

**FORMULASI DAN KARAKTERISASI NANOKAPSUL MINYAK BIJI MAHONI
(*Swietenia macrophylla* King) DENGAN METODE EMULSI DIFUSI DAN
ULTRATURAC MENGGUNAKAN BERBAGAI JENIS POLIMER**



Oleh:

**Devi Nawang Sari
20144043A**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2018**

**FORMULASI DAN KARAKTERISASI NANOKAPSUL MINYAK BIJI MAHONI
(*Swietenia macrophylla* King) DENGAN METODE EMULSI DIFUSI DAN
ULTRATURAC MENGGUNAKAN BERBAGAI JENIS POLIMER**



Oleh:

**Devi Nawang Sari
20144043A**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

berjudul

**FORMULASI DAN KARAKTERISASI NANOKAPSUL MINYAK BIJI MAHONI
(*Swietenia macrophylla* King) DENGAN METODE EMULSI DIFUSI DAN
ULTRATURAC MENGGUNAKAN BERBAGAI JENIS POLIMER**

Oleh:

**Devi Nawang Sari
20144043A**

Dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi
Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi
Pada tanggal : 29 Juni 2018

Mengetahui,
Fakultas Farmasi
Universitas Setia Budi



Prof. **IANI R. A. Setiati**, SU., MM., M.Sc., Apt

Pembimbing,

A blue ink signature of Muhammad Dzakwan.

Muhammad Dzakwan, M.Si., Apt

Pembimbing Pendamping

A blue ink signature of Reslely Harjanti.

Reslely Harjanti, M.Sc, Apt.

Penguji :

1. Drs. Widodo Priyanto, MM., Apt
2. Siti Aisyah, M.Sc., Apt
3. Hery Muhamad Ansory, S.Pd. M.Sc
4. Muhammad Dzakwan, M.Si., Apt

Three blue ink signatures of the examiners, each followed by a dotted line for a name.

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Hasil karya ini saya persembahkan khusus untuk (Alm) Ibu, terimakasih atas semua kerja keras yang Ibu lakukan dan limpahan kasih sayang yang selalu kau curahkan.

Bapak dan Dava terimakasih atas semua kasih sayang kalian dan dukungan yang kalian berikan, kalian adalah keluarga terhebat.

Simak (Nenek) dan Kakung terimakasih sudah selalu berdoa dan berjuang buat aku dan Dava.

Tri Ariyanti (Bulek) terimakasih banyak karena kau telah melanjutkan perjuangan Ibu.

Terimakasih kepada **Cicilia Paramita Yudiani Wahyuningtiyas** (wanita hebatku), terimakasih sudah mendukung dan memfasilitasi segala yang sudah saya butuhkan.

Terimakasih untuk keluarga besarku “ **KELUARGA BU SUTIMAH**” yang sudah memberi dukungan.

Terimakasih untuk “**KING SALMAN**” (Anita Riski O, Yanuar Puspita M, Yuliana Trisnani, Devi Agustin P , Ayu Cahyani Sumarno) kalian para wanita super yang aku miliki.

Terimakasih untuk semua pihak yang sudah memberikan semangat yang hebat dan luar biasa hingga aku bisa berdiri seperti ini.

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan 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.

Apabila skripsi ini merupakan jiplakan dari penelitian/karya ilmiah/skripsi orang lain, maka saya siap menerima sanksi, baik secara akademis maupun hukum.

Surakarta, 21 Mei 2018



Devi Nawang Sari

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“FORMULASI DAN KARAKTERISASI NANOKAPSUL MINYAK BIJI MAHONI (*Swietenia macrophylla* King) DENGAN METODE EMULSI DIFUSI DAN ULTRATURAC MENGGUNAKAN BERBAGAI JENIS POLIMER”** Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh derajat sarjana di Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi Surakarta.

Dalam penulisan skripsi ini tentunya tidak lepas dari kekurangan baik dari aspek kualitas ataupun kuantitas dari materi penelitian yang diajukan. Semua ini didasarkan dari keterbatasan yang penulis Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan serta penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, bimbingan serta doa dari berbagai pihak sehingga penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Dr. Ir. Djoni Tarigan, MBA selaku Rektor Universitas Setia Budi.
2. Prof. Dr. R. A. Oetari, SU., MM., M.Sc., Apt, selaku Ketua Dekan Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi Surakarta.
3. Muhamad Dzakwan M.Si., Apt, selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, dukungan, nasihat serta ilmunya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sesuai dengan waktunya.
4. Reslely Harjanti, S. Farm, M.Sc., Apt, selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan ilmu dan dukungan melalui bimbingan dan telah memberikan koreksi pada penulis.
5. D. Andang Arif W, SP, M.Si yang telah memberikan minyak mahoni dan memberikan ide atas judul skripsi ini.
6. Segenap dosen, staff, laboran dan asisten laboratorium Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama penelitian berlangsung.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan, sebagai amal soleh senantiasa mendapat Ridho Allah SWT sehingga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan pendidikan di bidang Farmasi.

Surakarta, 21 Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Tanaman Mahoni	5
1. Klasifikasi tanaman	5
2. Nama lain tanaman.....	6
3. Morfologi tanaman	6
4. Khasiat mahoni	7
5. Kandungan kimia	7
6. Komposisi biji mahoni	8
B. Minyak Biji Mahoni.....	9
1. Pengambilan Minyak.....	9
1.1. <i>Rendering</i>	10
1.2. Pengepresan secara mekanik.....	10
1.3. <i>Intermittent extraction</i> (ekstraksi soxhlet).....	10
2. Pengujian Minyak	10
2.1 Berat Jenis Berat jenis	10

2.2	Bilangan peroksida	10
2.3	Bilangan penyabunan	11
C.	Nanopartikel	11
D.	Nanoenkapsulasi	12
1.	Definisi nanoenkapsulasi	12
2.	Komponen pembuatan nanoenkapsulasi	13
2.1	Polimer	13
2.2	Surfaktan	14
3.	Prosedur pembuatan nanoenkapsulasi	15
3.1	Metode Nanoprecipitasi (perpindahan pelarut)	15
3.2	Metode emulsi difusi	15
3.3	Metode emulsi ganda	15
3.4	Metode sonikasi	15
4.	Karakterisasi Nanoenkapsulasi	15
4.1	Uji Ukuran partikel	16
4.2	Zeta potensial	16
4.3	TEM (<i>Transmission Electron Microscopy</i>)	16
4.4	Efisiensi penjerapan	17
4.5	Uji stabilitas distribusi ukuran partikel	17
4.6	Uji stabilitas emulsi	17
E.	Studi Preformulasi	17
1.	Surfaktan	17
1.1.	Tween 80	17
2.	Polimer	17
2.1	Natrium Alginat (Na- Alginat)	17
2.2	PVA (Polivinil Alkohol)	19
2.3	PVP (Poli Vinil Pirolidon)	20
F.	Landasan Teori	20
G.	Hipotesis	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		23
A.	Populasi dan Sampel	23
B.	Variabel Penelitian	23
1.	Identifikasi variabel utama	23
2.	Klasifikasi variabel utama	23
3.	Definisi operasional variabel utama	24
C.	Bahan dan alat	24
1.	Bahan	24
2.	Alat	25
D.	Rencana Jalannya Penelitian	25
1.	Pembuatan minyak biji mahoni	25
2.	Identifikasi dan karakterisasi minyak biji mahoni	25
2.1.	Penentuan bobot jenis minyak	25
2.2.	Penetapan bilangan penyabunan	25
2.3	Penetapan bilangan asam	25
2.4	Penetapan bilangan peroksida	26

3.	Komposisi formula nanoenkapsulasi minyak biji mahoni	26
4.	Pembuatan nanoenkapsulasi minyak biji mahoni dengan kombinasi metode emulsi spontan (Emulsi difusi) dengan Ultraturact	26
5.	Karakterisasi nanoenkapsulasi minyak biji mahoni	27
5.1	Penetapan distribusi ukuran partikel dan potensial zeta ...	27
5.2	Uji TEM (<i>Transmission Electron Microscopy</i>).	27
5.3	Uji Efisiensi Penjerapan.....	27
5.4	Uji Stabilitas Emulsi.	27
E.	Analisis Hasil	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
1.	Proses Pembuatan Minyak Biji Mahoni	29
1.1	Hasil Determinasi Tanaman.....	29
1.2	Pengambilan Biji Mahoni.	29
1.3	Pengeringan Biji Mahoni	29
1.4	Hasil Pembuatan Minyak Biji Mahoni.	29
2.	Identifikasi dan Karakterisasi Minyak Biji Mahoni	30
3.	Hasil dari Pembuatan Nanokapsul Minyak Biji Mahoni.....	32
4.	Hasil Distribusi Ukuran Partikel Nanokapsul Minyak Biji Mahoni.....	33
5.	Efisiensi Penjerapan	35
6.	Uji Stabilitas Distribusi Ukuran Partikel	36
7.	Uji Zeta Potensial	37
8.	Uji Stabilitas Emulsi.....	39
8.1	Sentrifugasi.	39
8.2	Uji <i>Freeze Thaw Cycle</i>	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		41
A.	Kesimpulan.....	41
B.	Saran	41
DAFTAR PUSTAKA		42
LAMPIRAN		49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tanaman, buah dan biji mahoni	5
Gambar 2. Nanokapsulasi	13
Gambar 3. Rumus molekul dari natrium alginat (Yunizal 2004).	18

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Karakteristik Natrium Alginat(Yunizal, 2004).....	19
Tabel 2. Karakterisasi PVA	19
Tabel 3. Komposisi Formulasi dengan Polimer Natrium Alginat.....	26
Tabel 4. Kandungan senyawa kimia minyak biji mahoni dan minyak kedelai...	30
Tabel 5. Hasil identifikasi dan karakterisasi minyak biji mahoni	30
Tabel 6. Hasil pengamatan nanoenkapsul dengan metode emulsi difusi dengan kombinasi ultraturac.....	33
Tabel 7. Ukuran partikel nanoenkapsul minyak biji mahoni	34
Tabel 8. Hasil uji penjerapan nanokapsul minyak biji mahoni.....	35
Tabel 9. Hasil uji Stabilitas Distribusi Ukuran Partikel nanokapsul minyak bijimahoni.....	36
Tabel 10. Hasil Uji Zeta Potensial nanokapsul minyak biji mahoni	37
Tabel 11. Hasil Uji sentrigugasi nanokapsul minyak biji mahoni.....	39
Tabel 12. Hasil Uji <i>Freez Thaw</i> nanokapsul minyak biji mahoni	40

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil determinasi tumbuhan.....	52
Lampiran 2. Dokumentasi.....	53
Lampiran 3. Dokumentasi Uji Karakterisasi.....	54
Lampiran 4. Uji Kelarutan Minyak	55
Lampiran 5. Hasil formula Nanokapsul minyak biji mahoni	56
Lampiran 6. Hasil Uji Sentrifugasi nanokapsul Minyak Biji Mahoni.....	57
Lampiran 7. Hasil Uji <i>Freez Thaw</i> Nanokapsul Minyak Biji Mahoni	58

INTISARI

DEVI, N.S., 2018.FORMULASI DAN KARAKTERISASI NANOKAPSUL MINYAK BIJI MAHONI (*Swietenia macrophylla* King)DENGAN METODE EMULSI DIFUSI DAN ULTRATURAC MENGGUNAKAN BERBAGAI JENIS POLIMER. SKRIPSI. FAKULTAS FARMASI, UNIVERSITAS SETIA BUDI, SURAKARTA.

Nanoenkapsulasi adalah proses dimana satu atau lebih material dilapisi oleh material lain. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjerap (enkapsulasi) minyak biji mahoni yang tidak stabil kedalam polimer. Polimer yang digunakan harus memiliki syarat biodegradable, biokompaktibilitas dan bioreabsorbsibilitas. Natrium alginat, PVA (Polivinil Alkohol) dan PVP (Polivinil Pirolidon) merupakan polimer yang telah memenuhi syarat sebagai polimer.

Minyak biji mahoni akan dienkapsulasi dengan polimer PVA, PVP dan Natrium Alginat, konstrasi polimer yang di gunakan masing masing sebesar 0,2%; 0,4%; 0,6%; 0,8%; dan 1%. Selanjutnya dilanjutkan dengan karakterisasi melalui pengamatan ukuran partikel, zeta potensial, uji *freeze thaw cycle*, efisiensi penjerapan, dan uji sentrifugasi.

Karakterisasi nanokapsul dengan pengamatan secara fisik dari 15 formula hampir semua emulsi berwarna putih susu dan keruh, ukuran partikel dari 15 formula telah memenuhi syarat ukuran nanometer yaitu kurang dari 1000nm. Uji efisiensi penjerapan pada formula terpilih F1, F6 dan F14 semuanya dapat menjerap minyak sebesar 95%. Uji potensial dari formula terpilih setelah dilakukan sentrifugasi 5 jam F1 -40,2mV; F6 -24,mV; F14 -10,7mV hasil uji zeta potensial setelah dilakukan penyimpanan 1 bulan F1 -37,2mV; F6 -20,9mV dan F14 -10,8mV. Ketiga formula terpilih dilakukan uji stabilitas dan hasil dari ketiga formula tersebut tidak stabil.

Kata kunci:enkapsulasi, minyak biji mahoni, PVA,PVP,Natrium Alginat

ABSTRACT

DEVI, N.S., 2018. FORMULATION AND CHARACTERIZATION NANOCAPSUL OF MAHOGANY SEED OIL (*Swietenia macrophylla* King) WITH DIFFERENT TYPES OF POLYMERS. THESIS FACULTY OF PHARMACEUTICALS, UNIVERSITY SETIA BUDI, SURAKARTA

Nanocapsulation is process wich one or more materials are coated by another material. The purpose of this study was to absorb (encapsulated) unstable mahogany seed oil into the polymer. The polymer used must have biodegradable, biocompartible and bioreabsorbsibilitas conditions. Natrium alginat, PVA (Polivinil Alkohol) and PVP (Polivinil Pirolidon) are polymer has these requirements.

This research was encapsulate the mahogany seed oil with PVA, PVP and Sodium Alginate polymers, polymer constration in use respectively by 0,2%; 0.4%; 0.6%; 0.8%; and 1%. This is followed by characterization through particle size observation, potential zeta, freeze thaw cycle test, apparatus efficiency, and centrifugation test.

Nanocapsule's classification using physical observation of 15 formulas results most of all the emulsions in white-milk and turbid colors, the particle's dimension of 15 formulas has been fulfilled nanometer dimension requirement which is less than 100nm. Coating efficiency test on all selected formulas F1, F6 and F14 can coat the oil as much as 95%. Zeta potential test on selected formula after 5-hour centrifugation process results F1 -40,2mV; F6 -24,6mV; F14 -10,7mV; zeta potential test after a month storage results F1 -37,2mV; F6 -20,9mV dan F14 -10,8mV. The three selected formulas have passed stability test, and the result of those three formulas are unstable.

Keywords: encapsulation, mahogany seed oil, PVA, PVP, Sodium Alginate

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Nanoenkapsulasi adalah proses di mana satu atau lebih material dilapisi oleh material lain, baik material yang dilapisi maupun yang melapisi kebanyakan merupakan cairan, tapi bisa juga partikel gas (Risch, 1995). Partikel dengan ukuran berkisar nano (1-1000 nm) membuat distribusi partikel lebih baik dan dapat meningkatkan kontak antar partikel dan bahan. Nanoenkapsulasi juga dapat membuat bahan inti (*core*) untuk lepas secara bertahap melalui lapisan enkapsulasi, sehingga dapat meningkatkan efektifitas bahan inti (Won *et al.* 2008). Nanoenkapsulasi memiliki kelebihan di mana obat dapat ditargetkan pada lokasi yang spesifik dan penyerapan dapat efisien melalui sel. Teknik dengan ukuran nanometer dapat meningkatkan kelarutan dalam air, stabilitas, dan bioavailabilitas oral pada senyawa bioaktif (Huang *et al.* 2010).

Penelitian ini menggunakan zat aktif minyak biji mahoni, karena sifat minyak biji mahoni yang mudah teroksidasi. Kelimpahan asam polyunsaturated fatty (PUFA) terutama asam linoleat dan oleat menunjukkan bahwa minyak biji mahoni memiliki kemampuan untuk memberikan manfaat untuk kesehatan manusia. PUFA dikenal sangat rentan terhadap oksidasi. Oksidasi minyak menghasilkan rasa tengik dan menurunkan kualitas minyak (Chakrabarty MM & Chowdhuri DK, 1956)

Biji mahoni memiliki aktivitas anti inflamasi, anti-mutagenik, anti tumor, anti hipertensi, sertadapatmelawan diabetes pada tikus (Hashim *et al.*, 2013). Menurut Chatterjee (2010) biji mahoni dapat digunakan sebagai anti-inflamasi, anti mutagenetik, dan kegiatan antitumor.

Menurut Ade (2012) didapatkan hasil uji klinis bahwa pemberian ekstrak biji mahoni dengan dosis 140mg/KgBB memberikan efek antidiabetes dan setara dengan pemberian metformin dengan lama pemberian 14 hari. Ekstrak biji mahoni dapat menurunkan kadar glukosa darah serta meningkatkan glikogen dalam hati. (Geetha Sahgel *et al.*, 2009). Menurut Maiti (2008) ekstrak metanol

biji mahoni dengan dosis 150mg/kgBB dan 300 mg/kgBB memberikan efek antidiabetes pada tikus yang diinduksi *streptozotocin* dan *nicotinamide*

Berbagai jenis limonoid atau juga dikenal sebagai tetranortriterpenoids juga ditemukan dalam minyak biji mahoni yaitu swietenine dan swietenolide. Swietenolide merupakan senyawa yang menyebabkan biji mahoni memiliki rasa yang pahit serta kandungan dua limonoid biji mahoni diduga dapat menurunkan gula darah.

Pengembangan minyak biji mahoni dalam bentuk sediaan nanokapsul menjadi sangat potensial terkait banyaknya khasiat yang dimiliki oleh minyak biji mahoni. Bentuk sediaan nanokapsul dapat meningkatkan efektivitas, bioavailabilitas dan diharapkan dapat menutupi rasa dari minyak biji mahoni yang pahit. Khasiat minyak biji mahoni yang bermanfaat bagi masyarakat terutama dalam pengobatan diabetes sehingga dikembangkanlah sediaan farmasi berupa nanoenkapsul yang bertujuan melindungi minyak biji mahoni yang mudah teroksidasi oleh cahaya serta diharapkan dapat menutupi rasa minyak biji mahoni yang pahit. Melalui teknik enkapsulasi, inti yang berada di dalam kapsul akan terhindar dari pengaruh lingkungan sehingga akan terjaga dalam keadaan baik.

Tujuan dibuat dalam bentuk nanokapsul yaitu untuk meningkatkan stabilitas senyawa inti, memperbaiki sistem penghantaran obat, memperbaiki absorpsi, mengurangi sensitasi, dapat menghindari iritasi saluran cerna terhadap senyawa aktif, dapat menutupi rasa, membuat pelepasan senyawa aktif yang terkontrol, serta dapat meningkatkan kelarutan dalam air.

Pemilihan komponen yang digunakan sangat berperan dalam pembentukan sediaan nanoenkapsulasi yang memiliki sifat dan stabilitas fisik yang baik. Surfaktan dalam nanoenkapsulasi berperan dalam menstabilkan tegangan antarmuka yang terjadi akibat difusi spontan saat pencampuran dua fase (Schramm, 2000). Surfaktan yang dibutuhkan merupakan surfaktan yang dapat menurunkan tegangan antar muka dalam emulsi minyak dalam air Tween 80 merupakan salah satu surfaktan yang sering digunakan dalam emulsi minyak

dalam air. Tween 80 juga memiliki kelebihan lain diantaranya dapat sebagai solubilizing agent, sebagai wetting agent, suspending agent, dan tergolong surfaktan non ionik.

Pengembangan pada penelitian ini, akan dilakukan formulasi dan karakterisasi nanoenkapsulasi menggunakan metode emulsi difusi dengan menggunakan percobaan berbagai macam polimer. Polimer yang digunakan merupakan polimer yang dapat digunakan sebagai bahan penyalut obat karena sifatnya yang *biokompaktibel*, *biodegradable* dan tidak beracun. Polimer yang digunakan antara lain PVA (*Polivinil Alkohol*), Natrium alginat, PVP (*Polivinil Piroolidon*). Pemilihan ketiga polimer ini karena memiliki berbagai kelebihan yang berbeda-beda.

PVP (*Polivinil Piroolidon*) memiliki kelebihan dapat membawa obat dalam jumlah banyak, dapat digunakan sebagai polimer *drug relieves modifier*, tidak toksik, polimer sintesis yang biodegradable, serta lebih ekonomis. PVA (*Polivinil Alkohol*) merupakan polimer yang non toksik, non karsinogenik, bersifat mudah mengembang apabila terkena air. PVA memiliki film yang tahan terhadap minyak, lemak, dan pelarut. PVA dapat digunakan sebagai penghalang yang baik, memiliki gugus hidroksi yang bersifat polar, sehingga dapat berikatan dengan air dan rantai vinilnya yang bersifat non polar akan berikatan dengan molekul non polar sehingga emulsi lebih stabil. Natrium alginat dipilih sebagai polimer karena memiliki kelebihan dapat digunakan sebagai *suspending agent*, *emulsifier*, *stabilizer*, *binder*, *thickener*, *film former*, *coating agent*, *gelling agent*, *syneresis inhibitor*, *crystallization inhibitor*, dan dapat digunakan juga untuk *encapsulation agent*.

