan Nanoemulsi .....	36
4.2.2 Hasil Pemeriksaan Homogenitas.....	37
4.2.3 Uji pH.....	38
4.2.4 Penentuan Bobot Jenis .....	39
4.2.5 Uji Viskositas.....	40
4.2.6 Pemeriksaan tipe nanoemulsi .....	41
4.2.7 Persen Transmitan.....	42
4.3 Uji Stabilitas Fisik Nanoemulsi.....	45
4.3.1 Pengamatan <i>Cycling test</i> .....	45
4.3.2 Uji Sentrifugasi .....	45
4.4 Uji Aktivitas Antioksidan dengan Radikal DPPH.....	46
4.4.1 Nilai Absorbansi DPPH .....	47

4.4.2 Nilai <i>Operating Time</i> .....	48
4.4.3 Pengukuran % Inhibisi dan IC <sub>50</sub> Serbuk Tablet Vitamin C Dan Sampel Sediaan .....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran .....	53
DAFTAR PUSTAKA .....	55
LAMPIRAN.....	62

## **DAFTAR GAMBAR**

Halaman

Gambar 1.	Tanaman Sacha Inchi .....	6
Gambar 2.	Struktur DPPH.....	11
Gambar 3.	Reduksi DPPH Dari Senyawa Antioksidan.....	12
Gambar 4.	Diagram Fase Terner.....	16
Gambar 5.	Struktur Kimia Tween 80.....	23
Gambar 6.	Struktur Kimia Sorbitol.....	24
Gambar 7.	Bentuk Droplet Nanoemulsi Tipe <i>o/w</i> .....	35
Gambar 8.	Hasil Evaluasi Sediaan Nanoemulsi.....	36
Gambar 9.	Nilai %Transmitan.....	43
Gambar 10.	Nilai <i>Operating Time</i> .....	48

## **DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 1. Stuktur Asam Lemak Minyak Sacha Inchi .....	8
Tabel 2. Kategori Nilai IC50.....	13
Tabel 3. Tween 80.....	22
Tabel 4. Sorbitol .....	23
Tabel 5. Persentase Komposisi Bahan Dalam Nanoemmulsi .....	26
Tabel 6. Hasil Evaluasi Sediaan Nanoemmulsi .....	36
Tabel 7. Hasil Uji Sentrifugasi Nnaoemulsi Minyak Sacha Inchi .....	46
Tabel 8. Pengukuran %Inhibisi dan IC50 Vitamin C .....	50

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Halaman

Lampiran 1.	Skema Kerja Pembuatan Nanoemulsi Minyak Sacha Inchi .....	62
Lampiran 2.	Perhitungan Preparasi Bahan .....	63
Lampiran 3.	Perhitungan Hasil Uji karakterisasi Nanoemulsi.....	64
Lampiran 4.	Data Hasil Uji Aktivitas Antioksidan.....	69
Lampiran 5.	Kurva Aktivitas Antioksidan dan Perhitungan IC50.....	72
Lampiran 6.	Dokumentasi Evaluasi Sediaan dan Alat yang Digunakan ..	76
Lampiran 7.	Data Hasil Statistik Uji Evaluasi pH Sediaan..	80
Lampiran 8.	Data Hasil Statistik Uji Evaluasi Bobot Jenis Sediaan.....	81
Lampiran 9.	Data Hasil Statistik Uji Evaluasi Viskositas Sediaan.....	82
Lampiran 10.	Data Hasil Statistik Uji Evaluasi %Transmitan Sediaan.....	83
Lampiran 11.	Data Hasil Statistik Uji Aktivitas Anitoksidan.....	84

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi penelitian mengenai senyawa bioaktif semakin meningkat. Salah satu manfaat dari senyawa bioaktif yang banyak diteliti saat ini yaitu senyawa yang mengandung antioksidan. Antioksidan dapat memberikan efek positif terhadap penyembuhan berbagai penyakit. Antioksidan mampu melindungi tubuh terhadap kerusakan yang disebabkan oleh spesies oksigen reaktif, mampu mencegah terjadinya penyakit degeneratif, mencegah penuaan dini, serta mampu mencegah terjadinya oksidasi lemak pada bahan pangan.

