

**FORMULASI MIKROENKAPSUL MINYAK BIJI WORTEL DENGAN
METODE SONIKASI**



Oleh:

Serly Novitasari
17141044B

**FAKULTAS FARMASI
PROGRAM STUDI D-III FARMASI
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2017**

**FORMULASI MIKROENKAPSUL MINYAK BIJI WORTEL DENGAN
METODE SONIKASI**



KARYA TULIS ILMIAH

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai
Derajat Ahli Madya Farmasi
Program Studi D-III Farmasi pada Fakultas Farmasi
Universitas Setia Budi*

Oleh:

Serly Novitasari
17141044B

**FAKULTAS FARMASI
PROGRAM STUDI D-III FARMASI
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGESAHAN KARYA TULIS ILMIAH
berjudul

FORMULASI MIKROENKAPSUL MINYAK BIJI WORTEL DENGAN METODE SONIKASI

oleh:

Serly Novitasari
17141044B

Dipertahankan di hadapan panitia Penguji Karya Tulis Ilmiah
Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi
Pada tanggal, 20 Juni 2017

Pembimbing

Muh. Dzakwan, M.Si., Apt



Mengetahui
Fakultas Farmasi
Universitas Setia Budi
Dekan,

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

Penguji :

1. Ilham Kuncahyo, M.Sc., Apt
2. Meta Kartika Untari, M.Sc., Apt
3. Muh Dzakwan.,M.Si., Apt

1.
2.
3.

MOTTO

“Jangan mencari kawan yang membuat anda merasa nyaman, tetapi carilah kawan yang memaksa anda terus berkembang” (Thomas J. Watson)

“Visi tanpa tindakan hanyalah sebuah mimpi. Tindakan tanpa visi hanyalah membuang waktu. Visi dengan tindakan akan mengubah dunia!”
(Joel Arthur Barker)

“Apabila kita takut gagal, itu berarti kita telah membatasi kemampuan kita”
(Henry Ford)

“Kegagalan terbesar adalah apabila kita tidak pernah mencoba” (Bobyne Allan)

“Jika anda memiliki keberanian untuk memulai, anda juga memiliki keberanian untuk sukses” (David Viscott)

“Melakukan hal yang berguna, mengatakan suatu keberanian dan merenungkan suatu keindahan adalah hal yang perlu dilakukan dalam kehidupan seseorang”
(TS Eliot)

“Melalui kesabaran, seseorang dapat meraih lebih dari pada melalui kekuatan yang dimilikinya” (Edmund Burke)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya kecil ini ku persembahkan buat semua yang telah mengukir hidupku
dengan *CINTA*, mewarnainya dengan *KASIH SAYANG* dan membingkainya
dengan *HARAPAN*

Allah SWT sebagai rasa syukurku

Bapak dan Ibu tercinta sebagai tanda hormat dan baktiku

Teman kosku tercinta Anita, Devi, dan Mimi yang selalu memberi
semangat, menghibur dan selalu ada buat saya

Sahabatku tercinta yang jauh disana yang selalu mensupport saya

Teman Tim KTI saya Aning, Dwi dan Elisa yang selalu saling support
satu sama lain dan berjuang bersama untuk LULUS!

Sahabat terbaikku di kampus Ido, Tiwi, Mahesi, Fadhil, Rifky yang selalu
ada setiap saat.

Teman-teman D-III farmasi angkatan 2014

Semua orang yang menyayangiku

Almamaterku tercinta

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis ilmiah ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar ahli madya di suatu Perguruan Tinggi dan menurut pengetahuan saya tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan dapat disebutkan dalam daftar pustaka.

