

**FORMULASI DAN KARAKTERISASI NANOEMULSI MINYAK BIJI
KELOR (*Moringa oleifera*) DENGAN VARIASI SURFAKTAN
DAN KOSURFAKTAN**



Diajukan oleh :

**Epifania Valeria Suzetti
19133740A**

**Kepada
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2017**

**FORMULASI DAN KARAKTERISASI NANOEMULSI MINYAK BIJI
KELOR (*Moringa oleifera*) DENGAN VARIASI SURFAKTAN
DAN KOSURFAKTAN**



SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai
derajat Sarjana Farmasi (S.Farm)
Program Studi Ilmu Farmasi pada Fakultas Farmasi
Universitas Setia Budi*

Oleh :

**Epifania Valeria Suzetti
19133740A**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2017**

PENGESAHAN SKRIPSI

berjudul

FORMULASI DAN KARAKTERISASI NANOEMULSI MINYAK BIJI KELOR (*Moringa oleifera*) DENGAN VARIASI SURFAKTAN DAN KOSURFAKTAN

Oleh :
Epifania Valeria Suzetti
19133740A

Dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi
Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi
Pada tanggal : 06 Juni 2017



Dekan,

Prof. Dr. R.A. Oetari, SU., MM., M.Sc., Apt.

Mengetahui,
Fakultas Farmasi
Universitas Setia Budi

Pembimbing,

Muhammad Dzakwan, M.Si., Apt.

Pembimbing Pendamping

Drs. Mardiyono, M.Si

Penguji :

1. Ilham Kuncahyo, M.Sc., Apt.
2. Sri Rejeki Handayani, M.Farm., Apt.
3. Iswandi, M.Pharm., Apt.
4. Muhammad Dzakwan, M.Si., Apt.

1.

2.

3.

4.

PERSEMBAHAN

Tetapi carilah dahulu Kerajaan Allah dan kebenarannya, maka semuanya itu akan ditambahkan kepadamu. (Matius 6 : 33)

Serahkanlah kuatirmu kepada Tuhan, maka Ia akan memelihara engkau! Tidak untuk selama-lamanya dibiarkan-Nya orang benar itu goyah (Mazmur 55 : 23).

Tidak ada yang terlalu sulit bagi Tuhan. Kita percaya pada-Nya didalam segala sesuatu, karena Dia selalu pegang kendali.

Karena masa depan sungguh ada, dan harapanmu tidak akan hilang (Amsal 23 : 18).

Hanya dekat Allah saja aku tenang, dari pada-Nyalah keselamatanku. (Mazmur 62 : 2)

Biarlah segala yang bernafas memuji Tuhan! Haleluya! (Mazmur 150 : 6)

PERSEMBAHAN

Ucapan syukur yang tak henti untuk Tuhan Yesus Kristus yang telah memberiku semangat dan kemampuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Sebuah karya yang kupersembahkan teruntuk papa dan mama tercinta sebagai tanda kasihku untukmu. Juga untuk adikku yang ku kasih, serta seluruh keluarga besarku serta sahabat-sahabatku yang selalu mendukungku selama ini.

Dan terimakasihku untuk :

- 1. Papa dan mama, adik atas segalanya*
- 2. Sahabatku-sahabatku yang selalu memberiku semangat*
- 3. Komunitasku : Youth Alive, PASS, KTBK.*
- 4. Semua teman-temanku di teori 1 dan FST-OA angkatan 2016*
- 5. Dan semua pihak yang sudah membantu dalam proses penyusunan dan pembuatan skripsi ini.*

Tuhan Yesus memberkatilah.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Epifania Valeria Suzetti
No. Mahasiswa : 19133740A
Judul Penelitian : Formulasi dan Karakterisasi Nanoemulsi Minyak Biji
Kelor (*Moringa oleifera*) dengan Variasi Surfaktan dan
Kosurfaktan

Menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil karya skripsi dan di dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 06 Juni 2017



Epifania Valeria Suzetti

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur, penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “FORMULASI DAN KARAKTERISASI NANOEMULSI MINYAK BIJI KELOR (*Moringa oleifera*) DENGAN VARIASI SURFAKTAN DAN KOSURFAKTAN” guna memenuhi persyaratan untuk mencapai derajat Sarjana Farmasi pada Fakultas Farmasi, Universitas Setia Budi Surakarta.

Terselesainya skripsi ini tidak terlepas dari andil banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, maka dengan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- A. Dr. Ir. Djoni Tarigan, MBA. selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
- B. Prof. Dr. R.A. Oetari, SU., MM., Apt., selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi Surakarta.
- C. Muhammad Dzakwan, M.Si., Apt. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan waktu, petunjuk dan bimbingannya kepada penulis.
- D. Drs. Mardiyono, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan waktu, nasihat dan dorongan kepada penulis.
- E. Tim penguji yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan kritik dan saran dalam menyempurnakan skripsi yang telah penulis susun.
- F. Staf pegawai dan asisten laboratorium Teknologi Farmasi dan Instrumentasi Universitas Setia Budi Surakarta yang telah memberikan pengarahan dalam menggunakan alat dan meluangkan waktunya dalam proses pengerjaan skripsi.
- G. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Tak ada gading yang tak retak, begitu pula dengan penulisan skripsi ini penulis menyadari banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharap segala saran dan kritik yang bersifat membangun. Penulis berharap semoga apa yang telah penulis kemukakan akan berguna baik bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya.

Surakarta, 06 Juni 2017



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang.....	1
B. Perumusan masalah.....	3
C. Tujuan penelitian.....	3
D. Kegunaan penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Minyak Biji Kelor (<i>Moringa Seed Oil</i>).....	5
1. Kandungan Minyak Biji Kelor.....	5
B. Nanoemulsi.....	6
C. Komponen Nanoemulsi.....	8
1. Fase Minyak.....	8
2. Surfaktan.....	8
2.1. Deskripsi Surfaktan.....	9
2.2. Jenis-Jenis Surfaktan.....	9
3. Kosurfaktan.....	10
D. Studi Preformulasi Bahan.....	11
1. Tween 20.....	11
2. Tween 60.....	11

3. Tween 80	12
4. Etanol 96%	12
5. Propanol.....	13
6. Gliserol	13
7. Propilen Glikol	13
8. Polietilen Glikol.....	14
9. Aquademineralisata	14
E. Landasan Teori	15
F. Hipotesis	16
BAB III. METODE PENELITIAN	17
A. Populasi dan Sampel.....	17
1. Populasi.....	17
2. Sampel	17
B. Variabel Penelitian.....	17
1. Identifikasi Variabel Utama	17
2. Klasifikasi Variabel Utama	17
2.1. Variabel Bebas	17
2.2. Variabel Tergantung	18
2.3. Variabel Moderator.....	18
2.4. Variabel Terkendali	18
3. Definisi operasional Variabel Utama	18
C. Bahan dan Alat	19
1. Bahan.....	19
1.1.Bahan Utama	19
1.2.Surfaktan.....	19
1.3.Kosurfaktan.....	19
1.4.Bahan Kimia	19
1.5.Bahan Lain.....	19
2. Alat.....	19
D. Jalannya Penelitian	20
1. Karakterisasi Minyak Biji Kelor (<i>Moringa Seed Oil</i>).....	20

1.1. Penentuan Berat jenis.....	20
1.2. Penetapan Bilangan Asam	20
1.2.1. Prosedur Penetapan Bilangan Asam	20
1.2.2. Perhitungan Penetapan Bilangan Asam	21
1.3. Penetapan Bilangan Penyabunan	21
1.3.1. Prosedur Penetapan Bilangan Penyabunan	21
1.3.2. Perhitungan Penetapan Bilangan Penyabunan.....	22
1.4. Penetapan Bilangan Peroksida	22
1.4.1. Prosedur Penetapan Bilangan Peroksida.....	23
1.4.2. Perhitungan Penetapan Bilangan Peroksida.....	23
2. Pembuatan Nanoemulsi Minyak Biji Kelor	23
3. Tahap-Tahap Skrining Formula	23
3.1. Skrining Kosurfaktan.....	24
3.2. Skrining Konsentrasi Surfaktan-Kosurfaktan.....	24
3.3. Skrining Fase Minyak.....	24
3.4. Formula Terpilih Nanoemulsi Minyak Biji Kelor	24
4. Pembuatan Diagram <i>Pseudoternary</i>	25
5. Evaluasi Sifat Fisik Nanoemulsi Minyak Biji Kelor.....	25
5.1. Penentuan Berat Jenis	25
5.2. Uji Organoleptis.....	25
5.3. Uji pH.....	25
5.4. Uji Viskositas	25
5.5. Morfologi Tetesan Nanoemulsi	25
6. Evaluasi Stabilitas Fisik Nanoemulsi Minyak Biji Kelor	26
6.1. Uji Sentrifugasi.....	26
6.2. Uji Freeze-Thaw	26
E. Analisis Data	26
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	28
A. Hasil penelitian.....	28
1. Hasil Karakterisasi Minyak Biji Kelor	28
2. Hasil Skrining Formula.....	28

2.1. Skrining Kosurfaktan.....	29
2.2. Skrining Konsentrasi Konsentrasi Surfaktan-Kosurfaktan	29
2.3. Skrining Fase Minyak.....	29
2.4. Evaluasi Sifat Fisik Nanoemulsi.....	30
2.5. Evaluasi Stabilitas Nanoemulsi Minyak Biji Kelor.....	30
3. Hasil Diagram Pseudoternary	30
4. Evaluasi Sifat Fisik Nanoemulsi Minyak Biji Kelor	30
4.1. Penentuan Berat Jenis	30
4.2. Uji Organoleptis.....	31
4.3. Uji pH	31
4.4. Uji Viskositas	32
4.5. Morfologi Tetesan Nanoemulsi	32
5. Stabilitas Nanoemulsi Minyak Biji Kelor.....	33
5.1. Uji Sentrifugasi	33
5.2. Uji Freeze-Thaw	34
B. Pembahasan	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
A. Kesimpulan	40
B. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Asam Behenat	8
Gambar 2. Struktur Tween 20	11
Gambar 3. Struktur Tween 60	12
Gambar 4. Struktur Tween 80	12
Gambar 5. Struktur Etanol 96%	13
Gambar 6. Struktur Propanol	13
Gambar 7. Struktur Gliserol	13
Gambar 8. Struktur Propilen Glikol	14
Gambar 9. Struktur Polietilen Glikol 400	14
Gambar 10. Skema Jalannya Penelitian	27
Gambar 11. Formula Nanoemulsi Minyak Biji Kelor	30
Gambar 12. Morfologi Tetesan Nanoemulsi	33
Gambar 13. Uji Sentrifugasi Nanoemulsi Minyak Biji Kelor	32

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kandungan Minyak Biji Kelor.....	5
Tabel 2. Karakteristik Minyak Biji Kelor	6
Tabel 3. Skrining Fase Minyak	24
Tabel 4. Formula Nanoemulsi Minyak Biji Kelor	24
Tabel 5. Hasil Karakterisasi Minyak Biji Kelor.....	28
Tabel 6. Hasil Skrining Fase Minyak.....	30
Tabel 7. Hasil Formulasi Nanoemulsi Minyak Biji Kelor	30
Tabel 8. Hasil Uji Organoleptis Nanoemulsi Minyak Biji Kelor.....	31
Tabel 9. Hasil Uji pH Nanoemulsi Minyak Biji Kelor	31
Tabel 10. Hasil Uji Viskositas Nanoemulsi Minyak Biji Kelor.....	32
Tabel 11. Hasil Uji Sentrifuge Nanoemulsi Minyak Biji Kelor	34
Tabel 12. Hasil Uji Freeze-Thaw Nanoemulsi Minyak Biji Kelor	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. COA minyak biji kelor CV Sofa Mediterranean Indonesia	47
Lampiran 2. Foto minyak biji kelor	48
Lampiran 3. Alat	49
Lampiran 4. Hasil Penetapan Berat Jenis.....	50
Lampiran 5. Hasil Karakterisasi Minyak Biji Kelor (Penetapan Bilangan Asam)	51
Lampiran 6. Hasil Karakterisasi Minyak Biji Kelor (Penetapan Bilangan Penyabunan).	52
Lampiran 7. Hasil Karakterisasi Minyak Biji Kelor (Penetapan Bilangan Peroksida).....	53
Lampiran 8. Skrining Kosurfaktan.....	54
Lampiran 9. Skrining Konsentrasi Surfaktan-Kosurfaktan.....	55
Lampiran 10. Skrining Fase Minyak.....	61
Lampiran 11. Evaluasi Sifat Fisik Nanoemulsi Minyak Biji Kelor.....	62
Lampiran 12. Evaluasi Stabilitas Nanoemulsi Minyak Biji Kelor.....	63
Lampiran 13. Perhitungan Penentuan Berat jenis	66
Lampiran 14. Perhitungan Penetapan Bilangan Asam.....	67
Lampiran 15. Perhitungan Penetapan Bilangan Penyabunan	69
Lampiran 16. Perhitungan Penetapan Bilangan Peroksida	71
Lampiran 17. Hasil uji <i>Mann-Whitney</i> pH dan Viskositas Nanoemulsi MSO	73
Lampiran 18. Hasil Skrining Kosurfaktan	79
Lampiran 19. Hasil Skrining Konsentrasi Surfaktan-Kosurfaktan	80
Lampiran 20. Hasil Uji Ukuran Partikel dari Skrining Surfaktan-Kosurfaktan	94
Lampiran 21. Hasil Analisis Ukuran Partikel Formula Terpilih dari Skrining Konsentrasi Surfaktan-Kosurfaktan.....	95
Lampiran 22. Hasil Ukuran Partikel Nanoemulsi Penyimpanan 1 Bulan.....	97

INTISARI

SUZETTI, E.V., 2017, FORMULASI DAN KARAKTERISASI NANOEMULSI MINYAK BIJI KELOR (*Moringa Oleifera*) DENGAN SURFAKTAN, SKRIPSI, FAKULTAS FARMASI, UNIVERSITAS SETIA BUDI, SURAKARTA.

Minyak biji kelor (*Moringa oleifera*) memiliki efek antioksidan yang tinggi karena kandungan asam lemak tak jenuh dan senyawa fitokimia xanthopylls dan tokoferol yang dimilikinya. Nanoemulsi merupakan sediaan yang stabil dan dapat meningkatkan penetrasi zat aktif sehingga mampu mengoptimalkan efek antioksidan.

Karakterisasi minyak biji kelor meliputi: penentuan berat jenis menggunakan piknometer, penentuan bilangan asam, bilangan penyabunan, dan bilangan peroksida menggunakan metode titrasi. Kombinasi surfaktan dan kosurfaktan berpengaruh terhadap ukuran partikel nanoemulsi. Nanoemulsi dibuat menggunakan energi non spontan menggunakan sonikator dengan konsentrasi surfaktan-kosurfaktan yang berbeda dalam 20 mL (100%) sediaan. Evaluasi penentuan formula terpilih dilihat secara visual dengan mengamati kejernihan formula, kemudian diuji ukuran partikel dengan alat *Partikel Size Analyzer*, formula terpilih dipilih dari ukuran partikel terkecil kemudian diuji stabilitas.

Karakterisasi minyak biji kelor didapatkan hasil: berat jenis sebesar 0,9111 ; bilangan asam sebesar 0,28 ; bilangan penyabunan sebesar 195,36 ; dan bilangan peroksida sebesar 0,3048. Formula terpilih nanoemulsi minyak biji kelor dengan komposisi: 1% minyak biji kelor, 2,7% Tween 80, dan 1,3% Etanol 96% dan akuades ad 100% dalam 20 mL formula didapatkan ukuran partikel sebesar 20 nm menunjukkan stabilitas pada pengujian sentrifuge, Freeze-Thaw, dan diperoleh tetesan yang relatif seragam pada uji morfologi tetesan nanoemulsi. Penyimpanan nanoemulsi selama satu bulan mengalami kenaikan ukuran partikel menjadi 26 nm serta pada uji Mann-Whitney terjadi perbedaan yang signifikan terhadap uji pH dan viskositas setiap minggunya.

Kata kunci : Minyak biji kelor, karakterisasi, antioksidan, nanoemulsi.

ABSTRACT

SUZETTI, E.V., 2017, CHARACTERISTIC AND FORMULATION MORINGA SEED OIL (*Moringa Oleifera*) WITH VARIATION SURFACTANS AND COSURFACTANS, THESIS, PHARMACY FACULTY, SETIA BUDI UNIVERSITY, SURAKARTA.

Moringa oleifera oil has a high antioxidant effect due to the content of unsaturated fatty acids and the phytochemical compounds are xanthophylls and tocopherol. Nanoemulsion is a stable preparation and can increase the penetration of active substances so as to optimize the effects of antioxidants.

Moringa seed oil characterization includes: density, acid number, saponification number, and peroxide number using titration method. The combination of surfactants and cosurfactants has an effect on the size of the nanoemulsion particles. Nanoemulsion is made using non-spontaneous energy using a sonicator with different surfactant-cosurfactant concentrations in 20 mL (100%) of the preparation. The evaluation of the selected formula was seen visually by observing the clarity of the formula, then tested the particle size with *Particle Size Analyzer*, formula selected from the smallest particle size and then tested for stability.

Characterization of Moringa seed oil obtained results: density is 0.9111; acid number of 0,28 ; saponification number is 195,36 ; and peroxide number is 0.3048. Selected formula of moringa seed oil nanoemulsion with composition: 1% Moringa seed oil, 2,7% Tween 80, and 1,3% Ethanol 96% and aquademineral ad 100% in 20 mL formula obtained particle size of 20 nm showed stability at centrifuge test , Freeze-Thaw, and obtained relatively uniform droplets on the morphological test of nanoemulsion droplets. Storage of nanoemulsion for one month increased particle size to 26 nm and in Mann-Whitney test there was a significant difference to pH and viscosity test every week.

Keywords: Moringa seed oil, characterization, antioxidant, nanoemulsion.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan keanekaragaman hayati. Terdapat lebih dari 1000 spesies tumbuhan di Indonesia yang memiliki manfaat bagi kesehatan. Salah satu bahan alam yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan ialah minyak biji kelor atau yang lebih dikenal sebagai *Moringa seed oil* (MSO). Minyak biji kelor merupakan minyak yang berasal dari ekstrak biji kelor (*Moringa oleifera*) yang banyak mendapatkan perhatian industri obat, kosmetik dan pangan (Suwahyono, 2008; Hardman; 2010). Minyak biji kelor mempunyai kandungan asam oleat yang tinggi (76%), asam behenat (7%), asam arachidat (4%) yang berfungsi sebagai antiinflamasi dan anti radikal bebas (Manzoor *et al*, 2007; Anwar *et al*, 2008; Oluwale *et al*, 2013; Aney *et al*, 2009). Kandungan minor minyak kelor adalah polifenol, β -karoten, golongan sterol dan tokoferol yang memiliki aktivitas antioksidan (Marfil *et al*, 2011). Industri kosmetik banyak yang menggunakan minyak biji kelor sebagai bahan pembuatan sabun (Suwahyono, 2008), produk anti penuaan dini, antioksidan, emollient, perawatan rambut, pencerah kulit (Aney *et al*, 2009; Hardman, 2010), sebagai *Sun Protection Factor* atau SPF (Gaikwad *et al*, 2011). Minyak biji kelor juga memiliki aktivitas sebagai antijamur (Amelia *et al*, 1999), antiinflamasi, analgesik dan tonik (Sutar *et al*, 2008; Anwar *et al*, 2007), antitumor dan kanker (Hukkeri *et al*, 2006), imunitas dan pengobatan penyakit lupus (Delaveau, 1980; Jayavardhanan *et al*, 1994), penyakit kelenjar prostat (Fuglie *et al*, 1999). Minyak biji kelor termasuk golongan *edible oil* sehingga banyak digunakan dalam salad, menurunkan kadar kolesterol dan aman dikonsumsi (Fahey, 2005; Makkar *et al*, 2007; Cater *et al*, 2001).