Antioksidan dapat menetralisir radikal bebas dalam tubuh dengan cara memberikan elektron pada radikal bebas, sehingga mengubah radikal bebas menjadi stabil (Bhattacharya, 2015). Antioksidan secara alamiah dapat diproduksi didalam tubuh, namun antioksidan tersebut tidak cukup untuk menyeimbangkan radikal bebas yang berlebihan. Oleh karena itu, perlu adanya asupan antioksidan tambahan dari luar (Rohdiana, 2001). Salah satu tanaman yang dapat bertindak sebagai antioksidan adalah tanaman sacha inchi.

Tanaman Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) merupakan tanaman yang termasuk dalam famili Euphorbiaceae. Bijinya dapat dimakan dengan cara dipanggang atau direbus terlebih dahulu. Produk tanaman biji sacha inchi yang banyak dimanfaatkan adalah minyaknya. Secara tradisional minyak sacha inchi dapat digunakan sebagai perawatan kulit dengan cara dioleskan secara teratur untuk

menjaga kelembutan dan kesehatan kulit (Brack, 1999). Sacha inchi memiliki buah berbentuk bintang, yang memiliki sifat antioksidan dan menghasilkan kacang dengan kandungan sekitar 22-30% protein, 45-50% lemak, 35,2- 50,8% omega-3, 33,4–41,0% omega-6, dan 10,7% omega-9 (Kodahl, 2020).

Minyak sacha inchi mengandung senyawa bioaktif yang bersifat antioksidan diantaranya yaitu flavonoid dan beberapa asam lemak tinggi yakni asam palmitat, asam stearat, asam oleat, asam linoleat, dan asam linolenat (Liu *et al.*, 2014). Minyak Sacha Inchi sangat menarik karena mengandung tingginya kadar asam lemak omega- 3 dan omega-6 , yaitu, alfa-linolenat dan alfa-linoleat (Guillén *et al.*, 2003; Fanali dkk., 2011).

Mekanisme klasik autooksidasi linoleat berlangsung melalui pengambilan hidrogen dari metilena alilat ganda pada karbon -11 posisi ujung menghasilkan campuran sama isomer -9 dan 13 hidroperoksida terkonjugasi dengan konfigurasi trans dan cis. Percobaan menunjukkan bahwa dalam jumlah yang nyata terbentuk pula hidroperoksida terkonjugasi dengan konfigurasi trans, trans yang jumlahnya meningkat dengan naiknya derajat autooksidasi dan suhu.

Pada umumnya bentuk minyak itu mudah rusak serta memiliki usia simpan dan absorpsi pada kulit yang relatif rendah dan tidak stabil secara termodinamika serta dapat menghasilkan fase terpisah pada masa penyimpanan. Untuk mengatasi masalah tersebut maka pada penelitian ini dikembangkan sistem penghantaran obat yang relatif lebih efektif yaitu nanoemulsi, sehingga dibuatlah pengembangan bentuk sediaan dari minyak menjadi nanoemulsi. Minyak Sacha Inchi dapat diolah dalam industri makanan, kosmetik, dan farmasi sehingga dapat menjadi

nanoemulsi (Sanchez *et al.*, 2020). Oleh karena itu, teknologi pengembangan minyak ini dapat diolah menjadi bentuk sediaan nanoemulsi untuk meningkatkan kestabilan dan juga efektivitasnya. Sediaan nanoemulsi sangat menarik jika diaplikasikan dalam produk kosmetik. Selain efektivitasnya yang baik, reaksi efek samping seperti iritasi kulit dan toksiknya rendah. Sehingga dapat diaplikasikan dengan mudah melalui kulitmaupun membran mukosa.