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

Surakarta, 20 Juni 2017



Serly Novitasari

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan karya tulis ilmiah yang berjudul “FORMULASI MIKROENKAPSUL MINYAK BIJI WORTEL DENGAN METODE SONIKASI”. Karya Tulis Ilmiah ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat mencapai Derajat Ahli Madya Farmasi di Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi Surakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, baik yang bersifat langsung maupun tidak langsung, karya tulis ilmiah ini tidak akan terselesaikan, maka dengan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Dr. Ir Joni Tarigan, MBA, selaku rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Prof. Dr. R.A. Oetari, SU., MM., M.Sc., Apt., selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi Surakarta.
3. Vivin Nopiyanti, M.Sc., Apt., selaku Ketua Program Studi D-III Farmasi Universitas Setia Budi Surakarta.
4. Muh Dzakwan, M.Si., Apt., selaku dosen pembimbing yang telah berkenan memberikan bimbingan, dorongan dan petunjuk kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan karya tulis ilmiah.
5. Kepada orang tua tercinta terimakasih atas segala doa, semangat, bimbingan, dorongan, dan nasehat yang diberikan sampai penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Teman-teman D-III Farmasi angkatan 2013.
7. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu terimakasih untuk bantuan dan kerjasamanya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan karya tulis ilmiah ini masih terdapat kekurangan. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan karya tulis ilmiah ini.

Penulis berharap semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat.

Surakarta, 20 Juni 2017



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
MOTTO.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Kegunaan Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Minyak Biji Wortel	6
1. Pengertian Minyak Bij Wortel	6
2. Manfaat Biji Wortel bagi kesehatan.....	7
3. Proses Memperoleh Minyak Biji Wortel	7
B. Mikroenkapsulasi	8
1. Pengertian Mikroenkapsulasi	8
2. Komponen dalam Mikroenkapsulasi.....	9
3. Tujuan Mikroenkapsulasi.....	11
4. Keuntungan Mikroenkapsulasi.....	11
5. Kekurangan Mikroenkapsulasi.....	12
C. PVA (<i>Polivinil Alkohol</i>).....	12
1. Pengertian PVA (<i>Polivinil Alkohol</i>).....	12
2. Karakteristik Polivinil Alkohol	13
D. Stabilizer	14
E. Metode Sonikasi.....	15
F. Studi Preformulasi.....	16
1. Minyak Biji Wortel	16
2. <i>Polivinil Alkohol</i> (PVA).....	16
3. Aseton	17
4. Tween 80.....	17
G. Landasan Teori.....	17
H. Hipotesis.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
A. Populasi dan Sampel	20

B. Variabel Penelitian	20
1. Identifikasi Variabel Utama	20
2. Klasifikasi Variabel Utama	20
3. Definisi Operasional Variabel Utama	21
C. Alat dan Bahan	21
1. Alat	21
2. Bahan	22
D. Jalannya Penelitian	22
1. Pembuatan Formula	22
2. Skrining Kondisi Sonikator	22
3. Pembuatan Mikroenkapsul	22
4. Evaluasi Sediaan Mikroenkapsul Minyak Biji Wortel	23
5. Rancangan Formulasi	25
6. Skema Jalannya Penelitian	26
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	27
A. Hasil Penelitian	27
1. Pembuatan Formula	27
2. Skrining Kondisi Sonikator	27
3. Formula Mikroenkapsul	28
4. Pengujian Sediaan Mikroenkapsul	28
B. Pembahasan	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
A. Kesimpulan	35
B. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36

DAFTAR GAMBAR

1. Struktur Polivinil Alkohol.....	13
2. Struktur Tween 80.....	14
3. Uji Morfologi Mikroskop.....	29

DAFTAR TABEL

1. Karakteristik Polivinil Alkohol	13
2. Rancangan formulasi Mikroenkapsul Minyak Biji Wortel	25
3. Hasil Optimasi Formula	27
4. Formula Mikroenkapsul Minyak Biji Wortel	28

DAFTAR LAMPIRAN

1. <i>Certificate Of Analysis Sheet</i>	40
2. Hasil Uji Ukuran Partikel, Indeks Polidispersi dan Zeta Potensial dari Pembuatan Formula	41
3. Hasil Pembuatan Formula	42
4. Hasil Formula Terpilih	42
5. Hasil Uji Stabilitas 1 bulan	42
6. Hasil Uji Sentrifugasi	43
7. Hasil Uji Tem Perbesaran 15.000 kali dan Ukuran Partikel 1000 nm	43
8. Perhitungan Kerapatan Mikroenkapsul Minyak Biji Wortel	44
9. Perhitungan Viskositas Mikroenkapsul Minyak Biji Wortel	45
10. Hasil Uji pH	47
11. Hasil Uji Ukuran Partikel dan Indeks Polidispersi pada sediaan setelah Uji Stabilitas 1 bulan	48
12. Hasil Zeta Potensial pada sediaan setelah Uji Stabilitas 1 bulan	49

INTISARI

NOVITASARI, S., 2017, FORMULASI MIKROENKAPSUL MINYAK BIJI WORTEL DENGAN METODE SONIKASI, KARYA TULIS ILMIAH, FAKULTAS FARMASI, UNIVERSITAS SETIA BUDI, SURAKARTA.

Minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*) merupakan minyak yang diperoleh dari biji wortel (*Dacus carota* L.) dalam minyak biji wortel terdapat kandungan terbesar yaitu karoten dan mengandung 66% minyak esensial dan seskuiterpen. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah minyak biji wortel dapat dibuat sediaan mikrokapsul dengan metode sonikasi untuk menghasilkan mikrokapsul yang terbaik.

Mikrokapsul minyak biji wortel dengan metode sonikasi yang sebelumnya dilakukan pembuatan formula menggunakan polimer PVA yaitu 1%, 2%, dan 3%. Kemudian dilakukan skrining kondisi sonikator menggunakan variasi waktu proses sonikasi yaitu 1, 3, dan 5 menit dengan amplitudo gelombang ultrasonik yang digunakan adalah 10%, 15%, 20% dan 25%. Formula yang menghasilkan ukuran partikel terkecil, selanjutnya dilakukan pengujian yang meliputi uji organoleptis, organoleptis secara mikroskopis, pH dan viskositas, penentuan ukuran partikel dan indeks polidispersi, sentrifugasi, kerapatan, TEM, dan stabilitas.

Hasil penelitian menunjukkan *Carrot Seed Oil* dapat dibuat mikrokapsul dengan metode sonikasi, formula yang terpilih menggunakan polimer PVA konsentrasi 2% dengan waktu sonikasi 1 menit dan amplitudo ultrasonik 20% menghasilkan ukuran partikel 1,31 μm , indeks polidispersi 0,210 dan zeta potensial -28,11 mV.

Kata kunci : Mikrokapsul, minyak biji wortel, sonikasi, PVA

ABSTRACT

NOVITASARI, S., 2017, FORMULATION OF CARROT SEED OIL MICROENCAPSULES WITH SONICATION, SCIENTIFIC PAPER, FACULTY OF PHARMACY, SETIA BUDI UNIVERSITY, SURAKARTA.

Carrot seed oil (*Carrot Seed Oil*) is an oil obtained from the seeds of carrot (*Dacus carota* L.) in the carrot seed oil are the largest content that is carotene and contains 66% essential oil and sesquiterpenes. The purpose of this study was to determine whether the carrot seed oil can be made preparations microencapsules with sonication methods to produce the best microcapsules.

Carrot seed oil microencapsules with sonication methods that were previously done using the formula of making the PVA polymer that is 1%, 2% and 3%. Then screened using a sonicator conditions sonication process time variations were 1, 3, and 5 minutes with the amplitude of the ultrasonic waves used was 10%, 15%, 20% and 25%. The formulas that produced the smallest particle size, further testing that includes organoleptic test, organoleptic microscopically, pH and viscosity, determination particle size and polydisperse index, centrifugation, density, TEM, and stability.

The results showed *Carrot Seed Oil* can be prepared microencapsules with sonication method, a formula that was selected using PVA polymer concentration of 2% with 1 minute sonication time and amplitude of the ultrasonic 20% yield of 1.31 μm particle size, index and zeta potential polydisperse 0.210 -28.11 mV.

Keywords: microencapsules, carrot seed oil, sonication, PVA

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*) merupakan minyak yang diperoleh dari biji wortel (*Dacus carota* L.) dari keluarga Apiaceae, dalam minyak biji wortel terdapat (*Carrot Seed Oil*) kandungan terbesar yaitu karoten dan juga mengandung 66% minyak esensial dan seskuiterpen. Pada minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*) di dalamnya terdapat karoten yang bisa dibuat sebagai antijamur, herbisida dan insektisida. Kandungan kimia utama ekstrak minyak termasuk β -bisabolene, camphene, β -pinene, sabinene, myrcene, terpinene γ -, limonene, α -pinene, geranyl asetat dan karoten (Staniszewska & Kula, 2001).