Minyak biji kelor mengandung asam lemak esensial yang tinggi yaitu sebesar 99%, dimana asam lemak esensial tidak dapat disintesis sendiri oleh manusia dan harus diperoleh dari makanan atau absorpsi pada kulit. Asam lemak esensial merupakan komponen membran sel dan dibutuhkan untuk mengatur

kesehatan kulit dan penuaan dini. Komponen utama dari minyak biji kelor adalah asam oleat, asam stearat, dan asam palmitat. Asam lemak tak jenuh, asam oleat sebanyak 76% dan asam behenat 7% dan asam arakhidat 4%, sementara jumlah asam lemak jenuh yaitu asam palmitat sebanyak 6,54% dan 6% asam stearat (Suwahyono, 2008). Komposisi asam lemak pada minyak biji kelor sering dibandingkan dengan minyak zaitun. Kandungan tokoferol dalam minyak biji kelor lebih banyak dibandingkan yang terdapat di dalam minyak zaitun yaitu sebanyak 620 mg/kg, sedangkan pada minyak zaitun 320 mg/kg, dan 400 mg/kg pada minyak biji bunga matahari (Guillaume & Charrouf, 2011).

Sistem penghantaran terkendali pada produk obat dan kosmetik banyak dikembangkan untuk mengoptimalkan dispersi bahan aktif (Chouksey *et al*, 2011). Nanoemulsi merupakan pembawa yang potensial untuk penghantaran obat, pangan maupun kosmetik, untuk mengoptimalkan dispersi bahan aktif dan cocok untuk penghantaran senyawa lipofilik serta meningkatkan permeasi dari bahan aktif. Untuk dapat memanfaatkan minyak biji kelor dalam sediaan obat dan kosmetik perlu diperhatikan beberapa hal antara lain faktor kestabilan, keamanan dan manfaat. Nanoemulsi merupakan sistem penghantaran obat yang terdiri atas fase air dan minyak yang distabilkan oleh kombinasi antara surfaktan dan kosurfaktan dengan rata-rata *droplet* berukuran < 100 nm (Fulekar, 2010). Nanoemulsi memiliki beberapa keuntungan diantaranya dapat meningkatkan kelarutan dan bioavailabilitas obat, sistem stabil secara kinetika, serta dapat diformulasikan dengan konsentrasi surfaktan (3-10%) dan minyak yang rendah sehingga dapat memberikan rasa nyaman pada kulit tanpa meninggalkan rasa lengket (Bouchemal *et al*, 2004; Rowe dkk, 2009).

Surfaktan dan kosurfaktan merupakan komponen penting dalam formulasi nanoemulsi. Surfaktan dalam nanoemulsi berperan dalam menurunkan tegangan permukaan antara dua cairan yang tidak bercampur karena adanya gugus hidrofilik pada bagian kepala dan gugus hidrofobik pada bagian ekor (Schramm, 2000). Kosurfaktan berperan dalam membantu kelarutan zat terlarut dalam medium dispers dengan meningkatkan fleksibilitas lapisan di sekitar area *droplet* dan menurunkan energi bebas permukaan sehingga stabilitas lebih dapat

dipertahankan (Azeem *et al.*, 2009). Selain itu dengan adanya penggunaan kosurfaktan, konsentrasi penggunaan surfaktan dapat dikurangi sehingga dapat mengurangi resiko iritasi yang dapat ditimbulkan (Azeem *et al.*, 2009). Surfaktan dalam penelitian ini adalah Tween 20, Tween 60, Tween 80, merupakan surfaktan non ionik dan bersifat non-iritatif yang umum digunakan dalam sediaan farmasi dan kosmetik. Kosurfaktan Etanol 96%, Propanol, Gliserol, Propilen Glikol, Polietilen Glikol 400 merupakan kosurfaktan yang sering digunakan dalam sediaan farmasi baik untuk bahan makanan maupun kosmetik (Rowe dkk, 2009). Perbandingan konsentrasi surfaktan dan kosurfaktan dalam pembuatan nanoemulsi akan menghasilkan nilai *hydrophile-lipophile balance* (HLB) campuran yang dapat menentukan stabilitas nanoemulsi yang terbentuk. Oleh karena itu, menarik untuk dilakukan penelitian mengenai kombinasi variasi konsentrasi surfaktan dan kosurfaktan nanoemulsi minyak biji kelor.

B. Perumusan Masalah

Rumusan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh proporsi konsentrasi variasi surfaktan dan kosurfaktan terhadap stabilitas sediaan nanoemulsi minyak biji kelor?
2. Apakah sediaan nanoemulsi minyak biji kelor stabil selama penyimpanan?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan :

1. Melakukan karakterisasi minyak biji kelor serta membuat sediaan nanoemulsi minyak biji kelor.
2. Mengetahui proporsi konsentrasi surfaktan-kosurfaktan yang dapat menghasilkan nanoemulsi minyak biji kelor yang jernih dan mengetahui stabilitasnya selama penyimpanan.

D. Kegunaan Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan kepada berbagai pihak, khususnya di bidang teknologi farmasi dengan mengembangkan formula dari penelitian dan evaluasi stabilitas sediaan nanoemulsi minyak biji kelor.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Minyak Biji Kelor (*Moringa Seed Oil*)

1. Kandungan Minyak Biji Kelor

Minyak biji kelor (*Moringa seed oil*) merupakan produk yang diperoleh dari biji pohon kelor (*Moringa oleifera*) dikenal juga sebagai *Ben Oil*, berdasarkan nama salah satu kandungan senyawa yang ada dalam minyak kelor yaitu asam behenat. *Ben Oil* diperoleh dengan cara ekstraksi menggunakan pengepresan mekanik. Minyak kelor digunakan sebagai bahan kosmetik untuk mengobati jerawat, kulit kering, psoriasis, eksim, inflamasi dan membantu mengurangi penampakan kerutan. Minyak kelor juga digunakan sebagai pelembab dan dapat membuat kulit menjadi lembut (Aney *et al*, 2009., Suwahyono, 2008; Hardman, 2010., Stussi *et al.*, 2003), sebagai antioksidan yang kuat dengan konsentrasi 1-5% (Ogbunugafor *et. al*, 2012).

Tabel 1. Kandungan minyak biji kelor (Anwar, 2005)

Jenis Asam Lemak	Komposisi (%)
Asam palmitat	6,54
Asam stearat	6,00
Asam oleat	76,00
Asam arakhidat	4,0
Asam behenat	7,0
Campesterol	14,13-17,0
Stigmasterol	15,88-19,0
β -sitosterol	45,30-53,2
δ -avenasterol	8,84-11,05

Tabel 2. Karakteristik minyak biji kelor (Madubuike dkk., 2015)

Nilai	Madubuike dkk., 2015
Berat jenis (24°C)	0,900
Asam Lemak Bebas (asam oleat %)	0,21
Bilangan Penyabunan (mg KOH/g)	198,54
Bilangan Peroksida (Mequiv/kg oil)	0,52

Minyak biji kelor mengandung asam lemak esensial yang tinggi, yang merupakan asam lemak esensial yang tidak dapat disintesis sendiri oleh manusia dan harus diperoleh dari makanan atau absorpsi pada kulit. Asam lemak esensial merupakan komponen membran sel dan dibutuhkan untuk mengatur kesehatan kulit dan penuaan dini. Asam linoleat merupakan prekursor vitamin F. Karena kemampuannya untuk berpermeasi pada *barrier* kulit, asam lemak esensial membantu penetrasi bahan lain seperti antioksidan, selain itu asam linoleat membentuk lapisan tipis film impermeable yang mencegah hilangnya kelembaban kulit. Karotenoid yang terdapat pada minyak biji kelor adalah xanthophylls yang berfungsi sebagai antioksidan. Kandungan tokoferol (620 mg/kg) berperan sebagai antioksidan (Guillaume dan Charrouf, 1998; Guillaume dan Charrouf, 2011).

Tokoferol (vitamin E) merupakan vitamin larut lemak dan merupakan anti radikal bebas, mencegah penuaan sel karena oksidasi, dan mengurangi inflamasi. Kombinasi anti radikal bebas dan emolien pada minyak argan menjadikan minyak argan sebagai bahan yang efektif untuk aplikasi fotoprotektif topical (Shaath, 2012).

B. Nanoemulsi

Nanoemulsi merupakan sistem yang transparan dan stabil secara kinetik. Nanoemulsi memiliki ukuran <100 nm, dapat diaplikasikan pada sediaan farmasetika, kosmetika, dan industri kimia, yang dapat meningkatkan efek farmakologi dari obat serta menurunkan efek samping obat yang diberikan (Bernadi *et al*, 2011). Seperti sistem emulsi pada umumnya, nanoemulsi memungkinkan membawa dan melarutkan senyawa hidrofobik dalam fase air. Nanoemulsi dibagi menjadi tipe nanoemulsi minyak dalam air (m/a), air dalam minyak (a/m), dan *bicontinuous* yang merupakan bentuk transisi dari tipe m/a dan a/m dengan mengubah volume minyak dan air, dan ketiga tipe tersebut bergantung pada konsentrasi dan sifat kimia surfaktan, minyak, dan bahan yang terlarut di dalamnya. Transisi antara berbagai tipe tersebut dapat terjadi karena modifikasi perbandingan surfaktan dan kosurfaktan (Wilhelmina, 2011).

Salah satu keuntungan nanoemulsi adalah film yang sangat oklusif yang dapat terbentuk saat aplikasi pada kulit, ukuran globul yang kecil dapat masuk ke permukaan kulit yang kasar dan globul dapat membentuk struktur yang rapat pada permukaan kulit. Kasus ini terutama saat globul memiliki viskositas tinggi atau *solid like*. Keuntungan lainnya dari nanoemulsi adalah kemampuannya untuk meningkatkan penetrasi dari bahan aktif seperti vitamin dan antioksidan ke dalam kulit. Hal ini disebabkan luas permukaan nanoemulsi yang besar (Tadros, 2005).

Nanoemulsi merupakan sistem yang stabil. Beberapa fenomena ketidakstabilan dapat saja terjadi. Beberapa diantaranya menyebabkan adhesi globul dan biasanya bersifat *reversible*, hal lainnya berhubungan dengan ukuran partikel yang besar, biasanya *irreversible*. Flokulasi yang *reversible* dapat menyebabkan sedimentasi ataupun *creaming*. Sementara, peningkatan ukuran globul dapat terjadi melalui dua mekanisme, *Ostwald ripening* dan koalesens. *Ostwald ripening* merupakan proses dimana tetesan kecil berubah menjadi besar dan membentuk tetesan yang baru. Hal ini disebabkan karena perbedaan kelarutan antara tetesan kecil dan yang besar. Nanoemulsi memiliki kapasitas kelarutan lebih tinggi dari larutan miselar sederhana, lebih stabil dibandingkan emulsi dan dispersi. (Vior et al., 2011).

Ukuran partikel yang kecil, campuran yang jernih, dan stabil membuat nanoemulsi memiliki keuntungan bila dibandingkan dengan emulsi dengan suspensi. Menurut Jaiswal et al. (2014), beberapa keunggulan dari nanoemulsi antara lain: (1) meningkatkan bioavailabilitas obat, (2) tidak toksik, (3) tidak mengiritasi, (4) meningkatkan stabilitas fisik, (5) meningkatkan absorpsi dengan memperkecil ukuran partikel dan memperluas permukaan, (6) mudah di formulasikan, (7) meningkatkan kelarutan obat suka lemak.

Komponen dalam formulasi nanoemulsi harus memenuhi syarat seperti dapat diterima secara farmasetis, tidak menyebabkan iritasi, tidak sensitive terhadap kulit, dan masuk dalam kategori GRAS (*Generally Regarded As Safe*) (Shakeel et al., 2007). Formula nanoemulsi yang optimal dipengaruhi oleh sifat fisiko kimia dan konsentrasi minyak, surfaktan dan kosurfaktan, rasio masing-masing komponen, pH dan suhu saat emulsifikasi terjadi (Date et al., 2010).

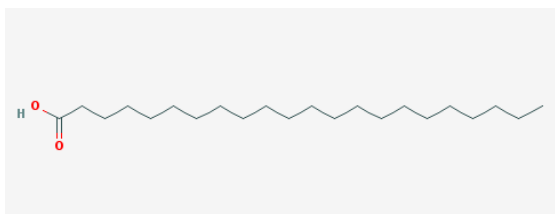
C. Komponen Nanoemulsi

Komponen nanoemulsi terdiri dari minyak, air, surfaktan, atau sering ditambahkan kosurfaktan.

1. Fase Minyak

Minyak menjadi salah satu faktor penentu dalam formulasi nanoemulsi. Kelarutan obat dalam fase minyak adalah kriteria penting dalam pemilihan minyak. Kemampuan nanoemulsi untuk menjaga obat dalam bentuk terlarut sangat dipengaruhi oleh kelarutan obat dalam fase minyak (Azeem *et al.*, 2009). Obat-obat hidrofobik memiliki proses solubilisasi yang baik dalam minyak bervolume molar kecil atau medium seperti trigliserida, digliserida ataupun monogliserida rantai medium (Lawrence dan Rees, 2000). Namun, minyak dengan banyak komponen rantai hidrokarbon, seperti trigliserida rantai panjang lebih sulit teremulsi dibandingkan trigliserida rantai menengah (Sadurni *et al.*, 2005). Minyak nabati memiliki campuran komponen yang dapat memudahkan proses emulsifikasi dan kelarutan obat. Pada penelitian ini fase minyak yang dipakai adalah minyak biji kelor.

Minyak biji kelor didapatkan dari biji tanaman *Moringa oleifera* L, berwarna kuning. Minyak biji kelor memiliki beberapa komponen asam lemak, asam lemak yang paling banyak, yaitu asam oleat (76%) (Suwahyono, 2008). Asam lemak tidak jenuh seperti asam oleat biasa digunakan sebagai fase minyak untuk penghantaran obat secara transdermal dan memiliki kemampuan sebagai *enhancer* (He *et al.*, 2010).



Gambar 1. Struktur Asam Behenat (Pubchem, 2017)

2. Surfaktan

Surfaktan adalah suatu zat yang mempunyai kemampuan untuk menurunkan tegangan permukaan (*surface tension*) suatu medium dan

menurunkan tegangan antarmuka (*interfacial tension*) antar dua fase yang berbeda derajat polaritasnya. Istilah antarmuka menunjuk pada sisi antara dua fase yang tidak saling melarutkan, sedangkan istilah permukaan menunjuk pada antarmuka dimana salah satu fasenya berupa udara (gas) (Stussi, 2003). Nilai HLB juga faktor penting dalam penentu keberhasilan formulasi nanoemulsi. Nilai HLB yang baik untuk formulasi nanoemulsi adalah lebih dari 10. Kombinasi yang tepat sangat diperlukan antara surfaktan dengan nilai HLB tinggi dan rendah untuk mendapatkan formulasi nanoemulsi yang stabil (Shakeel et al., 2007). Pada penelitian ini surfaktan yang dipakai adalah Tween 20, Tween 60, dan Tween 80.

2.1. Deskripsi Surfaktan

Surfaktan merupakan senyawa yang memiliki gugus lipofil dan hidofil didalam molekulnya yang dapat menurunkan tegangan permukaan. Jika surfaktan dimasukkan ke dalam air, maka semua molekulnya akan berkumpul pada permukaan cairan yang berorientasi sedemikian rupa sehingga bagian hidrofilnya masuk ke dalam cairan dan bagian hidrofobnya terbalik terhadap fase batasnya (udara atau dinding wadah). Adanya penambahan minyak pada air yang telah mengandung surfaktan akan membuat surfaktan berorientasi sedemikian rupa juga sehingga gugus lipofil mengarah ke fase minyak sehingga terbentuk lapisan tipis yang menyaluti batas antar permukaan secara total. Pada penambahan surfaktan, tegangan permukaan mula-mula akan turun sangat cepat mencapai harga tertentu yang selanjutnya tidak akan berkurang meskipun dilakukan penambahan surfaktan. Harga tertentu ini dikenal dengan CMC (Critical Micelle Concentration) (Voight, 1995).

2.2. Jenis-Jenis Surfaktan

Surfaktan dapat dibagi menjadi surfaktan ionik (anionik dan kationik), non-ionik dan amfoter. Contoh surfaktan anionik adalah sabun alkali (natrium palmitate, natrium stearat), sabun logam (kalsium palmitat, aluminium stearat), sabun amin (trietanolamin), senyawa tersulfatasi (natrium lauril sulfat, natrium setil sulfat, natrium stearil sulfat), senyawa tersulfonasi (natrium setil sulfonat), garam dari asam empedu (natrium glikokolat), saponin, dan gom arab. Contoh

dari surfaktan kationik adalah senyawa ammonium kuartener (benzalkoniumbromida, setrimid).

Berbeda dengan surfaktan ionik, surfaktan non-ionik bereaksi netral terhadap pengaruh kimia. Hal tersebut menjadi keuntungan tersendiri sehingga surfaktan non-ionik banyak digunakan dalam farmasetika. Contoh surfaktan non-ionik adalah alkohol lemak tinggi dan alkohol sterin (setil alkohol, stearyl alkohol, kolesterol), ester parsial asam lemak dari alkohol bervalensi banyak (etilmonostearat, gliserolmonooleat, gliserolmonostearat), ester parsial asam lemak dari sorbitan (Span® 20, 40, 60, 65, 80, dan 85), ester parsial asam lemak dari polioksilensorbitan (Tween® 20, 21, 40, 60, 61, 65, 80, 81, dan 85), ester sorbitol dari polioksietilen (G-1702, G-1425, GG1144), ester asam lemak dari polioksietilen (Myrj® 45, 49, 51, 52, 53 dan 59), eter alkohol lemak dari polioksietilen (Brij® 30, 35, 52), ester asam lemak dari sakharosa (sakharosadistearat, sakharosadioleat), dan ester asam lemak dari poligliserol (Drewpole®).

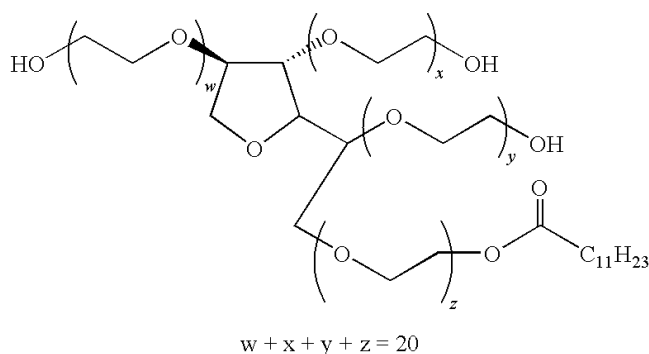
Surfaktan amfoter merupakan senyawa kimia yang memiliki gugus kationik dan anionik di dalam molekulnya sehingga dapat memberikan karakter anionik atau kationik tergantung kondisi mediumnya. Contohnya adalah protein dan lesitin (Voight, 1995).

3. Kosurfaktan

Kosurfaktan merupakan zat yang dapat membantu surfaktan dalam menurunkan tegangan permukaan antara fase minyak dengan fase air sehingga sangat berperan dalam stabilitas nanoemulsi yang dihasilkan (Kyatanwar *et al*, 2010). Biasanya kosurfaktan dengan HLB rendah dikombinasikan dengan surfaktan HLB tinggi untuk menghasilkan sistem yang stabil. Kosurfaktan umumnya molekul kecil, khususnya alkohol rantai pendek hingga sedang (C3 – C8) yang dapat berdifusi cepat di antara fase minyak dan fase air. Alkohol rantai sedang seperti pentanol dan heksanol adalah kosurfaktan yang efektif tetapi berpotensi menimbulkan iritasi. Surfaktan non ionik sebagai kosurfaktan banyak digunakan dalam pembuatan nanoemulsi karena efek iritasinya yang rendah. (Debnath, 2011; Swarbrick, 2007).

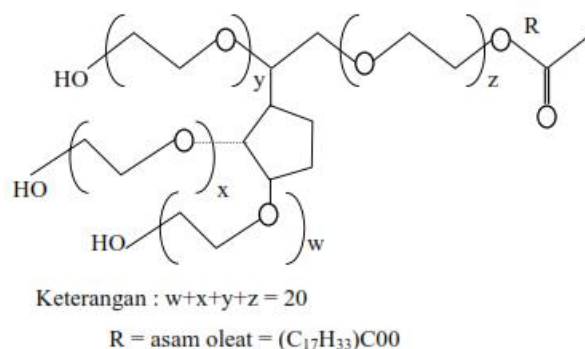
D. Studi Preformulasi Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

1. **Tween 20.** Tween 20 memiliki nama kimia *polyoxyethylene 20 sorbitan monolaurat* dengan rumus kimia $C_{58}H_{114}O_{26}$ dan bobot molekul 1128. Tween 20 larut di air dan di etanol 96%, tidak larut dalam minyak mineral dan minyak sayur, berwarna kuning dan berupa cairan berminyak pada suhu 25°C. Tween 20 memiliki nilai HLB 16,7 dan viskositas 400 mPa (Rowe dkk, 2009).