Minyak biji mahoni dengan metode emulsi difusi dengan bantuan ultraturac yang diharapkan dapat meningkatkan kestabilan minyak dari pengaruh luar sehingga minyak akan lebih stabil. Penjerapan minyak dengan polimer diharapkan dapat menutupi rasa minyak yang pahit.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dapat dibuat rumusan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Apakah minyak biji mahoni dapat dibuat nanoenkapsul?
2. Bagaimana karakteristik nanoenkapsul pada minyak biji mahoni dengan metode emulsi difusi dan ultraturac yang menggunakan berbagai jenis polimer ?
3. Bagaimana stabilitas nanokapsul minyak biji mahoni ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui minyak biji mahoni dapat dibuat nanoenkapsul.
2. Mengetahui karakteristik nanoenkapsul pada minyak biji mahoni dengan metode emulsi difusi dan ultraturac yang menggunakan berbagai jenis polimer.
3. Mengetahui stabilitas nanokapsul minyak biji mahoni.

D. Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan tambahan informasi dalam pengembangan berbagai metode pembuatan nanoenkapsul dan polimer yang digunakan untuk pembentukan sediaan nanoenkapsul. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi bagi pengembangan penggunaan minyak biji mahoni sebagai anti diabetes.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Mahoni

Tanaman merupakan gudang bahan kimia terkaya (Kardinan & Taryono 2003). Banyak senyawa kimia yang terkandung didalam tanaman masih belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat. Senyawa-senyawa kimia tersebut memiliki bioaktivitas yang bermacam-macam sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat dalam industri farmasi, pembuatan pestisida alami, dan sebagai hormon pada pertumbuhan tanaman (Sianturi, 2001).

1. Klasifikasi tanaman

Berikut merupakan klasifikasi tanaman mahoni. (Depkes 2000)

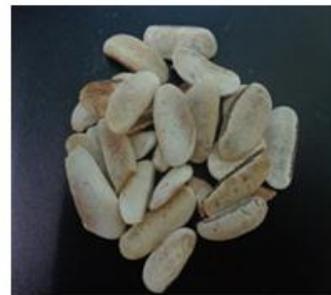
Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Superdivisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Kelasifikasi : Magnoliopsida
Sub Class : Rosidae
Ordo : Sapindales
Family : Meliaceae
Genus : Swietenia
Spesies : *Swietenia macrophylla* King



a. Pohon mahoni



b. Buah mahoni



c. Biji mahoni

Sumber : Hartati *et al.*, 2013

Gambar 1. Tanaman, buah dan biji mahoni

2. Nama lain tanaman

Di Indonesia tumbuhan mahoni mempunyai nama lokal lainnya seperti mahagoni, maoni atau moni. Di Bangli disebut sebagai mahagni. Di Belanda dikenal sebagai mahok. Orang Perancis menyebutnya *acajou* atau *acajou pays*, sementara tetangga kita (Malaysia) menamai tanaman ini *cheriamagany* atau *sky fruit*, karena buahnya mengarah ke langit. Lain lagi dengan orang Spanyol yang mengenalnya sebagai *caoba/caoba de Santo/domingo* (Sulastri, 2011).

3. Morfologi tanaman

Tanaman mahoni dapat ditemui dilingkungan rumah, pinggir jalanyang dimanfaatkan sebagai paru-paru kota. Kadang-kadang tanaman mahoni tumbuh secara liar di hutan-hutan. Tinggi pohon mahoni umumnya mencapai 30-35 m. Kulit batang mahoni berwarna abu-abu dan halus ketika masih muda, berubah menjadi coklat tua, membubung (beralur) dan mengelupas setelah tua. Daun bulat telur/lonjong, ujung lancip, panjang 5-6 cm, lebar 2-3 cm, berwarna hijau tua, licin dan tidak berbulu (Jøker, 2001).

Buah mahoni umumnya berbentuk kapsul bercuping 5, mempunyai panjangsekitar 12-15 (-22) cm, dan berwarna abu-abu coklat. Bagian luar buah mengeras, ketebalan 5-7 mm dan bagian dalam lebih tipis. Di bagian tengah mengeras sepertikayu, berbentuk kolom dengan 5 sudut yang memanjang menuju ujung. Buah yang sudah tua akan kering merekah dan pecah mulai dari ujung atau pangkal pada saat masak (Jøker, 2001).

Bungannya merupakan bunga majemuk tersusun dalam kerangka yang keluar dari ketiak daun. Tangkai bunganya berbentuk silindris dan berwarna coklat muda. Kelopak bunganya terlepas satu sama lain, bentuknya seperti sendok, dan berwarna hijau. Mahkota bunga berbentuk silindris, berwarna kuning kecoklatan. Mahoni baru berbunga setelah berumur 7 tahun (Dalimartha, 2006).

Penyerbukan dilakukan oleh serangga. Pembentukan bunga sampai buah masak diperlukan waktu 9-12 bulan. Biasanya pembungaan terjadi ketika pohon menggugurkan daun atau pada saat daun baru mulai muncul sesaat sebelum musim hujan. (Jøker, 2001).

Biji Mahoni berwarna coklat, lonjong padat, bagian atas memanjang menjadisyap, dengan panjang mencapai 7,5-15 cm. Biji menempel pada kolumela melaluisayapnya, meninggalkan bekas yang nyata setelah benih terlepas. Umumnya setiapbuah terdapat 35-45 biji. (Jøker, 2001).

4. Khasiat mahoni

Khare (2007) bahwa pada kulit tanaman mahoni dapat digunakan sebagai obat ramuan untuk diare, sebagai sumber vitamindan zat besi,serta dapat sebagai antiseptik, di India kulit dan biji tanaman mahoni dapat digunakan sebagai obat hipertensi, diabetes, dan malaria (Nagalakshmiet *al.*, 2001) , rebusan kulit tanaman mahoni dapat digunakan sebagai obat tradisional untuk meningkatkan nafsu makan, memulihkan stamina tubuh dalam kasus tuberkolusis selain itu juga dapat digunakan untuk pengobatan anemia, diare, disentri, demam dan sakit gigi (Anonymous, 1986), rebusan daun mahonin dapat dipakai untuk mengobati gangguan saraf, infusan biji mahoni dapat digunakan obat untuk mnyeri dada, dan akar dari tanaman mahoni dapat digunakan untuk mencegah perdarahan (Miroslav MG. *et al.*, 2005).

Menurut penelitian lain yang dilakukan bahwa aktivitas dari berbagai bagian dari tanaman mahoni dapat digunakan sebagai aktivitas anti-mikroba (Sahgal G *et al.*, 2009), aktivitas anti-diabetes (SMM Mahid-Al-Hasan *et al.*, 2011), antidiabetes, antioksidan (Sahgal G *et al.*, 2009), anti-hiperlipidemia (Debasis De *et al.*, 2011), antioksidan (Subhadip Hajra *et al.*, 2011), efek sitotoksik (Mohammad AA *etal.*, 2009), anti-inflamasi, analgesik dan studi antipiretik (Ghosh S *et al.*, 2009).

5. Kandungan kimia

Hasil identifikasi kandungan kimia biji mahoni terdapat alkaloid, flavonoid, saponin, fenolik hidrokuinon, triterpenoid, tanin antraquinon, *cardiac glycosides* dan *oils* (Ruvanie W, 2017).Minyak biji mahoni diidentifikasi dengan GC-MS didapatkan asam palmitat 16,47;asam linolelaidat38,34; 10-oktadecanoid27,28; asam stearat 13,85; asam oleat 2, 56; dan *arachidic acid*1,49(Ruvanie W, 2017).

Biji mahoni bebas minyak yang diekstraksi dengan asam asetat ditemukan mengandung senyawa alkaloid 3,6,7-trimetoksi-4-metil-1,2,3,4-tetrahidro-isoquinolin, diekstraksi dengan asam sitrat ditemukan senyawa 3,4,5,6,7-pentaetil-1-metoksi-1H-indazol, dan diekstraksi dengan asam klorida ditemukan senyawa 5-etil-6-metoksimetil-2-metil-1,2-dihidropiridin (Mursiti, 2004).

Kandungan triterpen dari *Swietenia macrophylla* king mengandung senyawa limonoid, tetranortriterpenoid dan 4,4,8-trimethyl-17-furanyl steroidal skeleton (Moghadamtousi *et al* 2013). Kandungan kimia dari ekstrak biji mahoni dengan petroleum eter menggunakan GC-MS, terdapat senyawa steroid seperti fukosterol, *phytosterols* dan *β -sitosterol*, serta senyawa golongan lain seperti diterpen, triterpenoid, asam lemak, aldehida, *methyl esters*, *methyl esters*, berperan sebagai anti hiperglikemik (Hashim *et al.*, 2013)

6. Komposisi biji mahoni

Komposisi gizi proksimat dari biji dianalisis dengan metode standar dan itu ditemukan mengandung uap air (14,37%); mineral (16,36%); lemak (19,42%); serat kasar (19,60%); protein (8,76%) dan karbohidrat (21,49%). Komposisi asam lemak dari minyak dianalisis dengan kromatografi gas dan keseluruhan kandungan senyawanya terdapat 48 senyawa. Unsur utama dari ester lemak alkohol adalah asam linoleat (26,00%); asam elaidat (24,39%); asam stearat (14,32%); asam palmitat (12,97%); 10-metil-10-nonadecanol (5,24%); *ecosanoic acid* (2,48%); 3-heptyne-2,5-diol; 6-methyl-5-(1-metiletil) (2,03%) asam oktadekanoat; 9,10,12-trimetoksi (1,90%); 1,3-dioxalane, 4-etil-4-metil-2-pentadecyl (1,89%) dan asam 2-furapentanoic (1,03%). Hal ini terbukti dari penelitian ini bahwa minyak dapat dianggap sebagai sumber yang baik dari asam lemak tak jenuh. Rasa pahit pada minyak dianggap sebagai minyak pengering moderat, yang dapat berguna dalam industri kimia yang berbeda untuk sabun (M. Mostafa *et al.*, 2011).

Menurut Madjid *et al*(2004) komposisi minyak biji mahoni mengandung asam lemak yang terdiri atas 52% asam palmitat, 36% asam stearat, 9% asam arakidat, 1% asam meristat, dan 1% asam oleat. Komposisi ini diperoleh dari hasil

pengujian dengan menggunakan kromatografi GLC (*Gas Liquid chromatography*).

B. Minyak Biji Mahoni

Minyak merupakan cairan yang hidrofobik (tidak larut air) zat cair pada suhu kamar dan terdiri dari sebagian besar trigliserida (Belitz *et al.*, 2009). Minyak adalah cairan kental yang larut dalam pelarut organik yang dapat digolongkan bersama dengan lemak, lilin, sterol dan demikian pula senyawa lain hidrofobik ke dalam kelas 10 senyawa organik yang disebut lipid. Minyak biologis dimanahampir 40% dari makanan yang dikonsumsi terdiri dari minyak biologis dan lemak (dalam beberapa bentuk yang berbeda). Makanan yang kita konsumsi banyak yang terdiri dari gizi penting, asam lemak tak jenuh, minyak dan sumber-sumber komoditas pertanian yang penting (Gunstone, 2011).

Xanthofil, klorofil dan antosianin, alfa dan beta karoten merupakan pendiri dari zat warna pada minyak. Zat warnaini yang membuat minyak berwarna kuning, kuning kecoklatan, kehijau-hijauan dan kemerah-merahan. Karotenoid merupakan sumber warna merah jingga dan kuning hal ini disebabkan karotenoid yang bersifat tidak stabil pada suhu tinggi dan jika minyak terkena uap panas maka warna kuning akan menghilang (Ketaren, 1986).

Kantung minyak merupakan tempat dimana minyak disimpan, minyak disimpan dalam kantung dengan diameter yang bervariasi dan dengan bentuk kantung yang bervariasi seperti bentuk oval, balon dalam kelenjar atau gelembung. Kantung atau kelenjar minyak tersebut tidak memiliki saluran dan tidak berhubungan dengan sel sekitarnya atau dengan dinding luar sel, tidak memiliki dinding tetapi dibatasi oleh runtunan jaringan yang terdegradasi. Minyak yang dihasilkan akan lebih banyak apabila dinding kelenjar minyak itu sobek dengan jalan dicacah atau merajang kemudian akan ada dorongan keluar (Ruvanie W, 2017).

1. Pengambilan Minyak

Pengambilan minyak/lemak dari biji buah tumbuhan, antara lain dengan cara *rendering*, pengepresan secara mekanik dan *intermittent extraction* atau biasa juga disebut sebagai ekstraksi *soxhlet* (Sulastri, 2011)

1.1. Rendering. *Rendering* merupakan suatu cara ekstraksi minyak/lemak dari material yang mengandung kadar air yang relatif tinggi.

1.2. Pengepresan secara mekanik. Cara yang paling umum digunakan pada industri pengolahan minyak adalah cara mekanis menggunakan alat pengepress. Alat pengepress yang digunakan untuk kapasitas kecil biasanya *hidrolik press*, sedangkan untuk kapasitas besar menggunakan *screw press*. Minyak yang dihasilkan dari *press* mengandung *impuritas/kemurnian* yang bisa diklasifikasikan menjadi dua golongan, yakni kotoran yang terlarut dalam minyak dan kotoran tidak terlarut. Kotoran tidak terlarut dalam minyak berupa sisa kulit biji, air bebas, lilin dan karbon rantai panjang yang membuat minyak jadi tidak jernih. Kotoran yang larut dalam minyak, berupa asam lemak bebas, gum, protein, keton, dan aldehyd.

1.3. Intermittent extraction (ekstraksi soxhlet). Ekstraksi metoda soxhletasi, adalah mengekstrak sampel secara berkesinambungan, cairan pengestrak dipanaskan sehingga menguap, uap cairan pengestrak terkondensasi menjadi molekul-molekul air oleh pendingin balik dan turun untuk mengekstrak sampel dalam klongsong dan selanjutny amasuk kembali ke dalam labu alas bulat setelah melewati sampel dalam klongsong. Pelarut tersebut dapat diambil dan digunakan kembali (Sulastrri, 2011).

2. Pengujian Minyak

2.1 Berat Jenis Berat jenis adalah perbandingan relatif antara massa jenis sebuah zat dengan massa jenis air murni. Rumus untuk menentukan berat jenis adalah $= \frac{(\rho_2 - \rho_0)}{\rho_1 - \rho_0} \times \rho \text{ air}$. (Sulastrri, 2011).

2.2 Bilangan peroksida. Bilangan peroksida menunjukkan banyaknya mili ekivalen oksigen aktif yang terikat pada 1000 g minyak atau lemak. Angka peroksida dapat menunjukkan tingkat kerusakan yang terjadi pada minyak atau lemak akibat reaksi oksidasi. Proses pengujiannya adalah gugus hidroperoksida mengadisi iodida dari KI menjadi I₂, dan I₂ yang dibebaskan dititrasi dengan Na₂S₂O₃ (Sulastrri, 2011).

2.3 Bilangan penyabunan. Bilangan penyabunan adalah jumlah mg KOH yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas dan asam lemak hasil hidrolisis dalam 1 gram minyak/ lemak. Penentuannya dilakukan dengan cara memanaskan dengan larutan KOH alkoholis selama 30 menit (dihubungkan dengan pendingin balik, agar reagen tidak berkurang), selanjutnya didinginkan, lalu dititrasi kembali kelebihan KOH dengan larutan baku HCl (Sulastri,2011).

C. Nanopartikel

Suatu partikel yang memiliki ukuran antara 1 sampai 1000 nm disebut nanopartikel (Jonassen, 2014). Nanopartikel dalam bidang farmasetik merupakan suatu bahan pembawa yang berbentuk solid dengan ukuran mikro yang memiliki atau tidak memiliki sifat *biodegradabel*. Tujuan dibuat nanopartikel yaitu untuk meningkatkan stabilitas senyawa aktif terhadap pengaruh lingkungan (oksidasi, hidrolisis, penguraian enzimatis), memperbaiki sistem penghantaran obat, memperbaiki absorpsi seperti makromolekul, memperbaiki penanganan bahan toksik dan mengurangi sensitasi, dapat menutupi rasa dan bau dari senyawa aktif, dapat menghindari iritasi saluran cerna terhadap senyawa aktif, membuat pelepasan senyawa aktif lebih terkontrol, serta meningkatkan kelarutan dalam air. Nanopartikel harus memiliki sifat yang stabil, non toksik, tidak trombogenik, tidak imunogenik, tidak memicu inflamasi, *biodegradable*, mencegah penyerapan oleh sistem retikulo endotel dan harus dapat diaplikasikan ke berbagai molekul seperti obat, protein, vaksin atau asam nukleat (Kumari *et al.*, 2010).

Menurut Rachmawati (2007) dimana nanopartikel dalam bidang farmasi memiliki dua pengertian antara lain nanokristal dan *nanocarrier*. Nanokristal adalah suatu senyawa obat yang ukurannya dibuat ukuran nanometer, sedangkan *nanocarrier* adalah senyawa obat yang dienkapsulasi dalam suatu matriks atau pembawa dan kemudian dibuat ukurannya menjadi nanometer. *Nanotube*, *liposom*, nanopartikel lipid padat (solid lipid nanoparticle/SLN), *misel*, *dendrimer*, nanopartikel polimerik dan lain-lain merupakan contoh-contoh jenis *nanocarrier* (Rawat *et al*,2006).

Ukuran nanopartikel dimana senyawa dibuat dengan ukuran nanometer sehingga senyawa (partikel koloidal) mampu menembus ruang sel yang dituju (Buzea *et al.* 2007). Kelebihan nanopartikel dalam sistem penghantaran obat yaitu dengan nanopartikel dapat mengatur dan memperpanjang pelepasan obat selama proses transport menuju sasaran obat, obat dapat dibuat dengan mudah menjadi ukuran nanopartikel tanpa dengan reaksi kimia dan dengan obat dibuat nanopartikel obat dapat digunakan diberbagai sasaran pengobatan karena nanopartikel dapat masuk ke dalam sistem peredaran darah dan terbawa oleh aliran darah menuju tempat sasaran pengobatan (Mohanraj & Chen, 2006).

Menurut David Quintanaret *al* (2012) nanopartikel dalam sistem penghantaran obat bertujuan atas dua aspek, aspek pertama untuk memberikan dosis obat dalam bentuk yang efektif, aspek kedua untuk menempatkan obat pada suatu target tertentu atau jaringan tertentu yang susah dijangkau misalnya ditargetkan untuk sel ketik atau ditargetkan untuk jaringan yang sakit tertentu tetapi tidak pada jaringan normal. Aspek terakhir ini dikenal dalam domain farmasi sebagai pembawa atau vektor.

D. Nanoenkapsulasi

1. Definisi nanoenkapsulasi

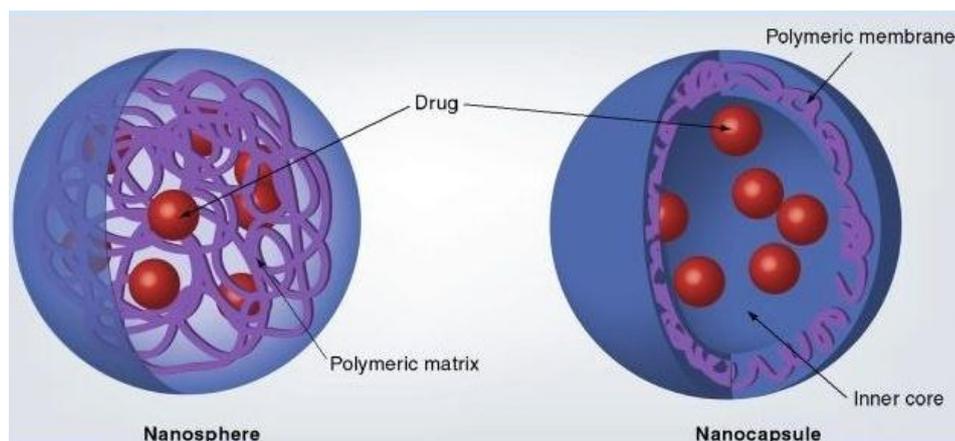
Enkapsulasi adalah prosesdimana satu atau lebih material dilapisi oleh material lain, baik material yang dilapisi maupun yang melapisi kebanyakan berupa cairan, tapi bisa juga berupa partikel gas (Risch, 1995). Ukuran nanometer akan mencapai distribusi produk yang lebih baik serta didapatkan hasil luas permukaan partikel yang kontak dengan bahan akan lebih luas. (Won *et al.*, 2008).

Nanokapsule adalah sistem vesikular di mana senyawa bioaktif terbatas pada rongga dikelilingi oleh membran polimer yang unik, sedangkan *nanospheres* adalah sistem matriks di mana senyawa bioaktif seragam tersebar (Couvreur *et al.*, 1995). Nanoenkapsulasi didefinisikan sebagai teknologi untuk memasukkan zat dalam sebuah penjerab dan mengacu pada kemasan bioaktif pada kisaran skala nano (Lopez *et al.*, 2006). Pengiriman setiap senyawa bioaktif ke berbagai situs dalam tubuh secara langsung dipengaruhi oleh ukuran partikel. (Kawashima,

2001; Hughes, 2005). Nanoenkapsul memiliki potensi untuk meningkatkan bioavailabilitas, meningkatkan pelepasan terkontrol, dan memungkinkan penargetan presisi dari senyawa bioaktif dalam tingkat yang lebih besar daripada mikroenkapsulasi. (Mozafari *et al.*, 2006).

Ukuran subselular pada nanoenkapsulasi memungkinkan penyerapan intraseluler yang relatif lebih tinggi dari pada sistem partikulat lainnya. (Furtado *et al.*, 2001). Kestabilan zat aktif pada obat akan lebih baik apabila dibuat dalam nanoenkapsulasi (Ouriquea *et al.*, 2008).