Karakteristik dari minyak biji wortel yaitu berwarna kekuningan dengan aroma manis serta kaya beta karoten dan vitamin A. Minyak biji wortel memiliki stabilitas oksidasi yang baik. Penyimpanan pada minyak biji wortel yang benar dapat bertahan selama satu tahun dan disimpan pada tempat lingkungan yang sejuk terhindar dari panas, cahaya, dan bau (TSE, 1971)

Manfaat kesehatan dari minyak biji wortel diantaranya dapat dikaitkan dengan sifat-sifatnya sebagai antiseptik, desinfektan, ekspektoran, vasodilator, detoksifikasi, antioksidan, anti kanker, karminatif, depurative, diuretik, emenagogue, stimulan, cytophyllactic, tonik, dan vermifuge substansi (Staniszewska *et al*, 2005).

Minyak biji wortel terutama diproduksi di Perancis dan India. Namun, tanaman wortel liar asli tumbuh di negara-negara lain di Eropa, Asia, Afrika Utara dan Amerika Utara juga. Negara-negara ini memiliki potensi untuk memulai produksi. Komponen utama minyak biji wortel adalah carotol. Tingkat bervariasi antara 40-70%. Tanaman tumbuh baik di daerah yang curah hujan tinggi (Jones, 2015)

Mikroenkapsulasi merupakan suatu teknologi yang berkembang pesat, nyata terlihat bahwa konsep tersebut menawarkan suatu sarana yang baru kepada ahli-ahli farmasi industri. Sebagai suatu proses, mikroenkapsulasi merupakan suatu cara penggunaan penyalut yang relatif tipis pada partikel-partikel kecil zat padat atau tetesan cairan dan dispersi. Mikroenkapsulasi memberikan sarana mengubah cairan menjadi zat padat, mengubah sifat koloidal dan sifat-sifat permukaan, memberi perlindungan terhadap pengaruh lingkungan, serta mengontrol penglepasan karakteristik atau penyediaan bahan-bahan tersalut. Beberapa sifat ini dapat dicapai dengan teknik pewadahan makro. Keunikan dari mikroenkapsulasi adalah kecilnya partikel yang tersalut dan penggunaan lebih lanjut serta adaptasi terhadap berbagai bentuk takaran dan penggunaan produk, yang tadinya belum dapat dikerjakan. Karena kecilnya partikel, maka bagian-bagian obat dapat dibagikan secara luas melalui saluran cerna, sehingga menaikkan potensi penyerapan obat (Lachman *et al*, 1994).

Pengkapsulan mikro dapat diartikan sebagai penyalut tetesan cairan terdistribusi halus atau partikel padat menggunakan gelatin, polimer alam atau material lain menjadi kapsul mikro bergaris tengah 1-5.000 mikrometer (Voigt,

1984). Kelebihan dari mikroenkapsulasi yaitu ukuran partikel yang tersalut lebih kecil sehingga dapat mengurangi takaran atau dosis, obat dapat terdistribusi secara luas melalui saluran cerna, sehingga meningkatkan potensi penyerapan obat (Lachman *et al.*, 1994)

Pembuatan mikroenkapsul dilakukan menggunakan berbagai metode diantaranya yaitu metode spray drying, sonikasi, nanopraecipitasi, semprot beku, suspensi udara, penyalutan dengan panci penyalut, koaservasi pemisahan fase, dispersi secara peleburan dan emulsifikasi penguapan pelarut (Wise, 2000).

Tujuan minyak biji wortel dibuat mikroenkapsulasi untuk melindungi minyak biji wortel dari pengaruh lingkungan dan meningkatkan stabilitas dari minyak biji wortel. Pada pembuatan mikroenkapsulasi selain menggunakan minyak biji wortel sebagai bahan inti, juga dibutuhkan polimer sebagai penyalut dengan polimer yang digunakan yaitu PVA. Untuk memperkecil ukuran partikel minyak biji wortel adalah dengan menggunakan sonikasi. Sonikasi dapat digunakan untuk mempercepat pelarutan suatu materi dengan memecah reaksi intermolekuler, sehingga terbentuk partikel berukuran nano.

Polivinil alkohol (PVA) adalah polimer sintetik yang diproduksi oleh hidrolisis dari polivinil asetat. PVA bersifat nontoksik dan larut dalam air, sehingga banyak digunakan diberbagai bidang, antara lain bidang medis dan farmasi (Gessner, 1981).