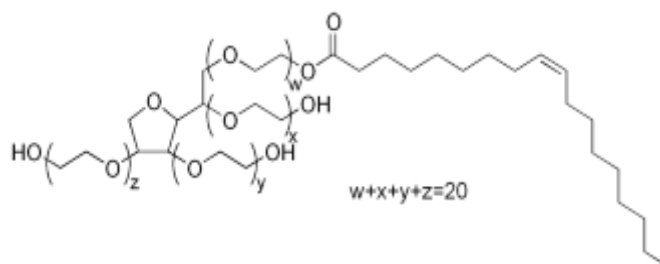
Gambar 2. Struktur Tween 20 (Rowe dkk, 2009)

2. **Tween 60.** Tween 60 adalah campuran ester stearat dan palmitat dari sorbitol dan anhidridanya berkopolimerisasi dengan lebih kurang 20 molekul etilen oksida untuk tiap molekul sorbitol dan anhidrida sorbitol dengan nilai HLB 14,9. Pemerian Tween 60 adalah cairan seperti minyak atau semi gel, kuning hingga jingga, berbau khas lemah. Tween 60 larut dalam air, dalam etil asetat dan dalam toluene, tidak larut dalam minyak mineral dan dalam minyak nabati. Tween digunakan sebagai *emulsifying agent* pada emulsi topikal tipe minyak dalam air, dikombinasikan dengan *emulsifier* hidrofilik pada emulsi minyak dalam air, dan untuk menaikkan kemampuan menahan air pada salep (Smolinske, 1992). Tween 60 larut dalam air dan etanol 95%, namun tidak larut dalam *mineral oil* dan *vegetable oil*, dengan konsentrasi 1-10% digunakan dalam kombinasi dengan pengemulsi hidrofilik dalam emulsi minyak dalam air (Rowe dkk, 2009).



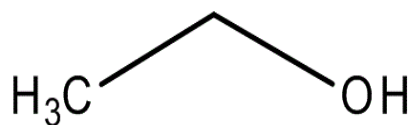
Gambar 3. Struktur Tween 60 (Rowe dkk, 2009)

3. **Tween 80.** Nama kimia dari Tween 80 adalah *polyoxyethylene 20 sorbitan monooleat* dan memiliki rumus molekul $C_{64}H_{124}O_{26}$. Berat molekulnya sebesar 1310. Tween 80 memiliki nilai HLB 15,0. Tween 80 dapat larut di dalam etanol 96% dan air. Memiliki nilai tegangan permukaan 42,5 mN/m dan viskositas 425 mPa (Rowe dkk, 2009).



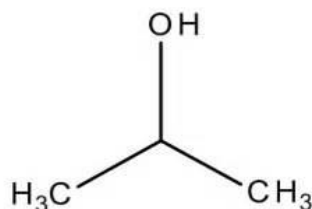
Gambar 4. Struktur Tween 80 (Rowe dkk, 2009)

4. **Etanol 96%.** Etanol 96% adalah campuran etilalkohol dan air. Pemerian cairan tidak berwarna, jernih, mudah menguap dan mudah bergerak, bau khas, rasa panas, mudah terbakar dan memberikan nyala biru yang tidak berasap. Etanol 96% sangat mudah larut dalam air, kloroform dan eter (Departemen Kesehatan RI, 1979). Etanol 96% telah digunakan luas dalam formulasi farmasetika dan kosmetik. Etanol 96% berfungsi sebagai pengawet antimikroba, desinfektan, penetrasi kulit, dan pelarut. Etanol 96% juga dapat digunakan sebagai kosurfaktan dalam preparasi transdermal. Sifatnya iritatif terhadap mata dan membrane mucus (Purnamasari, 2012).



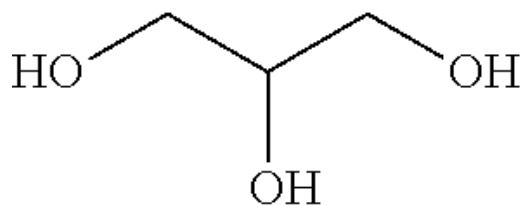
Gambar 5. Struktur Etanol 96% (Rowe dkk, 2009)

5. **Propanol.** Nama kimia dari Propanol adalah *n-propanol*, *propyl alcohol*, *propylic alcohol* dan memiliki rumus molekul C_3H_8O . Berat molekulnya sebesar 60,1. Propanol dapat larut di dalam etanol 96% (95%), eter dan air. Memiliki viskositas 2.3 mPa s (Rowe dkk, 2009).



Gambar 6. Struktur Propanol (Rowe, 2009)

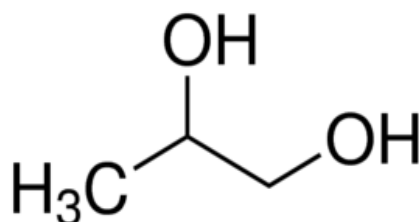
6. **Gliserol.** Nama kimia dari Gliserol adalah *glycerin*, *Glycon G-100* *Kemstrene*, *Optim*, *Pricerine*, *1,2,3- propanetriol*, *trihydroxypropane glycerol* dan memiliki rumus molekul $C_3H_8O_3$. Berat molekulnya sebesar 92,09 (Rowe dkk, 2009). Pemerian cairan seperti sirup, jernih, tidak berwarna, tidak berbau, kental, manis diikuti rasa hangat, higroskopik. Gliserin dapat bercampur dengan air dan dengan etanol 96% 95%, praktis tidak larut dalam kloroform, eter dan minyak lemak (Departemen Kesehatan RI, 1979).



Gambar 7. Struktur Gliserol (Rowe dkk, 2009)

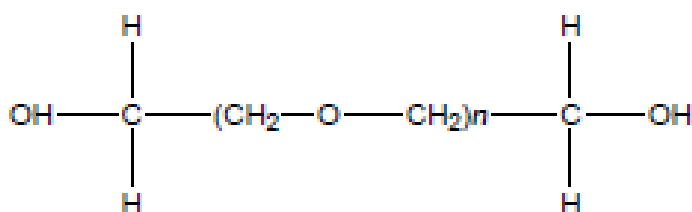
7. **Propilen Glikol.** Propilen glikol mempunyai sifat yang hampir sama dengan gliserin, hanya saja propilen glikol lebih mudah melarutkan berbagai zat. Propilen glikol dapat bersifat sebagai humektan pada konsentrasi 5-80% dan dapat

sebagai emulsifier sehingga membuat krim menjadi stabil (Rowe dkk, 2009). Fungsi propilen glikol adalah sebagai *humectant*, pelarut, dan plasticizer. Fungsi lain propilen glikol adalah sebagai penghambat, fermentasi, dan pertumbuhan jamur, *hygroscopic agent*, desinfektan, stabilizer vitamin, pelarut pengganti yang dapat campur dengan air, misal pengganti gliserin (Rowe dkk, 2009).



Gambar 8. Struktur Propilen Glikol (Rowe dkk, 2009)

8. Polietilen Glikol 400. *Polyoxyethylene glycol* 400 atau PEG 400 (Gambar 8) memiliki berat jenis 1,110 sampai 1,140 dengan pemerian berupa cairan kental jernih, tidak berwarna, praktis tidak berbau, dan sedikit higroskopis. PEG 400 larut dalam air, aseton, alkohol, benzene serta gliserin. PEG 400 memiliki nilai HLB sebesar 13,1 dengan densitas 1,14 gram/cm³ (Rowe dkk, 2009). PEG 400 digunakan sebagai kosurfaktan karena senyawa ini mampu membantu kelarutan zat terlarut dalam medium dispers dengan meningkatkan fleksibilitas lapisan sekitar area droplet (Lawrence *et al.*, 2000). Penelitian yang dilakukan oleh Talegaonkar, Tariq, and Alabood (2011) menunjukkan bahwa PEG 400 yang digunakan sebagai kosurfaktan dengan konsentrasi 10-20% dapat menghasilkan nanoemulsi yang jernih dan stabil serta ukuran *droplet* < 100 nm.



Gambar 9. Struktur PEG 400 (Rowe, 2009)

9. Aqua demineralisata. Aqua demineralisata (Aqua DM / Air demineral) dibuat dari air minum yang dimurnikan menggunakan penukar ion

yang cocok. Aquademineral memiliki pemerian berupa cairan jernih, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak memiliki rasa. Air demineral memiliki rumus kimia H_2O (Departemen Kesehatan RI, 1979).

E. Landasan Teori

Minyak biji kelor memiliki banyak manfaat dalam bidang pengobatan maupun kosmetik. Minyak biji kelor mempunyai kandungan asam oleat yang tinggi (76%) , asam behenat (7%), asam arakhidat (3%) yang berfungsi sebagai antiinflamasi dan anti radikal bebas (Manzoor *et al*, 2007; Anwar *et al*, 2008; Oluwale *et al*, 2013; Aney *et al*, 2009). Minyak biji kelor juga memiliki aktivitas sebagai antijamur (Amelia *et al*, 1999), antiinflamasi, analgesik dan tonik (Sutar *et al*, 2008; Anwar *et al*, 2007), antitumor dan kanker (Hukkeri *et al*, 2006), imunitas dan pengobatan penyakit lupus (Delaveau, 1980; Jayavardhanan *et al*, 1994), penyakit kelenjar prostat (Fuglie *et al*, 1999). Minyak biji kelor termasuk golongan *edible oil* sehingga banyak digunakan dalam salad, menurunkan kadar kolesterol dan aman dikonsumsi (Fahey, 2005; Makkar *et al*, 2007; Cater *et al*, 2001). Aplikasi nanoemulsi sangat bermanfaat dalam menjaga stabilitas dan aktivitas minyak biji kelor dalam sediaan (Gupta *et al.*, 2010).

Nanoemulsi merupakan suatu sistem yang terdiri atas minyak dan air yang distabilkan oleh adanya kombinasi surfaktan dan kosurfaktan (Fulekar, 2010). Ukuran partikel yang sangat kecil (<100 nm) menyebabkan nanoemulsi stabil secara kinetika karena dapat mencegah terjadinya flokulasi, sedimentasi, creaming maupun koalesens (Tadros *et al.*, 2004). Pemilihan komponen yang digunakan sangat berperan dalam pembentukan nanoemulsi yang memiliki sifat dan stabilitas fisik yang baik. Surfaktan dalam nanoemulsi berperan dalam menstabilkan tegangan antarmuka yang terjadi akibat difusi spontan saat pencampuran dua fase (Schramm, 2000), sedangkan kosurfaktan berperan dalam meningkatkan kelarutan zat terlarut dengan meningkatkan fleksibilitas lapisan di sekitar area droplet dan menurunkan energi bebas permukaan sehingga stabilitas lebih dapat dipertahankan (Azeem *et al.*, 2009). Pada penelitian ini, digunakan Tween 20,

Tween 60, Tween 80 sebagai surfaktan dan Etanol 96%, Propanol, Gliserol, Propilen Glikol, Polietilen Glikol 400 sebagai kosurfaktan.

F. Hipotesis

Berdasar permasalahan yang ada dapat disusun suatu hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Proporsi variasi surfaktan dan kosurfaktan berpengaruh terhadap sediaan nanoemulsi minyak biji kelor.
2. Sediaan nanoemulsi minyak biji kelor stabil selama penyimpanan.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah nanoemulsi minyak biji kelor (*Moringa oil*) dengan kombinasi surfaktan Tween 20, Tween 60, Tween 80, dan kosurfaktan Etanol 96%, Propanol, Gliserol, Propilen Glikol, Polietilen Glikol 400.

2. Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sejumlah minyak biji kelor (*Moringa oil*) yang dibuat dengan kombinasi surfaktan Tween 20, Tween 60, Tween 80, dan kosurfaktan Etanol 96%, Propanol, Gliserol, Propilen Glikol, Polietilen Glikol 400 dengan variasi tertentu.

B. Variabel Penelitian

1. Identifikasi variabel utama

Variabel utama merupakan identifikasi dari semua masalah variabel yang diteliti langsung. Variabel utama dalam penelitian ini adalah nanoemulsi minyak biji kelor (*Moringa oil*) yang dibuat dengan kombinasi surfaktan Tween 20, Tween 60, Tween 80, dan kosurfaktan Etanol 96%, Propanol, Gliserol, Propilen Glikol, Polietilen Glikol 400.

Variabel utama kedua dalam penelitian ini adalah karakteristik, stabilitas dan mutu fisik nanoemulsi minyak biji kelor (organoleptis, viskositas dan sentrifugasi).

Variabel utama ketiga dalam penelitian ini adalah metode pembuatan nanoemulsi (alat, lama pengadukan).

2. Klasifikasi variabel utama

Variabel utama dapat diklasifikasikan ke dalam berbagai macam, yaitu:

2.1. Variabel bebas yaitu variabel yang sengaja diubah-ubah untuk dipelajari pengaruhnya terhadap variabel tergantung yaitu variasi konsentrasi

surfaktan Tween 20, Tween 60, Tween 80, dan kosurfaktan Etanol 96%, Propanol, Gliserol, Propilen Glikol, Polietilen Glikol 400 yang digunakan dalam formulasi nanoemulsi.

2.2. Variabel tergantung pada penelitian ini adalah karakterisasi, stabilitas fisik dan ukuran partikel minyak biji kelor dalam sediaan nanoemulsi yang meliputi: kejernihan, viskositas, ukuran globul dan sentrifugasi.

2.3. Variabel moderator adalah variabel yang kemungkinan mempengaruhi variabel tergantung tetapi tidak diutamakan untuk diteliti yaitu aktivitas senyawa kimia minyak biji kelor dalam sediaan nanoemulsi.

2.4. Variabel terkendali adalah variabel yang mempengaruhi variabel tergantung sehingga perlu dinetralisir atau ditetapkan kualifikasinya agar hasil yang didapat tidak tersebar dan dapat diulangi oleh peneliti lain secara tepat yaitu. metode pelarutan, cara pembuatan nanoemulsi minyak biji kelor.

3. Definisi operasional variabel utama

Minyak biji kelor diperoleh dari CV Sofa Mediterranean Indonesia. Nanoemulsi adalah suatu sistem disperse minyak dengan air yang distabilkan oleh lapisan antarmuka dari molekul surfaktan dan kosurfaktan dan memiliki ukuran sekitar 50 – 200 nm. Dalam penelitian ini digunakan surfaktan Tween 20, Tween 60, Tween 80, dan kosurfaktan Etanol 96%, Propanol, Gliserol, Propilen Glikol, Polietilen Glikol 400.

Uji viskositas adalah uji untuk mengetahui kekentalan sediaan nanoemulsi yang terbentuk sehingga dapat disesuaikan untuk maksud pemakaiannya. Uji viskositas nanoemulsi dilakukan dengan menggunakan alat pipa kapiler.

Uji pemeriksaan sentrifugasi adalah pengujian pada sediaan nanoemulsi untuk melihat pemisahan yang terjadi pada nanoemulsi dengan menggunakan mesin sentrifuge.

C. Bahan dan Alat

1. Bahan

1.1. Bahan Utama. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak biji kelor (*Moringa oleifera*) (CV Sofa Mediterranean, Indonesia).

1.2. Surfaktan. Surfaktan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tween 20, Tween 60, Tween 80 (PT Brataco, Indonesia) dengan kualitas bahan farmasetik.

1.3. Kosurfaktan. Kosurfaktan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Etanol 96%, Propanol, Gliserol, Propilen Glikol, dan Polietilen Glikol 400 (Brataco, Indonesia) dengan kualitas bahan farmasetik.

1.4. Bahan Kimia. Bahan kimia yang digunakan antara lain larutan KOH dalam alkohol; larutan HCl Standar 0,0466 N; indikator Phenolphthalein 1%; larutan standar primer $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 0,0502 N ; alkohol 95%; larutan standar NaOH 0,0435 ; larutan standar primer $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,0492 N; larutan Asam Asetat, Kloroform; larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0508 N; larutan KI jenuh; dan larutan amilum 1% dengan kualitas bahan pharmaceutical.

1.5. Bahan Lain. Bahan tambahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aqua demineralisasi dengan kualitas bahan pharmaceutical.

2. Alat

Beragam-macam alat yang digunakan dalam penelitian ini termasuk alat-alat dari gelas yang umum digunakan dalam laboratorium, meliputi: piknometer MC 50 mL (Duran, Jerman), alat uji ukuran partikel dan zeta potensial (Beckman Coulter Delsa® Nano C, USA), particle size analyzer (Microtrac, USA), kuvet semimikro *disposable* 12,5 x 12,5 x 45 mm (Brand, Jerman), *sonicator probe* (QSonica, Newtown, U.S.A), *magnetic stirrer*, *hotplate stirrer* (Thermo Scientific, China), sentrifuge (SPLC Series, Gemmy 8 Hole, Taiwan), pH meter (Eutech Instruments, Ecoscan hand-held series, Singapura), Timbangan Analitik (OHAUS Pioneer Series, USA), Termometer (Mettler), Freezer (Samsung), dan alat-alat gelas (Pyrex, Jepang).

D. Jalannya Penelitian

1. Karakterisasi Minyak Biji Kelor (*Moringa Seed Oil*)

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan karakterisasi minyak biji kelor (*Moringa Seed Oil*) yang dilakukan dengan analisis kimia meliputi penentuan berat jenis, bilangan asam, bilangan penyabunan, dan bilangan di Laboratorium Universitas Setia Budi di Mojosoongo, Surakarta, Jawa Tengah.

1.1. Penentuan Berat jenis. Berat jenis adalah perbandingan dari volume minyak dengan berat air yang volumenya sama pada suhu tertentu. Pengukuran berat jenis dilakukan dengan menggunakan piknometer. Pengukuran berat jenis adalah sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis} = \frac{(\rho_2 - \rho_0)}{\text{Volume piknometer}} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Volume piknometer} = \frac{(\rho_1 - \rho_0)}{\text{BJ aquadest suhu } 27^\circ\text{C}} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan: ρ_0 = Bobot piknometer kosong

ρ_1 = Bobot piknometer + aquadest

ρ_2 = Bobot piknometer + sampel

1.2. Penetapan Bilangan Asam, Bilangan asam adalah ukuran dari jumlah asam lemak atau campuran asam lemak. Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah miligram dari NaOH atau KOH 0,1 N yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat pada 1 gram minyak atau lemak. (Ketaren,S., 1986).

1.2.1. Prosedur Penetapan Bilangan Asam. Prosedur penetapan bilangan asam, sebagai berikut :

Minyak atau lemak yang akan diuji ditimbang 10-20 gram di dalam Erlenmeyer 200 mL. Ditambahkan 50mL alkohol netral 95 persen, kemudian dipanaskan selama 10 menit dalam penangas air sambil diaduk.

Larutan ini kemudian dititrasi dengan NaOH atau KOH 0,1 N dengan indikator larutan Phenolphthalein 1 persen di dalam alcohol, sampai tepat terlihat

warna merah jambu. Setelah itu dihitung jumlah milligram NaOH atau KOH yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas dalam 1 gram minyak atau lemak (Ketaren, S., 1986).

1.2.2. Perhitungan Penetapan Bilangan Asam. Penentuan Penetapan Bilangan Asam dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Bilangan asam (acid value)} = \frac{A \times N \times 56,1}{G} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan: A = jumlah mL NaOH untuk titrasi
N = normalitas larutan NaOH
G = bobot contoh (gram)
40 = bobot molekul NaOH

Disamping bilangan asam kadang-kadang dinyatakan juga dalam derajat asam atau kadar asam. Derajat asam ialah banyaknya milliliter larutan KOH 0,1 N yang diperlukan untuk menetralkan 100 gram minyak atau lemak.

$$\text{Derajat asam} = \frac{100 \times A \times N}{G} \dots\dots\dots(4)$$

Kadar asam-asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak atau lemak, dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Kadar asam (acid number)} = \frac{M \times A \times N}{10 G} \% \dots\dots\dots(5)$$

M = bobot molekul asam lemak, yaitu 205 untuk minyak kelapa, 263 untuk minyak kelapa sawit, dan 282 untuk asam oleat. Biasanya untuk minyak yang lain dari minyak kelapa atau minyak kelapa sawit, dihitung sebagai asam oleat.