Nanoemulsi adalah sistem penghantaran obat berbasis lipid yang stabil secara termodinamik, jernih, tidak merusak sel normal manusia dan hewan. Nanoemulsi terdiri dari minyak, surfaktan, kosurfaktan, dan air yang memiliki ukuran tetesan di nanometer. Nanoemulsi telah dilaporkan memiliki karakteristik yang diinginkan seperti kelarutan obat yang tinggi, perlindungan yang signifikan, dan stabilitas secara termodinamika (Aprilya *et al.*, 2021). Sediaan nanoemulsi dibuat dengan cara pengadukan menggunakan alat homogenizer dan ultraturrax yaitu dengan mencampurantara fase minyak dan fase air dengan bantuan surfaktan dan kosurfaktan untuk menurunkan tegangan permukaan (Gupta *et al.*, 2010).

Tween 80 merupakan surfaktan yang banyak digunakan pada pembuatan nanoemulsi. Tween 80 stabil terhadap elektrolit, asam lemah dan basa. Penggunaan Tween 80 secara tunggal tidak cukup untuk menurunkan tegangan permukaan agar terbentuk formulasi nanoemulsi. Oleh karena itu, pada pembuatan nanoemulsi surfaktan sering dikombinasikan dengan kosurfaktan. Dalam penelitian ini sorbitol digunakan sebagai kosurfaktan. Sorbitol telah banyak digunakan untuk eksipien dalam formulasi farmasetika, kosmetik dan produk makanan. Sorbitol memiliki rasa yang enak dan manis. Sorbitol memiliki kelarutan 0,5 bagian dalam air (Rowe *et al.*, 2009)

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian “Uji Aktivitas Antioksidan Sediaan Nanoemulsi Minyak Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) Dengan Metode DPPH”. Prinsip dari metode uji ini adalah pengukuran aktivitas antioksidan secara kuantitatif yaitu dengan melakukan pengukuran penangkapan radikal DPPH oleh suatu senyawa yang mempunyai aktivitas antioksidan dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis sehingga dengan demikian akan diketahui nilai aktivitas peredaman radikal bebas yang dinyatakan dengan nilai IC<sub>50</sub> (Inhibitory Concentration). Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam IC<sub>50</sub> atau konsentrasi yang mampu menginhibisi DPPH sebesar 50%. Semakin kecil IC<sub>50</sub> suatu sampel, maka semakin kuat aktivitas antioksidan sampel tersebut (Molyneux, 2004).

Metode DPPH ini digunakan karena analisisnya yang cukup sederhana, waktu analisanya lebih cepat, mudah, biayanya yang lebih murah, dapat dilakukan dengan sampel berjumlah kecil, serta senyawa radikal DPPH yang digunakan bersifat relatif stabil dibandingkan metode lainnya yang memerlukan reagen kimia yang lebih banyak. Pengujian aktivitas antioksidan ini dilakukan terhadap vitamin C dan vitamin E sebagai bahan pembanding dikarenakan vitamin C dan E merupakan senyawa antioksidan alami yang relatif aman dan tidak menimbulkan toksitas, serta lebih mudah didapatkan dengan harga yang murah.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas maka didapatkan beberapa rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi minyak sacha inchi terhadap hasil

- evaluasi fisik sediaan nanoemulsi?
2. Bagaimana aktivitas antioksidan dari sediaan nanoemulsi minyak sachainchi bila dibandingkan dengan vitamin C dan Vitamin E?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

- Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini, antara lain :
1. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi minyak sacha inchi terhadap hasil evaluasi fisik sediaan nanoemulsi.
  2. Menentukan aktivitas antioksidan dari sediaan nanoemulsi minyak sacha inchi biladibandingkan dengan vitamin C dan Vitamin E.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian diharapkan dapat menjadi riset dan informasi mengenai pemanfaatan minyak sacha inchi dalam pengembangan sediaan nanoemulsi terhadap aktivitas antioksidan serta dapat diujikan lebih lanjut terkait aktivitas danunsur-unsurkimia lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, G. (2008). Pengembangan Sediaan Farmasi. Bandung: ITB Press:120-138, 171-189.
- Anief, M. (2003). Ilmu Meracik Obat, Teori dan Praktek. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 142-148.
- Apriani, D., Y. Darvina, dan W. Sumatera. 2013, Studi tentang nilai viskositas madu hutan dari beberapa daerah di sumatera barat untuk mengetahui kualitas madu.*Pillar of Physics*, **2(4)**:91–98. Physics Department State University of Padang, Sumatera Barat, Indonesia.
- Aprilya, A., Rahmadevi, R., & Meirista, I. (2021). Formulasi Nanoemulsi dengan Bahan Dasar Minyak Ikan (Oleum Iecoris Aselli). *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, **3(3)**, 370–375.
- Ashish, D.G. & Jyotsna, T.W., 2013. A Short Review on Microemulsion and its Application in Extraction of Vegetable Oil. International Journal of Research in Engineering and Technology, **3(9)**, pp.2321-7308.
- Azeem, A., Rizwan, M., Ahmad, F. J., Iqbal, Z., Khar, R. K., Aqil, M., & Talegaonkar, S. (2009). Nanoemulsion components screening and selection: A technical note. *AAPS PharmSciTech*. <https://doi.org/10.1208/s12249-008-9178-x>
- Bhatt P, S Madhav, 2011, A detailed review on nanoemulsion drug delivery system, Evaluation 618
- Bolton, S. and Bon, C., 2010, *Pharmaceutical Statistics: Practical and Clinical Applications*, Informa Healthcare, New York, pp. 82-106. <https://doi.org/10.3109/9781420074239>
- Bordignon, S.R.; Ambrosano, G.M.B.; Viegas Rodrigues, P.H. Propagação in vitro de Sacha inchi. Ciência Rural, v.42, p.1168-1172, 2012. DOI: 10.1590/S0103- 84782012005000049.
- Bouchemal, K, Briancon, S., Perrier, E.,and Fessi, H, 2004, Nano-emulsion Formulation Using Spontaneous Emulsification: Solvent, Oil, and Surfactant Optimisation, *International Journal of Pharmaceutics*, **280** (2004): 241-251.
- Brack,A.,1999. *Plukenetia volubilis L. Diccionario Enciclopédicode Plantas Útiles del Perú*. PNUD.Cuzco – Perú. p.550.
- Brack,A.,2005. *Perú: Legadomilenario – Millenary Legacy*.Lima. Publicado por Universidad San Martín de Porres, Escuela Profesional de Turismo y

*Hotelería*, p.168.