Berdasarkan kelemahan dari bahan inti yang mudah rusak dan tidak stabil, maka dibuat mikroenkapsul untuk melindungi bahan inti sehingga dilakukan

penelitian pembuatan mikroenkapsul minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*) menggunakan polimer PVA dengan metode Sonikasi.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dibuat suatu rumusan sebagai berikut:

1. Apakah minyak biji wortel dapat dibuat dalam bentuk sediaan mikroenkapsul dengan metode sonikasi?
2. Berapakah konsentrasi PVA yang menghasilkan mikroenkapsul minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*) yang baik?
3. Apakah mikroenkapsul minyak biji wortel menggunakan polimer PVA dengan metode sonikasi stabil selama penyimpanan?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui apakah minyak biji wortel dapat dibuat dalam bentuk sediaan mikroenkapsul dengan metode sonikasi.
2. Untuk mengetahui berapakah konsentrasi PVA yang menghasilkan mikroenkapsul minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*) yang baik.
3. Untuk mengetahui apakah mikroenkapsul minyak biji wortel menggunakan polimer PVA dengan metode sonikasi stabil selama penyimpanan.

D. Kegunaan Penelitian

1. Agar dapat mengetahui apakah minyak biji wortel dapat dibuat dalam bentuk sediaan mikroenkapsul dengan metode sonikasi.
2. Agar dapat mengetahui berapakah konsentrasi PVA yang menghasilkan mikroenkapsul minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*) yang baik.
3. Agar dapat mengetahui apakah mikroenkapsul minyak biji wortel menggunakan polimer PVA dengan metode sonikasi stabil selama penyimpanan.
4. Sebagai bahan untuk dikembangkan pada penelitian selanjutnya.
5. Sebagai pengetahuan yang bermanfaat untuk pembelajaran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Minyak Biji Wortel (*Carrot Seed Oil*)

1. Pengertian Minyak Biji Wortel

Minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*) merupakan minyak yang diperoleh dari biji wortel (*Dacus carota* L.) dalam minyak biji wortel terdapat kandungan terbesar yaitu karoten dan juga mengandung 66% minyak esensial dan seskuiterpen. Didalam minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*) karoten yang terkandung bisa untuk dibuat sebagai antijamur, herbisida dan insektisida. Kandungan kimia utama ekstrak minyak termasuk β -bisabolene, camphene, β -pinene, sabinene, myrcene, terpinene γ -, limonene, α -pinene, geranyl asetat dan karoten (Staniszewska & Kula, 2001).

Menurut Kataren 1986, mengatakan minyak biji wortel masuk kedalam jenis minyak esensial, memiliki aroma dry-woody, earthy and sweet scent. Mudah sekali terpengaruh oleh keadaan lingkungan seperti, udara, cahaya, kelembaban dan pH.

Karakteristik sifat fisikokimia ekstrak minyak biji wortel ditentukan meliputi: warna, kepadatan, berat jenis, viskositas, jumlah hasil minyak, titik didih, indeks bias, nilai asam, nilai iodine dan nilai saponifikasi. Sedangkan titik didih minyak ditentukan dengan cara memanaskan minyak dalam gelas kimia pada mantel pemanas. Minyak

diamati dengan hati-hati menggunakan termometer, kemudian suhu pada termometer dibaca dan dicatat sebagai titik didih minyak. Kepadatan dari minyak biji wortel ditentukan dengan mengambil berat sampel dan membaginya dengan volume yang sesuai (TSE, 1971)

2. Manfaat biji wortel bagi kesehatan

Manfaat kesehatan dari minyak biji wortel dapat dikaitkan dengan sifat-sifatnya sebagai antiseptik, desinfektan, ekspektoran, vasodilator, detoksifikasi, antioksidan, anti kanker, karminatif, depurative, diuretik, emenagogue, stimulan, cytophylactic, tonik, dan vermifuge substansi. Dalam pengobatan tradisional Cina, minyak biji wortel telah terbukti untuk mengobati disentri (Staniszewska *et al*, 2005).