1.3. Penetapan Bilangan Penyabunan. Bilangan Penyabunan ialah jumlah alkali yang dibutuhkan untuk menyabunkan sejumlah contoh minyak. Bilangan penyabunan dinyatakan dalam jumlah milligram natrium hidroksida atau kalium hidroksida yang dibutuhkan untuk menyabunkan 1 gram minyak atau lemak. Besarnya bilangan penyabunan tergantung dari berat molekul. Minyak yang mempunyai berat molekul rendah akan mempunyai bilangan penyabunan yang lebih tinggi daripada minyak yang mempunyai berat molekul tinggi. Penentuan bilangan penyabunan dapat dilakukan pada semua jenis minyak dan lemak (Ketaren, S., 1986).

1.3.1. Prosedur Penetapan Bilangan Penyabunan. Prosedur penetapan bilangan penyabunan, sebagai berikut :

Contoh minyak atau lemak disaring dengan kertas saring untuk membuang bahan asing dan kandungan air. Kemudian ditimbang 4 sampai 5 gram contoh di dalam labu Erlenmeyer 250 atau 300 mL. Ditambahkan perlahan-lahan 50 mL KOH 0,5 N beralkohol dengan pipet. Labu Erlenmeyer dihubungkan dengan pendingin tegak dan contoh dididihkan dengan hati-hati sampai semua contoh tersabunkan dengan sempurna, yaitu jika diperoleh larutan yang bebas dari butir-butir lemak. Larutan didinginkan dan bagian dalam dari pendingin tegak dibilas dengan sedikit air. Ke dalam larutan ini ditambahkan 1 mL larutan indikator phenolphthalein (1 persen di dalam 95 persen alkohol), kemudian dititrasi dengan HCl 0,5 N sampai warna merah jambu menghilang.

Pada tiap-tiap penentuan secara titrasi dilakukan juga tirasi blanko sebagai pembanding. Dasar perhitungan ialah selisih antara milliliter titrasi contoh dengan titrasi blanko.

1.3.2. Perhitungan Penetapan Bilangan Penyabunan. Perhitungan Penetapan Bilangan Penyabunan adalah sebagai berikut :

$$\text{Bilangan penyabunan} = \frac{(A-B) \times 28,5}{G} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

A = jumlah mL HCl 0,5 N untuk titrasi blanko

B = jumlah mL HCl 0,5 N untuk titrasi contoh

G = bobot contoh minyak (gram)

28,05 = setengah dari bobot molekul KOH

Bahan yang sensitif terhadap panas dan proses oksidasi dapat ditentukan dengan penyabunan dingin. Larutan minyak yang berwarna gelap dapat di titrasi dengan menggunakan indikator thymolphthalein atau indikator yang lain, tergantung daripada warna larutan yang diuji. Lemak yang sukar disabunkan memerlukan pelarut alkohol yang mempunyai berat molekul tinggi dengan atau tanpa menggunakan pelarut hidrokarbon untuk menaikkan suhu.

1.4. Penentuan Bilangan Peroksida. Bilangan peroksida merupakan bilangan yang menunjukkan ketengikan suatu minyak atau lemak. Penetapan bilangan peroksidasi dilakukan dengan titrasi iodium terhadap Natrium Tiosulfat dengan indikator (Ketaren,S., 1986).

1.4.1. Prosedur Penetapan Bilangan Peroksida. Prosedur penetapan bilangan peroksida, sebagai berikut :

Contoh minyak atau lemak ditimbang seberat 5 gram di dalam labu erlenmeyer, kemudian dimasukkan 30 mL campuran pelarut yang terdiri dari 60 persen asam asetat glasial dan 40 persen kloroform. Setelah minyak larut, ditambahkan 0,5 mL larutan kalium iodida jenuh sambil dikocok. Setelah dua menit sejak penambahan kalium iodida, ditambahkan 30 mL air. Kelebihan iod dititar dengan larutan natrium thiosulfat 0,1 N atau 0,01 N, tergantung dari banyaknya iod bebas. Dengan cara sama dibuat juga penentuan blanko. Titrasi blanko tidak boleh lebih dari 0,1 mL larutan natrium thiosulfat. Hasil dinyatakan dalam miliekuivalen per 1000 gram minyak, milimol per 1000 gram, atau milligram oksigen per 100 gram minyak atau lemak (Ketaren,S., 1986). Perhitungan Penetapan Bilangan Peroksida. Perhitungan penetapan bilangan peroksida dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Bilangan Peroksida (meq peroksid/kgfat)} = \frac{(S-B) \times N \times 1000}{\text{gram sampel}} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan : B = Jumlah mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi blanko
 S = Jumlah mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi sampel
 N = Normalitas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

2. Pembuatan Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

Pembuatan nanoemulsi dimulai dengan menimbang semua bahan sesuai dengan formula yang telah dimodifikasi. Surfaktan, kosurfaktan, minyak biji kelor dimasukkan ke dalam beaker glass dan dicampur dengan menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 25°C selama 10 menit dengan kecepatan 800 rpm. Setelah 10 menit, aquademineral ditambahkan sedikit demi sedikit. Seluruh bahan yang tercampur kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *sonicator homogenizer* selama 15 menit dengan amplitudo sebesar 20%.

3. Tahap-Tahap Skrining Formula.

Skrining formula diperlukan untuk memilih formula terbaik yang diamati dari kejernihan serta ukuran partikel. Skrining formula dalam percobaan

ini meliputi: Skrining surfaktan-kosurfaktan, Skrining konsentrasi surfaktan-kosurfaktan, Skrining konsentrasi fase minyak.

3.1. Skrining Kosurfaktan. Formulasi nanoemulsi minyak biji kelor menggunakan surfaktan Tween 20, Tween 60 dan Tween 80. Kosurfaktan yang digunakan Etanol 96%, Propanol, Gliserol, Propilen Glikol, Polietilen Glikol 400 dengan konsentrasi surfaktan-kosurfaktan yang sama (**Lampiran 16**).

3.2. Skrining Konsentrasi Surfaktan-Kosurfaktan. Surfaktan-kosurfaktan yang digunakan sebesar 2-10% dengan berbagai perbandingan yaitu : 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 2:1, 2:3, 2:4, 3:1, 3:2, 3:4, 4:1, 4:2, 4:3 dengan lima formula dalam tiap perbandingan pada **Lampiran 17**. Perbandingan surfaktan dan kosurfaktan berfungsi untuk menentukan persen perbandingan jumlah surfaktan dan kosurfaktan yang paling tepat dalam membentuk nanoemulsi yang jernih. Kosurfaktan yang digunakan dalam optimasi ini adalah jenis kosurfaktan yang dapat membantu surfaktan dalam membentuk nanoemulsi minyak biji kelor yang jernih berdasarkan Skrining kosurfaktan (**Lampiran 16**) yang telah dilakukan sebelumnya.

3.3. Skrining Fase Minyak. Skrining fase minyak dilakukan untuk mengetahui konsentrasi fase minyak yang dapat membentuk nanoemulsi yang jernih dengan konsentrasi 1-4% (**Tabel 3**).

Tabel 3. Skrining Fase Minyak

Bahan		Konsentrasi Minyak		
Minyak Biji Kelor	1 %	2%	3%	4%
Aqua DM		Surfaktan terpilih		
		Kosurfaktan terpilih ad 100%		

3.4. Formula Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

Tabel 4. Formula Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

Bahan	Kegunaan	Formula (%)
Minyak Biji Kelor	Fase minyak terpilih	
	Surfaktan terpilih	
	Kosurfaktan terpilih	
Aqua DM	Fase air	ad 100

6. Pembuatan Diagram *Pseudoternary*

Hasil optimasi fase minyak yang dilakukan kemudian dimasukkan ke diagram *Pseudoternary* untuk menentukan daerah terbentuknya nanoemulsi dengan menggunakan software Ternary Diagram Versi 1.0.3.0. © 2004 ProSim SA French (France).

7. Evaluasi Sifat Fisik Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

7.1. Penentuan Berat jenis. Pengukuran berat jenis sediaan perlu dilakukan untuk melihat kontinuitas berat jenis jika ada pengulangan pembuatan sediaan.

7.2. Uji Organoleptis. Uji organoleptis nanoemulsi meliputi uji warna dan konsistensi nanoemulsi untuk mengetahui secara fisik keadaan nanoemulsi. Pemeriksaan organoleptis dilakukan untuk mendiskripsikan warna, bau dan konsistensi dari sediaan nanoemulsi yang sudah bercampur dengan surfaktan dan kosurfaktan, sediaan yang dihasilkan sebaiknya memiliki warna yang menarik, bau yang menyenangkan dan kekentalan yang cukup agar nyaman dalam penggunaan (Voight, 1995).

7.3. Uji pH. Sediaan nanoemulsi yang ditujukan untuk pemakaian secara topical harus didesain agar tidak menimbulkan iritasi. Oleh karena itu, pH sediaan harus berada pada pH 4-6 yang merupakan pH kulit (Ali dan Yosipovitch, 2013).

7.4. Uji Viskositas. Uji Viskositas untuk mengetahui kekentalan sediaan nanoemulsi yang terbentuk sehingga dapat disesuaikan untuk maksud pemakaiannya. Uji viskositas nanoemulsi dilakukan dengan menggunakan alat pipa kapiler dengan cara menghitung kecepatan alir nanoemulsi kemudian dilakukan uji statistik dibandingkan viskositas setiap minggunya.

7.5. Morfologi Tetesan Nanoemulsi. Morfologi tetesan nanoemulsi dapat dilihat menggunakan Transmission Electron Microscope (JEM 400). Pengamatan dilakukan di Laboratorium TEM, FMIPA, Universitas Gadjah Mada. Sampel nanoemulsi ditetesi di atas *copper grid* kemudian dilapisi karbon dengan alat *auto carbon coated* selama 5 detik selanjutnya dikeringkan pada suhu ruang selama 24 jam. Setelah kering kemudian dilapisi lagi seperti prosedur sebelumnya

kemudian dimasukkan ke dalam *holder* dan sampel dianalisis dengan percepatan voltage 120 kV dengan perbesaran 5.000 dan 10.000x.

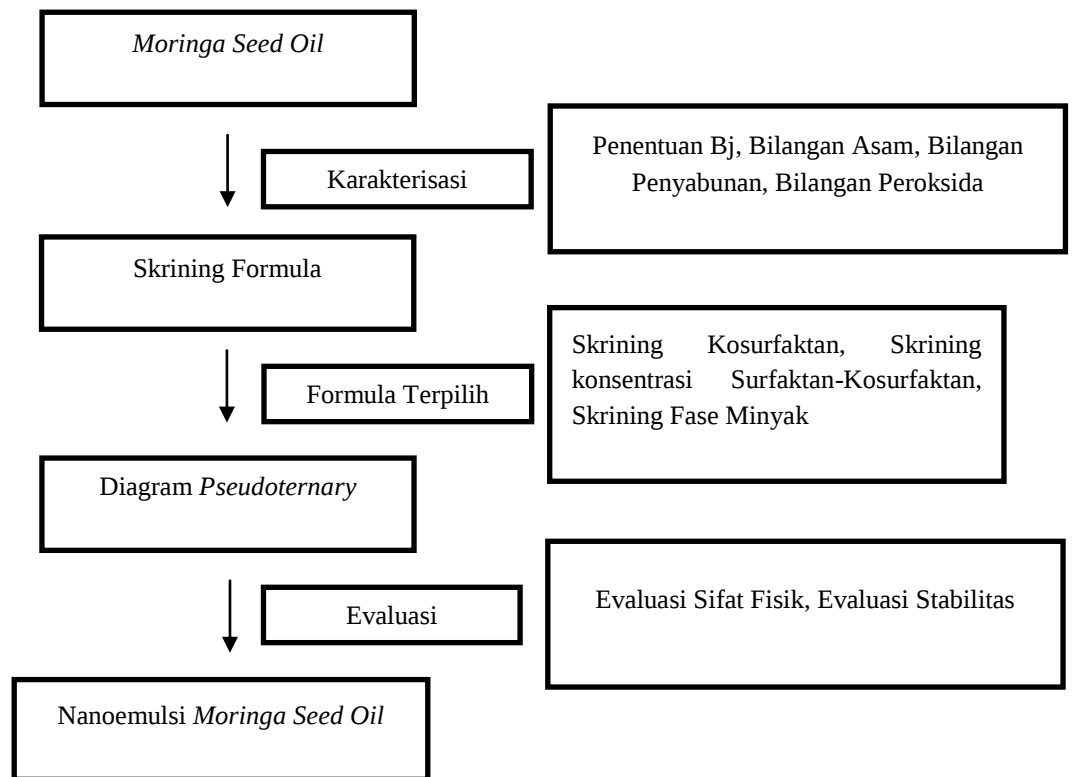
8. Evaluasi Stabilitas Fisik Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

8.1. Uji Sentrifugasi. Uji sentrifugasi nanoemulsi dalam tabung sentrifugasi dimasukkan kedalam sentrifugator dengan kecepatan putaran 3800 rpm selama 30 menit. Uji sentrifugasi bertujuan untuk mengetahui efek guncangan pada saat transport produk terhadap tampilan fisik produk.

8.2. Uji Freeze-Thaw. Uji Freeze-Thaw dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan suhu terhadap kestabilan sediaan. Pengujian ini dilakukan dengan menyimpan sediaan selama 24 jam pada suhu -4°C dan 24 jam berikutnya pada suhu 40°C . Pengujian dilakukan selama 6 siklus.

E. Analisis Data

Analisis data pH dan viskositas terhadap penyimpanan nanoemulsi minyak biji kelor selama satu bulan setiap minggunya dianalisis secara statistik menggunakan metode analisis *Mann Whitney* dengan taraf kepercayaan 95% menggunakan SPSS. Uji *Mann-Whitney* digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan respon dari 2 populasi data yang saling independen. Tes ini merupakan tes paling kuat diantara tes-tes nonparametrik.



Gambar 10. Skema Kerja Jalannya Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil Karakterisasi Minyak Biji Kelor

Karakterisasi minyak biji kelor dilakukan dengan membandingkan nilai berat jenis, bilangan asam, bilangan penyabunan, dan bilangan peroksida yang telah diteliti sebelumnya oleh Madubuike dkk., 2015.

Tabel 5. Hasil Karakterisasi Minyak Biji Kelor

Nilai	Madubuike dkk., 2015	Hasil percobaan
Berat jenis (24°C)	0,900	0,9111
Asam Lemak Bebas (asam oleat %)	0,21	0,28
Bilangan Penyabunan (mg KOH/g)	198,54	195,36
Bilangan Peroksida (Mequiv/kg oil)	0,52	0,3048

2. Skrining Formula.

Skrining formula diperlukan untuk memilih formula yang diamati dari kejernihan serta ukuran partikel. Skrining formula dalam percobaan ini meliputi: Skrining surfaktan-kosurfaktan, Skrining konsentrasi surfaktan-kosurfaktan, Skrining konsentrasi fase minyak.

Pembuatan nanoemulsi minyak biji kelor diawali dengan melakukan pengadukan secara konstan antara minyak biji kelor, surfaktan serta kosurfaktan dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit. Pengadukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* termasuk dalam metode pembuatan nanoemulsi secara spontan dimana energi yang dibutuhkan rendah sehingga ukuran partikel yang dihasilkan kurang seragam yang ditunjukkan keruhnya formula secara visual. Pembuatan nanoemulsi secara spontan memiliki kekurangan salah satunya ialah membutuhkan surfaktan dengan jumlah yang lebih banyak untuk menghasilkan sediaan dengan ukuran partikel <100 nm. Pada penelitian ini menggunakan metode non spontan menggunakan sonikator dengan amplitudo sebesar 20% selama 15 menit yang bertujuan mendapatkan ukuran partikel yang lebih kecil < 100 nm.

2.1. Skrining Kosurfaktan

Formulasi nanoemulsi minyak biji kelor menggunakan surfaktan Tween 20, Tween 60 dan Tween 80. Kosurfaktan yang digunakan Etanol 96%, Propanol, Gliserol, Propilen Glikol, Polietilen Glikol 400 dengan konsentrasi surfaktan-kosurfaktan yang sama (**Lampiran 18**). Kosurfaktan yang terpilih adalah Etanol 96%, dimana formula yang mengandung Etanol 96% memiliki ukuran partikel paling kecil yaitu 105 nm.

2.2. Skrining Konsentrasi Surfaktan-Kosurfaktan

Surfaktan-kosurfaktan yang digunakan sebesar 2-10% dengan berbagai perbandingan yaitu : 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 2:1, 2:3, 2:4, 3:1, 3:2, 3:4, 4:1, 4:2, 4:3 dengan lima formula dalam tiap perbandingan pada **Lampiran 19**. Perbandingan surfaktan dan kosurfaktan berfungsi untuk menentukan persen perbandingan jumlah surfaktan dan kosurfaktan yang paling tepat dalam membentuk nanoemulsi yang jernih. Kosurfaktan yang digunakan dalam skrining ini adalah jenis kosurfaktan yang dapat membantu surfaktan dalam membentuk nanoemulsi minyak biji kelor yang jernih berdasarkan skrining kosurfaktan (**Lampiran 18**) yang telah dilakukan sebelumnya.

Formula konsentrasi surfaktan-kosurfaktan dengan ukuran terkecil adalah formula F2 2:1 T80 dengan komposisi minyak biji kelor 1%; Tween 80 2,7% ; kosurfaktan Etanol 96% sebesar 1,3%; dan akuades ad 100% dalam 20 mL formula.

2.3. Skrining Fase Minyak.

Skrining fase minyak dilakukan untuk mengetahui konsentrasi minyak yang dapat membentuk nanoemulsi yang jernih antara konsentrasi 1-4%. (**Tabel 6**). Skrining fase minyak yang terpilih adalah konsentrasi minyak biji kelor 1% yang jernih transparan dibandingkan dengan formula dengan komposisi minyak biji kelor 2%, 3%, dan 4%.

Tabel 6. Skrining Fase Minyak

Bahan	Kegunaan	Konsentrasi Minyak			
Minyak Biji Kelor	Fase Minyak	1 %	2%	3%	4%
Tween 80	Surfaktan		2,7%		
Etanol 96%	Kosurfaktan		1,3%		
Aqua DM	Fase Air		ad 100% (20mL)		
	Hasil	J	K	K	K

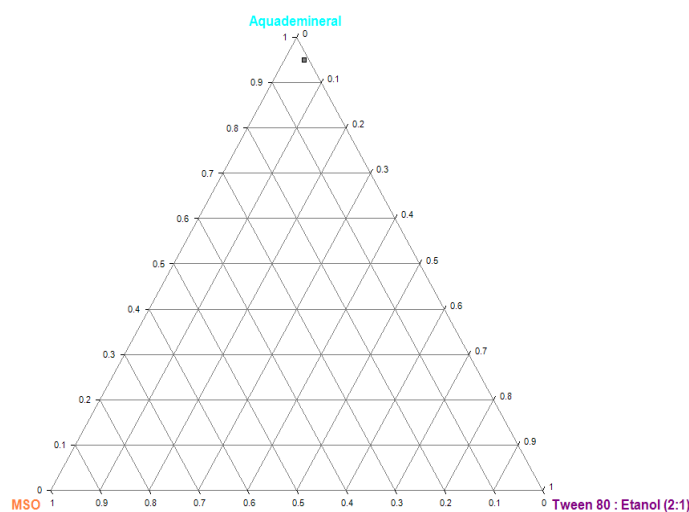
Keterangan : J = Jernih, K = Keruh

2.4. Formula Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

Tabel 7. Formulasi Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

Bahan	Kegunaan	Formula (%)
Minyak Biji Kelor	Fase minyak terpilih	1
Tween 80	Surfaktan terpilih	1,3
Etanol 96%	Kosurfaktan terpilih	2,7
Aqua DM	Fase air	95

- Hasil formula terpilih nanoemulsi minyak biji kelor kemudian dimasukkan kedalam diagram *pseudoternary*.

**Gambar 11. Formula Nanoemulsi Minyak Biji Kelor**

Keterangan : ■ = titik yang menjadi nanoemulsi dengan ukuran 20 nm.

Diagram *Pseudoternary* nanoemulsi minyak biji kelor untuk minyak biji kelor 1%, Tween 80, Etanol 96% 4% dan akuades sebesar 95%.

4. Evaluasi Sifat Fisik Nanoemulsi

4.1. Penentuan Berat jenis. Pengukuran berat jenis sediaan perlu dilakukan untuk melihat kontinuitas berat jenis jika ada pengulangan pembuatan

sediaan. Pengukuran berat jenis nanoemulsi minyak biji kelor pada suhu 27°C yaitu 0,9930 g/mL.