Keuntungan lain dari sistem nanokapsulasi yaitu kandungan polimer yang menjerab senyawa aktif obat membuat senyawa aktif obat lebih stabil terhadap faktor degradasi seperti faktor pH dan cahaya (Pinto *et al.*, 2006).



(Sumber : Nanomedicine, 2010)

Gambar 2. Nanokapsulasi

2. Komponen pembuatan nanoenkapsulasi

2.1 Polimer. Pemilihan bahan yang digunakan sebagai dinding adalah terkait dengan sifat fisik dari bahan inti. Inti berair membutuhkan dinding polimer tidak larut dan dinding polimer hidrofilik diperlukan untuk inti lipofilik. Polimer alam seperti turunan pati, maltodekstrin, bahan selulosa, karetrab, agar, alginat, chitosan, gelatin memiliki potensi untuk digunakan pada enkapsulasi (Ghayempour dan Mortazavi, 2015). Polimer *biodegradable* dimaksudkan membantu sementara waktu dalam proses pengiriman obat. Meskipun jumlah polimer yang tergolong biodegradable banyak, hanya sedikit polimer yang cocok untuk aplikasi pengiriman obat. Kandidat yang cocok tidak hanya harus

biodegradable tetapi juga biokompatibilitas. Biokompatibilitas adalah dimana suatu bahan digunakan secara fisiologis dapat diterima oleh tubuh dan tidak menyebabkan efek balik (Li *et al.*, 2008). Biokompatibilitas diantaranya harus *non-toksik*, *non-karsinogenik*, *non-alergenik*, dan *bioreabsorbibilitas*. *Bioreabsorbibilitas* dimana polimer atau mampu mengikuti jalur metabolisme secara normal pada tubuh (*metabolism pathway*) (Edlund & Albertson, 2002; Woodruff & Hutmacher, 2010).

2.2 Surfaktan. Surfaktan adalah suatu zat yang mempunyai gugusan hidrofil dan gugusan lipofil sekaligus dalam molekulnya. Surfakta akan berada pada permukaan dua cairan yang tidak saling bercampur dengan cara teradsorpsi. Gugus hidrofil akan berada pada bagian air sedangkan gugus lipofil akan berada pada bagian minyak. Menurut Kartika Maharani (2017) bagian kepala dari surfaktan akan mengarah pada cairan hidrofilik, dan bagian ekor surfaktan mengarah pada cairan hidrofobik.

Surfaktan dapat menurunkan tegangan permukaan antara dua cairan yang tidak saling bercampur, meningkatkan kestabilan fase dalam dari emulsi, dan dapat mengontrol jenis emulsi baik itu tipe *oil in water (o/w)* atau *water in oil (w/o)*. Menurut Kartika Maharani (2017) sifat lain dari surfaktan adalah dimana surfaktan dapat terserap kedalam cairan minyak atau dalam air dengan tujuan dapat mencegah penggabungan (*coalescence*) partikel terdispersi. Berdasarkan atas muatan yang dihasilkan kalau terhidrolisa dalam air, maka surfaktan dapat dibagi dalam 4 grup yaitu

2.2.1 Surfaktan anionik. Surfaktan yang gugus alkilnya terikat pada anion. Contohnya adalah garam alkana sulfonat, garam olefin sulfonat, garam sulfonat asam lemak rantai panjang

2.2.2 Surfaktan kationik. Surfaktan yang gugus alkilnya terikat pada bagian kation. Contohnya garam alkil trimethyl ammonium, garam dialkil-dimethyl ammonium dan garam alkil dimethyl benzil ammonium.

2.2.3 Surfaktan nonionik. Surfaktan dimana bagian alkilnya tidak memiliki suatu muatan. Contohnya ester gliserin asam lemak, ester sorbitan asam

lemak, ester sukrosa asam lemak, polietilena alkil amina, glukamina, alkil poliglukosida, mono alkanol amina, dialkanol amina dan alkil amina oksida.

2.2.4 Surfaktan amfoterik. Surfaktan dimana bagian alkilnya memiliki muatan ganda yaitu muatan positif dan muatan negatif. Contohnya surfaktan yang mengandung asam amino, betain, fosfobetain.

3. Prosedur pembuatan nanoenkapsulasi

3.1 Metode Nanoprecipitasi (perpindahan pelarut): metode nanopresipitasi akan terbentuk enkapsulasi dengan cara memasukkan berlahan lahan atau sedikit-sedikit fase organik yang terdiri dari pelarut seperti etanol, aseton, heksana, metilen klorida atau dioksan dengan penambahan surfaktan yang dimasukkan ke dalam fase air disertai pengadukan hingga terbentuk suspensi koloidal yang berukuran nanometer.

3.2 Metode emulsi difusi : menurut Fahr (2013) metode emulsi difusi yaitu dengan cara pencampuran antara fase organik, fase air dan fase dilusi dengan kecepatan yang tinggi.

3.3 Metode emulsi ganda: emulsi ganda adalah sistem yang kompleks *heterodisperse* yang diklasifikasikan menjadi emulsi water/ oil/ water (w/o/w) dan emulsi oil/ water/ oil (o/w/o). Metode emulsi evaporasi yaitu metode pengembangan dari metode emulsi difusi yang membedakan pada metode emulsi evaporasi di metode emulsi evaporasi tidak ada penambahan fase dilusi di metode emulsi difusi ada penambahan fase dilusi(Fahr, 2013).

3.4 Metode sonikasi : gelombang ultrasonik merupakan gelombang longitudinal yang memiliki frekuensi 20 kHz ke atas. Gelombang ini akan memerlukan media perambatan baik dalam bentuk cair, gas, atau udara (Tipler,1990). Gelombang ultrasonik akan menimbulkan efek kavitas akustik hal ini dapat dimanfaatkan membuat partikel dapat berukuran nano dengan metode emulsifikasi (Nakahira, 2007).

4. Karakterisasi Nanoenkapsulasi

Sediaan nanopartikel yang telah dibuat dilakukan evaluasi untuk menentukan karakteristik nanopartikel yang telah terbentuk. Karakterisasi yang dilakukan umumnya adalah menentukan ukuran partikel (PSA), nilai *polydispersity*

(PDI), *zeta potential* (ZP), *transmission electron microscopy* (TEM). (Musmade *et al.*, 2013).

4.1 Uji Ukuran partikel :tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencapai ukuran nanometer. Ukuran nanopartikel dapat mencapai target biologis dalam jumlah yang lebih besar jika dibandingkan dengan mikropartikel. Nanopartikel juga dilaporkan dapat melintas sawar darah otak. (Jahanshahi & Babaei, 2008). Tujuan dari uji ukuran partikel adalah untuk mengetahui ukuran partikel globul yang dihasilkan dengan menggunakan alat *particle size analyzer* (PSA). Persyaratan parameter ini adalah partikel mempunyai ukuran 50-1000 nm dan stabil pada periode waktu tertentu (Muller *et al.* 2000).

4.2 Zeta potensial : zeta potensial adalah ukuran permukaan muatan partikel yang tersebar dalam kaitannya dengan medium pendispersi. Partikel harus memiliki muatan atau zeta potensial yang tinggi dibanding dengan medium pendispersi untuk mencegah agregasi. Kekuatan tolak menolak yang dibawa oleh muatan ion serupa pada partikel permukaan akan mencegah gaya tarik menarik yang ditentukan oleh ikatan hidrogen dan ikatan van der waals. Dengan mengendalikan zeta potensial akan didapatkan kondisi yang ideal untuk terjadi agregasi (Vaughn & Williams, 2007). Nanopartikel dengan nilai potensi zeta lebih besar dari +25 mV atau kurang dari -25 mV biasanya memiliki derajat stabilitas tinggi (Ronson, 2012).

Nilai zeta potensial pada nanoenkapsulasi tergantung pada sifat kimia polimer dan sifat kimia dari bahan penstabil. Oleh karena itu ketika nanokapsul dibuat dari polimer poliester atau turunan metakrilat menggunakan bahan penstabil yang bersifat non-ionik, maka nilai zeta potensialnya negatif hal ini diperoleh karena kehadiran kelompok karboksilat. Demikian juga, positif nilai zeta potensialnya diperoleh ketika polimer kationik dan agen stabilisasi non-ionik digunakan.

4.3 TEM (*Transmission Electron Microscopy*): bentuk dan keadaan permukaan nanopartikel penting untuk diketahui, karena hal ini dapat memberikan informasi tentang sifat pelepasan obat. Permukaan nanopartikel dapat digunakan mikroskop elektron pemindaian (*scanning electron microscopy/SEM*), mikroskop

elektron transmisi (*transmission electron microscopy/TEM*), mikroskop daya atom (*atomic force microscopy*) (Haskell 2006).

4.4 Efisiensi penjerapan. Uji ini dilakukan untuk mengetahui berapa % zat aktif yang dapat terjerap dalam nanopartikel yang terbentuk. Hasil uji efisiensi penjerapan obat di dapatkan dari hasil penetapan kandungan zat aktif inti dari dalam nanopartikel yang diolah berdasarkan rumus (Mahajan, 2009).

4.5 Uji stabilitas distribusi ukuran partikel. Uji ini dilakukan untuk mengetahui stabilitas ukuran partikel nanokapsul yang telah dilakukan penyimpanan 1 bulan dan setelah dilakukan sentrifugasi selama 5 jam.

4.6 Uji stabilitas emulsi

4.6.1 Uji sentrifugasi. Uji ini digunakan untuk mengetahui kestabilan nanokapsul dengan dilakukan sentrifugasi 3800rpm selama 5 jam. Uji ini dapat menggambarkan kestabilan nanokapsul terhadap guncangan selama pengiriman atau transportasi (Kurniawan P,2013)

4.6.2 Uji *freez thaw cycle*. Uji ini untuk menggambarkan stabilitas fisik nanokapsul terhadap suhu ekstrim.

E. Studi Preformulasi

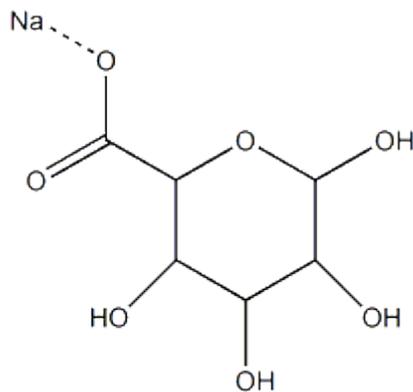
1. Surfaktan

1.1. Tween 80. Nama lain dari tween 80 adalah polysorbate 80, PEG (80) sorbitan monooleate dan polyoxyethylene sorbitan monooleate. Tween 80 adalah ester asam lemak polioksietilen sorbitan, dengan nama kimia polioksietilen 20 sorbitan monooleat. Tween 80 larut dalam air (0,1 ml / ml) menghasilkan larutan kuning pucat sampai kuning terang. Tween 80 larut dengan alkohol, minyak biji kapas, minyak jagung, etil asetat, metanol, dan toluena, tetapi tidak larut dalam minyak mineral. 4 pH larutan 1% yaitu 5,5. Tween 80 digunakan secara luas pada kosmetik sebagai *emulsifying agent* (Smolinske, 1992).

2. Polimer

2.1 Natrium Alginat (Na- Alginat). Alginat merupakan senyawa polisakarida hasil ekstraksi dari kelompok alga coklat yang disebut *Alginophyt*, yaitu kelompok dari *Phaeophyceae* yang menghasilkan alginat, antara lain

Macrocystis Ecklonia, Fucus, Lessoniadan Sargassum (Aslan, 1991). Alginat adalah garam dari asam alginat yang mengandung ion natrium, kalsium atau kalium (Kadi dan Atmaja, 1988). Rumus molekul dari natrium alginat adalah $(C_6H_7O_6Na)$ (Yunizal, 2004).



Gambar 3. Rumus molekul dari natrium alginat (Yunizal 2004).

Natrium alginat secara fisik berupa serbuk berwarna putih sampai dengan kekuningan, berbentuk tepung atau serat, hampir tak berbau dan berasa dengan kadar abu yang tinggi, disebabkan oleh pengaruh garam yang bersifat higroskopis. Kandungan air dalam alginat bervariasi bergantung pada kelembaban relatif dan lingkungannya (Yunizal, 2004). Viskositasnya dapat bervariasi, tergantung pada konsentrasi pH, temperatur atau adanya ion logam. Viskositas larutan akan menurun pada pH 4 sampai 10. Derajat disosiasi untuk monomer asam manuronat dan guluronat adalah sekitar 3,38 dan 3,65.

Natrium alginat larut dalam air dan mengental (larutan koloid), tidak larut dalam alkohol lebih dari 30%, dan tidak larut dalam khloroform, eter dan asam dengan pH kurang dari 3. Bidang farmasi pada natrium alginat digunakan pada berbagai formulasi oral dan topikal. Berdasarkan sifat fisika dan kimia alginat, maka alginat dapat berfungsi sebagai *suspending agent*, *emulsifier*, *stabilizer*, *binder*, *thickened*, *film former*, *coating agent*, *gelling agent*, *synerisis inhibitor*, *crystalization inhibitor* dan *encapsulating agent* (Chalila DG, 2016). Karakteristik dari natrium alginat bisa dilihat pada tabel (Yunizal, 2004).

Tabel 1. Karakteristik Natrium Alginat(Yunizal, 2004).

No	Spesifikasi	Kandungan
1.	Kadar air (%)	13
2.	Kadar abu (%)	23
3.	Berat jenis (%)	1,59
4.	Warna	Gading
5.	Densitas (kg/m ³)	874
6.	Suhu Pengabuan (°C)	480
7.	Panas pembakaran (kalori/gram)	2,5

2.2 PVA (Polivinil Alkohol).PVA (Polivinil alkohol) merupakan polimer yang dapat digunakan sebagai penstabil pada nanopartikel (Pimpang dan Chopun, 2011). PVA (*Polyvynil Alcohol*) merupakan salah satu polimer yang larut dalam air dan memiliki kemampuan membentuk serat yang baik, biokompatibel, memiliki katahanan kimia, dan biodegradable (Nasrullah F. 2015)

Pemanfaatan polimer hidrofilik seperti *polyvinyl Alcohol* (PVA) dan *polyvinyl Pirrolidon* (PVP) sebagai bahan biomaterial menarik perhatian penting dikarenakan tidak toksik, non-karsinogenik dan dengan biokompatibilitas yang tinggi

Tabel 2. Karakterisasi PVA

Karakter	Nilai
Densitas	1,19-1,31 g/cm ³
Titik Leleh	180-240°C
Titik Didih	228°C
Suhu Penguraian	180°C

Karakteristik fisik PVA (Nasrullah F. 2015).

PVA memiliki sifat yang mudah mengembang apabila terkena air. PVA berbentuk padat pada suhu kamar, akan berbentuk lunak dalam pemanasan dan seperti karet kemudian mengkristal dalam prosesnya. PVA memiliki film yang baik dalam pembentukan, tahan terhadap minyak, lemak dan pelarut. PVA tidak berbau serta tidak beracun, memiliki daya tarik yang tinggi dan fleksibilitas, memiliki oksigen yang tinggi dan sifat penghalang yang baik. PVA berfungsi sebagai surfaktan yang membuat emulsi berjalan efektif. Gugus hidroksi dari PVA yang bersifat polar akan berikatan dengan molekul air, sedangkan rantai vinilnya yang bersifat nonpolar akan berikatan dengan molekul kloroform sehingga emulsi menjadi lebih stabil.

2.3 PVP (Poli Vinil Pirolidon). *Polivinil pirolidon* (PVP) atau disebut juga povidon memiliki rumus molekul $(C_6H_9NO)_n$ dengan berat molekul 2500 - 3000000. Biasa digunakan sebagai disintegran, peningkat disolusi, agen pensuspensi dan pengikat pada tablet. Aplikasi dalam farmasi povidon banyak digunakan dalam berbagai formulasi dalam farmasi, biasanya digunakan dalam sediaan padat. Larutan povidon dapat digunakan sebagai agen pelapis dan pengikat (Rowe, 2009).

Povidon biasanya ditambahkan sebagai agen pensuspensi, stabilisasi dan peningkat viskositas dalam sediaan topikal dan suspensi dan larutan oral. Kelarutan obat yang tidak larut dapat ditingkatkan dengan mencampur povidon. Konsentrasi penggunaan povidon sebagai pembawa dalam obat sekitar 10-25 % (Rowe, 2009).

Povidon memiliki titik leleh pada $150^{\circ}C$, dan sangat higroskopis. Povidon mudah larut dalam asam, kloroform, etanol (95%), keton, metanol, hidrokarbon, dan minyak mineral. Viskositas larutan air povidon bergantung pada konsentrasi dan berat molekul dari polimer tersebut. Povidon dapat berubah warna ketika dipanaskan pada $150^{\circ}C$ dengan reduksi kelarutan dalam air. Stabil dalam siklus pendek dari pemanasan $110 - 1300C$, larutan berair dapat disimpan dalam kondisi biasa tanpa mengalami dekomposisi dan degradasi. Karena bubuk higroskopis harus disimpan dalam wadah kedap udara, sejuk dan tempat kering (Rowe, 2009).

F. Landasan Teori

Nanopartikel adalah dimana ukuran partikel memiliki ukuran antara 1 sampai 1000 nm (Jonassen, 2014). Tujuan dibuat nanopartikel yaitu untuk meningkatkan stabilitas senyawa aktif terhadap pengaruh lingkungan (oksidasi, hidrolisis, penguraian enzimatis), memperbaiki sistem penghantaran obat, memperbaiki absorpsi seperti makromolekul, memperbaiki penanganan bahan toksik dan mengurangi sensitasi, dapat menutupi rasa dan bau dari senyawa aktif,

dapat menghindari iritasi saluran cerna terhadap senyawa aktif, membuat pelepasan senyawa aktif lebih terkontrol, serta meningkatkan kelarutan dalam air.

Berdasarkan penelitian yang telah ada senyawa berupa cairan lemak tak terkecuali minyak dapat dilakukan enkapsulasi. Pemilihan bentuk nanopartikel diharapkan dapat melindungi minyak biji mahoni, perlindungan tersebut berasal dari polimer yang kali ini polimer yang digunakan adalah Na-alginat atau natrium algina, PVA (Polivinil alkohol) dan PVP (Polivinil Pirolidon). Polimer yang digunakan harus memenuhi persyaratan *bidegradable*. Surfaktan yang digunakan adalah golongan nonionik yang bersifat tidak toksik yaitu Tween 80 yang bertujuan untuk emulsifying.

Metode yang digunakan dalam pembuatan nanokapsul yaitu metode emulsi spontan (emulsi difusi), metode emulsi difusi merupakan pencampuran antara fase organik (minyak + pelarut organik) dengan fase air. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan nanoenkapsulasi yang memenuhi syarat dengan membedakan konsentrasi dari polimer dengan penambahan surfaktan.

Keberhasilan penelitian nanoenkapsulasi minyak biji mahoni dilihat dari parameter ukuran partikel dan distribusi ukuran, zeta potensial, efisiensi penjerapan, stabilitas ukuran partikel dan uji stabilitas emulsi. Ukuran partikel dan distribusi ukuran adalah karakteristik yang utama dari sediaan nanopartikel, ukuran untuk nanoenkapsulasi berkisar antara 1-1000 nm dengan distribusi ukuran mendekati 0,1. Zeta potensial adalah sifat muatan permukaan yang berkaitan dengan interaksi elektrostatis nanopartikel, dimana hasil dari zeta potensial memiliki nilai lebih dari ± 25 mV.

Nanokapsul minyak biji mahoni dapat stabil apabila ukurannya berkisar 1-1000 nm dengan indeks polidispersitas mendekati 0,1 dengan ukuran partikel yang kecil maka dapat memperlambat aglomerasi. Hasil uji zeta potensial yang lebih dari ± 25 mV, semakin tinggi nilai muatan partikel maka gaya tolak menolak partikel semakin besar dan pengendapan akan semakin lama. Efisiensi penjerapan

dengan nilai 100% dapat menggambarkan polimer dapat mejerap minyak dengan sempurna.

G. Hipotesis

1. Minyak biji mahoni dapat dibuat nanoenkapsul
2. Karakterisasi nanokapsul minyak biji mahoni yang dibuat dengan metode emulsifikasi difusi dan ultraturac yang menggunakan berbagai jenis polimer dapat menghasilkan karakteristik ukuran partikel 1-1000nm dengan indeks polidispersitas mendekati 0,1. Hasil zeta potensial $\pm 25\text{mV}$, efisiensi penjerapan nanokapsul 100%, stabilitas ukuran yang tidak mengalami peningkatan ukuran partikel, dan ujis stabilitas fisik (uji sentrifugasi dan *uji freez thaw*) memiliki hasil yang stabil.
3. Nanokapsul minyak biji mahoni yang dibuat dengan metode emulsi difusi dan ultraturac dengan berbagai jenis polimer hasilnya stabil.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Populasi dan Sampel

Populasi dan sampel yang digunakan dalam suatu penelitian. Populasi adalah setiap subjek (manusia, hewan uji, data laboratorium, dan lainnya) yang memenuhi karakteristik yang telah ditentukan (Sudigdo 1995). Populasi yang digunakan adalah nanokapsul minyak biji mahoni. Sampel adalah bagian dari populasi, yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel nanokapsul minyak biji mahoni dengan berbagai jenis polimer.

B. Variabel Penelitian

1. Identifikasi variabel utama

Variabel utama adalah variabel yang terdiri dari variabel bebas, variabel terkendali dan variabel tergantung. Variabel dalam penelitian ini adalah formula dari nanoenkapsulasi minyak biji mahoni yang dibuat dengan konsentrasi polimer yang berbeda menggunakan metode emulsi difusi kemudian dilakukan karakterisasi nanoenkapsulasi dengan berbagai macam pengujian.