Minyak biji digunakan sebagai penyedap dalam produk makanan dan parfum (Staniszewska *et al*, 2005). Minyak esensial dari biji wortel dibudidayakan memiliki aktivitas antimikroba yang kuat terhadap jamur seperti *Candida albicans* dan *Alternaria alternatif*, serta bakteri (*Staphylococcus aureus*) (Jasicka-Misiak *et al*, 2004; Imamu *et al*, 2007).

3. Proses memperoleh minyak biji wortel

Destilasi air adalah metode utama yang digunakan untuk mengekstrak minyak esensial biji wortel. Percobaan ekstraksi dilakukan dengan menggunakan alat Soxhlet. Minyak biji wortel yang didapatkan dari 150 gr serbuk biji wortel, menggunakan 250 ml n-heksan dengan metode yang digunakan yaitu metode soxhletasi diperoleh minyak dengan karakteristik yaitu berwarna coklat kekuningan, bobot jenis sebesar

918kg/m² atau 0.918, rendemen minyak sebesar 23.4%, titik didih 134°C (Abdulrasheed A *et al*, 2015).

B. Mikroenkapsulasi

1. Pengertian Mikroenkapsulasi

Mikroenkapsulasi merupakan suatu selut selaput termodifikasi yang berbeda hanya dalam ukuran partikel yang disalut dan metode mengerjakannya. Pemisahan fase dipermudah dengan penambahan suatu bahan polimer bukan pelarut yang inkompatibel atau garam anorganik atau dengan mengubah suhu sistem. Ukuran butir dari kapsul mikro tergantung dari cara pembuatannya, akan tetapi relatif seragam. Ketebalan dinding kapsul dikendalikan dan beratnya 2-30% dari masa kapsul. Tabel dindingnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan, permeabel atau semi permeabel (Voigt, 1984).

Mikrokapsul sebagai hasil dari proses mikroenkapsulasi mempunyai ukuran antara 1-5.000 µm, memiliki kelarutan dan stabilitas yang lebih baik. Keunikan dari mikrokapsul adalah kecilnya partikel yang tersalut dan dapat digunakan lebih lanjut terhadap berbagai bentuk sediaan farmasi (Lachman, 1986 ; Wang L *et al*, 2009).

Enkapsulasi dapat dilakukan menggunakan polimer alam ataupun polimer sintetik. Pemilihan polimer didasarkan pada tujuan enkapsulasi dan metode yang akan digunakan. Persyaratan umum untuk bahan yang digunakan dalam mikroenkapsulasi, yaitu tidak toksik, biodegradabel,

tidak iritan, tidak membentuk kompleks dengan protein yang digunakan. Secara umum enkapsulasi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode. Metode yang digunakan antara lain spray drying, sonikasi, nanoprecipitasi, semprot beku, suspensi udara, penyalutan dengan panci penyalut, koaservasi pemisahan fase, dispersi secara peleburan dan emulsifikasi penguapan pelarut (Wise, 2000).

2. Komponen dalam mikroenkapsulasi

Ada tiga komponen utama yang terlibat dalam proses mikroenkapsulasi, yaitu bahan inti, bahan penyalut, dan pelarut. Bahan inti adalah bahan yang akan dienkapsulasi, dapat berupa zat padat, cair, atau gas. Bahan inti padat dapat berupa zat tunggal atau campuran zat dengan pembawa lain. Bahan inti dapat pula bervariasi, misalnya dispersi zat padat dalam cairan, atau zat padat yang dilarutkan dalam cairan. Bahan inti yang digunakan harus inert dengan bahan penyalut, dan sedapat mungkin tidak larut dalam pelarut yang digunakan (Lachman, 1986)

Bahan penyalut adalah bahan yang digunakan untuk membuat selaput inti. Pemilihan penyalut didasarkan pada kesesuaian bahan inti, pelarut, dan polimer penyalut itu sendiri. Bahan penyalut harus mampu memberikan suatu lapisan tipis yang kohesif dengan bahan inti, bersifat inert, dan memiliki sifat yang sesuai dengan tujuan penyalutan. Jumlah penyalut yang digunakan sangat bervariasi, terkait dengan sifat fisika kimia bahan inti, penyalut, dan pelarut. Umumnya digunakan konsentrasi 1-70% penyalut dengan ketebalan lapisan penyalut 0,1-60 μm (Deasy,

1984). Penyalut yang tepat dapat meningkatkan stabilitas, dan kecenderungan untuk membentuk morfologi yang baik setelah pengeringan. Pemisahan fase minyak selama pengeringan juga tidak terjadi.