4.2. Uji Organoleptis. Uji organoleptis nanoemulsi meliputi uji warna dan konsistensi nanoemulsi untuk mengetahui secara fisik keadaan nanoemulsi. Pemeriksaan organoleptis dilakukan untuk mendiskripsikan warna, bau dan konsistensi dari sediaan nanoemulsi yang sudah bercampur dengan surfaktan dan kosurfaktan, sediaan yang dihasilkan sebaiknya memiliki warna yang menarik, bau yang menyenangkan dan kekentalan yang cukup agar nyaman dalam penggunaan (Voight, 1995).

Tabel 8. Hasil Uji Organoleptis Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

Waktu	Warna	Bau	Bentuk
Minggu 1	Jernih	Bau Khas Minyak Biji Kelor	Cairan encer
Minggu 2	Jernih	Bau Khas Minyak Biji Kelor	Cairan encer
Minggu 3	Jernih	Bau Khas Minyak Biji Kelor	Cairan encer
Minggu 4	Jernih	Bau Khas Minyak Biji Kelor	Cairan encer

4.3. Uji pH. Sediaan nanoemulsi yang ditujukan untuk pemakaian secara topikal harus didesain agar tidak menimbulkan iritasi. Oleh karena itu, pH sediaan harus berada pada pH 4-6 yang merupakan pH kulit (Ali dan Yosipovitch, 2013).

Tabel 9. Hasil Uji Mann-Whitney pH Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

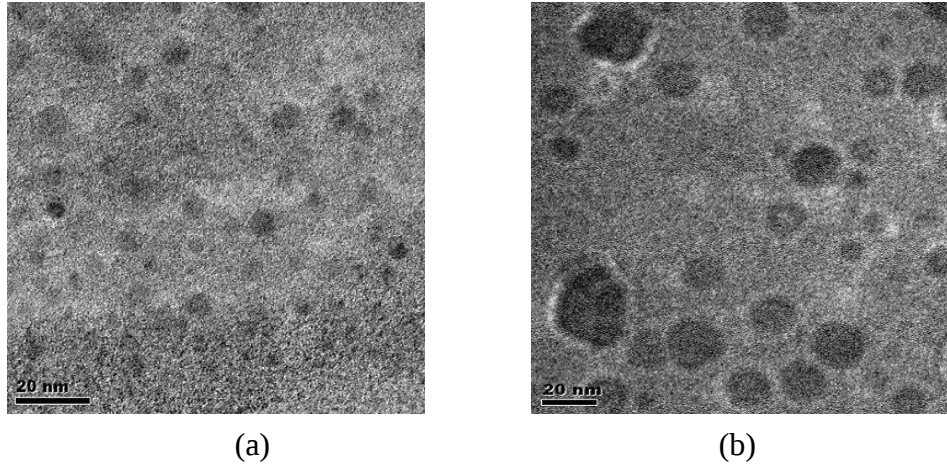
Waktu	Signifikasi	Keterangan
Minggu 0 Minggu 1	0,0500	Signifikan
Minggu 0 Minggu 2	0,0500	Signifikan
Minggu 0 Minggu 3	0,0500	Signifikan
Minggu 0 Minggu 4	0,0500	Signifikan
Minggu 1 Minggu 2	0,0460	Signifikan
Minggu 1 Minggu 3	0,0500	Signifikan
Minggu 1 Minggu 4	0,0500	Signifikan
Minggu 2 Minggu 3	0,0460	Signifikan
Minggu 2 Minggu 4	0,0500	Signifikan
Minggu 3 Minggu 4	0,0460	Signifikan

4.4. Uji Viskositas. Uji Viskositas untuk mengetahui kekentalan sediaan nanoemulsi yang terbentuk sehingga dapat disesuaikan untuk maksud pemakaiannya. Uji viskositas nanoemulsi dilakukan dengan menggunakan alat pipa kapiler.

Tabel 10. Hasil Uji *Mnn-Whitney* Viskositas Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

Waktu	Signifikasi	Keterangan
Minggu 0 Minggu 1	0,2750	Tidak Signifikan
Minggu 0 Minggu 2	0,0500	Signifikan
Minggu 0 Minggu 3	0,0500	Signifikan
Minggu 0 Minggu 4	0,0500	Signifikan
Minggu 1 Minggu 2	0,0460	Signifikan
Minggu 1 Minggu 3	0,0500	Signifikan
Minggu 1 Minggu 4	0,0500	Signifikan
Minggu 2 Minggu 3	0,0460	Signifikan
Minggu 2 Minggu 4	0,0500	Signifikan
Minggu 3 Minggu 4	0,0460	Signifikan

4.5. Morfologi Tetesan Nanoemulsi. Hasil pengamatan uji TEM (Transmission Electron Microscope) pada gambar menunjukkan tetesan nanoemulsi yang relatif seragam dengan ukuran 20 nm.



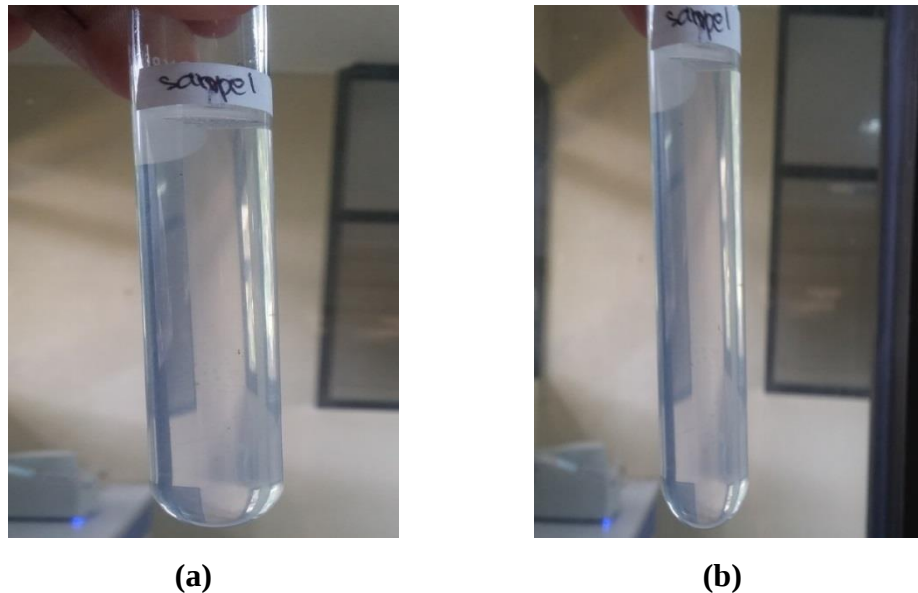
Gambar 12. Morfologi Tetesan Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

(a) Perbesaran 5.000x

(b) Perbesaran 10.000x

5. Evaluasi Stabilitas Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

5.1. Uji Sentrifugasi. Uji sentrifugasi nanoemulsi dalam tabung sentrifugasi dimasukkan kedalam sentrifugator dengan kecepatan putaran 3800 rpm selama 30 menit. Uji sentrifugasi bertujuan untuk mengetahui efek guncangan pada saat transport produk terhadap tampilan fisik produk.



Gambar 13. Uji Sentrifugasi Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

(a) Sebelum sentrifugasi

(b) Sesudah sentrifugasi

Tabel 11. Hasil Uji Sentrifuge Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

Sebelum	Sesudah
Jernih transparan	Jernih transparan

5.2. Uji Freeze-Thaw. Uji Freeze-Thaw dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan suhu terhadap kestabilan sediaan. Pengujian ini dilakukan dengan menyimpan sediaan selama 24 jam pada suhu 4°C dan 24 jam berikutnya pada suhu 40°C. Pengujian dilakukan selama 6 siklus (**Lampiran 12**).

Tabel 12. Hasil Uji Freeze-Thaw Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

Hari	Kondisi	Waktu	Pengamatan
1	4°C	24 jam	Jernih
2	40°C	24 jam	Jernih
3	4°C	24 jam	Jernih
4	40°C	24 jam	Jernih
5	4°C	24 jam	Jernih
6	40°C	24 jam	Jernih
7	4°C	24 jam	Agak keruh
8	40°C	24 jam	Agak keruh
9	4°C	24 jam	Agak keruh
10	40°C	24 jam	Agak keruh
11	4°C	24 jam	Agak keruh
12	40°C	24 jam	Agak keruh

B. Pembahasan

Minyak biji kelor (*Moringa Seed Oil*) merupakan minyak yang berasal dari ekstrak biji kelor. Minyak biji kelor mempunyai kandungan asam oleat yang tinggi, asam behenat, asam arakhidat yang berfungsi sebagai antiinflamasi, antioksidan, emollient, perawatan rambut, pencerah kulit, antijmur, analgesik, tonic, antitumor dan kanker, imunitas dan pengobatan penyakit lupus. Minyak biji kelor dengan konsentrasi 1-4% dapat berkhasiat sebagai antioksidan. Sistem penghantaran terkendali pada produk obat dan kosmetik banyak dikembangkan untuk mengoptimalkan dispersi bahan aktif (Chouksey *et al*, 2011), salah satunya adalah nanoemulsi. Nanoemulsi sistem penghantaran obat yang terdiri atas fase air dan minyak yang distabilkan oleh kombinasi antara surfaktan dan kosurfaktan dengan rata-rata *droplet* berukuran <100nm (Fulekar, 2010). Surfaktan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tween 20, Tween 60, dan Tween 80 yang merupakan surfaktan non ionik dan bersifat non-iritatif yang umum digunakan dalam sediaan farmasi dan kosmetik. Sedangkan kosurfaktan yang dipakai dalam

penelitian ini adalah Etanol 96%, Propanol, Gliserol, Propilen Glikol, Polietilen Glikol 400 yang merupakan kosurfaktan yang sering digunakan dalam sediaan farmasi baik untuk bahan makanan maupun kosmetik. (Rowe dkk, 2009).

Karakterisasi minyak biji kelor dilakukan untuk mengetahui berat jenis, bilangan asam, bilangan penyabunan, dan bilangan peroksida dan dibandingkan dengan karakterisasi terdahulu yang pernah dilakukan oleh Madubuike dkk (2015). Bilangan asam yang tinggi menunjukkan kualitas minyak yang rendah. Hal ini didasarkan pada kandungan asam lemak bebas (asam palmitate) dalam minyak. Asam palmitate merupakan golongan asam lemak jenuh. Asam lemak jenuh sendiri merupakan rangkaian poligliserol yang terangkai dan hanya memiliki ikatan tunggal dan panjang. Inilah mengapa menjadi penyebab adanya tingkat kejenuhan pada asam lemak jenuh. Apabila kadar tersebut asam lemak jenuh terlalu berlebihan, akan terjadi pengendapan dalam darah dan tubuh manusia yang akan menyebabkan obesitas hingga penyakit jantung. Bilangan penyabunan adalah jumlah alkali yang dibutuhkan untuk menyabunkan sejumlah sampel minyak. Bilangan penyabunan menyatakan seberapa besar kandungan asam lemak yang masih terikat dalam bentuk triasilgliserol (Ketaren, 1986). Semakin besar bilangan penyabunan pada minyak, menandakan semakin besar kandungan asam lemak yang terkandung didalam minyak. Bilangan peroksida menunjukkan banyaknya kandungan peroksida di dalam minyak akibat proses oksidasi dan polimerisasi. Asam lemak tidak jenuh didalam minyak diketahui dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk suatu peroksida. Semakin besar angka peroksida suatu minyak maka semakin rendah kualitas minyak tersebut.

Pembuatan nanoemulsi minyak biji kelor dimulai dengan menimbang semua bahan sesuai dengan formula yang telah dimodifikasi. Kemudian surfaktan, kosurfaktan, minyak biji kelor dimasukkan ke dalam beaker glass dan dicampur dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit dengan kecepatan 800 rpm. Setelah 10 menit, aquademineral ditambahkan sedikit demi sedikit. Seluruh bahan tercampur kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *sonicator homogenizer* selama 15 menit dengan amplitudo sebesar 20%.

Pembuatan nanoemulsi dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu cara spontan dan non spontan. Cara spontan dilakukan apabila zat aktif, minyak, surfaktan, dan kosurfaktan yang dicampurkan dengan cara sederhana dengan menggunakan *magnetic stirrer* dapat menghasilkan nanoemulsi yang jernih, sedangkan cara non spontan dilakukan apabila dengan cara spontan tidak dapat menghasilkan nanoemulsi yang jernih maka diberikan energi tinggi dari luar untuk memperkecil ukuran partikel zat sehingga akan menghasilkan nanoemulsi yang jernih. Pada pembuatan nanoemulsi minyak biji kelor dilakukan dengan cara non spontan dengan menggunakan *sonicator homogenizer* yang sebelum percobaan dilakukan orientasi dan didapatkan frekuensi sonikator yang menghasilkan formula yang paling jernih dengan amplitudo sebesar 20% selama 15 menit. Surfaktan yang digunakan adalah Tween 20, Tween 60, Tween 80. Surfaktan ini termasuk surfaktan dengan jenis anionik. Kosurfaktan yang digunakan adalah Etanol 96%, 86%, Propanol, Gliserol, Propilen Glikol, Polietilen Glikol yang merupakan kosurfaktan dengan rantai pendek (C3-C8). Kosurfaktan Etanol 96% efektif digunakan untuk membuat nanoemulsi minyak biji kelor dibandingkan dengan kosurfaktan lain yang ditunjukkan dengan kejernihan formula pada saat skrining kosurfaktan dengan ukuran partikel terkecil 105 nm. Minyak biji kelor ditambahkan surfaktan terlebih dahulu pada pembuatannya, surfaktan berfungsi sebagai kepala dan ekor yang akan mendispersikan bagian hidrofobik dari minyak biji kelor dengan bagian hidrofilik air sehingga akan terbentuk nanoemulsi yang terdispersi. Skrining formula meliputi: skrining kosurfaktan, skrining konsentrasi surfaktan-kosurfaktan, dan skrining fase minyak. Skrining formula diperlukan untuk memilih formula terbaik yang diamati dari kejernihan yang kemudian dilihat ukuran partikelnya. Skrining kosurfaktan untuk menentukan jenis kosurfaktan yang menghasilkan ukuran partikel nanoemulsi yang terkecil dari berbagai macam jenis kosurfaktan yang dilakukan, kosurfaktan Etanol 96% menghasilkan ukuran partikel terkecil sebesar 105 nm. Pada skrining konsentrasi surfaktan-kosurfaktan menunjukkan bahwa formula yang menggunakan Tween 80 lebih menghasilkan sistem stabil dan homogen daripada formula yang menggunakan Tween 20 dan Tween 60. Hal tersebut disebabkan oleh halangan

sterik yang dihasilkan Tween 80 lebih besar daripada Tween 20 dan Tween 60. Tween 80 memiliki rantai hidrokarbon yang lebih besar daripada Tween 20 dan Tween 60 sehingga lebih menstabilkan emulsi (Murtiningrum dkk., 2013). Tween 80 juga merupakan turunan asam oleat (polioksietilena sorbitan monooleat) yang merupakan asam lemak tidak jenuh seperti halnya minyak biji kelor yang memiliki kandungan utama asam oleat, sedangkan Tween 20 dan Tween 60 memiliki kandungan utama asam laurat yang merupakan asam lemak jenuh. Minyak biji kelor menunjukkan ketercampuran yang lebih tinggi dalam Tween 80 sesuai dengan prinsip *like dissolves like*, yaitu senyawa yang memiliki karakteristik yang sama akan saling melarutkan (Azeem dkk., 2009). Skrining fase minyak, minyak dengan konsentrasi 1% menunjukkan hasil formula yang paling jernih. Formula akhir nanoemulsi minyak biji kelor terpilih adalah formula F2 2:1 dengan komposisi Tween 80 2,7% ; Etanol 96% 1,3%, dan akuades 95%. Hasil formulasi terpilih dari nanoemulsi minyak biji kelor kemudian disusun menjadi diagram *Pseudoternary* yang menunjukkan area nanoemulsi minyak biji kelor dengan ukuran 20 nm.

Hasil evaluasi sifat fisik nanoemulsi meliputi berat jenis nanoemulsi, uji organoleptis, uji pH, uji viskositas, morfologi tetesan nanoemulsi. Pengukuran berat jenis sediaan perlu dilakukan untuk melihat kontinuitas berat jenis jika ada pengulangan pembuatan sediaan. Uji pH nanoemulsi dilakukan setiap minggu selama 1 bulan penyimpanan dengan 3 kali replikasi untuk mengetahui kenaikan atau penurunan pH pada sediaan nanoemulsi. Sediaan nanoemulsi yang ditujukan untuk pemakaian secara topikal harus didesain agar tidak menimbulkan iritasi. Oleh karena itu, pH sediaan harus berada pada pH 4-6 yang merupakan pH kulit (Ali dan Yosipovitch, 2013). Berdasarkan hasil uji *Mann-Whitney* pH nanoemulsi terdapat perbedaan signifikan pH setiap minggunya, hal ini menunjukkan kurang stabilnya nanoemulsi dalam penyimpanan dalam jangka waktu 1 bulan. Hal ini terjadi karena banyaknya komponen asam pada minyak biji kelor yang menyebabkan pH nya asam dan kurang stabilnya nanoemulsi menyebabkan ikatan minyak dengan surfaktan menjadi berkurang sehingga komponen asam yang lepas menyebabkan suasana asam pada nanoemulsi. Uji viskositas untuk mengetahui

kekentalan sediaan nanoemulsi yang terbentuk sehingga dapat disesuaikan untuk maksud pemakaiannya. Pada pengujian viskositas nanoemulsi minyak biji kelor menggunakan pipa kapiler dikarenakan sediaan nanoemulsi yang terlalu encer sehingga tidak dapat diukur menggunakan viscometer Cup and Bob maupun viscometer Rion. Berdasarkan hasil uji *Mann-Whitney* viskositas nanoemulsi terdapat perbedaan signifikan, kecuali pada minggu 0 ke minggu 1. Hal ini menunjukkan semakin lama penyimpanan nanoemulsi terjadi agregasi sehingga viskositasnya bertambah. Morfologi tetesan nanoemulsi dilakukan untuk mengetahui morfologi droplet nanoemulsi yang terbentuk dengan menggunakan TEM (Transmission Electron Microscope). Hasil uji TEM menunjukkan bahwa ukuran partikel relatif seragam dan tidak bertumpuk yang menunjukkan bahwa dispersi minyak, surfaktan, kosurfaktan, dan air terdispersi merata dalam sediaan nanoemulsi dengan ukuran yang seragam. Nanoemulsi memiliki bentuk tetesan (droplet) bulat yang relatif seragam dan tidak mudah mengalami koalesens pada rentang suhu yang ekstrim karena nanoemulsi bersifat stabil secara termodinamik. Selain itu tetesan nanoemulsi juga dilingkupi oleh surfaktan dan kosurfaktan, sehingga meminimalkan penggabungan antar fase dispers (Tsakalakos, 2003). *Polydispersity index* (PI) digunakan untuk memperkirakan rentang distribusi ukuran partikel yang ada dalam suatu sampel serta mengetahui ada tidaknya agregasi. Distribusi ukuran partikel dinyatakan sebagai monodispersi jika PI berada pada rentang 0,01-0,7. Pada penelitian ini diperoleh IP 0,279 artinya tingkat keseragaman distribusi ukuran nanoemulsi minyak biji kelor cukup baik. Zeta potensial menggambarkan potensial elektrik dari partikel dan medium tempat partikel tersebut terdispersi. Nanoemulsi yang memiliki zeta potensial (bermuatan) menunjukkan nanoemulsi yang stabil, hal ini dikarenakan muatan permukaan akan mencegah agregasi antar partikel (Avadi et al., 2010). Pada penelitian ini muatan zeta potensial sebesar -30,12 mV, namun pada penyimpanan 1 bulan nilai zeta potensial menjadi 0,1 mV dimana semakin mendekati 0 maka semakin tidak bermuatan yang artinya cenderung membentuk agregat.

Hasil organoleptis dari formula terpilih adalah relatif stabil selama masa penyimpanan dalam waktu 1 bulan. Pada warna dan bau adalah tetap sama, dan

pada konsistensi mengalami peningkatan. Hasil pengukuran partikel untuk formula terpilih setelah penyimpanan selama 1 bulan adalah sebesar 26 nm yang berarti terdapat kenaikan ukuran partikel setelah penyimpanan akibat adanya peristiwa Ostwald ripening dimana terjadi agregasi antar partikel sehingga ukurannya menjadi lebih besar dan bersifat irreversible.