- Cai ZQ, Yang Q, Tang SX, Dao XS. 2011. *Nutritional evaluation in seeds of woody oil crop Plukenetia volubilis Linneo*. *Acta Nutrimenta Sinica*. **33**, 193–195.
- Chen, H., Khemtong, C., Yang, X., Chang, X., and Gao, J. 2010, Nanomization Strategies for Poorly Water Soluble Drugs, *Drugs Discovery Today*, 16 (7-8): 354-360.
- Da Silva Soares B, Siqueira RP, de Carvalho MG, Vicentea J, Garcia-Rojas EE. Microencapsulation of sacha inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.) using complex coacervation: Formation and structural characterization. *Food Chem.* 2019;298:125045. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125045>
- Dessy. (2017). *Optimasi Komposisi Polietilen Glikol dan Lesitin sebagai Kombinasi Surfaktan pada Sediaan Nanoemulsi Kafein* (Optimization of Polyethylene Glycol and Lecithin Composition as Surfactant Combination in the Caffeine Nanoemulsion).
- Eka, O. P., Farmasi, J., Hibatullah Rahadatul Aisy, Z., Eka Puspita, O., & Febrian Shalas, A. (2021). PHARMACEUTICAL JOURNAL OF INDONESIA Optimasi Formula Nanoemulsi Nifedipin Dengan Metode Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS). In *PHARMACEUTICAL JOURNAL OF INDONESIA* (Vol. 2021, Issue2).
- Elmarzugi, N. A., Eid, A. M., Chellapa, P., Mohamed, A. T., Keleb, E. I., Elmahgoubi, A., & Issa, Y. S. (2015). Nanoemulsion and Nanoemulgel as a Topical Formulation Related papers Preparat ion, Charact erizat ion and Ant i- Inflammator y Act ivit y of Swiet enia macrophylla Nano... Nagib A Elmarzugi, Ahmad M Eid JOURNAL OF DRUG DELIVERY RESEARCH
- Eart h journals publisher NANOEMULSION FOR COSMET IC APPLICAT ION Nanoemulsion and Nanoemulgel as a Topical Formulation. In *IOSRJournal Of Pharmacy* (Vol. 5, Issue 10).
- Fanali C, Dugo L, Cacciola F, Beccaria M, Grasso S, Dacha M, Dugo P, Mondello L. 2011. Chemical characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Oil. *J. Agric. Food. Chem.* **59**, 13043–13049. <https://doi.org/10.1021/jf203184y>
- Fanum, M., (2010), *Colloids in Drug Delivey*, Florida: CRC Pres.
- Faria-Silva, A. C., Costa, A. M., Ascenso, A., Ribeiro, H. M., Marto, J., Gonçalves, L. M., Carvalheiro, M., & Simões, S. (2020). Nanoemulsions for cosmeticproducts. In *Nanocosmetics* (pp. 59–77). Elsevier.
- Febia, S. (2018). Formulasi Minyak Sawit Olein Merah dan Uji Aktivitas Skin Anti- Aging dalam Sediaan Nanoemulsi dan Nanoemulsi Gel. Medan: Universitas Sumatera Utara, 34.

- Fernandez, I., R. Ayerza, W . Coates, S.M. Vidueiros, N. Slobodianik, dan A. N. Pallaro. 2006. *Nutritional Characteristics of Sacha Inchi*. Actualizacion en Nutricion. Vol. 7; 23-25
- Flanagan, J. & Harjinder, S., 2006. Microemulsions: A Potential Delivery System for Bioactives in Food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(3), pp.221-37.
- Follegatti-Romero LA, Piantino CR, Grimaldi R, Cabral FA (2009). *Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of omega-3 rich oil from Sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) seeds*. *J. Supercrit. Fluids* 49(3):323-329.<https://doi.org/10.1016/j.supflu.2009.03.010>
- Fu Q, Niu L, Chen MS, Tao YB, Wang X, He H, Pan BZ, et al. De novo transcriptome assembly and comparative analysis between male and benzyladenine-induced female inflorescence buds of *Plukenetia volubilis*. *J Plant Physiol*. 2018;221:107-18. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2017.12.006>
- Guillén MD, Ruiz A, Cabo N, Chirinos R, Pascual G. 2003. *Characterization of Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.) oil by FTIR spectroscopy and H-1 NMR. comparison with linseed oil*. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* **80**, 755–762. <https://doi.org/10.1007/s11746-003-0768-z>
- Gupta, P.K., Pandit, J. K., Kumar, A., Swaroop, P., dan Gupta, S. (2010). *Pharmaceutical Nanotechnology Novel Nanoemulsion-high Energy Emulsification Preparation, Evaluation and Application*. The Pharma Research, A Journal. 3: 117-138.
- Gupta, A., Eral, H. B., Hatton, T. A., & Doyle, P. S. (2016). Nanoemulsions: Formation, properties and applications. *Soft Matter*, 12(11), 2826–2841. <https://doi.org/10.1039/c5sm02958a>
- Hamaker BR, Valles C, Gilman R, Hardmeier RM, Clark D, Garcia HH, Gonzales AE, Kohlstad I, Castro M, Valdivia R, Rodriguez T, Lescano M. 1992. *k* (*Plukenetia volubilis*). *Cereal Chem.* **69**, 461–463.
- Handayani, S., Najib, A. & Wati, N.P. 2018, Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Daruju (*Acanthus ilicifolius* L.) Dengan Metode Peredaman Radikal Bebas 1,1- Diphenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH), *JFFI*, 5(2):299-308. <https://doi.org/10.33096/jffi.v5i2.414>
- Handayani, F. S., Nugroho, B. H., & Munawiroh, S. Z. (2019). Optimization of low energy nanoemulsion of Grape seed oil formulation using D-Optimal Mixture Design ( DMD ) Optimasi Formulasi Nanoemulsi Minyak Biji Anggur Energi Rendah dengan D- Optimal Mixture Design ( DMD ). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 14(1), 17–34.