2. Klasifikasi variabel utama

Variabel utama dalam penelitian ini diklasifikasikan dalam berbagai variabel, antara lain variabel bebas, variabel terkendali dan variabel tergantung. Variabel bebas yaitu variabel yang sengaja diubah-ubah untuk dipelajari pengaruhnya terhadap variabel tergantung pada percobaan ini yang dijadikan variabel bebas adalah konsentrasi polimer yang berbeda. Polimer yang digunakan natrium alginat.

Variabel tergantung pada penelitian ini adalah pusat persoalan yang merupakan kriteria penilaian ini yaitu karakterisasi nanoenkapsulasi minyak biji mahoni yaitu ukuran partikel, zeta potensial, dan TEM (*Transmission Electron Microscopy*).

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 proses pembuatan nanoenkapsulasi dengan kombinasi metode emulsifikasi dan sonikasi.

3. Definisi operasional variabel utama

Minyak biji mahoni didapat dengan cara biji mahoni yang telah kering dipress dengan alat *press* hidrolik. Pembuatan nanoenkapsulasi minyak biji mahoni dengan formula di mana zat aktif minyak biji mahoni dengan polimer Natrium Alginat (Na-Alginat), PVP dan PVA serta surfaktan Tween 80 dengan konsentrasi masing-masing Na-Alginat, PVA dan PVP adalah 0,4% : 0,6% : 0,8% : 1% dan proporsi Tween 80 2%.

Ukuran partikel pada nanoenkapsulasi adalah 1 – 1000 nm. Ukuran partikel dapat mempengaruhi muatan obat pelepasan obat, dan stabilitas dari nanoenkapsulasi. Potensial zeta mengatur derajat tolak-menolak antara partikel-partikel yang terdispersi yang bermuatan sama dan saling berdekatan. Karena perbedaan muatan antar partikel akan mempengaruhi gaya tolak menolak antar partikel. Stabilitas fisik permukaan yang mencegah terjadinya agregasi partikel.

Proses pembuatan nanoenkapsulasi minyak biji mahoni dengan kombinasi metode emulsi spontan (emulsi difusi). Metode emulsifikasi merupakan proses pendispersian suatu cairan dalam cairan lain, tetapi tidak saling bercampur. Mekanisme kerja bahan pengemulsi adalah dengan cara menurunkan tegangan antarmuka air dan minyak serta membentuk lapisan film pada permukaan butiran-butiran fase terdispersinya. Pembuatan suatu emulsi, pemilihan bahan pengemulsi merupakan faktor penting yang harus diperhatikan karena mutu dan kestabilan suatu emulsi dipengaruhi oleh bahan pengemulsi yang digunakan. Metode emulsi spontan merupakan pencampuran antara fase organik dengan fase air dengan kecepatan yang tinggi.

C. Bahan dan alat

1. Bahan

Bahan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak biji mahoni, PVA, PVP dan Na alginat (BASF, Jerman) , tween 80 (PT. Bratachem, Indonesia) , aquadest (PT. Bratachem, Indonesia).

2. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Particle size analyzer* (PSA) (Malven), Zeta Potensial, *Transmission Electron Microscopy* (TEM) dan *Magnetic Stirrer, Hotplate Stirrer* (Thermo Scientific, China), neraca analitik (Ohaus), UV-Vis (Genesys 10s, Thermo Scientific, China), alat-alat gelas alat dan non gelas yang terdapat di laboratorium (Pyrex, Jepang).

D. Rencana Jalannya Penelitian

1. Pembuatan minyak biji mahoni

Biji mahoni sebanyak 5 kg dikupas dan diperoleh biji mahoni yang berwarna putih dikeringkan dengan oven selama ± 4 hari pada suhu 40°C. Masukkan biji yang telah dikeringkan dan dibungkus dengan kain mori kedalan rangkaian alat pengepresan hidrolik. Hasil yang diperoleh ditampung dalam beaker glass dan kemudian disaring dengan kertas saring.

2. Identifikasi dan karakterisasi minyak biji mahoni

2.1. Penentuan bobot jenis minyak. Berat jenis adalah perbandingan dari volume minyak dengan berat air yang volumenya sama pada suhu tertentu. Pengukuran berat jenis dilakukan dengan menggunakan piknometer (Widuri, 2017). Pengukuran berat jenis minyak adalah sebagai berikut :

$$\text{Bobot jenis minyak} = \frac{(\rho_2 - \rho_0)}{\rho_1 - \rho_0} \times \text{Bobot jenis air}$$

Keterangan : ρ_0 = Bobot piknometer kosong
 ρ_1 = Bobot piknometer +air
 ρ_2 = Bobot piknometer +minyak

2.2. Penetapan bilangan penyabunan. Bilangan penyabunan adalah nilai yang menunjukkan berat molekul lemak dan minyak secara kasar. Minyak yang disusun oleh rantai karbon yang pendek maka berat molekulnya akan kecil dan sebaliknya apabila memiliki berat molekul yang besar maka angka penyabunan relatif kecil (Netti herlina, 2002).

2.3 Penetapan bilangan asam. Bilangan asam menyatakan jumlah asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak atau lemak, yang berkaitan dengan mutu minyak atau lemak (Ketaren 1986).

2.4 Penetapan bilangan peroksida. Bilangan peroksidasi merupakan bilangan yang menunjukkan kerusakan suatu minyak atau lemak. Penetapan bilangan peroksidasi dilakukan dengan titrasi iodium terhadap Natrium Tiosulfat dengan indikator (Ketaren 1986).

3. Komposisi formula nanoenkapsulasi minyak biji mahoni

Tabel 3. Komposisi Formulasi dengan Polimer Natrium Alginat

Formula	Natrium Alginat (%)	PVA (%)	PVP (%)	Tween 80 (%)	Minyak Biji mahoni (%)	Aquadest Sampai (mL)
F1	0,2	0	0	5	3,7	100
F2	0,4	0	0	5	3,7	100
F3	0,6	0	0	5	3,7	100
F4	0,8	0	0	5	3,7	100
F5	1,0	0	0	5	3,7	100
F6	0	0,2	0	5	3,7	100
F7	0	0,4	0	5	3,7	100
F8	0	0,6	0	5	3,7	100
F9	0	0,8	0	5	3,7	100
F10	0	1,0	0	5	3,7	100
F11	0	0	0,2	5	3,7	100
F12	0	0	0,4	5	3,7	100
F13	0	0	0,6	5	3,7	100
F14	0	0	0,8	5	3,7	100
F15	0	0	1,0	5	3,7	100

4. Pembuatan nanoenkapsulasi minyak biji mahoni dengan kombinasi metode emulsi spontan (Emulsi difusi) dengan Ultraturact

Pembuatan nanokapsul minyak biji mahoni dilakukan dengan cara minyak biji mahoni dilarutkan dengan pelarut aseton disebut fase organik. Surfaktan yang berupa tween 80 dilarutkan dengan aquadest diatas magnetik stirer dengan kecepatan 500rpm, kemudian dilakukan pencampuran antara surfaktan dengan minyak yang telah dilarutkan dengan aseton (fase organik) diatas magnetik stirer dengan kecepatan 1000rpm. Polimer dilarutkan dengan aquadest diatas magnetik stirer 500rpm larutan ini dinamakan fase air. Fase air (polimer dan peraut aquadest) dimasukkan kedalam campuran fase organik, pencampuran dilakukan diatas magnetik stirer dengan kecepatan tinggi 1000rpm tetes demi tetes. Fase dilusi (aquadest add 100ml) dimasukkan tetes demi tetes kedalam campuran fase

organik dan polimer dengan disertai pengadukan cepat 1000rpm. Pengadukan diatas magnetik stirer 1000rpm selama 1 jam kemudian dilanjutkan dengan pengadukan dengan alat ultraturac dengan kecepatan 1700rpm selama 1 jam.

5. Karakterisasi nanoenkapsulasi minyak biji mahoni

5.1 Penetapan distribusi ukuran partikel dan potensial zeta. Penetapan untuk mengetahui ukuran sediaan nanopartikel dilakukan pengukuran ukuran dan distribusi nanopartikel menggunakan alat *particle size analyzer* (PSA). Penggunaan alat ini untuk mengetahui nilai potensial zeta diukur menggunakan *zeta potential analyzer*. Potensial zeta menggambarkan stabilitas nanoenkapsulasi karena perbedaan muatan antar partikel akan mempengaruhi gaya tolak menolak antar partikel. Nanoenkapsulasi yang stabil diperoleh, nanoenkapsulasi harus memiliki zeta potensial lebih dari 25 mV (Akhtar *et al.* 2012).

5.2 Uji TEM (*Transmission Electron Microscopy*). Pengujian ini dapat mengetahui apakah minyak biji mahoni bisa terenkapsulasi atau tidak dengan polimer yang digunakan.

5.3 Uji Efisiensi Penjerapan. Uji ini dilakukan untuk mengetahui berapa % zat aktif yang dapat terjerap dalam nanopartikel yang terbentuk. Nanokapsul yang sudah terbentuk dilakukan sentrifugasi selama 30 menit dengan kecepatan 1200rpm, maka akan terbentuk endapan kemudian di saring. Supernatan yang sudah disaring kemudian diuji dengan spektrofotometri dengan panjang gelombang 327nm. Absorbansi yang didapat dapat digunakan untuk menghitung kadar minyak dalam nanokapsul yang berhasil dijerap

$$\%EP \text{ (efisiensi Penjerapan)} = \frac{C_{awal} - C_{supernatan}}{C_{awal}} \times 100\%$$

5.4 Uji Stabilitas Emulsi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui stabilitas fisik ketiga formula nanoenkapsulasi pada berbagai kondisi, baik pada temperature yang berbeda.

5.4.1 Uji Sentrifugasi. Uji sentrifugasi dilakukan dengan cara memasukkan sediaan kedalam sentrifugator dan dilakukan pemutaran dengan kecepatan 3800 rpm selama 5 jam. Tujuan uji sentrifugasi adalah untuk mengetahui kestabilan sediaan dengan cara mengamati sediaan apakah memisah

setelah dilakukan sentrifugasi. Uji ini diperlukan untuk mengetahui efek guncangan selama transportasi pengiriman sediaan (Kurniawan P, 2013)

5.4.2 Freeze-thaw cycle. Formula nanoenkapsulasi disimpan pada suhu $\pm 4^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam, lalu dikeluarkan dan ditempatkan pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam (1 siklus). Percobaan ini diulang sebanyak 3 siklus lalu dilakukan pengamatan dan evaluasi yang dibandingkan dengan sediaan sebelumnya. Parameter ini bertujuan untuk menginduksi ketidak stabilan karena kondisi penyimpanan yang ekstrim. Nanokapsul yang telah melewati *freeze-thaw cycle* diamati organoleptis, terjadinya pemisahan fase dan agregasi. (Widuri, 2017)

E. Analisis Hasil

Hasil dari pembuatan nanoenkapsulasi kemudian dianalisis karakteristik fisiknya meliputi penetapan ukuran partikel, potensial zeta, uji TEM dan morfologinya. Hasil analisis ditetapkan dengan mengacu pada suatu teori yang ada untuk menghindari kesalahan dalam penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Proses Pembuatan Minyak Biji Mahoni

1.1 Hasil Determinasi Tanaman. Tanaman mahoni yang digunakan dalam penelitian ini telah dilakukan determinasi di Laboratorium biologi, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Hasil determinasi simplisia yang dikeluarkan dengan No: 203/UN27.9.6.4/Lab/2017 menyatakan bahwa simplisia yang digunakan sebagai sampel merupakan tanaman biji mahoni (*Swietenia macrophylla* King) suku *Maliaceae*. Hasil identifikasi dapat dilihat pada lampiran.

1.2 Pengambilan Biji Mahoni. Biji mahoni diperoleh dari Pasar Gede, Surakarta sebanyak 2,5 kg. Biji mahoni yang digunakan adalah biji yang sudah kering, biji dalam kondisi masih bagus, dan biji sudah tua ditandai dengan warna biji berwarna coklat.

1.3 Pengeringan Biji Mahoni. Biji mahoni dikupas, bagian bijinya dioven pada suhu 40°C selama 6 hari. Tujuan dari pengeringan biji mahoni yaitu agar kadar air dalam biji mahoni berkurang, sehingga meminimalisasi pembusukan dan menghindari tumbuhnya jamur yang akan berakibat pada berkurangnya khasiat minyak biji mahoni.

1.4 Hasil Pembuatan Minyak Biji Mahoni. Berat awal biji mahoni sebelum dikupas adalah 2,5kg selanjutnya setelah dikupas bagian dalam biji yang berwarna putih tulang yang dipakai dan dikeringkan maka berat biji mahoni menjadi 1,6kg. Untuk mengetahui biji mahoni sudah kering tidaknya dilakukan uji kelembaban dengan alat *moisture balance* dan didapatkan hasil $1,967\% \pm 0,503$ hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran 4. Hal ini menyatakan bahwa biji mahoni sudah memenuhi standart mutu kelembaban yang bernilai kurang dari 10%.

Dilakukan pengepresan secara hidrolik yang dilakukan di Laboratoium PAU, Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Biji mahoni dipress dengan tekanan 150 psi karena minyak dalam biji dapat di keluarkan secara maksimal dengan tekanan 150 psi selama 15 menit. Minyak yang di dapatkan sebanyak 545mL.

2. Identifikasi dan Karakterisasi Minyak Biji Mahoni

Kandungan pada minyak biji mahoni hampir sama dengan kandungan minyak kedelai, sehingga pada penelitian ini dilakukan perbandingan uji mutu sifat fisiko kimia minyak biji mahoni dibandingkan dengan sifat fisiko kimia minyak kedelai. Tabel 4 menunjukkan persamaan kandungan senyawa kimia yang dimiliki minyak biji mahoni dan minyak kedelai, dimana yang membedakan hanya prosentase konsentrasi dari masing masing senyawa.

Tabel 4. Kandungan senyawa kimia minyak biji mahoni dan minyak kedelai

No.	Minyak Biji Mahoni		Minyak Kedelai	
	Kandungan Senyawa Kimia	Konsentrasi (%)	Kandungan Senyawa Kimia	Konsentrasi (%)
1	Palmitic Acid	16,7	Palmitic Acid	7-10
2	Linolelaidate Acid	38,34	Linolelaidate Acid	15-64
3	Stearic Acid	13,85	Stearic Acid	2-5
4	Oleic Acid	2,56	Oleic Acid	11-60
5	Arachidic Acid	1,49	Arachidic Acid	1,5

Identifikasi dan karakterisasi minyak biji mahoni dilakukan dengan tujuan agar mengetahui apakah minyak biji mahoni memenuhi mutu standart minyak atau tidak. Minyak biji mahoni di lakukan uji mutu fisik yang meliputi uji saponifikasi, uji bilangan asam, uji bilangan peroksidan dan uji berat jenis.

Tabel 5. Hasil identifikasi dan karakterisasi minyak biji mahoni

Nama Uji	Minyak Kedelai	Minyak Biji Mahoni
Berat jenis	0,916-0,922	0,919 ± 0,00006
Bilangan asam	≤ 3	2,805
Bilangan peroksida	Maximum 1	0,2
Bilangan penyabunan	≥190	193,06

Berat jenis adalah perbandingan berat dari suatu volume contoh pada suhu 25°C dengan berat air pada volume dan suhu yang sama. Analisis berat jenis dilakukan dengan menggunakan alat piknometer dan dilakukan 3kali replikasi.

Hasil berat jenis minyak biji mahoni masuk dalam *range* standart mutu berat jenis dari minyak kedelai. Hasil berat jenis yang dibawah rata rata dapat menggambarkan bahwa minyak telah mengalami pemanasan sehingga antar molekul-molekul akan mengalami perenggangan dan nilai kerapatan akan semakin kecil. Hasil yang didapat pada penelitian ini dapat menggambarkan

bahwa minyak biji mahoni yang dipakai masih baik karena nilai kerapatan/ nilai berat jenis masih dalam kisaran standart mutu.

Bilangan asam digunakan untuk menentukan jumlah asam lemak yang bebas yang terdapat pada minyak atau lemak (Ketaren, 1986). Hasil dari analisis bilangan asam pada minyak biji mahoni yang digunakan telah memenuhi mutu bila dibandingkan dengan mutu sifat fisiko kimia dari minyak kedelai. Tingginya nilai bilangan asam dapat menggambarkan bahwa trigliserida yang berada dalam minyak telah banyak yang berubah menjadi asam lemak bebas akibat reaksi hidrolisa, biasanya terjadi pada minyak yang telah mengalami pemanasan secara berulang ulang (Asri, 2013).

Oksidasi lemak oleh oksigen terjadi secara spontan jika bahan berlemak dibiarkan kontak dengan udara, sedangkan kecepatan proses oksidasi tergantung tipe lemak dan tempat penyimpanannya (Ketaren, 1985). Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya hingga membentuk senyawa peroksida. Jumlah peroksida yang terdapat dalam minyak ditetapkan dengan metode iodometri. Pada metode ini iod mereduksi peroksida-peroksida yang terbentuk dalam minyak (Asri, 2013). Bilangan peroksida yang tinggi menggambarkan minyak atau lemak sudah mengalami oksidasi. Makin besar bilangan peroksida menunjukkan makin besar pula derajat kerusakan pada minyak. Menurut La Ode Sumarlin bahwa meningkatnya nilai bilangan peroksida maka dapat menggambarkan semakin banyak peroksida yang terbentuk didalam minyak dan sebagai peringatan bahwa sebentar lagi minyak akan berbau tengik. Analisis bilangan peroksida minyak biji mahoni masih masuk dalam kisaran standart bilangan peroksida dari minyak kedelai, hasil ini menggambarkan bahwa minyak masih baik dan belum mengalami oksidasi dengan udara. Hasil dari analisi bilangan peroksida pada minyak biji mahoni terbukti masih masuk dalam standart yang di persyaratkan dimana standart dari bilangan peroksida minyak kedelai maksimum adalah 1.

Bilangan penyabunan dinyatakan sebagai banyaknya (mg) KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan satu gram minyak atau lemak, alkohol yang ada dalam KOH berfungsi untuk melarutkan asam lemak hasil hidrolisa dan

mempermudah reaksi dengan basa sehingga terbentuk sabun (Ketaren, 1986). Semakin besar angka penyabunan maka asam lemak akan semakin kecil dan kualitas minyak akan semakin bagus, sebaliknya jika angka penyabunan kecil maka asam lemak besar dan kualitas menurun. Hasil analisis minyak biji mahoni didapatkan bahwa bilangan penyabunan minyak biji mahoni masih masuk dalam standart mutu minyak kedelai. Sehingga dapat dikatakan bahwa minyak yang digunakan tidak banyak mengandung asam lemak dan masih masuk dalam standart mutu fisiko kimia dari minyak kedelai

3. Hasil dari Pembuatan Nanokapsul Minyak Biji Mahoni

Pembuatan nanokapsul minyak biji mahoni dilakukan dengan menggunakan tiga jenis polimer yang berbeda dan konsentrasi yang berbeda. Polimer yang digunakan merupakan jenis polimer yang memenuhi syarat dalam pembuatan nanokapsul. Syarat polimer yang digunakan harus biodegradabel, biokompaktibilitas, dan bioreabsorbibilitas. Pembuatan nanokapsul minyak biji mahoni di bagi atas 15 formula masing masing 5 formula dari polimer PVA (Polivinil Alkohol), 5 formula dari polimer PVP (polivinil Pirolidon) dan 5 formula dari polimer Natrium Alginat.

Hasil pengamatan yang telah dilakukan pada nanokapsul dengan metode emulsi difusi dengan bantuan ultraturac yaitu didapatkan F1 lebih jernih dibandingkan dengan formula yang lain. F1 lebih terlihat jernih karena polimer yang dipakai merupakan Natrium alginat dengan konsentrasi paling kecil yaitu 0,2%. Formula dengan polimer PVP dan PVA cenderung lebih berwarna putih susu yang pekat dibandingkan dengan nanokapsul yang menggunakan natrium alginat, selain itu dengan menggunakan polimer natrium alginat viskositas dari hasil sediaan nanokapsul lebih tinggi. Semakin tinggi konsentrasi polimer pada suatu sediaan nanokapsul maka akan semakin keruh dan semakin cepat dalam proses pemisahan emulsi, hal ini dikarenakan proses aglomerasi pada emulsi lebih mudah terjadi.

Tabel 6. Hasil pengamatan nanoenkapsul dengan metode emulsi difusi dengan kombinasi ultraturac

Formula	Jenis Polimer dan Konsentrasi	Keterangan
Formula 1	Natrium Alginat 0,2%	Keruh, sedikit kental
Formula 2	Natrium Alginat 0,4%	Putih susu, kental
Formula 3	Natrium Alginat 0,6%	Putih susu, kental
Formula 4	Natrium Alginat 0,8%	Putih susu, kental
Formula 5	Natrium Alginat 1%	Putih susu, sangat kental
Formula 6	PVA 0,2%	Putih susu, sedikit kental
Formula 7	PVA 0,4%	Putih susu, sedikit kental
Formula 8	PVA 0,6%	Putih susu, sedikit kental
Formula 9	PVA 0,8%	Putih susu, sedikit kental
Formula 10	PVA 1%	Putih susu, kental
Formula 11	PVP 0,2%	Putih susu, sedikit kental
Formula 12	PVP 0,4%	Putih susu, sedikit kental
Formula 13	PVP 0,6%	Putih susu, sedikit kental
Formula 14	PVP 0,8%	Putih susu, sedikit kental
Formula 15	PVP 1%	Putih susu, kental

4. Hasil Distribusi Ukuran Partikel Nanokapsul Minyak Biji Mahoni

Ukuran partikel merupakan faktor paling penting dalam penentuan uji nanokapsul minyak biji mahoni. Ukuran partikel dibuat dengan tujuan nanometer memiliki kelebihan dimulai dari faktor kemampuan untuk menembus ruang-ruang antar sel yang hanya dapat ditembus oleh ukuran partikel koloidal, kemampuan untuk menembus dinding sel yang lebih tinggi, peningkatan afinitas dari sistem karena peningkatan luas permukaan kontak pada jumlah yang sama. PSA (*Partikel Size Analyzer*) merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui ukuran partikel khususnya dalam skala nanometer. Ukuran dalam kisaran nanometer juga dapat dikarakterisasi secara sederhana dan secara visual menghasilkan dispersi yang relatif transparan, serta perpanjangan lama pengendapan disebabkan karena resultan gaya ke bawah akibat gravitasi sudah jauh berkurang. Hal tersebut sebagai akibat dari berkurangnya massa tiap partikel dan peningkatan luas permukaan total yang signifikan menghasilkan interaksi tolak menolak antar partikel yang besar dan muncul fenomena gerak Brown sebagai salah satu karakter spesifik partikel pada ukuran koloidal (Gupta dan Kompella, 2006).