Evaluasi stabilitas nanoemulsi minyak biji kelor meliputi uji sentrifugasi, dan uji Freeze Thaw. Uji sentrifugasi nanoemulsi dalam tabung sentrifugasi dimasukkan kedalam sentrifugator dengan kecepatan putaran 3800 rpm selama 30 menit. Uji sentrifugasi bertujuan untuk mengetahui efek guncangan pada saat transport produk terhadap tampilan fisik produk. Hasil uji sentrifugasi untuk formula terpilih dengan menggunakan sentrifuse menunjukkan kestabilan nanoemulsi dimana tidak terbentuk agregasi setelah sentrifugasi. Uji Freeze-Thaw dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan suhu terhadap kestabilan sediaan. Pengujian ini dilakukan dengan menyimpan sediaan selama 24 jam pada suhu 4°C dan 24 jam berikutnya pada suhu 40°C. Hasil uji Freeze-Thaw nanoemulsi minyak biji kelor menunjukkan ketidakstabilan pada siklus ke empat sampai enam yang ditunjukkan adanya kekeruhan pada nanoemulsi. Hal ini menunjukkan pengaruh suhu berpengaruh terhadap stabilitas nanoemulsi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Formula sediaan nanoemulsi minyak biji kelor yang terpilih sesuai hasil skrining adalah pada formula dengan komposisi 1% minyak biji kelor ; 2,7 % Tween 80 ; 1,3% Etanol 96% dan 95% akuades.
2. Uji organoleptis menunjukkan kestabilan nanoemulsi. Uji statistik Mann-Whitney terhadap pH dan viskositas nanoemulsi biji kelor menunjukkan adanya perbedaan signifikan setiap minggu nya selama penyimpanan. Uji morfologi tetesan nanoemulsi menunjukkan tetesan nanoemulsi yang relatif seragam.
3. Uji sentrifuge menunjukkan nanoemulsi yang stabil. Uji Freeze-Thaw menunjukkan ketidakstabilan nanoemulsi minyak biji kelor setelah siklus ke 4.

Saran

Saran dalam penelitian ini adalah:

Pertama, perlu dilakukan uji kuantitatif minyak biji kelor dengan metode lain seperti HPLC (High Performance Liquid Chromatography) atau GC (Gas Chromatography).

Kedua, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menguji aktivitas antioksidan dari nanoemulsi minyak biji kelor.

Ketiga, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengembangan bentuk sediaan nanoemulsi minyak biji kelor.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2017, Behenic acid, https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Dosanoic_acid, diakses pada 27 Mei 2017
- Ali, S.M., & Yosipovitch, G., 2013, Skin pH: From Basic Science to Basic Skin Care, *Acta Derm Venereol*, 93: 261-267.
- Amelia, P., Guevara, A., Carolyn, V., Hiromu, S., Yasuhiro, F., Keiji, H., (1999)
: An Antitumor Promoter from *Moringa oleifera* Lam. *Mutation Research*, 440. 181-88
- Aney J.S., Tambel, R., Kulkarni, M., Bhise, K., (2009) : Pharmacological And Pharmaceutical Potential Of *Moringa oleifera*: A Review, *Journal of Pharmacy Research*, 2(9). 1424-1426
- Anwar, F and Latif, S., (2007) : *Moringa oleifera*: A Food Plant with Multiple Medicinal Uses. *Phytotherapy Research*, 2007, 21. 17-25
- Anwar, F and Latif, S., (2008) : Quality Assessment of *M. concanensis* Seed Oil Extracted Through Solvent and Aqueous-Enzymatic Techniques. *Grasas Aceites, Enero-Marzo*, 1: 68-75
- Avadi, M.R., Sadeghi, A.M.M., Mohammadpour, N., Abedin, S., Atyabi, F., Dinarvand, and Rafiee-Tehrani, M., 2010, Preparation and characterization of insulin nanoparticles using chitosan and Arabic gum with ionic gelation method. *Nanomed Nanotechnol Biol Med*, 6:58-63.
- Azeem, A., Rizwan, M., Ahmad, F.J., Iqbal, Z., Khar, R.K., Aqil, M., *et al.*, 2009,
Nanoemulsion Components Screening and Selection : a Technical Note, *AAPS PharmSciTech*, 10(1):69-76
- Bernardi, D.S., Pereira, T.A., Maciel, N.R., Bortoloto, J., Viera, G.S., Oliveira, G.C., dan Rocha-Filho, P.A., (2011): Formation and Stability of Oil-in-Water Nanoemulsions Containing Rice Brain Oil: In Vitro and In vivo Assessment, *Journal of Nanobiotechnology*, 9:44, 1-9.
- Bouchemal, K., Briancon, S., Perrier, E., and Fessi, H., 2004, Nano-emulsion Formulation Using Spontaneous Emulsification: Solvent, Oil, and Surfactant optimization, *International Journal of Pharmaceutics*, 280(2004):241-251.

- Cater, N.B., and Denke, M.A., (2011) : Behenic Acid is A Cholesterol-Raising Saturated Fatty Acid in Humans, *Am J Clin Nutr*, 73. 41-4
- Charrouf, Z., dan Guillaume, D., (1998): Ethnoeconomical, Ethnomedical, and Phytochemical Study of *Argania spinosa* (L.) Skeels: A Review, *ELSEVIER Journal of Ethnopharmacology*, 1-9.
- Chouksey, R.K., Pandey, H.K., and Jain, A.K., (2011): Nanoemulsion – A Review, *Inventi Rapid Pharm Tech*, Vol 2, Issue 1, 1-5. Date
- Debnath, S., Satayanarayana, and Kumar, G.V., (2011): Nanoemulsions-A Method To Improve The Solubility of Lipophilic Drugs, *PHARMANEST-An International Journal of Advanced In Pharmaceutical Sciences*, Vol.2 (2-3), 72-83
- Delaveau, P., (1980): *Oils Moringa oleifera and Moringa drouhardii. Plantes Medicinales et Phytotherapie*, 14 (10), 29-33.
- DepKes RI. 1979. Farmakope Indonesia. Edisi III, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Fahey, W., (2005) : *Moringa oleifera*: A Review of Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. *Trees for Life Journal*, 1(5)
- Fuglie, L. J., (1999) : The Miracle Tree: *Moringa oleifera*: Natural Nutrition for the Tropics, *Trees for Life Journal*, 1 (72). 68
- Fulekar, M.H., 2010, *Nanotechnology: Importance and Applications*, I.K International Publishing House Pvt.Ltd., New Delhi, p.1.
- Gaikwad, M and Kale, S., (2011) : Formulation and in vitro Evaluation for Sun Protection Factor of *Moringa oleifera* Lam Oil Sunscreen Cream, *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, Vol 3, Issue 4. 371-375
- Guillaume, D., dan Charrouf, Z., (2011): Argan Oil, *Alternative Medicine Review*, Vol.16, No. 3, 275-276.
- Gupta, P.K., Pandit, J.K., Kumar, A., Swaroop, P., and Gupta, S., 2010, Pharmaceutical Nanotechnology Novel Nanoemulsion: High Emulsification Preparation, Evaluation, and Application, *The Pharma Research*, 3: 117-138.
- Hardman, R., (2010) : Herbal Principles in Cosmetics : Properties and Mechanisms of Action, Taylor and Francis Group, 264-267

- He, C., He, Z., Gao, J., 2010, Microemulsions As Drug Delivery Systems to Improve The Solubility and The Bioavailability of Poorly Water-Soluble Drugs, *Expert Opin. Drug Deliv.*, 7 (4), 445-460.
- Hukkeri, V.I., Nagathan, C.V., (2006) : Antipyretic and Wound Healing Activities of *Moringa oleifera* Lam. In Rats Indian, *J. Pharm. Sci*, 68 (1). 124-12
- Jaiswal, M., Dudhe, R., Sharma, P.K., 2014, Nanoemulsion: An Advanced Mode of Drug Delivery System, *Biotech*, 5, 123-127.
- Jayavardhanan, K.K., Suresh, K., Panikkar, K.R., Vasudevan, D.M., (1994) : Modulatory potency of drumstick lectin on the host defense system. *Journal of Experimental Clinical Cancer Research* 13(3): 205-209
- Ketaren, S., 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Edisi I, Cetakan Pertama UI-Press, Jakarta.
- Kyatanwar, A.U., Jadhav, K.R., and Kadam, V.J., (2010): Self Micro-Emulsifying Drug Delivery System (SMEDDS): Review, *Journal of Pharmacy Research*, 3(1), 75-83.
- Lawrence, M.J., and Ress, G.D., 2000, Microemulsion-based Media as Novel Drug Delivery Systems, *Adv. Drug Delivery Rev.*, 45(1): 89-121.
- Lourith Nattaya and M. Kanlayavattanakul., Formulation and Stability of *Moringa oleifera* Oil Microemulsion, *Journal Oleo Science*. 63(4); 2016 hal 235-240
- Madubuike P.C, Nwobu, D.N, Nwajiobi, C.C, Ezemokwe, D.E. (2015) : Proximate Analysis of *Moringa Oleifera* Seed and Characterization of The Seed Oil : *International Journal of Basic and Applied Science*, 74-75
- Makkar, H.P.S., Francis, G., Becker, K., (2007) : Bioactivity of Phytochemicals in Some Lesser-Known Plants and Their Effects and Potential Applications in Livestock and Aquaculture Production Systems, *Animal*, 1(9). 1371-1391
- Manzoor, M., Anwar, F., Iqbal, T., Bhanger, M. I., (2007) : Physico-Chemical Characterization of *Moringa Concanensis* Seeds and Seed Oil, *J Amer Oil Chem Soc*, 84, 413-419
- Marfil, R., Gimenez, R., Martinez, O., Bouzas, P.R., Rufian-Henares, J.A., Mesias, M., and Cabrera-Vique, C., (2011) : Determination of Polyphenols, Tocopherols, and Antioxidant Capacity in Virgin Argan Oil

- (*Argania spinosa*, Skeels), *European Journal Lipid Science Technology*, 113, 886-893 Ogbunugafor
- Martin, A.N., J. Swarbrick, A. Cammarata. 2006. *Physical Pharmacy*, 5th ed. Philadelphia. Lea and Febiger.
- Murtiningrum, Sarungallo, Z. L., Cepeda, G. N., dan Olong, N., 2013, Stabilitas Emulsi Buah Merah (*Pandanus Conoideus L*) pada Berbagai Nilai *Hydrophile-Liphophile Balance* (HLB) Pengemulsi, *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, **23** (1), 34.
- Ogbunugafor., 2012. Physico-chemical and Antioxidant Properties of Moringa oleifera Seed Oil, *Pakistan Journal of Nutrition*, 2 (51). 23-26
- Oluwale, S., Ijarotimi Oluwale, A., Adeoti., Ariyo, O., (2013) : Comparative Study on Nutrient Composition, Phytochemical and Functional Characteristics of Raw, Germinated, and Fermented *Moringa oleifera* Seed Flour, *Food Science and Nutrition*, 1(6). 452-463
- Purnamasari, S.D., 2012. Formulasi dan Uji Penetrasi Natrium Diklofenak dalam Emulsi dan Mikroemulsi menggunakan Virgin Coconut Oil (VCO) sebagai Fase Minyak [Skripsi]. Depok: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Rowe 2006
- Rowe, R.C., Sheskey, P.J., Owen, S.C. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, 6th edition. London: Pharmaceutical Press
- Sadurni, N., Solans C., Azemar, N., dan Garcia-Celma, M.J., 2005, Studies on the Formation of O/W Nano-Emulsions, by Low-Energy Emulsification Methods, Suitable for Pharmaceutical Applications, *Eur. J. Pharm. Sci*, **26**, 438-445.
- Schramm, L.L., 2000, *Surfactants: Fundamentals and Applications in the Petroleum Industry*, Cambridge University Press, United kingdom, pp.9-10.
- Shaath, N.A., (2012) : Argan Oil: Miracle Ingredients?, Alpha Research & Development, Ltd. And Shaath & Meadows Consultation, New York, 1-5
- Shakeel, F., Baboota, S., Ahuja, A., Ali, J., Aqil, M., Shafiq, S., 2007, Nanoemulsions as Vehicles for Transdermal Delivery of Aceclofenac, *AAPS PharmSciTech*, **8** (4), E1-E9.

- Smolinske dan Susan C., 1992, *Handbook of Food, Drug, and Cosmetic Exipients*, 225-228, CRC Press, Florida.
- Stussi, A.I., Basocak, V., Pauly, G., Mccauley, J., (2003) : *Moringa oleifera*: An Interesting Source of Active Ingredients for Skin and Hair Care, SOFW Journal. 129 (9).45-52
- Sutar, N. G., and Bonde, G. C., (2008) : Analgesic activity of seeds of *Moringa oleifera* Lam. International J of Green Pharmacy, 12 (2) 108-110
- Suwahyono, U., (2008) : *Khasiat Ajaib si Pohon Gaib*, Lily Publisher, Ed I, Yogyakarta, 1-82
- Swarbrick, J., 2007, *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology* Third Edition, PharmaceuTech, Inc, USA, Hal:526
- Tadros, T.F., Izquierdo, P., Esquena, J., and Solans, C., 2004, Formation and Stability of Nanoemulsions, *Advances in Colloid and Interface Science*, 109(2004): 303-318.
- Talegonkar, S., Tariq, M., and Alabood, R.M., 2011, Design and Development of O/W Nanoemulsion for the Transdermal Delivery of Ondansentron, *Bulletin of Pharmaceutical Research*, 1(3):18-30.Tsakalakos
- Tania, I., 2012. Formulasi Uji Stabilitas dan Uji Manfaat Shampoo Mikroemulsi Minyak Biji Mimba pada Ketombe Derajat Ringan-Sedang [Tesis]. Depok: Program Studi Magister Herbal, Universitas Indonesia.
- Tsakalakos, T., Ovid'ko, I.A., dan Vasudevan, A.K, 2003, *Nanostructures : Synthesis, Functional Properties, and Applications*, 53, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Vior, M.C.G., Monteagudo, E., Dixelio, L.E., Awruch, A., 2011, A Comparative Study of A Novel Lipophilic Phthalocyanine Incorporates into Nanoemulsion Formulations: Photophysics, Size, Solubility and Thermodynamic Stability, *Dyes and Pigments*, **91**, 208-214.
- Voight, R. (1995). Buku Pelajaran Teknologi Farmasi Edisi 5. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wilhelmina,C.E., (2011): Pembuatan dan Penentuan Nilai SPF Nanoemulsi Tabir Surya menggunakan Minyak Kencur (*Kaempferia galangal* L.) sebagai Fase Minyak, Skripsi, Farmasi-UI, Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. *Certificate Of Analysis* Minyak Biji Kelor

AKÖMA™

FROM THE HEART

CERTIFICATE OF ANALYSIS
MORINGA OIL (COLD PRESSED) FAIRLY TRADED

DESCRIPTION		
Product:	Moringa Oil (Cold Pressed) Fairly Traded	Batch No: KMO6522
INCI Name:	Moringa Oleifera Seed Oil	
CAS No:	93165-54-9	
CAS No:	93165-54-9	
EINECS No:	296-941-1	
CAS No:	93165-54-9	
EINECS No:	296-941-1	
CAS No:	93165-54-9	
EINECS No:	296-941-1	
CAS No:	93165-54-9	
EINECS No:	296-941-1	
CAS No:	93165-54-9	
EINECS No:	296-941-1	
CAS No:	93165-54-9	

ACID NAME	C-CHAIN	RANGE	RESULT	
FATTY ACID PROFILE (MAJOR ACIDS)	PALMITIC	C16:0	5.0 – 8.0	5.8
	PALMITOLEIC	C16:1	≤ 3.0	1.3
	STEARIC	C18:0	4.0 – 8.0	4.6
	OLEIC	C18:1	65.0 – 80.0	70.6
	LINOLEIC	C18:2	≤ 1.0	0.6
	ALPHA LINOLENIC	C18:3	≤ 0.5	N/D
	ICOSANOIC	C20:0	≤ 5.0	2.7
	ICOSENOIC	C20:1	1.0 – 3.0	1.6
	DOCOSANOIC	C22:0	4.0 – 8.0	5.5
	DOCOSANOIC	C22:1	≤ 0.2	N/D
	TETRACOSANOIC	C24:0	≤ 2.0	N/D

R00274
Revised: 04/05/2016

Page 1 of 1

Akoma International (UK) LTD
 Unit 9A Sawley Park
 Nottingham Road
 Derby
 DE21 6AS
 Tel: +44 (0) 1332 613 967
 E-mail: support@akoma.zendesk.com
Moringa Oil (Cold Pressed) Fairly Traded - COA

Lampiran 2. Foto Minyak Biji Kelor



Lampiran 3. Alat



Alat Sonicator



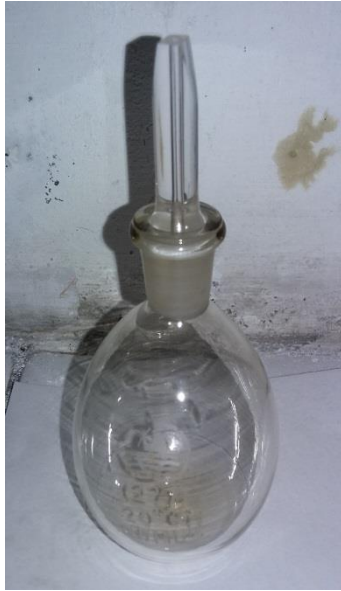
Magnetic stirrer



Alat Sentrifuge



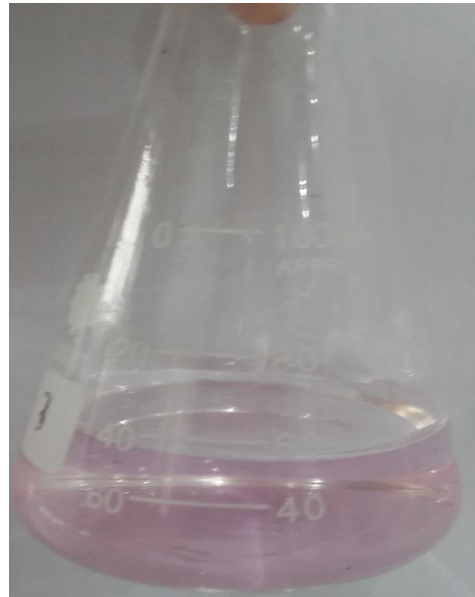
Neraca Analitik

Lampiran 4. Penetapan Berat jenis**Piknometer kosong****Piknometer + aquadest****Piknometer + minyak biji kelor****Piknometer + Nanoemulsi Biji Kelor**

Lampiran 5. Hasil Karakterisasi Minyak Biji Kelor (Penetapan Bilangan Asam)



Dalam penangas air



Replikasi 1



Replikasi 2



Replikasi 3

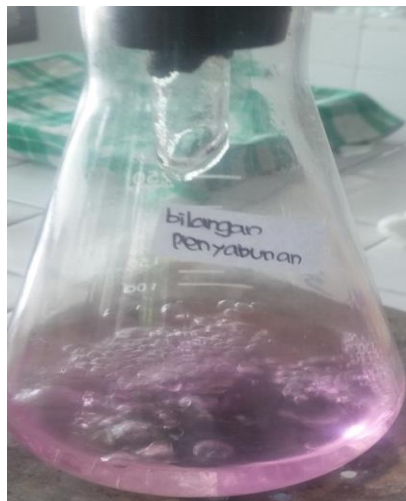
Lampiran 6. Hasil Karakterisasi Minyak Biji Kelor (Penetapan Bilangan Penyabunan)



Rangkaian Alat Kondensor



Replikasi 1

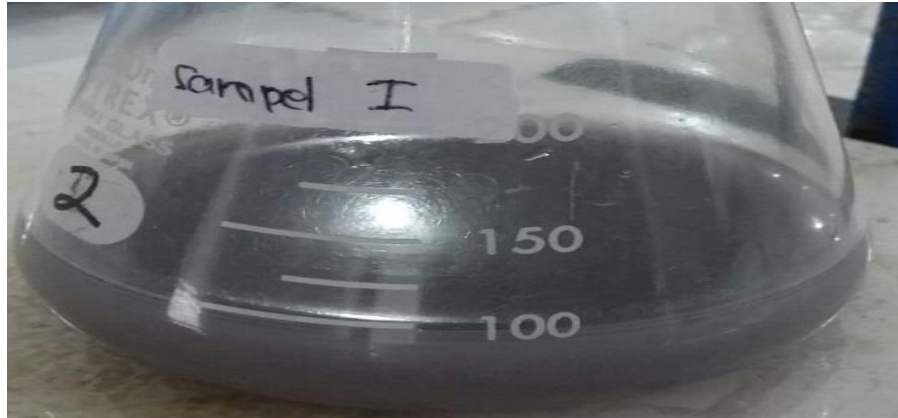


Replikasi 2



Replikasi 3

Lampiran 7. Hasil Karakterisasi Minyak Biji Kelor (Penetapan Bilangan Peroksida)