Handayani, Selpida, Ida Kurniawati, and Faradiba Abdul Rasyid. 2020. "Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Karet Kebo (*Ficus Elastica*) dengan Metode Peredaman Radikal Bebas Dpph (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazil): Antioxidant Assay of *Ficus Elastica* Extract Leaf with Dpph Free Radical Scavenging (1,1- diphenyl-2-phycrilhydrazyl)." *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)* (e-Journal) 6(1):141–50. doi: 10.22487/j24428744.2020.v6.i1.15022.

Herbianto, A. S. (2018). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Surfaktan Terhadap Karakter Fisik Dan pH Nanoemulsi Pencerah Kulit. *Calyptra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 7(1).

Jain, K., Kumar, R.S., Sood, S., and Gowthamarajan, K. 2013. *Enhanced Oral Bioavailability of Atorvastatin Via Oil in Water Nanoemulsion Using Aqueous Titration Method*. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 5: 18- 25, Department of Pharmaceutics, J.S.S. College of Pharmacy, Udhagamandalam, Tamilnadu, India.

Kakoty, M., & Gogoi, S. B. (2019). *Evaluation of Surfactant Formulation for EOR in Some Depleted Oil Fields of Upper Assam*. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01929-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01929-7_5)

Kim, H.E., dan Cho, G.W. 2013. Nanoemulsions containing Vitamin e acetate prepared by PIC (Phase Inversion Composition) methods. Factors affecting droplet sizes. *Journal of Korean Oil Chemists Sociation*. Korea.

Lachman, L., Lieberman, H. A., Kaning, J. L. (1994). Teori dan Praktek Farmasi Industri II. diterjemahkan dari Bahasa Inggris oleh Suyatmi S. Jakarta : UI-Press, 1029-1090.

Lawrence M.J and Rees G.D. (2000). *Microemulsion-based media as Novel Drug Delivery Systems*. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 1: 89-121. [https://doi.org/10.1016/S0169-409X\(00\)00103-4](https://doi.org/10.1016/S0169-409X(00)00103-4)

Liu,Q.,Xu,Y.K.,Zhang,P.,Na,Z.,Tang,T.,Shi,Y.X.,2014.*Chemical composition and oxidative evolution of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) oil from Xishuang-banna (China)*. Grasasy Aceites65,e012. <https://doi.org/10.3989/gya.075713>

Manco CEI (2006). *Cultivo del Sacha Inchi* : Programa Desarrollo Rural Sostenible- PDRS.

Maharini, Rismarika, & Yusnelti. (2020). Pengaruh konsentrasi PEG 400 sebagai kosurfaktan pada formulasi nanoemulsi minyak kepayang. *CHEMPUBLISH JOURNAL*, 5(1), 1–14.