Tabel 7. Ukuran partikel nanoenkapsul minyak biji mahoni

Formula	Ukuran Partikel (nm)	PI
Formula 1	139,6	0,539
Formula 2	554,5	0,517
Formula 3	160,7	0,579
Formula 4	788,8	0,509
Formula 5	839,5	0,502
Formula 6	228,4	0,498
Formula 7	896,3	0,570
Formula 8	469,5	0,570
Formula 9	549,6	0,501
Formula 10	952,8	0,518
Formula 11	431,9	0,495
Formula 12	468,9	0,464
Formula 13	342,8	0,512
Formula 14	325,0	0,515
Formula 15	587,6	0,474

Formula 1 didapatkan hasil ukuran partikel yang paling kecil yaitu 139,6 nm hal ini didukung dengan bentuk visik yang cenderung lebih bening dibandingkan dengan formula lain. Formula 4, 5, 7, 10 dan 15 merupakan formula yang memiliki ukuran partikel terbesar di mana secara visual ditandai dengan emulsi yang berwarna putih susu. Hal ini karena konsentrasi polimer dalam suatu formula lebih banyak sehingga viskositas akan semakin kental, dengan demikian kecepatan pengadukan akan semakin berkurang yang mengakibatkan ukuran partikel yang di hasilkan semakin besar.

Formula 7 dengan polimer PVA sebesar 0,4% yang seharusnya ukuran partikelnya lebih kecil namun yang didapatkan ukuran partikel sebesar 896,3 nm di mana ukuran partikel tersebut lebih besar dibandingkan dengan formula 8, hal ini dikarenakan waktu dalam pengadukan dan kecepatan dalam pengadukan yang mempengaruhinya. Perbedaan ukuran partikel disebabkan karena partikel tidak homogen, sehingga pada saat pengukuran sampel akan didapatkan sampel acak dan ukuran yang tidak seragam hal ini dapat dibuktikan dengan nilai indeks polidispersitas.

Indeks polidispersitas adalah parameter yang menyatakan distribusi ukuran partikel dari sistem nanopartikel (Nidhin *et al.* 2008. Rentang indeks polidispersitas berada di antara 0 sampai 1. Nilai indeks polidispersitas mendekati

0 menunjukkan disperse ukuran yang homogen, sedangkan indeks polidispersitas dengan nilai lebih dari 0,5 menunjukkan keseragaman ukuran yang tinggi (Avadi *et al.* 2010).

Indeks polidispersitas dari semua sampel hampir seluruhnya bernilai kisaran 0,5 hal ini dikarenakan sampel yang diuji sudah lama dalam penyimpanan dan kemungkinan sudah sedikit mengalami aglomerasi. Aglomerasi dikarenakan adanya ketidak homogenitasan dalam partikel emulsi tersebut, dengan tidak homogen maka partikel yang berukuran kecil lama lama akan berdifusi ke partikel yang lebih besar dan akan mengalami pembesaran ukuran partikel sehingga akan teraglomerasi.

Kesimpulan dari hasil uji PSA dari 15 formula maka yang dipilih dari masing masing polimer yaitu sampel dengan ukuran partikel yang terkecil. Polimer Natrium Alginat yang dipilih formula 1 dengan konsentrasi polimer 0,2% dari polimer PVA dipilih formula nomor 5 dengan konsentrasi polimer PVA 0,2% dan dengan polimer PVP formula 14 dengan konsentrasi polimer 0,8%.

5. Efisiensi Penjerapan

Tabel 8. Hasil uji penjerapan nanokapsul minyak biji mahoni

Sampel	Konsentrasi Awal Minyak (ml)	Konsentrasi Minyak yang Tidak Terjerap (ml)	Konsentrasi Ahir Minyak (ml)	Minyak yang Terjerap (%)
F1	3,7	0,184	3,516	95,03
F6	3,7	0,172	3,538	95,62
F14	3,7	0,161	3,539	95,65

Pengukuran kadar minyak biji mahoni dalam nanokapsul dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kerja polimer apakah dapat menjerap minyak dengan baik. Formula 1 dengan menggunakan polimer Natrium alginat sebanyak 0,2% mampu menjerap minyak biji mahoni 95,03%. Formula 6 dengan menggunakan polimer PVA sebanyak 0,2% mampu menjerap minyak biji mahoni 95,62%. Formula 14 dengan menggunakan polimer PVP sebanyak 0,8% mampu menjerap minyak biji mahoni 95,65%. Konsentrasi penjerapan dapat menggambarkan keefektifitasan polimer dalam membungkus minyak dalam sistem nanokapsul, semakin besar konsentrasi minyak yang dapat dijerap maka semakin baik polimer dalam mengenkapsul minyak biji mahoni. Formula ini

dapat menggambarkan bahwa lebih dari 95% minyak dapat dijerap sempurna oleh polimer, namun pada formula 6 dimana polimer PVA 0,2% dapat menyerap minyak yang sama dengan hasil jerapan minyak oleh PVP sebanyak 0,8%. Kesimpulan yang dapat diambil dalam uji penyerapan ini adalah semakin besar minyak yang dijerap maka akan semakin baik kerja polimer dalam melakukan enkapsulasi minyak tersebut, dan pada formula ini yang paling baik di dapatkan pada formula 6 dengan polimer PVA 0,2%.

6. Uji Stabilitas Distribusi Ukuran Partikel

Tabel 9. Hasil uji Stabilitas Distribusi Ukuran Partikel nanokapsul minyak bijimahoni

Sampel	Distribusi Ukuran Partikel Awal		Distribusi Ukuran Partikel Sentrifugasi 5jam		Distribusi Ukuran partikel 1bulan	
	Ukuran (nm)	PDI	Ukuran (nm)	PDI	Ukuran (nm)	PDI
	F1	139,6	0,539	438±32,74	0,560±0,033	492,7±36,31
F6	228,4	0,498	287,56±8,379	0,676±0,119	292,9±18,76	0,699±0,097
F14	325,0	0,515	404,4±18,87	0,547±0,094	373,9±8,822	0,962±0,059

Hasil uji stabilitas distribusi ukuran partikel dilakukan untuk mengetahui kestabilan ukuran partikel nanokapsul setelah mengalami sentrifugasi dan penyimpanan selama 1bulan. Formula 1 dengan menggunakan polimer natrium alginat sebanyak 0,2% mengalami peningkatan yang sangat banyak yaitu ukuran partikel awal pada nanokapsul yaitu 139,6nm setelah mengalami sentrifugasi ukuran partikel menjadi 438±32,74nm dan pada sampel yang sama dilakukan penyimpanan pada suhu kamar selama 1bulan mengalami perubahan ukuran partikel menjadi 0,548±0,038. Hasil ini menggambarkan bahwa formula 1 tidak stabil baik dalam penyimpanan selama 1bulan ataupun dalam sentrifugasi selama 5jam.

Formula 6 dengan menggunakan polimer PVA 0,2% memiliki ukuran partikel awal sebesar 228,4 setelah dilakukan sentrifugasi selama 5 jam mengalami kenaikan ukuran partikel menjadi 287,56±8,379. Sampel yang sama dilakukan penyimpanan selama 1bulan terdapat kenaikan ukuran partikel menjadi 292,9±18,76. Hasil uji ini menunjukkan bahwa nanokapsul dengan menggunakan polimer PVA masih stabil setelah mengalami sentrifugasi 5jam dan penyimpanan 1bulan, hal ini dapat dilihat dari hasil ukuran partikel yang masih berkisar antara 200nm dan hanya mengalami peningkatan ukuran yang sedikit.

Formula 14 dengan menggunakan polimer PVP 0,8% memiliki ukuran partikel 325nm setelah dilakukan sentrifugasi selama 5 jam mengalami kenaikan ukuran partikel menjadi $404,4 \pm 18,87$. Sampel yang sama dilakukan penyimpanan selama 1bulan terdapat kenaikan ukuran partikel menjadi $373,9 \pm 8,822$. Hasil ini menunjukkan nanokapsul dengan polimer PVP tidak stabil karena mengalami peningkatan ukuran partikel yang cukup banyak, selain itu dapat dilihat dari hasil PDI yang sangat jauh berbeda sehingga selain mengalami peningkatan ukuran partikel juga mengalami pemisahan sehingga tingkat kehomogenitasan partikel rendah.

7. Uji Zeta Potensial

Zeta potensial menggambarkan stabilitas nanopartikel karena perbedaan muatan antar partikel dan akan mempengaruhi gaya tolak menolak antar partikel (Napsah, 2014). Zeta potensial dapat menggambarkan muatan partikel yang berada dalam sediaan nanokapsul, Nanopartikel dengan nilai potensi zeta lebih besar dari +25 mV atau kurang dari -25 mV biasanya memiliki derajat stabilitas tinggi (Ronson, 2012). Nilai zeta potensial dapat mempengaruhi stabilitas suspensi, apabila nilai zeta potensial mendekati nilai 0 (netral) maka partikel dalam supesi dapat cepat membentuk agregat dan mengendap atau bahkan memisah. Berikut adalah hasil nilai zeta potensial dari nanokapsul minyak biji mahoni.

Tabel 10. Hasil Uji Zeta Potensial nanokapsul minyak biji mahoni

Sampel	Zeta Potensial Sentrifugasi (mV)	Zeta Potensial setelah 1Bulan (mV)
F1	$-40,2 \pm 1,01$	$-37,2 \pm 0,569$
F6	$-24,6 \pm 0,252$	$-20,9 \pm 2,1$
F14	$-10,7 \pm 1,56$	$-10,8 \pm 1,41$

F1 (nanokapsul minyak biji mahoni dengan polimer Natrium alginat 0,2%) memiliki nilai zeta potensial -40,2mV dan setelah mengalami penyimpanan 1 bulan maka zeta potensial akan mengalami penurunan menjadi -37,2mV. Hasil ini telah memenuhi kriteria bahwa nilai zeta potensial tidak boleh 0 dan mendekati ± 25 mV. F6 (nanokapsul minyak biji mahoni dengan polimer PVA 0,2%) memiliki nilai zeta potensial -24,6mV dan mengalami penurunan setelah disimpan

selama 1bulan menjadi $-20,9\text{mV}$. Hasil ini telah memenuhi kriteria bahwa nilai zeta potensial tidak boleh 0 dan mendekati $\pm 25\text{mV}$. F14 (nanokapsul minyak biji mahoni dengan polimer PVP 0,8%) memiliki nilai zeta potensial $-10,7\text{mV}$ dan tidak mengalami penurunan menjadi $-10,8\text{mV}$. Hasil ini dikarenakan polimer yang digunakan memiliki konsentrasi yang banyak sehingga nilai zeta potensial cenderung stabil, namun hasil ini jauh dari kriteria nilai zeta potensial yang harusnya mendekati $\pm 25\text{mV}$.

Nilai zeta potensial pada F1 memiliki nilai yang lebih tinggi ($-40,2\text{mV}$ dan $-37,2\text{mV}$) dibandingkan dengan F6 ($-24,6\text{mV}$ dan $-20,9\text{mV}$) dan F14 ($-10,7\text{mV}$ dan $-10,8\text{mV}$). Nilai yang tinggi ini seharusnya dapat menggambarkan kestabilan nanokapsul baik pada perlakuan sentrifugasi maupun penyimpanan selama 1bulan, namun pada kenyataan F1 memiliki kestabilan yang paling buruk baik dalam uji penyimpanan 1 bulan, setelah perlakuan sentrifugasi, dan uji kestabilan suspensi (uji freeze thaw, uji sentrifugasi). Nilai zeta pada F1 memiliki nilai yang besar dikarenakan polimer yang dipakai, polimer Natrium alginat bekerja dengan sistem stabilitas elektron atau bekerja dengan muatan Na yang dimiliki untuk menstabilkan zat aktif yang ada didalamnya. Sistem stabilitas elektron tidak dapat bertahan lebih lama karena dengan adanya penambahan zat-zat lain dalam pembuatan suspensi maka muatan polimer akan mudah terpengaruh menjadi netral.

F6 memiliki nilai zeta potensial yang cukup baik yaitu $24,6\text{mV}$ dan $-20,9\text{mV}$. Mengalami penurunan nilai zeta potensial dikarenakan setelah penyimpanan 1bulan maka telah ada sedikit partikel yang telah mengalami pengendapan. Polimer PVA yang digunakan mampu menjaga stabilitas yang cukup baik baik dalam uji stabilitas emulsi maupun pada uji penjerapan dan uji zeta potensial ini. PVA bekerja dengan sistem stabilitas enterik yaitu polimer menjaga stabilitas zat aktif didalamnya dengan cara melindungi dan sebagai pelapis/pembungkus zat aktif, dengan demikian maka stabilitas zat aktif dan suspensi lebih terjaga dan cocok untuk penggunaan nanokapsul.

F14 memiliki nilai zeta potensial yang paling kecil yaitu -10,7mV dan -10,8mV. F14 dengan polimer 0,8% juga menggunakan sistem stabilitas enterik yaitu melindungi zat aktif dengan penyalutan, nilai zeta potensial rendah dikarenakan penyalut/polimer yang digunakan lebih banyak di bandingkan dengan zat aktif sehingga nilai zeta potensial akan cenderung rendah. Menurut Raditya (2014) apabila suatu zat aktif lebih bedikit konsentrasinya dibandingkan zat lain dalam sistem larutan maka nilai zeta potensial akan semakin rendah.

8. Uji Stabilitas Emulsi

8.1 Sentrifugasi. Uji stabilitas emulsi dengan di lakukan sentrifugasi selama 5jam didapatkan hasil bahwa semua sampel akhirnya memisah. Namun memisah disini bukan merupakan pemisahan menjadi 2fase (fase air dan fase minyak) namun pemisahan disini menggambarkan bahwa terdapat 2 bentuk cairan yang memiliki warna yang berbeda. Kabut tebal berwarna putih pekat berada di bagian atas sampel dan bagian bawahnya berupa cairan putih susu seperti bentuk awal sampel nanokapsul. Kabut putih pekat yang ada di bagian atas merupakan bagian polimer yang terlepas dari sistem pendispersi emulsi.

Tabel 11. Hasil Uji sentrifugasi nanokapsul minyak biji mahoni

Sampel	Bentuk Awal	Setelah disentrifugasi				
		1Jam	2Jam	3Jam	4Jam	5Jam
F1	Homogen	Memisah	Memisah	Memisah	Memisah	Memisah
F6	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Memisah	Memisah
F14	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Memisah	Memisah

8.2 Uji *Freeze Thaw Cycle*. Uji stabilitas fisis dilakukan dengan menggunakan metode *freeze thaw* sebanyak 3 siklus (Huynh-Ba, 2009). 1 siklus dalam uji *freeze thaw* dilakukan dengan 24jam dalam oven bersuhu 40°C dan 24 jam dalam kulkas. Uji *Freeze Thaw Cycle* dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari perubahan suhu dingin ke panas terhadap kestabilan sediaan. Hasil organoleptis minyak biji mahoni menunjukkan ketidak stabilan yang ditandai dengan munculnya partikel yang mengapung di permukaan dan memisahkannya, namun emulsi tidak sampai pecah (memisahkannya fase air dan minyak). Endapan yang mengapung di permukaan sediaan dapat dipastikan bahwa ukuran partikel dalam nanokapsul juga mengalami peningkatan.

Tabel 12. Hasil Uji *Freez Thaw* nanokapsul minyak biji mahoni

Sampel	Bentuk Awal	Setelah dilakukan Uji <i>Freez Thaw Cycle</i>		
		Siklus 1	Siklus 2	Siklus 3
F1	Homogen	homogen	Memisah	Memisah
F6	Homogen	Homogen	Homogen	Memisah
F14	Homogen	homogen	Homogen	Memisah

Tabel uji *freez thaw* nanokapsul diatas dapat dilihat bahwa sampel nanokapsul minyak biji mahoni dengan polimer natrium alginat paling mudah memisah atau terdapat endapan dibagian permukaan nanokapsul ini terjadi pada uji *Freeze Thaw Cycle* pada siklus ke dua. Siklus ke tiga semua nanokapsul terjadi pemisahan di mana sampel nanokapsul dengan polimer natrium alginat semakin terlihat memisah di bagian atas lebih pekat dan bagian bawah lebih jernih, untuk sampel nanokapsul dengan polimer PVA juga sedikit memisah dengan ditandai bagian bawah sedikit lebih jernih, hal yang sama juga terjadi pada nanokapsul minyak biji mahoni dengan polimer PVA. Hasil dari uji *freeze thaw cycle* dapat dilihat pada tabel 14 menunjukkan bahwa stabilitas fisik sediaan nanokapsul minyak biji mahoni tidak ada yang stabil berdasarkan pengamatan *freeze thaw cycle* selama 3 siklus

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Minyak biji mahoni dapat dibuat nanokapsul
2. Hasil karakterisasi nanokapsul minyak biji mahoni yang telah dibuat dengan menggunakan metode emulsi difusi dan ultraturac dengan berbagai macam polimer telah memenuhi persyaratan ukuran partikel yaitu kurang dari 1000nm. Hasil uji efisiensi penjerapan dari formula terpilih F1 95,03%; F6 95,62% dan F14 95,65%. Uji zeta potensial dari formula terpilih setelah dilakukan sentrifugasi 5 jam F1 -40,2mV; F6 -24,6mV; F14 -10,7mV dan uji seta potensial setelah penyimpanan 1 bulan F1 -37,2mV; F6 -20,9mV dan F14 -10,8mV.
3. Hasil uji stabilitas nanokapsul minyak biji mahoni yaitu tidak stabil.

B. Saran

Disarankan agar penelitian selanjutnya dilakukan uji morfologi nanokapsul dengan alat *Transmission Elektron Microscopy* (TEM) untuk memastikan apakah zat aktif benar benar terkapsul did alam polimer, dan disarankan dilakukan optimasi formula dengan berbagai konsentrasi yang beragam, sehingga akan didapatkan formulasi yang lebih stabil dan optimum, selain itu perlu uji stabilitas emulsi yang lebih banyak lagi untuk lebih mengetahui jenis emulsi dan agar nanoemulsi yang dibuat lebih meningkat stabilitasnya. Karena nanokapsul minyak biji mahoni ini masih berbau khas minyak mahoni (bau agar lebih menarik sebaiknya dalam formulasi diberikan zat tambahan baik untuk memperbaiki bentuk tampilan, rasa maupun baunya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade AR, Doddy R, Ningsih P. 2012. Efek Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia Mahagoni L.Jag*) Terhadap Penurunan kadar Gula Darah Mencit Putih Jantan Diabetes yang diinduksi Aloksan. Sumatra Selatan : Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Bhakti Pertiwi Palembang
- Anonymous. 1976. The Wealth of India -Bahan Baku, Volume 10 (Sp-W). Publikasi dan Informasi Direktorat, Dewan Ilmiah dan Industri Riset, New Delhi. Cetak ulang edisi 1982, page 100.
- Asri SS. 2013. Kualitas Minyak Goreng Habis Pakai Ditinjau dari Bilangan Peroksida, Bilangan Asam dan Kadar Air. Yogyakarta : Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
- Avadi, M.R., Assal M.M.S., Nasser M., Saideh A., Fatemeh A., Rassoul D., dan Morteza R. 2010. Preparation and Characterization of Insulin Nanoparticles Using Chitosan and Arabic Gum with Ionic Gelatin Method. *Nanomedicine: Nanohecnology, Biology, and Medicine* 6. Pages: 58-63.
- Belitz, H. D., Grosch, W. and Schieberle, P. 2009. *Food Chemistry*. Berlin. Springer-Verlag. 886-890
- Buzea, C., Blandino, I.I.P., dan Robbie, K., 2007, Nanomaterial And Nanoparticles: Sources and Toxicity, *Biointerphases*, 2: MR170–MR172
- Chakrabarty MM, Chowduri DK. 1956. The Fatty Acid Composition of Seed Fat from Swetenia Macrophylla Oil Chem 34: 489-490
- Chalila Deli G. 2016. Pengaruh Variasi Konsentrasi Natrium Alginat Terhadap Efisiensi Penjerapan Mikrokapsul Minyak Biji Jinten Hitam (*Nigella sativa Lin*) [Skripsi]. Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
- Chatterjee.Kausik., Debasis.De., Kazi.Monjur.Ali., Tushar.Kanti.Bera., & Debidas.Ghosh. 2009. Potensi Antidiabetes Ekstrak Metanol Biji *Swietenia Mahagoni (L.)* Pada Tikus Putih Albino. *International Journal of Pharmaceutics*,385 (2010) 113–142
- Couvreur, P., Dubernet, C., & Puisieux, F. (1995). *Controlled drug delivery with nanoparticles: current possibilities and future trends. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 41, 2–13
- [Depkes]. 2000. Inventaris Tanaman Obat Tradisional. Jilid I. Jakarta: Badan Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan. Hlm 227.