Sampel setelah mencapai TAT kemudian ditambah amilum 1%



Sampel setelah ditambah amilum 1%

Lampiran 8. Skrining Kosurfaktan



Tween 20 dengan berbagai kosurfaktan



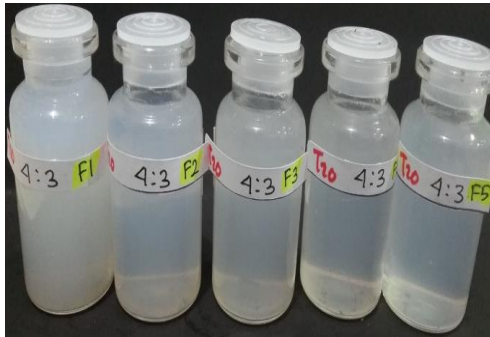
Tween 60 dengan berbagai kosurfaktan



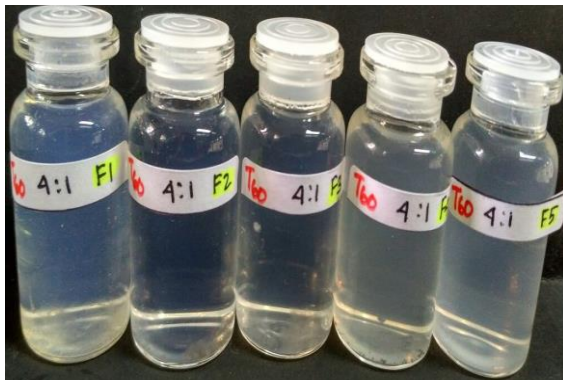
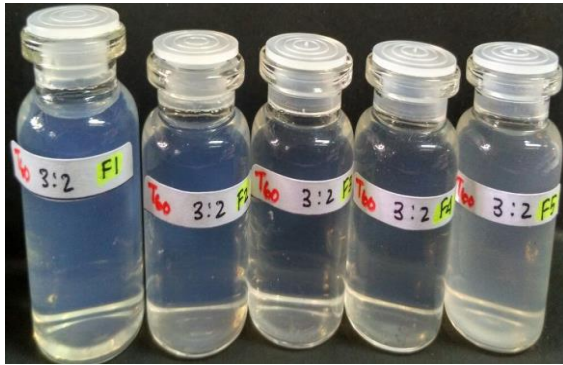
Tween 80 dengan berbagai kosurfaktan

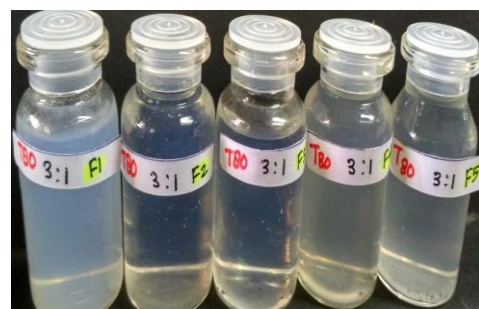
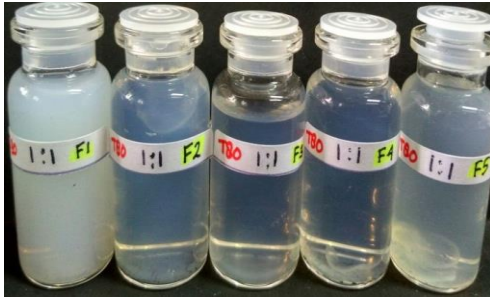
Lampiran 9. Skrining Konsentrasi Surfaktan-Kosurfaktan

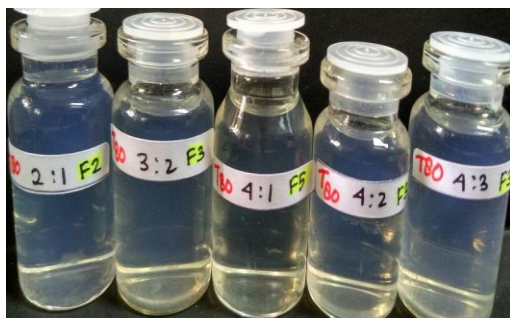




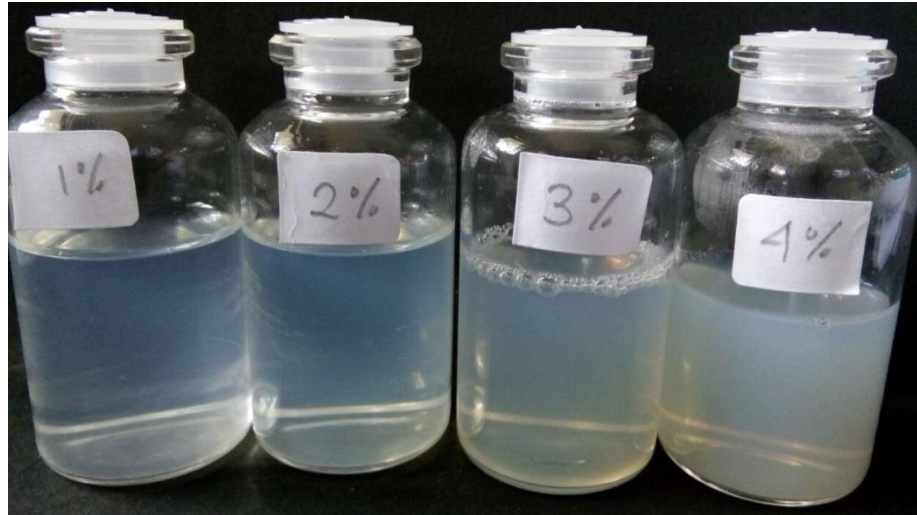








Lampiran 10. Skrining Fase Minyak



Lampiran 11. Evaluasi Sifat Fisik Nanoemulsi Minyak Biji Kelor



Uji organoleptis

Lampiran 12. Evaluasi Stabilitas Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

Uji Sentrifuge



Sebelum

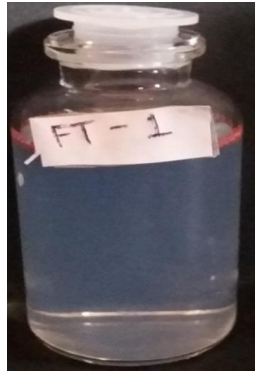


Sesudah

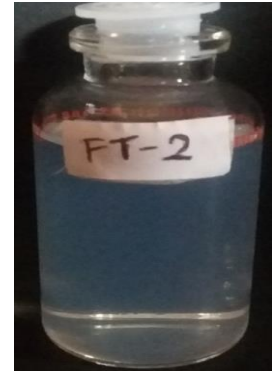
Uji Freeze-Thaw



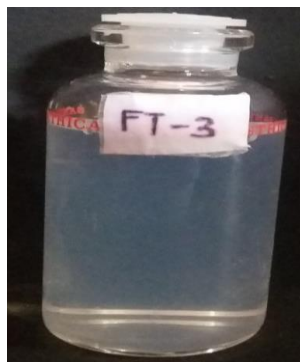
Awal



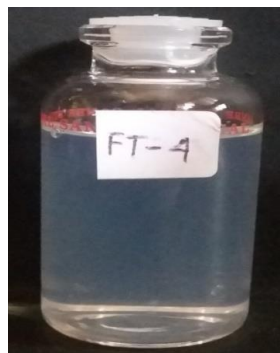
Hari 1



Hari 2



Hari 3



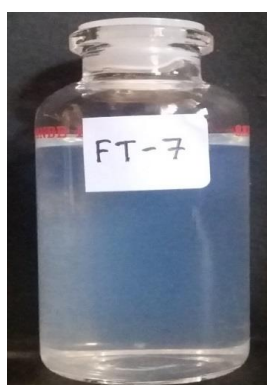
Hari 4



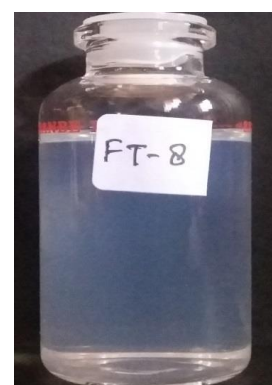
Hari 5



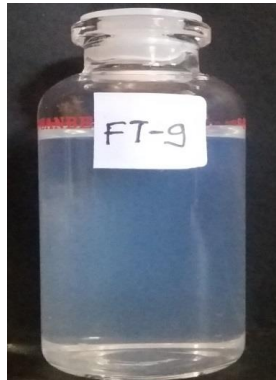
Hari 6



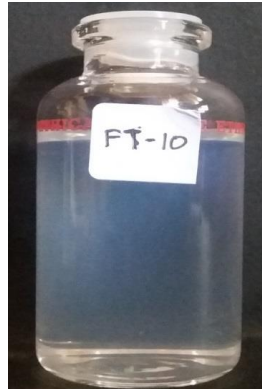
Hari 7



Hari 8



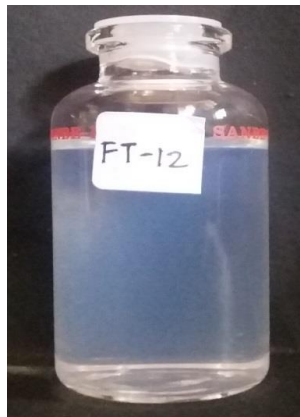
Hari 9



Hari 10



Hari 11



Hari 12

Lampiran 13. Perhitungan Penentuan Berat jenis Suhu 27°C

$$\text{Berat jenis} = \frac{(\rho_2 - \rho_0)}{\text{Volume piknometer}}$$

$$\text{Volume piknometer} = \frac{(\rho_1 - \rho_0)}{\text{BJ aquadest suhu } 27^\circ\text{C}}$$

Keterangan: ρ_0 = Bobot piknometer kosong

ρ_1 = Bobot piknometer + aquadest

ρ_2 = Bobot piknometer + sampel

$$\text{Volume piknometer} = \frac{(79,8134\text{g} - 29,5552\text{g})}{0,996 \text{ g/mL}}$$

$$= \frac{(50,2582 \text{ g})}{0,996 \text{ g/mL}}$$

$$= 50,4600 \text{ mL}$$

Perhitungan Berat jenis Minyak Biji Kelor Suhu 27°C

$$\text{Berat jenis minyak} = \frac{(75,5323\text{g} - 29,5552\text{g})}{50,4600 \text{ mL}}$$

$$= \frac{(45,9771\text{g})}{50,4600 \text{ mL}}$$

$$= 0,9111 \text{ g/mL}$$

Perhitungan Berat jenis Nanoemulsi Minyak Biji Kelor Suhu 27°C

$$\text{Berat jenis nanoemulsi} = \frac{(79,6662\text{g} - 29,5552\text{g})}{50,4600 \text{ mL}}$$

$$= \frac{(50,1110\text{g})}{50,4600 \text{ mL}}$$

$$= 0,9930 \text{ g/mL}$$

Lampiran 14. Perhitungan Penetapan Bilangan Asam

Standarisasi

Dipipet teliti 10,00 mL larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,0492 N

Volume larutan baku NaOH yang dipakai :

1. $0,00 - 11,30 \text{ mL} = 11,30 \text{ mL}$
2. $0,00 - 11,30 \text{ mL} = 11,30 \text{ mL}$
3. $0,00 - 11,40 \text{ mL} = 11,40 \text{ mL}$

Rata-rata digunakan larutan standar NaOH sebanyak $= \frac{34 \text{ mL}}{3} = 11,33 \text{ mL}$

Normalitas larutan standar

$$V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} = V \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \times N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4$$

$$11,33 \text{ mL} \times N \text{ NaOH} = 10,00 \text{ mL} \times 0,0492 \text{ N}$$

$$N \text{ NaOH} = \frac{10,00 \text{ mL} \times 0,0492 \text{ N}}{11,33 \text{ mL}}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,0435 \text{ N}$$

Perhitungan bilangan asam

Volume larutan NaOH yang dipakai :

1. $0,00 - 01,60 \text{ mL} = 01,60 \text{ mL}$
2. $0,00 - 01,70 \text{ mL} = 01,70 \text{ mL}$
3. $0,00 - 01,60 \text{ mL} = 01,60 \text{ mL}$

Rata-rata digunakan larutan NaOH sebanyak $= \frac{4,9 \text{ mL}}{3} = 1,63 \text{ mL}$

$$\begin{aligned}\text{Bilangan asam (acid value)} &= \frac{A \times N \times 40}{G} \\ &= \frac{1,63 \text{ mL} \times 0,0435 \text{ N} \times 40}{10,0011 \text{ g}} \\ &= \frac{2,8362}{10,0011} \\ &= 0,284\end{aligned}$$

A = jumlah mL NaOH untuk titrasi

N = normalitas larutan NaOH

G = bobot contoh (gram)

40 = bobot molekul NaOH

Lampiran 15. Perhitungan Penetapan Bilangan Penyabunan

Standarisasi

Dipipet teliti 10,00 mL larutan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 0,0502 N

Volume larutan baku HCl yang dipakai :

$$1. \quad 0,00 - 10,80 \text{ mL} = 10,80 \text{ mL}$$

$$2. \quad 0,00 - 10,70 \text{ mL} = 10,70 \text{ mL}$$

$$3. \quad 0,00 - 10,80 \text{ mL} = 10,80 \text{ mL}$$

Rata-rata digunakan larutan standar NaOH sebanyak $= \frac{32,3 \text{ mL}}{3} = 10,77 \text{ mL}$

Normalitas larutan standar

$$V \text{ HCl} \times N \text{ HCl} = V \text{ Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times N \text{ Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$$

$$10,77 \text{ mL} \times N \text{ HCl} = 10,00 \text{ mL} \times 0,0492 \text{ N}$$

$$N \text{ HCl} = \frac{10,00 \text{ mL} \times 0,0502 \text{ N}}{10,77 \text{ mL}}$$

$$N \text{ HCl} = 0,0466 \text{ N}$$

Perhitungan bilangan penyabunan

Volume larutan HCl yang dipakai :

$$1. \quad 0,00 - 17,00 \text{ mL} = 17,00 \text{ mL}$$

$$2. \quad 0,00 - 18,00 \text{ mL} = 18,00 \text{ mL}$$

$$3. \quad 0,00 - 18,00 \text{ mL} = 18,00 \text{ mL}$$

Rata-rata digunakan larutan HCl sebanyak $= \frac{53 \text{ mL}}{3} = 17,77 \text{ mL}$

Volume larutan HCl untuk titrasi blanko yang dipakai :

$$1. \quad 0,00 - 08,00 \text{ mL} = 08,00 \text{ mL}$$

$$2. \quad 0,00 - 08,00 \text{ mL} = 08,00 \text{ mL}$$

$$3. \quad 0,00 - 08,00 \text{ mL} = 08,00 \text{ mL}$$

Rata-rata digunakan larutan HCl untuk titrasi blanko sebanyak $= \frac{24 \text{ mL}}{3} = 08,00 \text{ mL}$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan penyabunan} &= \frac{(A-B) \times 20}{G} \\ &= \frac{(17,77 \text{ mL} - 8,00 \text{ mL}) \times 20}{1,0002 \text{ g}} \\ &= \frac{9,77 \text{ mL} \times 20}{1,0002} \\ &= 195,36 \end{aligned}$$

A = jumlah mL HCl 0,5 N untuk titrasi blanko

B = jumlah mL HCl 0,5 N untuk titrasi contoh

G = bobot contoh minyak (gram)

20 = setengah dari bobot molekul NaOH

Lampiran 16. Perhitungan Penetapan Bilangan Peroksida

Standarisasi

Dipipet teliti 10,00 mL larutan KIO_3 0,05 N

Volume larutan baku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang dipakai :

$$1. \quad 0,00 - 09,80 \text{ mL} = 09,80 \text{ mL}$$

$$2. \quad 0,00 - 09,80 \text{ mL} = 09,80 \text{ mL}$$

$$3. \quad 0,00 - 09,90 \text{ mL} = 09,90 \text{ mL}$$

Rata-rata digunakan larutan standar $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sebanyak $= \frac{29,5 \text{ mL}}{3} = 09,83 \text{ mL}$

Normalitas larutan standar

$$V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = V \text{ KIO}_3 \times N \text{ KIO}_3$$

$$09,83 \text{ mL} \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 10,00 \text{ mL} \times 0,0492 \text{ N}$$

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{10,00 \text{ mL} \times 0,0502 \text{ N}}{09,83 \text{ mL}}$$

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,0508 \text{ N}$$

Perhitungan bilangan peroksida

Volume larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang dipakai :

$$1. \quad 0,00 - 23,10 \text{ mL} = 23,10 \text{ mL}$$

$$2. \quad 0,00 - 23,10 \text{ mL} = 23,10 \text{ mL}$$

$$3. \quad 0,00 - 23,20 \text{ mL} = 23,20 \text{ mL}$$

Rata-rata digunakan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sebanyak $= \frac{69,4 \text{ mL}}{3} = 23,13 \text{ mL}$

Volume larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi blanko yang dipakai :

$$1. \quad 0,00 - 23,10 \text{ mL} = 23,10 \text{ mL}$$

$$2. \quad 0,00 - 23,10 \text{ mL} = 23,10 \text{ mL}$$

$$3. \quad 0,00 - 23,10 \text{ mL} = 23,10 \text{ mL}$$

Rata-rata digunakan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi blanko,

$$\text{sebanyak} = \frac{69,3 \text{ mL}}{3} = 23,10 \text{ mL}$$

Bilangan Peroksida (meq peroksid/kgfat)

$$\frac{(S-B) \times N \times 1000}{\text{gram sampel}}$$

$$= \frac{(23,13 \text{ mL} - 23,10 \text{ mL}) \times 0,0508 \text{ N} \times 1000}{5,0004 \text{ g}}$$

$$= \frac{1,524}{5,0004 \text{ g}}$$

$$= 0,3048$$

B = Jumlah mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi blanko

S = Jumlah mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi sampel

N = Normalitas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Lampiran 17. Hasil Statistik

Uji Mann-Whitney pH Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

Waktu	Signifikasi	Keterangan	
Minggu 0 Minggu 1	0,0500	Signifikasi	
			pH
		Mann-Whitney U	.000
		Wilcoxon W	6.000
		Z	-1.964
		Asymp. Sig. (2-tailed)	.050
		Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
Minggu 0 Minggu 2	0,0500	Signifikasi	
			pH
		Mann-Whitney U	.000
		Wilcoxon W	6.000
		Z	-1.964
		Asymp. Sig. (2-tailed)	.050
		Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
Minggu 0 Minggu 3	0,0500	Signifikasi	
			pH
		Mann-Whitney U	.000
		Wilcoxon W	6.000
		Z	-1.964
		Asymp. Sig. (2-tailed)	.050
		Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
Minggu 0 Minggu 4	0,0460	Signifikasi	
			pH
		Mann-Whitney U	.000
		Wilcoxon W	6.000
		Z	-1.993
		Asymp. Sig. (2-tailed)	.046
		Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a

Minggu 1 Minggu 2	0,0500	Signifikasi	<table><tr><td></td><td>pH</td></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>6.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.964</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.050</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.100^a</td></tr></table>		pH	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	6.000	Z	-1.964	Asymp. Sig. (2-tailed)	.050	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
	pH														
Mann-Whitney U	.000														
Wilcoxon W	6.000														
Z	-1.964														
Asymp. Sig. (2-tailed)	.050														
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a														
Minggu 1 Minggu 3	0,0500	Signifikasi	<table><tr><td></td><td>pH</td></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>6.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.964</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.050</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.100^a</td></tr></table>		pH	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	6.000	Z	-1.964	Asymp. Sig. (2-tailed)	.050	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
	pH														
Mann-Whitney U	.000														
Wilcoxon W	6.000														
Z	-1.964														
Asymp. Sig. (2-tailed)	.050														
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a														
Minggu 1 Minggu 4	0,0460	Signifikasi	<table><tr><td></td><td>pH</td></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>6.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.993</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.046</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.100^a</td></tr></table>		pH	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	6.000	Z	-1.993	Asymp. Sig. (2-tailed)	.046	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
	pH														
Mann-Whitney U	.000														
Wilcoxon W	6.000														
Z	-1.993														
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046														
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a														
Minggu 2 Minggu 3	0,0500	Signifikasi	<table><tr><td></td><td>pH</td></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>6.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.964</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.050</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.100^a</td></tr></table>		pH	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	6.000	Z	-1.964	Asymp. Sig. (2-tailed)	.050	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
	pH														
Mann-Whitney U	.000														
Wilcoxon W	6.000														
Z	-1.964														
Asymp. Sig. (2-tailed)	.050														
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a														
Minggu 2 Minggu 4	0,0460	Signifikasi	<table><tr><td></td><td>pH</td></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>6.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.993</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.046</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.100^a</td></tr></table>		pH	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	6.000	Z	-1.993	Asymp. Sig. (2-tailed)	.046	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
	pH														
Mann-Whitney U	.000														
Wilcoxon W	6.000														
Z	-1.993														
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046														
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a														