Maxwell, N., 1990. *Witch Doctor's Apprentice, Hunting for Medicinal Plants in the*

- Amazonia, 3rd edition Citadel Press, New York (391 pp).*
- Mishra, R.K., Soni, G.C., dan Mishra, R.P. (2014). A Review Article on Nanoemulsion. *Word Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science.* 3: 258 - 274.
- Molyneux, P. (2004). *The Use of the Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity*, Songklanakarin J, Sci. Technol. 26(2): 211-219.
- Montes de Oca-Ávalos, J. M., Candal, R. J., & Herrera, M. L. (2017). Nanoemulsions: stability and physical properties. Current Opinion in Food Science, 16, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.06.003>
- Nielloud, F., dan Mestres, G. M. (2000). *Pharmaceutical Emulsions and Suspensions*. New York: Marcel Dekker Inc, 1-13. <https://doi.org/10.1201/9780429344688>
- Nurpermatasari, A. (2020). FORMULASI DAN EVALUASI NANOEMULSI KETOKONAZOLE FORMULATION AND EVALUATION OF NANOEMULSION KETOKONAZOLE. In *Jurnal Dunia Farmasi* (Vol.4, Issue 3).
- Omarta. (2020). *Karakterisasi minyak sereh, omarta 2020*.
- Patel, 2013. Formulation and Evaluation of O/W Nanoemulsion of ketonazole. *Pharma Science Monitor*, 4(4):338-351.
- Pontoh, J., & Makasoe, L. (2011). Perbandingan Beberapa Metode Pembuatan Metil Ester Dalam Analisa Asam Lemak Dari Virgin Coconut Oil (VCO). *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2), 241-247. <https://doi.org/10.35799/jis.11.2.2011.214>
- Priani Sani Ega, Nurayyan, dan Fitrianti Darusman, 2017, Formulasi Self Nano Emulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Glimepirid Dengan Fasa Minyak Asam Oleat, Universitas Islam Bandung, Bandung
- Rahmawanty, D., Yulianti, N., & Fitriana, M. (2015). Formulation And Evaluation Peel-Off Facial Mask Containing Quercetin With Variation Concentration Of Gelatin And Gliserin. *Media Farmasi*, 12(1), 17-32. <Https://dx.doi.org/10.12928/mf.v12i1.3019>.
- Rastuti, Undri, and Purwati Purwati. 2012. "Uji Aktifitas Antioksidan Ekstrak Daun Kalba(*Albizia falcataria*) Dengan Metode DPPH(1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil) dan Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder." *Molekul* 7(1):33. doi: 10.20884/1.jm.2012.7.1.104.
- Richard, A. S. (2016). Uji Aktivitas Antioksidan Dengan Metode DPPH (*1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl*) Ekstrak Bromelain Buah Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.). Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma, 25.