- David Quintanar, Nestor Mendoza Muñoz, Luz Zambrano. 2012. *Impact of the Emulsification-Diffusion Method on the Development of Pharmaceutical Nanoparticles*. 6, 184-194
- Debasis De, Kausik Chatterjee, Kazi Monjur Ali, Tushar Kanti Bera, dan Debidas Ghosh. (2011). Antidiabetes Potensi dari Metanol Ekstrak Biji dari *Swietenia Mahagoni* (L.) Jacq. Hindawi Penerbitan Perusahaan Bukti-Berbasis Komplementer dan Alternatif Kedokteran, ID Artikel 892.807, 11 halaman, doi: 10,1155 / 2011 / 892.807.
- Dwi Rahmawati. 2017. Mikroenkapsulasi Minyak Biji Wortel (*Carrot Seed Oil*) Dengan Polimer PVA (*Polivinil Alkohol*) Dengan Metode Emulsi Difusi [KTI]. Surakarta. Universitas Setia Budi
- Edlund U. dan Albertsson AC. 2002. *Degradable Polymer Microsphere for Controlled Drug Delivery*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: *Advances in Polymer Science*, Vol. 157
- Fahr, Alfred. 2013. *Drug Delivery Strategies for Poorly Water-Soluble Drugs*. A John Wiley & Sons ,Ltd
- Furtado, VC, Legrand, P., Gulik, A., Bourdon, O., Gref, R., Labarre, D., Barratt, G., 2001. Hubungan antara Aktivasi Komplemen, Serapan Seluler dan Aspek *Surfacephysicochemical* Novel *PEG-modified nanocapsules*. *Biomaterial* 22, 2967-2979.
- Geetha Sahgal, Surash Ramanathan, Sreenivasan Sasidharan, Mohd Nizam Mordi, Sabariah Ismail dan Sharif Mahsufi Mansor. (2009). In Vitro Antioksidan dan Xanthine Oxidase Kegiatan penghambatan metanol *Swietenia mahagoni* Ekstrak Biji, *Molekul* 2009, 14, 4476-4485
- Ghayempour S, Mortazavi SM. Persiapan Dan Investigasi Natrium Alginat Nanocapsules oleh Perangkat Microemulsifikasi yang Berbeda. DOI: 10,1002 / app.41904
- Ghosh S, Besra SE, Roy K, Gupta JK, Vedasiromoni JR. (2009). Efek Farmakologis Dari Ekstrak Metanol Biji *Swietenia Mahagoni* Jacq (Meliaceae); *Pharm*; 3: 206-10.
- Gupta, R. B. and Kompella, U.B., 2006, *Nanoparticle technology of drug delivery*, Taylor & Francis Grup, New York, pp. 4-6, 13-16
- Gunstone, F. D. (2011). *Oils and Fats in Technology, Food Chemistry and Commerce*. *The Lipid Library*. Retrieved 09 August, 2011

- Hartati *et al.*, 2013. Pengaruh Jenis Pelarut Ekstraksi Biji Mahoni terhadap Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri. *Jurnal Bionature*, Volume 14, Nomor 1, hlm.11-15
- Hashim MA, Yam MF, Hor SY, Lim CP, Asmawi MZ, Sadikun A. 2013. *Anti-hyperglycaemic activity of Swietenia macrophylla king (maliaceae) seed extracts in normoglycemic rats undergoing glucose tolerance tests. Chinese Medicine*.8(11).
- Hashim.Mohd.Akmal1., Mun.Fei.Yam., Sook.Yee.Hor., Chung.Pin.Lim., Mohd.Zaini.Asmawi &Amirin.Sadikun. 2010. Potensi Antidiabetes Dari Ekstrak Metanol Biji *Swietenia Mahagoni (L.) Jacq* Pada Tikus Putih Yang Diinduksi Streptozotocin. *Publishing Corporation Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Vol 2011
- Haskell, R.J. (Ed.), 2006, *Physical Characterization of Nanoparticle*, in: *Nanoparticle Technology for Drug Delivery*, Taylor & Francis Group, New York, 103-130
- Huang T., Yu H., & Ru T. (2010). Bioavailabilitas Dan Pengiriman Nutraceuticals Menggunakan Nanoteknologi. *Journal of Food Science*, 75 (1), R50 - R57.””
- ‘Hughes, G. A. (2005). Nanostructure-mediated drug delivery. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 1(1), 22–30.
- Huynh-Ba, K., 2009. *Handbook of Stability Testing in Pharmaceutical Development*. Springer New York. pp. 34
- Jahanshahi dan Babaei. (2008). Protein nanoparticle: A Uniquw System as Drug Delivery Vehicles. *J.Biotecnology* vol 7 (25). 4926-4934
- Jøker, D. (2001). *Informasi Singkat Benih Swietenia mahagoni (L.) Jacq.*, (IFSP Staff, Penerjemah). Maret 04, 2001. Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan.
- Jonassen, H. 2014. Polysaccharide Based Nanoparticles for Drug Delivery Applications. *Thesis School of Pharmacy, Faculty of Matematics and Natural Sciences*, University of Oslo.
- Kartika, M. 2017. Formulasi dan Karakterisasi Nanoenkapsulasi Minyak Biji Cranberry Dengan Polimer *Polivinil Alkohol (PVA)*. Surakarta : Universitas setia Budi
- Kawashima, Y. 2001. *Nanoparticulate system for improved drug delivery. Advanced Drug Delivery Reviews*, 47, 1–2.

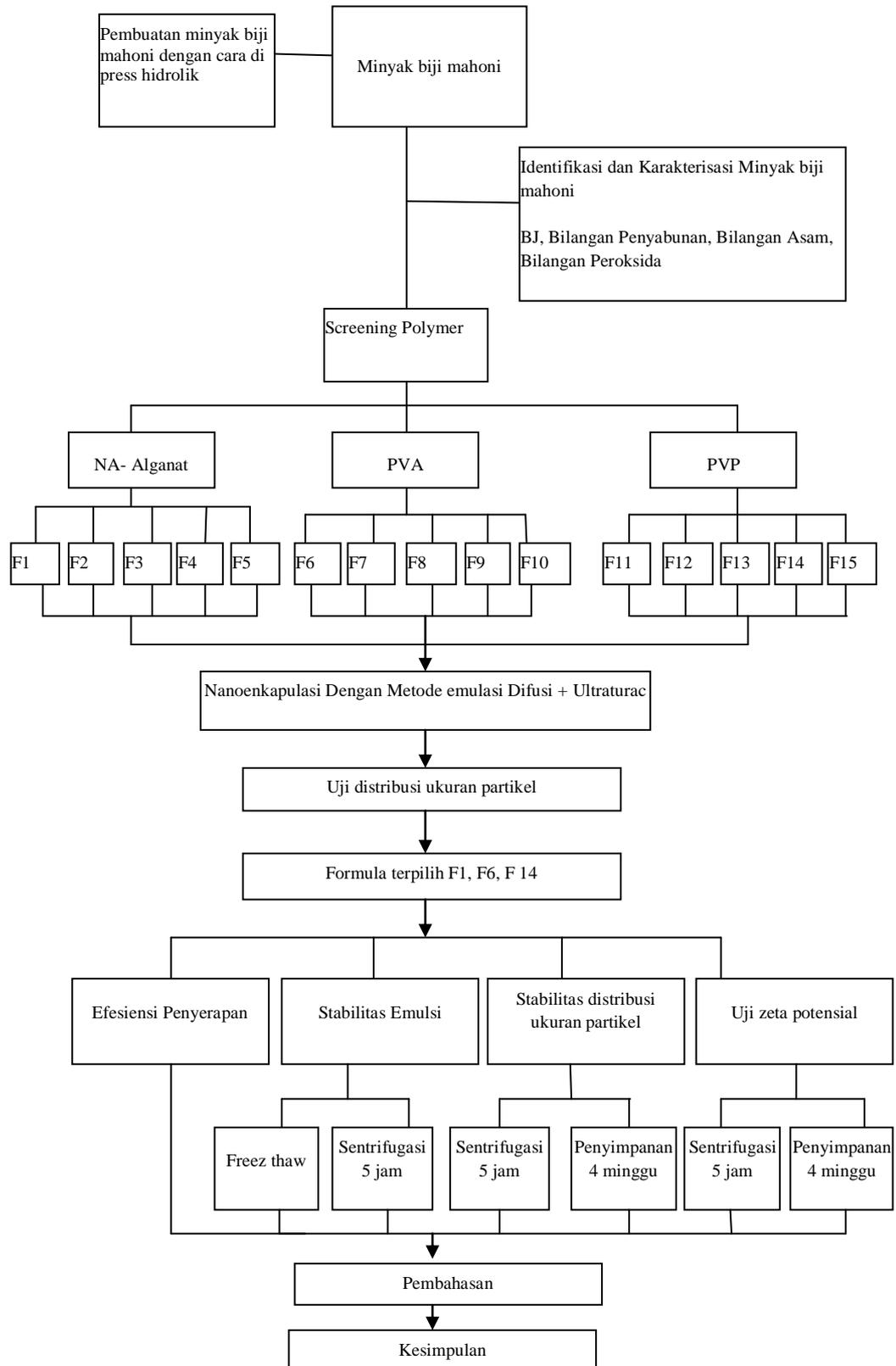
- Ketaren, S., 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Edisi, Cetakan Pertama UI-Pres, Jakarta
- Khare CP. (2007 *Tanaman Obat India – sebuah Illustrated Dictionary*. Springer, New Delhi, 633-634.)’
- Kumari, A., Yadav, S. K., & Yadav, S. C. 2010. Biodegradable Polymeric Nanoparticles Based Drug Delivery System. *Colloids Surf. B. Biointerfaces* 75:1-18
- Li, M., Rouaud, O., & Poncelet, D. 2008. *Microencapsulation by Solvent Evaporation: State Of The Art For Process Engineering Approaches*. Elsevier. *Internasional Journal Of Pharmaceutics* 363 (2008) 26-39
- Lopez, A., Gavara, R., & Lagaron, J. 2006. Bioactive packaging: turning foods into healthier foods through biomaterials. *Trends in Food Science and Technology*, 17(10), 567–575.
- M. Mostafa, Ismet Ara Jahan, M. Riaz, Hemayet Hossain, Ishrat Nimmi, A. Sattar Miah dan JU Chowdhury. (2011, Juni). Analisis Komprehensif Komposisi Benih Kue dan yang Oil Fatty dari *Swietenia mahagoni* Jacq. Tumbuh di Bangladesh. *Dhaka Univ. J. Pharm. Sci.* 10 (1): 49-52.
- Madjid *et al.* 2004. Physico-Chemical Characterization, Antimicrobial Activity And Toxicity Analysis Of *Swietenia mahagoni seed oil*. *Int J Agri Biol* 6(2):350-354.
- Madziva H., Kailasapathy K., Philips M. 2005. Alginate-Pectin Microcapsules as a Potential for Folic Acid Delivery in Foods. *J Microcapsulation*. 22(4) : 343-351. doi:10.1080 /02652040500100931
- Mahajan, H.S., Deore, U.V., 2009. Developmant and Charachterization of Sustained Release Microspheres By Quasi Emulsion Solvent Diffusion Methode, *International Journal of Chemtech Research*, Vol. 1 No.3, p. 634-642
- Miroslav MG. 2005. *Elsevier Kamus Pohon. Vol I.*” London: Elsevier Inc, 381.
- Moghadamtousi SZ, Bey HG, Chim KC, Tara S, Habsah AK. 2013. Biological Activities and Phytochemicals of *Swietenia macrophylla* King. *Institute of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia*. 10465-10483; doi: 10.3390/molecules180910465
- Mohammad Ahsanul Akbar, Rubina Ahamed, Khondoker Dedarul Alam, Mohammad Shawkat Ali. 2009. In Vitro Sitotoksik Sifat etanol Ekstrak Berbagai Bagian Mahoni. *Eropa majalah dari Ilmiah Penelitian*, ISSN 1450-216X Vol.32 No.4, pp.541-544.

- Mohanraj, V.J., Chen Y. 2006. Nanoparticles-a review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*.561-573.
- Mozafari, M. R., Flanagan, J., Matia-Merino, L., Awati, A., Omri, A., Suntres, Z. E., & Singh, H. 2006. Recent trends in the lipidbased nanoencapsulation of antioxidants and their role in foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(13), 2038– 2045
- Muller RH, Mader K, Gohla S. 2000. Solid Lipid Nanoparticles (SLN) For Controlled Drug Delivery- a Review of the State of thr Art. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*50: 161-177
- Mursiti S. 2004. Identifikasi SenyawaAlkaloid Dalam Biji Mahoni Bebas Minyak (*Swieteniamacrophylla KingI*) Dan Efek Biji Mahoni Terhadap Penurunan Kadar Glokusa Darah Tikus Putih (*Rattus Novergicus*) [Tesis]Yogyakarta: Universitas Gajah Mada
- Nagalakshmi MAH, Thangadurai D, Muralidara D. & Pullaiah RT. 2001. Studi fitokimia dan antimikroba Chukrasia tabularis Daun-daun. *Fitoterapia* 72, 62-64.
- Nakahira A, Nakamura S, Horimoto M. 2007. *Synthesis of Modified Hydroxyapatite (HAP) Substituted with Fe Ion for DDS Application*. Osaka: IEEE Transactions on Magnetic 43(6):2465-2467.
- Nanomedicine. 2010. Nanoenkapsulasi. [Online]. Tersedia : <http://masterfoodscience.blogspot.co.id>. Diakses: 7 September 2017
- Nasrullah F. 2015. *Pengembangan Komposit Polivinil Alkohol (PVA)-Alginat dengan Perasan Daun Binahong sebagai Wound Dressing Antibakteri*: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang
- Nidhin, M., Indumanthy, R, Sreeram, K.J., & Nair, B., U. 2008. Synthesis of Iron Oxide Nanoparticles of Narrow Size Distribution on Polysaccharide Templates. *Buletin.Mat. Sci.* 31 (1), 93-96.
- Ouriqueal, AF, Pohlmann, AR, Guterres, SS, Beck, RCR, 2008. Tretionoin-loaded nanocapsules: persiapan, karakterisasi fisikokimia, dan studi photostability
- Perdana, D. 2007. Pengembangan Awal Sistem Pembawa Polimerik Berbasis Nanopartikel. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Pimpang, P., dan Chopuun S., 2011, Monodispersity and Stability of Gold Nanoparticles Stabilizer by Using Polyvinyl Alcohol, *Journal Sains*, **38** (1); 31-38.

- Pinto, C., Neufeld, R., Ribeiro, A., Veiga, F., 2006. *Nanoencapsulation II. Biomedis aplikasi dan status sistem pengiriman nanoparticulate peptida dan protein*. Nano: NBM 2, 53-65
- Rawat, M., Singh, D., Saraf, S. (2006). *Nanocarriers: promising Vehicle for bioactive Drugs*. Biol. Pharm. Bull. 29 (9).1790-1798.
- Risch, S. J. 1995. *Encapsulation: Overview of User and Techniques. In Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients*, G. A. Reineccius. ACC Symposium Series 590 American Chemical Society..
- Ronson. 2012. *Zeta Potensial Analysis of Nanoparticles*. San Diego:NanoComposix
- Rowe, R.C., Shesky, P.L., dan Owen, S.C., (ed). 2006. *Hand book Pharmaucetical Excipients*. (5Th .Ed.). London : The pharmaucetical Press and The American Pharmacist Association. 611-616.
- Ruvanie Whitney. 2017. *Toksisitas Subkronis Minyak Biji Mahoni (Swieteniamacrophylla King) Terhadap Kadar Blood Urea Nitrogen Dan Kadar Kreatinin Serta Gambaran Histopatologi Organ Ginjal Pada Tikus Putih (Rattusnorvegicus)* [Skripsi] Surakarta : Universitas Setia Budi
- Rovie Farah D., Sedarnawati Yasni., Sri Yuliani. 2014. *Nanoemulsifikasi Spontan Ekstrak Jinten Hitam dan karakteristik Produk Enkapsulasi*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Sahgal G, Ramanathan S, Sasidharan S, Mordi M N, Ismail S. dan Mansor SM 2009, *fitokimia dan aktivitas antimikroba Swietenia mahagoni metanol mentah benih ekstrak*. tropis Biomedik 26 (3): 274-279
- Scramm LL. 2000. *Surfactants: Fundamentals and applications in the Petroleum Industry*. *Crambridge University Press*. United Kingdom, pp. 9-10.
- Sianturi AHM. 2001. *Isolasi Dan Fraksinasi Senyawa Bioaktif Dari Biji Mahoni (Swietenia mahagoni Jacq.)* [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- SMM Mahid-Al-Hasan, MI Khan, BU Umar. 2011. *Pengaruh Ekstrak etanol dari Biji Swietenia mahagoni di eksperimental Diabetes Induced Mellitus di Tikus*. (2): 70-73
- Smolinske, S.C., 1992, *Handbook of Food, Drug and Cosmetic Excipient*, 295-296, CRC Press, USA
- Subhadip Hajra, Archana Mehta, Pinkee Pandey dan Suresh Prasad Vyas. 2011. *Potensi Antioksidan Dan Anti-Diabetes Dari Ekstrak Etanol Swietenia mahagoni (Linn.) Biji*, IJPRD; Vol 3 / Issue 4 / Pasal 25: 180- 186

- Sumardjo, Damin.2006. Pengantar Kimia: Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran Dan Program Strata 1 Fakultas Bioeksakta. Jakarta: EGC.
- Tipler PA. 1990. *FISIKA Untuk Sains dan Teknik Edisi 3, jilid 1*. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: *PHYSICS for Scientists and Engineers, Third Edition*
- Vaughn, J. M. dan William R. O. 2007. Nanoparticle Engineering. Dalam: Swarbrick, James. *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology Third Edition Volume 1*. New York: Informa Healthcare USA, 2384-2398
- Won, J., M.H. Oh., J.M. Oh., M.S. Kang., J.H. Choy., and S. Oh. 2008. *Stability Analysis of Zinc Oxide-Nanoencapsulated Conjugated Linoleic Acid and GammaLinolenic Acid* DOI: 10.1111/j.1750-3841.2008.00924.x *Journal of Food Science*. 73:8:N39–43.
- Woodruff, MA.,&Hutmacher, DW. 2010. The Return of a Forgotten Polymer- Polycaprolactone in the 21st Century. *Elsivier: Progress in Polymer Science* 35 (2010) 1217-1256
- Yunizal. 2004. Teknologi Pengolahan Alginat. *Jakarta : Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*.

L
A
M
P
I
R
A
N



Keterangan

Polymer Na–Alginat				Polymer PVA				Polymer PVP			
F1	Minyak Biji Mahoni	3,7 %		F6	Minyak Biji Mahoni	3,7 %		F11	Minyak Biji Mahoni	3,7 %	
	Tween 80	2 %			Tween 80	2 %			Tween 80	2 %	
	Na Alginat	0,2 %			PVA	0,2 %			PVP	0,2 %	
F2	Minyak Biji Mahoni	3,7 %		F7	Minyak Biji Mahoni	3,7 %		F12	Minyak Biji Mahoni	3,7 %	
	Tween 80	2 %			Tween 80	2 %			Tween 80	2 %	
	Na Alginat	0,2 %			PVA	0,2 %			PVP	0,2 %	
F3	Minyak Biji Mahoni	3,7 %		F8	Minyak Biji Mahoni	3,7 %		F13	Minyak Biji Mahoni	3,7 %	
	Tween 80	2 %			Tween 80	2 %			Tween 80	2 %	
	Na Alginat	0,2 %			PVA	0,2 %			PVP	0,2 %	
F4	Minyak Biji Mahoni	3,7 %		F9	Minyak Biji Mahoni	3,7 %		F14	Minyak Biji Mahoni	3,7 %	
	Tween 80	2 %			Tween 80	2 %			Tween 80	2 %	
	Na Alginat	0,2 %			PVA	0,2 %			PVP	0,2 %	
F5	Minyak Biji Mahoni	3,7 %		F10	Minyak Biji Mahoni	3,7 %		F15	Minyak Biji Mahoni	3,7 %	
	Tween 80	2 %			Tween 80	2 %			Tween 80	2 %	
	Na Alginat	0,2 %			PVA	0,2 %			PVP	0,2 %	

Lampiran 1. Hasil determinasi tumbuhan



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LAB. PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Ir. Sutami 36A Kentingan Surakarta 57126 Telp. (0271) 663375 Fax (0271) 663375
http://www.biology.mipa.uns.ac.id, E-mail biologi@mipa.uns.ac.id

Nomor : 203/UN27.9.6.4/Lab/2017
Hal : Hasil Determinasi Tumbuhan
Lampiran : -

Nama Pemesan : Devi Nawang Sari
NIM : 20144043A
Alamat : Program Studi S1 Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi Surakarta

HASIL DETERMINASI TUMBUHAN

Nama Sampel : *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.
Familia : Meliaceae

Hasil Determinasi menurut C.A. Backer & R.C. Bakhuizen van den Brink, Jr. (1963, 1965) :
1b-2b-3b-4b-12b-13b-14b-17b-18b-19b-20b-21b-22b-23b-24b-25b-26b-27a-28b-29a 136. Meliaceae
2b-3b-4b-7b-10b-13b-15b 2. Swietenia
1a Swietenia mahagoni (L.) Jacq.