Minggu 3	0,0460	Signifikasi												
Minggu 4														
		<table><tr><td></td><td>pH</td></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>6.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.993</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.046</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.100^a</td></tr></table>		pH	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	6.000	Z	-1.993	Asymp. Sig. (2-tailed)	.046	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
	pH													
Mann-Whitney U	.000													
Wilcoxon W	6.000													
Z	-1.993													
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046													
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a													

Uji Mann Whitney Viskositas Nanoemulsi Minyak Biji Kelor

Waktu	Signifikasi	Keterangan												
Minggu 0 Minggu 1	0,2750	Tidak Signifikasi												
		<table><tr><td></td><td>viskositas</td></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>2.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>8.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.091</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.275</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.400^a</td></tr></table>		viskositas	Mann-Whitney U	2.000	Wilcoxon W	8.000	Z	-1.091	Asymp. Sig. (2-tailed)	.275	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.400 ^a
	viskositas													
Mann-Whitney U	2.000													
Wilcoxon W	8.000													
Z	-1.091													
Asymp. Sig. (2-tailed)	.275													
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.400 ^a													
Minggu 0 Minggu 2	0,0500	Signifikasi												
		<table><tr><td></td><td>viskositas</td></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>6.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.964</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.050</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.100^a</td></tr></table>		viskositas	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	6.000	Z	-1.964	Asymp. Sig. (2-tailed)	.050	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
	viskositas													
Mann-Whitney U	.000													
Wilcoxon W	6.000													
Z	-1.964													
Asymp. Sig. (2-tailed)	.050													
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a													
Minggu 0 Minggu 3	0,0500	Signifikasi												
		<table><tr><td></td><td>viskositas</td></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>6.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.964</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.050</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.100^a</td></tr></table>		viskositas	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	6.000	Z	-1.964	Asymp. Sig. (2-tailed)	.050	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
	viskositas													
Mann-Whitney U	.000													
Wilcoxon W	6.000													
Z	-1.964													
Asymp. Sig. (2-tailed)	.050													
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a													
Minggu 0 Minggu 4	0,0500	Signifikasi												
		<table><tr><td></td><td>viskositas</td></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>6.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.964</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.050</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.100^a</td></tr></table>		viskositas	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	6.000	Z	-1.964	Asymp. Sig. (2-tailed)	.050	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
	viskositas													
Mann-Whitney U	.000													
Wilcoxon W	6.000													
Z	-1.964													
Asymp. Sig. (2-tailed)	.050													
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a													
Minggu 1 Minggu 2	0,0500	Signifikasi												
		<table><tr><td></td><td>viskositas</td></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>6.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.964</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.050</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.100^a</td></tr></table>		viskositas	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	6.000	Z	-1.964	Asymp. Sig. (2-tailed)	.050	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
	viskositas													
Mann-Whitney U	.000													
Wilcoxon W	6.000													
Z	-1.964													
Asymp. Sig. (2-tailed)	.050													
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a													

Minggu 1	0,0500	Signifikasi												
Minggu 3														
		<table><tr><td></td><td>viskositas</td></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>6.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.964</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.050</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.100^a</td></tr></table>		viskositas	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	6.000	Z	-1.964	Asymp. Sig. (2-tailed)	.050	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
	viskositas													
Mann-Whitney U	.000													
Wilcoxon W	6.000													
Z	-1.964													
Asymp. Sig. (2-tailed)	.050													
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a													

Minggu 1	0,0500	Signifikasi	
Minggu 4			viskositas
		Mann-Whitney U	.000
		Wilcoxon W	6.000
		Z	-1.964
		Asymp. Sig. (2-tailed)	.050
		Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a

Minggu 2	0,0500	Signifikasi												
Minggu 3														
		<table><tr><th></th><th>viskositas</th></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>6.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.964</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.050</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.100^a</td></tr></table>		viskositas	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	6.000	Z	-1.964	Asymp. Sig. (2-tailed)	.050	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
	viskositas													
Mann-Whitney U	.000													
Wilcoxon W	6.000													
Z	-1.964													
Asymp. Sig. (2-tailed)	.050													
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a													

Minggu 2	0,0500	Signifikasi												
Minggu 4														
		<table><tr><td></td><td>viskositas</td></tr><tr><td>Mann-Whitney U</td><td>.000</td></tr><tr><td>Wilcoxon W</td><td>6.000</td></tr><tr><td>Z</td><td>-1.964</td></tr><tr><td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td><td>.050</td></tr><tr><td>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</td><td>.100^a</td></tr></table>		viskositas	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	6.000	Z	-1.964	Asymp. Sig. (2-tailed)	.050	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a
	viskositas													
Mann-Whitney U	.000													
Wilcoxon W	6.000													
Z	-1.964													
Asymp. Sig. (2-tailed)	.050													
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a													

Minggu 3	0,0500	Signifikasi	
Minggu 4			viskositas
		Mann-Whitney U	.000
		Wilcoxon W	6.000
		Z	-1.964
		Asymp. Sig. (2-tailed)	.050
		Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^a

Lampiran 18. Hasil Skrining Kosurfaktan

Bahan	FORMULA (%)				
	F1	F2	F3	F4	F5
Oil	1	1	1	1	1
Surfaktan (Tween 20)	3	3	3	3	3
Propanol	3	-	-	-	-
Etanol 96%	-	3	-	-	-
Gliserol	-	-	3	-	-
PEG 400	-	-	-	3	-
Prop. Glikol	-	-	-	-	3
Aqua DM	93	93	93	93	93
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-
Bahan	FORMULA (%)				
	F1	F2	F3	F4	F5
Oil	1	1	1	1	1
Surfaktan (Tween 60)	3	3	3	3	3
Propanol	3	-	-	-	-
Etanol 96%	-	3	-	-	-
Gliserol	-	-	3	-	-
PEG 400	-	-	-	3	-
Prop. Glikol	-	-	-	-	3
Aqua DM	93	93	93	93	93
Volume 20 ml					
Hasil	J	K	K	K	J
Ukuran partikel	320 nm	-	-	-	121 nm
Bahan	FORMULA (%)				
	F1	F2	F3	F4	F5
Oil	1	1	1	1	1
Surfaktan (Tween 80)	3	3	3	3	3
Propanol	3	-	-	-	-
Etanol 96%	-	3	-	-	-
Gliserol	-	-	3	-	-
PEG 400	-	-	-	3	-
Prop. Glikol	-	-	-	-	3
Aqua DM	93	93	93	93	93
Hasil	J	J	J	J	J
Ukuran partikel	235 nm	105 nm	410 nm	520 nm	418 nm

Keterangan : J = Jernih, K=Keruh

Lampiran 19. Hasil Skrining Konsentrasi Surfaktan Kosurfaktan

Hasil Skrining Konsentrasi Surfaktan (Tween 20) - Kosurfaktan (Etanol 96%)

A. 1 : 1

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 20	1	2	3	4	5
Etanol 96%	1	2	3	4	5
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

B. 1 : 2

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 20	0,7	1,3	2	2,7	3,3
Etanol 96%	1,3	2,7	4	5,3	6,7
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

C. 1 : 3

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 20	0,5	1	1,5	2	2,5
Etanol 96%	1,5	3	4,5	6	7,5
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

D. 1 : 4

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 20	0,4	0,8	1,2	1,6	2
Etanol 96%	1,6	3,2	4,8	6,4	8
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

E. 2 : 1

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 20	1,3	2,7	4	5,3	6,7
Etanol 96%	0,7	1,3	2	2,7	3,3
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

F. 2 : 3

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 20	0,8	1,6	2,4	3,2	4
Etanol 96%	1,2	2,4	3,6	4,8	6
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

G. 2 : 4

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 20	0,7	1,3	2	2,7	3,3
Etanol 96%	1,3	2,7	4	5,3	6,7
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

H. 3 : 1

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 20	1,5	3	4,5	6	7,5
Etanol 96%	0,5	1	1,5	2	2,5
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

I. 3 : 2

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 20	1,2	2,4	3,6	4,8	6
Etanol 96%	0,8	1,6	2,4	3,2	4
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

J. 3 : 4

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 20	0,9	1,7	2,6	3,4	4,3
Etanol 96%	1,1	2,3	3,4	4,6	5,7
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

K. 4 : 1

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 20	1,6	3,2	4,8	6,4	2
Etanol 96%	0,4	0,8	1,2	1,6	2
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

L. 4 : 2

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 20	1,3	2,7	4	5,3	6,7
Etanol 96%	0,7	1,3	2	2,7	3,3
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

M. 4 : 3

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 20	1,1	2,3	3,4	4,6	5,7
Etanol 96%	0,9	1,7	2,6	3,4	4,3
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

Keterangan : J = Jernih, K=Keruh

Hasil Skrining Konsentrasi Surfaktan (Tween 60) - Kosurfaktan (Etanol 96%)

A. 1 : 1

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 60	1	2	3	4	5
Etanol 96%	1	2	3	4	5
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

B. 1 : 2

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 60	0,7	1,3	2	2,7	3,3
Etanol 96%	1,3	2,7	4	5,3	6,7
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	J	K	K	K
Ukuran partikel	-	22,44 nm	-	-	-

C. 1 : 3

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 60	0,5	1	1,5	2	2,5
Etanol 96%	1,5	3	4,5	6	7,5
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	J
Ukuran partikel	-	-	-	-	40,21 nm

D. 1 : 4

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 60	0,4	0,8	1,2	1,6	2
Etanol 96%	1,6	3,2	4,8	6,4	8
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

E. 2 : 1

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 60	1,3	2,7	4	5,3	6,7
Etanol 96%	0,7	1,3	2	2,7	3,3
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	J	K
Ukuran partikel	-	-	-	22,78nm	-

F. 2 : 3

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 60	0,8	1,6	2,4	3,2	4
Etanol 96%	1,2	2,4	3,6	4,8	6
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	J
Ukuran partikel	-	-	-	-	25,52 nm

G. 2 : 4

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 60	0,7	1,3	2	2,7	3,3
Etanol 96%	1,3	2,7	4	5,3	6,7
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	J	K	K
Ukuran partikel	-	-	23,90 nm	-	-

H. 3 : 1

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 60	1,5	3	4,5	6	7,5
Etanol 96%	0,5	1	1,5	2	2,5
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	J	K	K	J
Ukuran partikel	-	22,81 nm	-	-	33,11 nm

I. 3 : 2

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 60	1,2	2,4	3,6	4,8	6
Etanol 96%	0,8	1,6	2,4	3,2	4
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

J. 3 : 4

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 60	0,9	1,7	2,6	3,4	4,3
Etanol 96%	1,1	2,3	3,4	4,6	5,7
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	J	J	K
Ukuran partikel	-	-	26,14 nm	36,08nm	-

K. 4 : 1

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 60	1,6	3,2	4,8	6,4	2
Etanol 96%	0,4	0,8	1,2	1,6	2
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	J	K	K	J
Ukuran partikel	-	23,22 nm	-	-	83,20

L. 4 : 2

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 60	1,3	2,7	4	5,3	6,7
Etanol 96%	0,7	1,3	2	2,7	3,3
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	J	J	K	K
Ukuran partikel	-	42,13 nm	32,46 nm	-	-

M. 4 : 3

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 60	1,1	2,3	3,4	4,6	5,7
Etanol 96%	0,9	1,7	2,6	3,4	4,3
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	J	K	K	K
Ukuran partikel	-	24,11 nm	-	-	-

Keterangan : J = Jernih, K=Keruh

Hasil Skrining Konsentrasi Surfaktan (Tween 80) - Kosurfaktan (Etanol 96%)

A. 1 : 1

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 80	1	2	3	4	5
Etanol 96%	1	2	3	4	5
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

B. 1 : 2

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 80	0,7	1,3	2	2,7	3,3
Etanol 96%	1,3	2,7	4	5,3	6,7
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

C. 1 : 3

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 80	0,5	1	1,5	2	2,5
Etanol 96%	1,5	3	4,5	6	7,5
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

D. 1 : 4

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 80	0,4	0,8	1,2	1,6	2
Etanol 96%	1,6	3,2	4,8	6,4	8
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

E. 2 : 1

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 80	1,3	2,7	4	5,3	6,7
Etanol 96%	0,7	1,3	2	2,7	3,3
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	J	K	K	K
Ukuran partikel	-	20 nm	-	-	-

F. 2 : 3

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 80	0,8	1,6	2,4	3,2	4
Etanol 96%	1,2	2,4	3,6	4,8	6
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

G. 2 : 4

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 80	0,7	1,3	2	2,7	3,3
Etanol 96%	1,3	2,7	4	5,3	6,7
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

H. 3 : 1

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 80	1,5	3	4,5	6	7,5
Etanol 96%	0,5	1	1,5	2	2,5
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

I. 3 : 2

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 80	1,2	2,4	3,6	4,8	6
Etanol 96%	0,8	1,6	2,4	3,2	4
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	J	J	K	K
Ukuran partikel	-	22,23 nm	24,60 nm	-	-

J. 3 : 4

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 80	0,9	1,7	2,6	3,4	4,3
Etanol 96%	1,1	2,3	3,4	4,6	5,7
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	K
Ukuran partikel	-	-	-	-	-

K. 4 : 1

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 80	1,6	3,2	4,8	6,4	2
Etanol 96%	0,4	0,8	1,2	1,6	2
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	K	K	J
Ukuran partikel	-	-	-	-	35,02 nm

L. 4 : 2

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 80	1,3	2,7	4	5,3	6,7
Etanol 96%	0,7	1,3	2	2,7	3,3
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					

Hasil	K	K	J	K	K
Ukuran partikel	-	-	26,02 nm	-	-

M. 4 : 3

Bahan	FORMULA (%)				
	F1-2%	F2-4%	F3-6%	F4-8%	F5-10%
Oil	1	1	1	1	1
Tween 80	1,1	2,3	3,4	4,6	5,7
Etanol 96%	0,9	1,7	2,6	3,4	4,3
Aqua DM	97	95	93	91	89
Volume 20 ml					
Hasil	K	K	J	K	K
Ukuran partikel	-	-	31,41 nm	-	-

Keterangan : J = Jernih, K=Keruh

Lampiran 20. Hasil Uji Ukuran Partikel Skrining Kosurfaktan

	SEKOLAH FARMASI ITB KELOMPOK KEAHLIAN FARMASETIKA LABORATORIUM TEKNOLOGI FARMASI Jalan Ganesha No. 10, Gedung Labtex VII, Lantai 3 Telp (022) 2504852	KK Farmasetika Form A1
---	---	---

HASIL ANALISIS UKURAN PARTIKEL

Bersama ini kami sampaikan hasil pengukuran ukuran partikel dengan data-data sebagai berikut :

Nama sampel : Nanoemulsi Moringa Seed Oil
 Jenis Surfaktan : Tween 80 dan Tween 60
 Metode : Sonikasi

No	Sampel	Ukuran Partikel (nm)	PI	Zeta potensial (mV)
1.	Tween 80-Propanol	235 ± 0,01	0,230	-
2.	Tween 80-Glisierol	410 ± 0,01	0,301	-
3.	Tween 80-PG	418 ± 0,01	0,242	-
4.	Tween 80-PEG 400	520 ± 0,01	0,310	-
5.	Tween 60-Propanol	320 ± 0,01	0,211	-
6.	Tween 60-PG	121 ± 0,01	0,201	-
7.	Tween 80-Etanol	105 ± 0,01	0,218	-

Keterangan : (-) tidak dilakukan pengukuran

Demikian hasil analisis ukuran partikel ini kami sampaikan untuk digunakan oleh yang bersangkutan.

Bandung, 3 Januari 2017
 Ketua Lab Farmasi Fisika
 Bagian Analisis Partikel



(Dr. rer.nat. Rachmat Mauludin, M.Si., Apt)
 197305271999031003

Lampiran 21. Hasil Analisis Formula Terpilih Ukuran Partikel Skrining Konsentrasi Surfaktan-Kosurfaktan

	SEKOLAH FARMASI ITB KELOMPOK KEAHLIAN FARMASETIKA LABORATORIUM TEKNOLOGI FARMASI Jalan Ganesha No. 10, Gedung Labtex VII, Lantai 3 Telp (022) 2504852	KK Farmasetika Form A1
---	--	---

HASIL ANALISIS UKURAN PARTIKEL

Bersama ini kami sampaikan hasil pengukuran ukuran partikel dengan data sebagai berikut :

Nama sampel : Nanoemulsi Moringa Seed Oil
 Jenis Surfaktan : Tween 80, Tween 60
 Metode : Sonikasi

No	Sampel	Ukuran Partikel (nm)	PI	Zeta potensial (mV)
1.	F2 2:1 T80	20,12 ± 0,01	0,279	-30,12
2.	F2 3:2 T80	22,23 ± 0,02	0,238	-30,36
3.	F3 3:2 T80	24,60 ± 0,01	0,247	-29,91
4.	F3 4:2 T80	26,02 ± 0,03	0,221	-30,34
5.	F3 4:3 T80	31,41 ± 0,01	0,291	-29,99
6.	F5 4:1 T80	35,02 ± 0,04	0,201	-31,02
7.	F3 4:2 T60	32,46 ± 0,01	0,206	-31,01
8.	F3 4:3 T60	24,11 ± 0,01	0,218	-30,87
9.	F4 1:2 T60	22,44 ± 0,01	0,272	-28,66
10.	F5 3:4 T60	83,20 ± 0,01	0,330	-29,20

Demikian hasil analisis ukuran partikel ini kami sampaikan untuk digunakan oleh yang bersangkutan.

Bandung, 23 Januari 2017
 Ketua Lab Farmasi Fisika
 Bagian Analisis Partikel

 (Dr. rer. nat. Rachmat Mauludin, M.Si., Apt)
 197308271999031003

	SEKOLAH FARMASI ITB KELOMPOK KEAHLIAN FARMASETIKA LABORATORIUM TEKNOLOGI FARMASI Jalan Ganesha No. 10, Gedung Labtex VII, Lantai 3 Telp (022) 2504852	KK Farmasetika Form A1
---	---	---

HASIL ANALISIS UKURAN PARTIKEL

Bersama ini kami sampaikan hasil pengukuran ukuran partikel dengan data sebagai berikut :

Nama sampel : Nanoemulsi Moringa Seed Oil
 Jenis Surfaktan : Tween 80, Tween 60
 Metode : Sonikasi

No	Sampel	Ukuran Partikel (nm)	PI	Zeta potensial (mV)
1.	F2 4:1 T60	23,22 ± 0,02	0,230	-31,52
2.	F2 4:2 T60	42,13 ± 0,01	0,241	-29,46
3.	F4 2:1 T60	22,78 ± 0,02	0,223	-30,01
4.	F4 3:4 T60	36,08 ± 0,01	0,229	-31,54
5.	F5 1:3 T60	40,21 ± 0,01	0,231	-30,09
6.	F5 2:3 T60	25,52 ± 0,02	0,219	-31,52
7.	F2 3:1 T60	22,81 ± 0,01	0,246	-30,11
8.	F3 2:4 T60	23,90 ± 0,03	0,231	-29,07
9.	F3 3:4 T60	26,14 ± 0,02	0,251	-30,16
10.	F5 3:1 T60	33,11 ± 0,02	0,201	-29,89

Demikain hasil analisis ukuran partikel ini kami sampaikan untuk digunakan oleh yang bersangkutan.

Bandung, 26 Januari 2017

Ketua Lab Farmasi Fisika

Bagian Analisis Partikel



(Dr. rer.nat. Rachmat Mauludin, M.Si., Apt)

197305271999031003

Lampiran 22. Pengukuran Nanoemulsi Minyak Biji Kelor Penyimpanan 1 Bulan