Pada pembuatan mikroenkapsul diperlukan suatu bahan penyalut. Bahan penyalut yang digunakan sebaiknya mempunyai karakteristik secara kimiawi kompatibel dan tidak bereaksi dengan bahan inti, memiliki kekuatan, fleksibilitas (lembut dan plastis), impermeabilitas (sebagai kontrol pelepasan pada kondisi tertentu), tidak berasa, tidak higroskopis, viskositas rendah, ekonomis, dapat melarut dalam media *aqueous* atau dalam pelarut yang sesuai atau dapat melebur, tidak rapuh, keras, tipis, dan stabil. Selain itu suatu bahan penyalut mikroenkapsul harus dapat digunakan secara luas dalam metode pembuatan mikroenkapsul (Bansode *et al*, 2010)

Pelarut adalah bahan yang digunakan untuk melarutkan bahan penyalut dan mendispersikan bahan inti. Pelarut yang digunakan sedapat mungkin tidak melarutkan bahan inti, tetapi melarutkan bahan penyalut. Pelarut ini dapat berupa pelarut tunggal atau campuran. Penggunaan pelarut campuran sering kali menyulitkan proses penguapan pelarut. Perbedaan titik didih masing-masing pelarut akan menyebabkan perbedaan kecepatan penguapan antara pelarut yang satu dengan yang lainnya, sehingga dapat terjadi pemisahan komponen pelarut yang terlalu cepat. Akibatnya, terjadi penggumpalan penyalut. Untuk menghindari hal

tersebut, biasanya digunakan campuran azeotrop, yaitu campuran 2 atau lebih pelarut dengan komposisi tertentu, dimana selama proses penguapan komposisi campuran pelarut tidak berubah. Ketika campuran azeotrop dididihkan, fase uap yang dihasilkan memiliki komposisi yang sama dengan fase cairnya (Bansode *et al*, 2010).

3. Tujuan mikroenkapsulasi

Beberapa tujuan dari mikroenkapsulasi adalah (Benita, 1996; Bansode *et al* 2010) :

1. Mengkonversi bentuk cairan menjadi padatan.
2. Melindungi inti dari pengaruh lingkungan.
3. Meningkatkan stabilitas bahan inti.
4. Mengatur laju pelepasan obat.
5. Memperbaiki sifat alir serbuk.
6. Menurunkan sifat iritasi terhadap saluran cerna.

4. Keuntungan mikroenkapsulasi

Keuntungan dari mikroenkapsulasi antara lain (Adamiec & Marciniak, 2004) :

1. Memberikan perlindungan terhadap zat aktif dari pengaruh eksternal, misalnya suhu, kelembaban, interaksi dengan bahan lain, atau radiasi sinar ultraviolet.
2. Menutupi karakteristik tertentu dari zat aktif, misalnya bau dan rasa yang tidak enak, serta aktivitas katalitik.

3. Mengurangi penguapan atau menurunkan laju pelepasan zat aktif dari mikrokapsul ke lingkungan.
4. Memberikan perlindungan lingkungan terhadap aksi tak terkendali dari zat aktif, misalnyan racun pestisida.

5. Kekurangan mikroenkapsulasi

Selain kelebihan ada pula kekurangan dari mikroenkapsulasi, diantaranya (Lachman *et al*, 1986) :

1. Tidak ada satu metode mikroenkapsulasi yang dapat diterapkan untuk semua bahan inti.
2. Kesulitan dalam proses penyalutan, sehingga penyalutan tidak sempurna.
3. Stabilitas bahan inti yang kurang memadai.
4. Keterbatasan biaya dalam aplikasi metode mikroenkapsulasi.