Deskripsi Tumbuhan :
Habitus : pohon, tumbuh tegak, menahun, tinggi 5-30 m. Akar : tunggang, besar, bercabang, coklat keputihan hingga coklat kekuningan. Batang : bulat, berkayu, keras, bercabang-cabang simpodial, arah percabangan serong, cabang dengan banyak lentisel, permukaan batang gundul, putih kotor hingga abu-abu. Daun : majemuk menyirip genap yang tersusun spiral, terdiri atas 8-14 anak daun, berhadapan, helaian anak daun bulat telur, panjang 3-15 cm, lebar 1.5-5 cm, ujung dan pangkal runcing, tepi rata, pertulangan daun menyirip, daging daun kaku, permukaan gundul, masih muda merah, setelah dewasa hijau hingga hijau tua; tangkai daun bulat, ramping, panjang 3-13 mm. Bunga : bunga majemuk, terdiri dari kumpulan bunga yang rapat berupa tandan, berkelamin 2 (biseksual/banci), panjang 2-10 cm, di ketiak daun, ibu tangkai bunga silindris, coklat muda, panjang tangkai bunga 1.5-4 mm; kelopak bunga 5, berbentuk seperti sendok, saling berlepasan, hijau; mahkota bunga silindris, panjang 3-4 mm, hijau kekuningan hingga kuning kecoklatan; benangsari melekat pada mahkota membentuk tabung benangsari, panjang 2-3 mm, kepala sari putih; putik kuning kecoklatan, panjang 0.5 mm. lebar. Buah : berupa buah kotak, berbentuk bulat telur, panjang 7.5-10 cm, kulit berkayu dan keras, berlekuk lima, coklat. Biji : bijinya pipih, panjang 4.5-5.5 mm, bersayap, sayap dan kulit biji berongga, hitam atau coklat.

Surakarta, 9 Oktober 2017

Kepala Lab. Program Studi Biologi

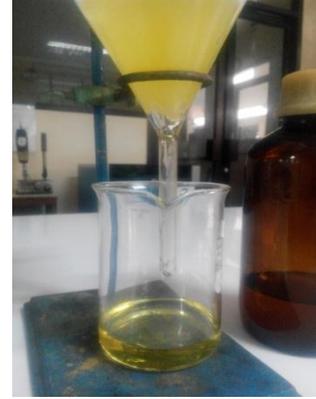
Penanggungjawab
Determinasi Tumbuhan


Dr. Tetri Widiyani, M.Si.
NIP. 19711224 200003 2 001


Suratman, S.Si., M.Si.
NIP. 19800705 200212 1 002

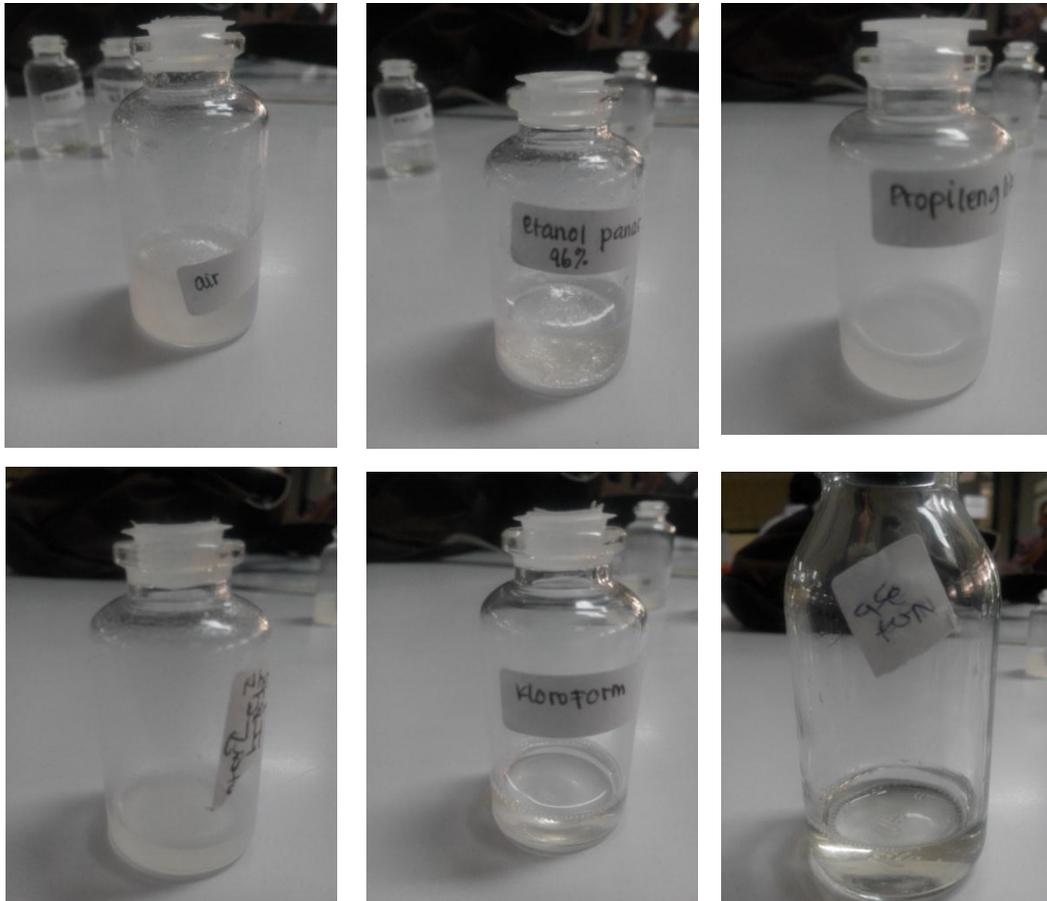
Mengetahui
Kepala Program Studi Biologi FMIPA UNS


Dr. Raina Setyaningsih, M.Si.
NIP. 19660714 199903 2 001

Lampiran 2. Dokumentasi**Magnetic stirrer****Sentrifugasi****Minyak Biji Mahoni****Neraca analitik****Spektrofotometer UV-Vis****PSA (Particle Size Analyzer)****Pres Hidrolik**

Lampiran 3. Dokumentasi Uji Karakterisasi



Lampiran 4. Screening Kelarutan Minyak Biji Mahoni

Lampiran 5. Hasil formula Nanokapsul minyak biji mahoni

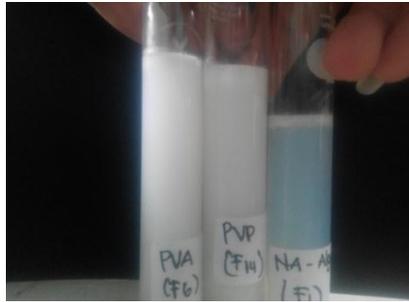
Formula 1 sampai 5



Formula 6 sampai 10



Formula 11 sampai 15

Lampiran 6. Hasil Uji Sentrifugasi nanokapsul Minyak Biji Mahoni

Sentrifugasi jam ke 1



Sentrifugasi jam ke 2



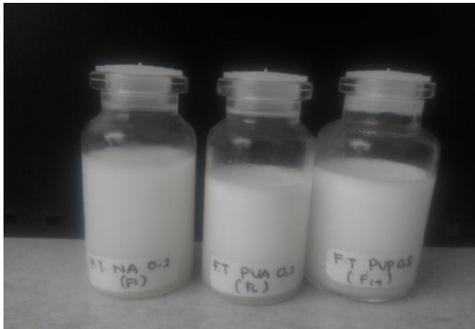
Sentrifugasi jam ke 3



Sentrifugasi jam ke 4



Sentrifugasi jam ke 5

Lampiran 7. Hasil Uji *Freez Thaw* Nanokapsul Minyak Biji Mahoni

Bentuk Awal Sampel

Siklus 1 *Freeze Thaw*Siklus 2 *Freeze Thaw*Siklus 3 *Freeze Thaw*

1. Perhitungan BJ

Replikasi	Penimbangan	Hasil
1	• Piknometer Kosong = 29, 9590gram	$BJ = \frac{(\rho_2 - \rho_0)}{\rho_1 - \rho_0} \times BJ_{air}$
	• Piknometer dan aquadest = 79,5747gram	$BJ = \frac{(75,5582\text{gram} - 29,9590\text{gram})}{(79,5747\text{gram} - 29,9590\text{gram})} \times 1$
	• Poknometer dan minyak biji mahoni = 75,5582 gram	BJ = 0,91904gram/ml
2	• Piknometer Kosong = 29, 9595gram	$BJ = \frac{(\rho_2 - \rho_0)}{\rho_1 - \rho_0} \times BJ_{air}$
	• Piknometer dan aquadest = 79,5776gram	$BJ = \frac{(75,5582\text{gram} - 29,9595\text{gram})}{(79,5776\text{gram} - 29,9595\text{gram})} \times 1$
	• Poknometer dan minyak biji mahoni = 75,5578 gram	BJ = 0,91899gram/ml
3	• Piknometer Kosong = 29, 9597gram	$BJ = \frac{(\rho_2 - \rho_0)}{\rho_1 - \rho_0} \times BJ_{air}$
	• Piknometer dan aquadest = 79,5817gram	$BJ = \frac{(75,5582\text{gram} - 29,9597\text{gram})}{(79,5817\text{gram} - 29,9597\text{gram})} \times 1$
	• Poknometer dan minyak biji mahoni = 75,5582 gram	BJ = 0,91892gram/ml
Rata-Rata \pm SD		0,919 \pm 0,001

2. Hasil Penetapan Berat jenis minyak biji mahoni

Replikasi	Berat Jenis Minyak (gram/ml)
1	0,91904
2	0,91899
3	0,91892
Rata-rata \pm SD	0,919 \pm 0,001

3. Perhitungan Dosis

Dosis biji mahoni : 300mg/Kg BB Tikus = 0,3gr/Kg BB tikus

BJ : 0,919 gram/mL

Konversi mencit ke manusia :56

Dosis : $:\frac{0,3\text{gram/Kg BB tikus}}{0,919\text{ gram/mL}} \times 1\text{mL}$

:0,326ml/Kg BB tikus

: $\frac{(0,326:5)\text{mL}}{(1000:5)\text{gram}}$

: $\frac{(0,0652)\text{mL}}{(200)\text{gram}}$

: 0,0652mL/200gram BB tikus

: 0,0652mL x 56

: 3,6512mL pembulatan 3,7mL

: 3,7% v/v

5. Perhitungan Kadar Air dengan *Moisture Balance*

Replikasi	Hasil
1	1.9
2	2.5
3	1.5
Rata Rata	1.967
Sd	0.503

6. Perhitungan Mutu Fisik Minyak

6.1 Perhitungan Bilangan Asam Minyak Biji Mahoni

Keterangan	Hasil
Volume Titration KOH pada Sampel	1. 14,0mL 2. 15,5mL 3. 15,0mL Rata rata 15,0mL
Normalitas KOH	0,1N
Berat Molekul KOH	56,1gram/mol
Berat sampel minyak	10gram

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{\text{Vol.tirasi} \times \text{NKOH} \times \text{BMKOH}}{\text{Beratsampel}}$$

$$= \frac{15,0 \times 0,1 \times 56,1}{10}$$

$$= 8,415$$

6.2 Perhitungan Bilangan Peroksida

Keterangan	Hasil
Volume titrasi Na ₂ S ₂ O ₃ untuk tirasi sampel	1. 1,3 mL 2. 1,4 mL 3. 1,4 mL Rata rata 1,37 mL
Volume titrasi Na ₂ S ₂ O ₃ untuk tirasi Blangko	1. 1,4mL 2. 1,35mL 3. 1,4mL Rata rata 1,38mL
Normalitas Na ₂ S ₂ O ₃	0,1N
Berat Sampel	5gram

Bilangan Peroksida =

$$\frac{(\text{voltitrasisampel} - \text{voltitrasiblangko}) \times N \times 1000}{\text{Beratsampel}}$$

$$\frac{(1,37 - 1,38) \times 0,1 \times 1000}{5\text{gram}} = 0,2$$

6.3 Perhitungan Bilangan Penyabunan

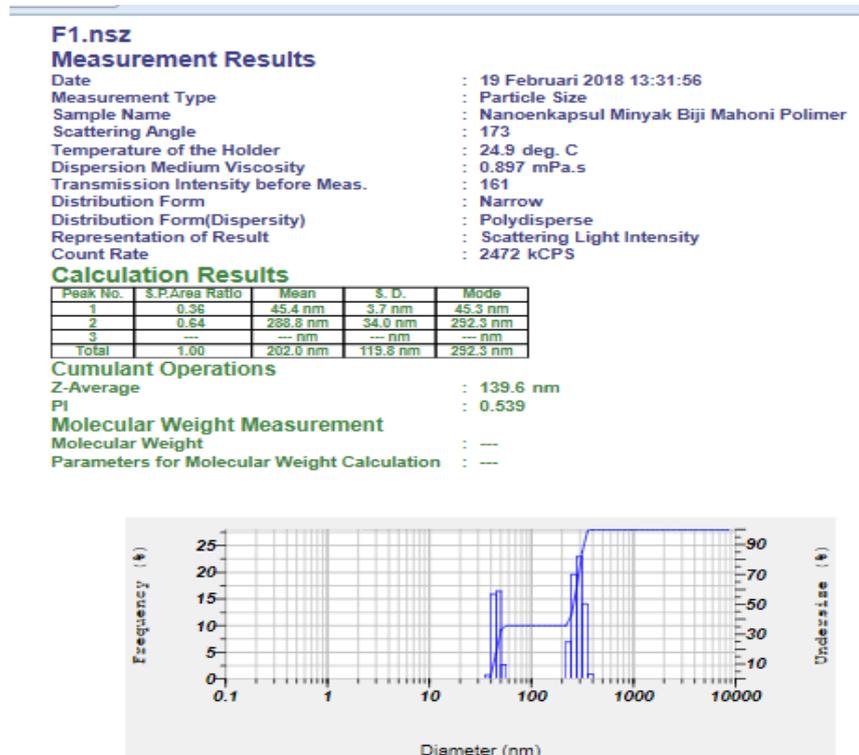
Keterangan	Hasil
Volume Titrasi HCL untuk Sampel	1. 12,8mL 2. 12,8mL 3. 12,5mL Rata rata 12,7 mL
Volume Titrasi HCL untuk Blangko	8,2 mL
BM HCL	28,05 gram/mol
Berat Sampel	0,6538 gram

$$\frac{(\text{Voltitrasisampel} - \text{Voltitrasiblangko}) \times \text{BMHCl}}{\text{Beratsampel}}$$

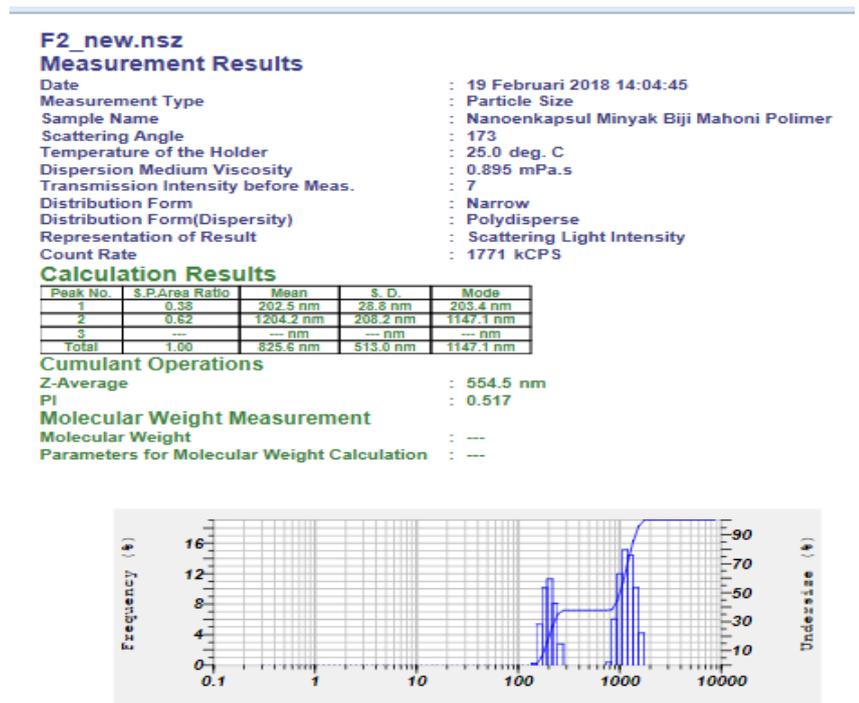
$$\frac{(12,7 \text{ mL} - 8,2\text{mL}) \times 28,05}{0,6538 \text{ gram}} = 193,06$$

7. Hasil Ukuran Partikel Nanokapsul Minyak Biji Mahoni dengan PSA

7.1 Hasil Ukuran Partikel F1



7.2 Hasil Ukuran Partikel F2



7.3 Hasil Ukuran Partikel F3

F3_new.nsz

Measurement Results

Date : 19 Februari 2018 14:12:45
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanoenkapsul Minyak Biji Mahoni Polimer
 Scattering Angle : 173
 Temperature of the Holder : 25.0 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.896 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 95
 Distribution Form : Narrow
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 1418 kCPS

Calculation Results

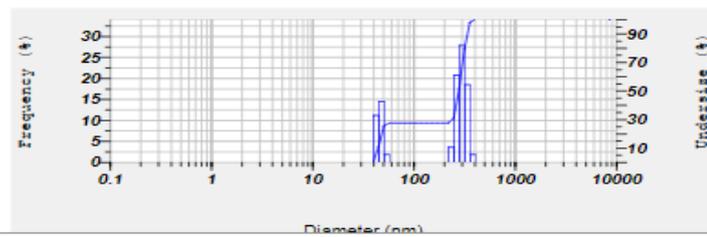
Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.27	45.7 nm	3.4 nm	45.7 nm
2	0.73	295.6 nm	33.0 nm	295.2 nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	228.9 nm	115.1 nm	295.2 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 160.7 nm
 PI : 0.579

Molecular Weight Measurement

Molecular Weight : ---
 Parameters for Molecular Weight Calculation : ---



7.4 Hasil Ukuran Partikel F4

F4.nsz

Measurement Results

Date : 19 Februari 2018 14:20:00
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanoenkapsul Minyak Biji Mahoni Polimer
 Scattering Angle : 173
 Temperature of the Holder : 25.0 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.895 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 7
 Distribution Form : Narrow
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 1180 kCPS

Calculation Results

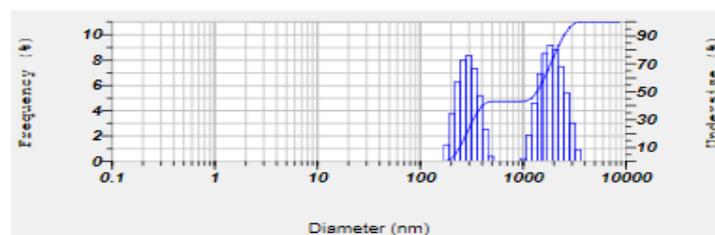
Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.43	295.4 nm	65.7 nm	295.2 nm
2	0.57	1964.3 nm	526.4 nm	1854.2 nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	1246.2 nm	517.9 nm	1854.2 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 788.8 nm
 PI : 0.509

Molecular Weight Measurement

Molecular Weight : ---
 Parameters for Molecular Weight Calculation : ---



7.5 Hasil Ukuran Partikel F5

F5.nsz

Measurement Results

Date : 19 Februari 2018 14:26:14
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanoenkapsul Minyak Biji Mahoni Polimer
 Scattering Angle : 173
 Temperature of the Holder : 25.0 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.896 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 7
 Distribution Form : Narrow
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 2508 kCPS

Calculation Results

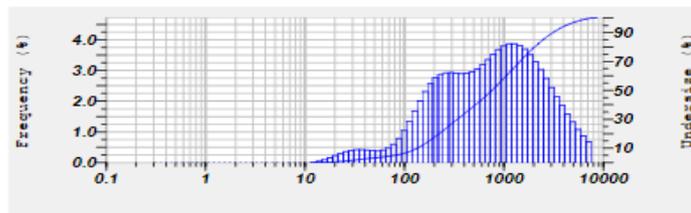
Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.03	32.0 nm	5.8 nm	37.2 nm
2	0.25	207.1 nm	84.4 nm	296.5 nm
3	0.68	1750.3 nm	1405.2 nm	1282.1 nm
Total	1.00	1252.1 nm	1365.9 nm	1282.1 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 839.5 nm
 PI : 0.502

Molecular Weight Measurement

Molecular Weight : ---
 Parameters for Molecular Weight Calculation : ---



7.6 Hasil Ukuran Partikel F6

F6.nsz

Measurement Results

Date : 19 Februari 2018 14:32:19
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanoenkapsul Minyak Biji Mahoni
 Scattering Angle : 173
 Temperature of the Holder : 25.0 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.894 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 7
 Distribution Form : Narrow
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 1041 kCPS

Calculation Results

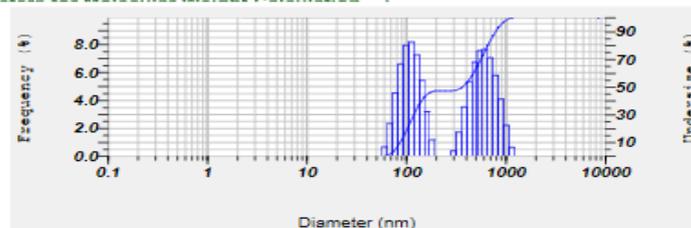
Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.47	110.9 nm	27.9 nm	111.1 nm
2	0.53	616.1 nm	182.1 nm	614.4 nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	376.8 nm	285.4 nm	111.1 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 228.4 nm
 PI : 0.498

Molecular Weight Measurement

Molecular Weight : ---
 Parameters for Molecular Weight Calculation : ---



7.7 Hasil Ukuran Partikel F7

F7_1.nsz

Measurement Results

Date : 20 Februari 2018 9:49:18
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanoenkapsul Minyak Biji Mahoni
 Scattering Angle : 173
 Temperature of the Holder : 25.0 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.895 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 6
 Distribution Form : Narrow
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 1072 kCPS