- Rohdiana, D. (2001), *Aktivitas Daya Tangkap Radikal Polifenol dalam Daun Teh*, Majalah Jurnal Indonesia. 12(1): 53-58.
- Roohinejad, S., Indrawati, O., Jingyuan , W. & Ralf, G., 2018. *Emulsion-based system for Delivery of Food Active Compounds*. USA: John Wiley & Sons Ltd.
- Rowe, R. C., Sheskey, P. J., dan Owen, S. C. (2009). *Handbook of Pharmaceutic Excipients 6th Edition*, London: Pharmaceutical Press and American Pharmacist Association.
- Salim, N., M. Basri, M. A. Rahman, D. K. Abdullah, H. Basri, dan A. B. Salleh. 2011. Phase Behaviour, Formation and Characterization of Palm-Based Esters Nanoemulsion Formulation Containing Ibuprofen. Journal Nanomedic Nanotechnol. 2(4):1-5.
- Sanchez-Reinoso Z, Mora-Adames WI, Fuenmayor CA, Darghan-Contreras AE, Gardana C, Gutiérrez LF. Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from Sacha Inchi shell: Optimization, physicochemical properties and evaluation of their antioxidant activity. Chem Eng Process. 2020.
- Scholz, P., & Keck, C. M. (2014). Nanoemulsions produced by rotor-stator high speed stirring. *International Journal of Pharmaceutics*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2014.12.040>
- Sezer, A.D. (2014). *Application of Nanotechnology in Drug Delivery*. Intech, 78 – 88. <https://doi.org/10.5772/57028>
- Sharma, B., et al. 2012. *Future Project of Nanotechnology in Development of Anti- Aging Formulations*. Rajpura: Chitkara College of Pharmacy, Chitkara University.
- Sharma, N., Madan, P., & Lin, S. (2016). Effect of process and formulation variables on the preparation of parenteral paclitaxel-loaded biodegradable polymeric nanoparticles: A co-surfactant study. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 11(3), 404–416. <https://doi.org/10.1016/j.japs.2015.09.004>
- Sumardika IW, & Jawi IM. 2011. Ekstrak Air Daun Ubijalar Ungu Memperbaiki Profil Lipid dan Meningkatkan Kadar SOD Darah Tikus Yang Diberi Makanan Tinggi Kolesterol. Jurnal Ilmiah Kedokteran 43 (2): 67-70.
- Tadros, T. F. (2005). *Applied Surfactants*. United Kingdom: Wiley-VCH Verlag Gmb H & co.K ga A, weinheim, 8-10. <https://doi.org/10.1002/3527604812>
- Talegaonkar, S., Azeem, A., Ahmad, F. J., Khar, R. K., Pathan, S. A., dan Khan, Z. I. (2008). *Microemulsion : A novel Approach to Enhanced Drug Delivery*. Recent Patent Drug Delivery and Formulation, 238 – 257.

<https://doi.org/10.2174/187221108786241679>

Talegaonkar, S., M. Tariq, dan R. M. Alabood. 2011. Design and Development of O/W Nanoemulsion For The Transdermal Delivery of Ondansetron. Bulletin of Pharmaceutical Research. 1(3):18-30.

Ulfah, F., Studi Sarjana Farmasi, P., Ilmu Kesehatan, F., Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan Jl Raya Ambokembang No, U., Pekalongan, K., & Tengah, J. (2020). *KARAKTERISASI SEDIAAN SUSPENSI NANOPARTIKEL EKSTRAK ETANOL DAUN AFRIKA (Vernonia amygdalina Del.).*

Utami,S.,S. (2012). Formulasi Dan Uji Penetrasi in Vitro Nanoemulsi, Nanoemulsi Gel, Dan Gel Kurkumin. Skripsi. Universitas Indonesia : Depok. 16–27).

Widyaningrum, S.A., 2015, Formulasi Dan Uji Aktivitas Antimikroba Nanoemulsi Minyak Manis-Jangan (*Cinnamomum burmanni* Nees ex. BI.) terhadap *Pseudomonas aeruginosa* NCTC 12924 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, Thesis, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Jawa Tengah, Indonesia.

Wuttisin, N. (2017). Fatty acid composition of Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil and efficacy of Sacha inchi lotion. Journal of Science and Technology Ubon Ratchathani University, Special Issue September, 120-127.

Yeyen, A. (2017). Pengaruh Variasi Konsentrasi Tween 80 DAN Sorbitol Terhadap Aktivitas Antioksidan Minyak Alpukat (*Avocado oil*) Dalam Formulasi Nanoemulsi. Medan:Universitas Sumatera Utara, 15.

Yuliani, S. H., Hartini, M., Stephanie, Pudyastuti, B., & Istyastono, E. P. (2016). Comparison of Physical Stability Properties Of Pomegranate Seed Oil Nanoemulsion Dosage Forms With Long-Chain Triglyceride And Medium-Chain Triglyceride As The Oil Phase. Traditional Medicine Journal, 21(2), 93-98.

Zanqui AB, da Silva CM, de Moraes DR, Santos JM, Ribeiro SAO, Eberlin MN, et al. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil composition varies with changes in temperature and pressure in subcritical extraction within-propane. *Ind Crop Prod.* 2016;87:64-70.  
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.04.029>