Calculation Results

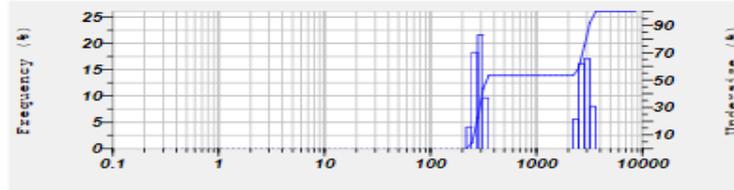
Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.53	287.0 nm	29.7 nm	289.4 nm
2	0.47	2885.2 nm	318.7 nm	2929.3 nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	1500.1 nm	1314.6 nm	289.4 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 896.3 nm
 PI : 0.570

Molecular Weight Measurement

Molecular Weight : ---
 Parameters for Molecular Weight Calculation : ---



7.8 Hasil Ukuran Partikel F8

F8_3.nsz

Measurement Results

Date : 20 Februari 2018 9:22:16
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanoenkapsul Minyak Biji Mahoni
 Scattering Angle : 173
 Temperature of the Holder : 25.0 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.894 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 5
 Distribution Form : Narrow
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 3013 kCPS

Calculation Results

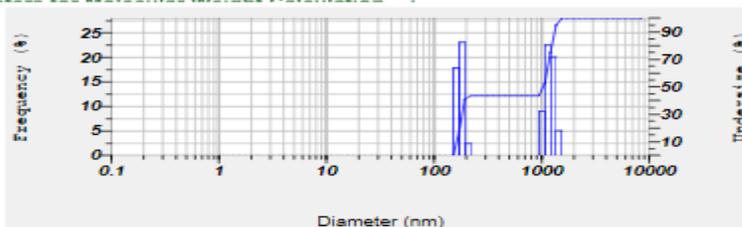
Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.43	174.7 nm	12.6 nm	174.7 nm
2	0.57	1195.0 nm	125.0 nm	1170.3 nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	752.2 nm	514.4 nm	174.7 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 469.5 nm
 PI : 0.570

Molecular Weight Measurement

Molecular Weight : ---
 Parameters for Molecular Weight Calculation : ---



7.9 Hasil Ukuran Partikel F9

F9.nsz

Measurement Results

Date : 20 Februari 2018 9:29:03
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanoenkapsul Minyak Biji Mahoni
 Scattering Angle : 173
 Temperature of the Holder : 25.0 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.895 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 5
 Distribution Form : Narrow
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 2348 kCPS

Calculation Results

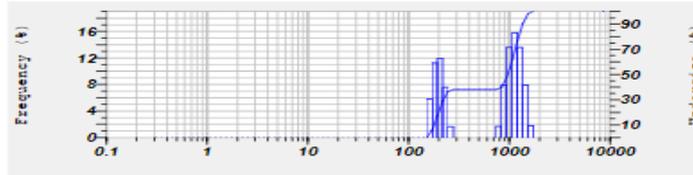
Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.38	199.6 nm	26.5 nm	201.8 nm
2	0.62	1152.7 nm	196.7 nm	1135.5 nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	790.2 nm	488.2 nm	1135.5 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 549.6 nm
 PI : 0.501

Molecular Weight Measurement

Molecular Weight : ---
 Parameters for Molecular Weight Calculation : ---



7.10 Hasil Ukuran Partikel F10

F10.nsz

Measurement Results

Date : 20 Februari 2018 9:56:49
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanoenkapsul Minyak Biji Mahoni
 Scattering Angle : 173
 Temperature of the Holder : 25.0 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.894 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 6
 Distribution Form : Narrow
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 1116 kCPS

Calculation Results

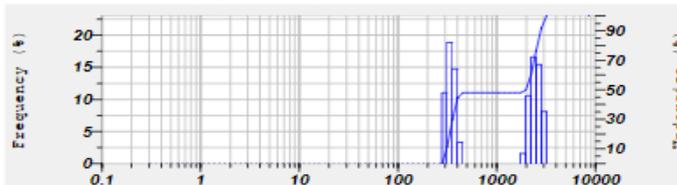
Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.48	348.0 nm	37.4 nm	339.2 nm
2	0.52	2484.3 nm	318.9 nm	2405.3 nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	1460.1 nm	1093.0 nm	339.2 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 952.8 nm
 PI : 0.518

Molecular Weight Measurement

Molecular Weight : ---
 Parameters for Molecular Weight Calculation : ---



7.11 Hasil Ukuran Partikel F11

F11.nsz

Measurement Results

Date : 20 Februari 2018 10:03:46
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanoenkapsul Minyak Biji Mahoni
 Scattering Angle : 173
 Temperature of the Holder : 25.0 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.895 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 5
 Distribution Form : Narrow
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 973 kCPS

Calculation Results

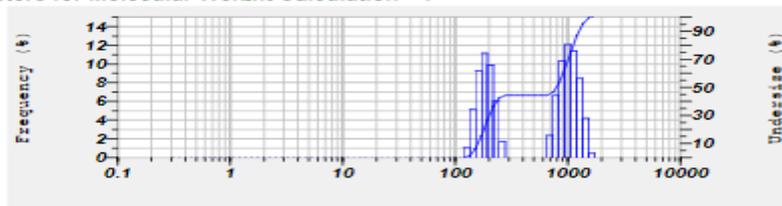
Peak No.	S.P/Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.44	187.0 nm	32.2 nm	182.7 nm
2	0.56	1051.8 nm	207.4 nm	1010.7 nm
3	---	---	---	---
Total	1.00	669.9 nm	457.0 nm	1010.7 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 431.9 nm
 PI : 0.495

Molecular Weight Measurement

Molecular Weight : ---
 Parameters for Molecular Weight Calculation : ---



7.12 Hasil Ukuran Partikel F12

F12.nsz

Measurement Results

Date : 20 Februari 2018 10:10:32
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanoenkapsul Minyak Biji Mahoni
 Scattering Angle : 173
 Temperature of the Holder : 25.0 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.896 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 6
 Distribution Form : Narrow
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 4056 kCPS

Calculation Results

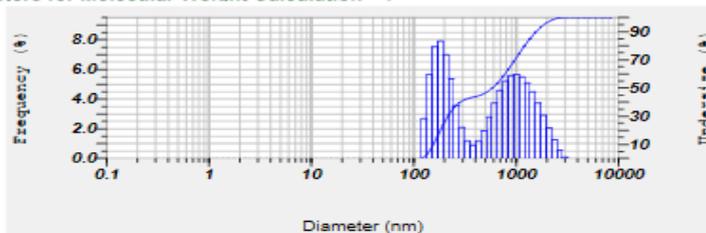
Peak No.	S.P/Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.43	197.8 nm	52.6 nm	181.3 nm
2	0.57	1111.9 nm	493.9 nm	1004.3 nm
3	---	---	---	---
Total	1.00	715.8 nm	587.0 nm	181.3 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 468.9 nm
 PI : 0.464

Molecular Weight Measurement

Molecular Weight : ---
 Parameters for Molecular Weight Calculation : ---



7.13 Hasil ukuran Partikel F13

F13.nsz

Measurement Results

Date : 20 Februari 2018 10:17:42
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanoenkapsul Minyak Biji Mahoni
 Scattering Angle : 173
 Temperature of the Holder : 25.0 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.895 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 5
 Distribution Form : Narrow
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 3517 kCPS

Calculation Results

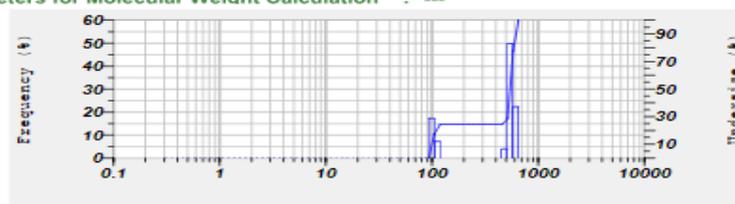
Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.24	102.6 nm	5.8 nm	101.4 nm
2	0.76	583.7 nm	36.9 nm	558.5 nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	451.7 nm	200.3 nm	558.5 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 342.8 nm
 PI : 0.512

Molecular Weight Measurement

Molecular Weight : ---
 Parameters for Molecular Weight Calculation : ---



7.14 Hasil Ukuran Partikel F14

F14.nsz

Measurement Results

Date : 20 Februari 2018 10:24:28
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanoenkapsul Minyak Biji Mahoni
 Scattering Angle : 173
 Temperature of the Holder : 25.0 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.894 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 6
 Distribution Form : Narrow
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 2856 kCPS

Calculation Results

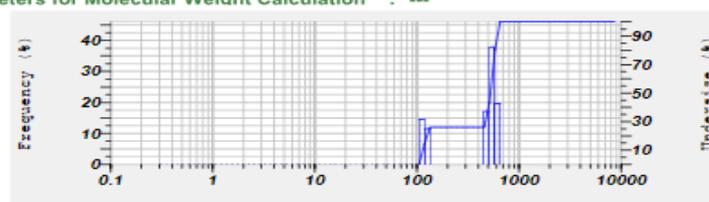
Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.26	118.1 nm	7.2 nm	117.3 nm
2	0.74	550.3 nm	46.9 nm	548.3 nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	438.7 nm	193.5 nm	548.3 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 325.0 nm
 PI : 0.515

Molecular Weight Measurement

Molecular Weight : ---
 Parameters for Molecular Weight Calculation : ---



7.15 Hasil Ukuran Partikel F15

F15.nsz

Measurement Results

Date : 20 Februari 2018 10:31:48
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanoenkapsul Minyak Biji Mahoni
 Scattering Angle : 173
 Temperature of the Holder : 25.0 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.895 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 5
 Distribution Form : Narrow
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 4228 kCPS

Calculation Results

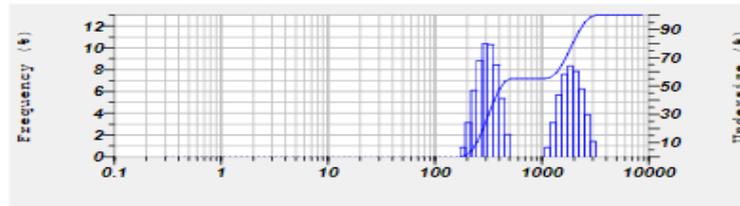
Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.55	316.4 nm	71.7 nm	299.2 nm
2	0.45	1930.7 nm	446.7 nm	1854.5 nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	1038.9 nm	858.2 nm	299.2 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 587.6 nm
 PI : 0.474

Molecular Weight Measurement

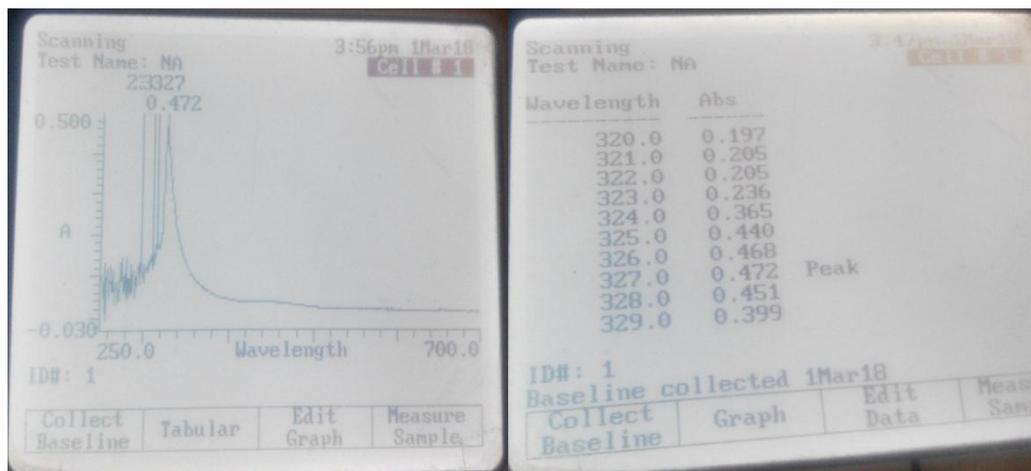
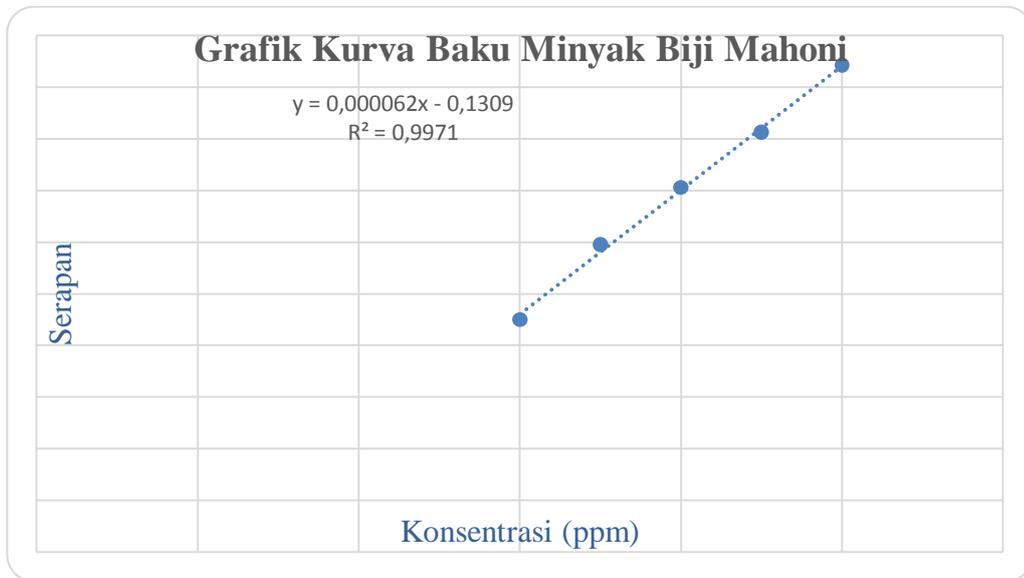
Molecular Weight : ---
 Parameters for Molecular Weight Calculation : ---



8. Perhitungan Efisiensi Penjerapan

8.1 Kurva Baku Minyak Biji Mahoni

Konsentrasi (Ppm)	Serapan 1	Serapan 2	Serapan 3	Rata-Rata Serapan
6000	0.225	0.224	0.226	0.225
7000	0.297	0.298	0.298	0.298
8000	0.353	0.353	0.353	0.353
9000	0.407	0.406	0.406	0.406
10000	0.472	0.471	0.472	0.472



8.2 Tabel Perhitungan Efisiensi Penjerapan

Nama Sampel	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Kadar Minyak yang Tidak Terjerap (ml)	Kadar Minyak Awal (ml)	Kadar minyak yang Terjerap
F1 Na. Alginat 0,2%	0,766	0,756	0,763	0,186	3,7	3,514
	0,764	0,745	0,759	0,182	3,7	3,518
	0,765	0,742	0,757	0,185	3,7	3,515
Rata Rata	0,765	0,748	0,760	0,184	3,7	3,516
Sd	0,00082	0,00602	0,00249	0,00208		0,002

Nama Sampel	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Kadar Minyak yang Tidak Terjerap (ml)	Kadar Minyak Awal (ml)	Kadar minyak yang Terjerap
F6 PVA 0,2 %	0,629	0,726	0,777	0,155	3,7	3,545
	0,616	0,793	0,765	0,174	3,7	3,526
	0,610	0,602	0,752	0,186	3,7	3,514
Rata Rata	0,618	0,707	0,765	0,172	3,7	3,5283
Sd	0,0097	0,0969	0,0125	0,0156		0,0156

Nama Sampel	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Kadar Minyak yang Tidak Terjerap (ml)	Kadar Minyak Awal (ml)	Kadar minyak yang Terjerap
PVP 0.8 %	0,673	0,682	0,610	0,167	3,7	3,533
	0,680	0,661	0,593	0,165	3,7	3,535
	0,673	0,656	0,578	0,150	3,7	3,550
Rata Rata	0,675	0,666	0,594	0,161	3,7	3,539
Sd	0,0040	0,0138	0,0160	0,0093		0,0093

Maksimal Minyak Biji Mahoni

9. Hasil Uji Stabilitas Ukuran Partikel nanokapsul Minyak Biji Mahoni

9.1 Hasil Uji Stabilitas Ukuran Partikel Nanokapsul Minyak Biji Mahoni Setelah Dilakukan Sentrifugasi 5 Jam

Replikasi	Nama Sampel Nanokapsul	Ukuran Partikel (nm)	PdI
1	F1 Na Alginat 0,2% Sentrifugasi 5jam (1)	400,6	0,59
2	F1 Na Alginat 0,2% Sentrifugasi 5jam (2)	427,2	0,53
3	F1 Na Alginat 0,2% Sentrifugasi 5jam (3)	469,7	0,578
4	F1 Na Alginat 0,2% Sentrifugasi 5jam (4)	474,8	0,584
5	F1 Na Alginat 0,2% Sentrifugasi 5jam (5)	417,7	0,518
Rata rata		438	0,56
Std Dev		32,74	0,033

Replikasi	Nama Sampel Nanokapsul	Ukuran Partikel (nm)	PdI
1	F6 PVA 0,2% sentrifugasi 5 jam (1)	277,4	0,772
2	F6 PVA 0,2% sentrifugasi 5 jam (2)	289	0,543
3	F6 PVA 0,2% sentrifugasi 5 jam (3)	294,9	0,557
4	F6 PVA 0,2% sentrifugasi 5 jam (4)	280,7	0,798
5	F6 PVA 0,2% sentrifugasi 5 jam (5)	296,2	0,71
Rata rata		287,6	0,676
Std Dev		8,379	0,119

Replikasi	Nama Sampel Nanokapsul	Ukuran Partikel (nm)	PdI
1	F14 PVP 0,8% sentrifugasi 5 jam (1)	409,4	0,506
2	F14 PVP 0,8% sentrifugasi 5 jam (2)	416,4	0,469
3	F14 PVP 0,8% sentrifugasi 5 jam (3)	372,7	0,689
4	F14 PVP 0,8% sentrifugasi 5jam (4)	403,5	0,596
5	F14 PVP 0,8% sentrifugasi 5 jam (5)	420,2	0,474
Rata rata		404,4	0,547
Std Dev		18,87	0,094

9.2 Hasil Uji Stabilitas Ukuran Partikel Nanokapsul Minyak Biji Mahoni Setelah Dilakukan Sentrifugasi Penyimpanan 4 minggu

Replikasi	Nama Sampel	Ukuran Partikel (nm)	PdI
1	F1 Natrium Alginat 0,2% 1	547,4	0,542
2	F1 Natrium Alginat 0,2% 2	447	0,541
3	F1 Natrium Alginat 0,2% 3	497,3	0,588
4	F1 Natrium Alginat 0,2% 4	479,6	0,578
5	F1 Natrium Alginat 0,2% 5	492,4	0,491
Rata rata		492,7	0,548
Std Dev		36,31	0,038

Replikasi	Nama Sampel	Ukuran partikel (nm)	PdI
1	F6 PVA 0,2% 1	294,1	0,709
2	F6 PVA 0,2% 2	278,2	0,743
3	F6 PVA 0,2% 3	282,8	0,751
4	F6 PVA 0,2% 4	284,5	0,763
5	F6 PVA 0,2% 5	324,8	0,53
Rata rata		292,9	0,699
Std Dev		18,76	0,097

Replikasi	Nama Sampel	Ukuran partikel (nm)	PdI
1	F14 PVP 0,8% 1	373,9	1
2	F14 PVP 0,8% 2	365,1	0,98
3	F14 PVP 0,8% 3	386,4	0,859
4	F14 PVP 0,8% 4	378	1
5	F14 PVP 0,8% 5	366,1	0,973
Rata rata		373,9	0,962
Std Dev		8,822	0,059

10. Hasil Uji Zeta potensial

10.1 Hasil Uji Zeta Potensial nanokapsul minyak Biji mahoni setelah di sentrifugasi 5 jam

Replikasi	Nama Sampel	Potensial Zeta (mV)
1	F1 Natrium Alginat 0,2% sentrifugasi	-39,3
2	F1 Natrium Alginat 0,2% sentrifugasi	-40
3	F1 Natrium Alginat 0,2% sentrifugasi	-41,3
Rata rata		-40,2
Std Dev		1,01

Replikasi	Nama Sampel	Potensial Zeta (mV)
1	F6 PVA 0,2% sentrifugasi	-24,9
2	F6 PVA 0,2% sentrifugasi	-24,6
3	F6 PVA 0,2% sentrifugasi	-24,4
Rata rata		-24,6
Std Dev		0,252

Replikasi	Nama Sampel	Potensial Zeta (mV)
1	F14 PVP 0,8% sentrifugasi	-10,2
2	F14 PVP 0,8 % sentrifugasi	-9,53
3	F14 PVP 0,8% sentrifugasi	-12,5
Rata rata		-10,7
Std Dev		1,56

10.2 Hasil uji zeta potensial nanokapsul minyak biji mahoni setelah disimpan selama 4 minggu

Replikasi	Nama Sampel	Potensial Zeta (mV)
1	F1 Natrium Alginat 0,2%	-37,8
2	F1 Natrium Alginat 0,2%	-36,7
3	F1 Natrium Alginat 0,2%	-37
Rata rata		-37,2
Std Dev		0,569

Replikasi	Nama sampel	Potensial Zeta (mV)
1	F6 PVA 0,2%	-23,3
2	F6 PVA 0,2%	-19,3
3	F6 PVA 0,2%	-20,2
Rata rata		-20,9
Std Dev		2,1

Replikasi	Nama Sampel	Potensial Zeta (mV)
1	F14 PVP 0,8%	-11,3
2	F14 PVP 0,8%	-11,9
3	F14 PVP 0,8%	-9,21
Rata		-10,8
Std Dev		1,41