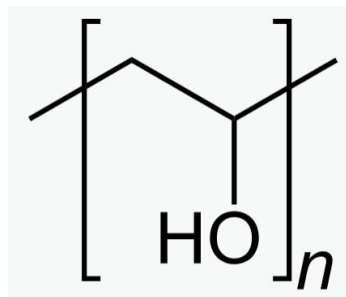
C. Polivinil Alkohol (PVA)

1. Pengertian PVA

PVA merupakan polimer yang paling umum digunakan sebagai membran karena salah satu sifatnya, yaitu hidrofilik, murah dan menunjukkan stabilitas termal dan kimia yang baik. PVA dapat larut dalam air dengan bantuan panas yaitu pada temperatur diatas 90°C. Pada suhu kamar PVA berwujud padat, lunak dalam pemanasan, kemudian elastis seperti karet dan mengkristal dalam proses (Rajendran & Mahendran, 2001).

Polivinil alkohol merupakan polimer sintetik hasil dari hidolisis polivinil asetat yang memiliki sifat yang tidak toksik dan larut dalam air. PVA juga memiliki sifat permeabel yang baik dan sangat baik dalam pembentukan film, sebagai pengemulsi dan stabilitas (Gessner & Hawley, 1981).

Polivinil alkohol memiliki sifat tidak berwarna, padatan termoplastik yang tidak larut pada sebagian besar pelarut organik dan minyak, tetapi larut dalam air bila jumlah dari gugus hidroksil dari polimer tersebut cukup tinggi (Harper & Petrie, 2003)



Gambar 1. Struktur Polivinil Alkohol

2. Karakteristik Polivinil Alkohol

Beberapa karakteristik polivinil alkohol disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Polivinil Alkohol

Karakteristik	Nilai
Densitas (kg/m ³)	1,18 - 1,31
Titik Leleh (°C)	120 - 140
Titik Didih (°C)	228
Suhu penguraian (°C)	80

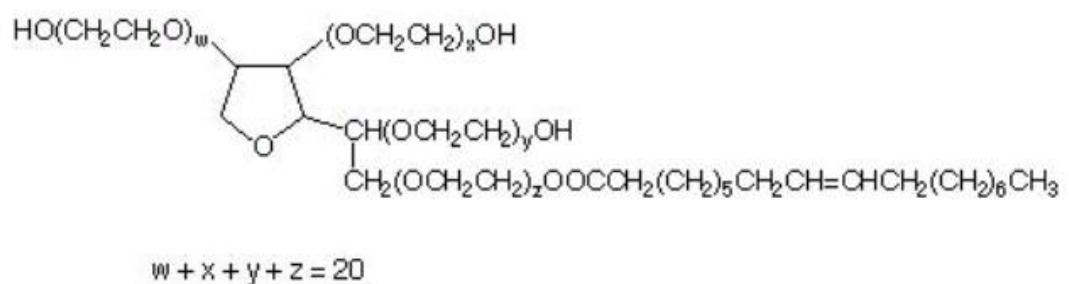
(Harper & Petrie, 2003)

D. Stabilizer

Penstabil (stabilizer) adalah zat yang ditambahkan pada makanan atau sediaan obat untuk mempertahankan teksturnya. Mereka berkontribusi pada konsistensi produk dalam berbagai kondisi yang dihadapi selama pengolahan, penyimpanan atau penggunaan. Penstabil ditambahkan ke makanan atau sediaan obat yang bahan-bahannya tidak bercampur dengan baik sehingga mencegah mereka untuk berpisah lagi. Fungsi zat penstabil dimaksudkan untuk menjaga agar makanan atau sediaan obat dalam keadaan stabil (Anonim, 2016).

Pada penelitian ini mikroenkapsulasi membutuhkan stabilizer untuk menggabungkan antara fase organik dengan fase air dan menjaga stabilitas keduanya maka stabilizer yang digunakan yaitu Tween 80.

Tween 80 atau Polysorbate 80 merupakan ester oleat dari sorbitol dimana tiap molekul anhidrida sorbitolnya berpolimerisasi dengan 20 molekul etilenoksida.



Gambar 2. Struktur Tween 80

Pada suhu 25°C, Tween 80 berwujud cair, berwarna kekuningan dan berminyak, memiliki aroma yang khas, dan berasa pahit. Larut dalam air dan etanol, tidak larut dalam minyak mineral. Tween 80 secara luas digunakan dalam produk kosmetik dan makanan. Kegunaan Tween 80 antara lain sebagai: zat

pendispersi, emulgator, dan peningkat kelarutan, pensuspensi dan pembasah (Rowe *et al*, 2009).

Tween 80 larut dalam air dan etanol (95%), namun tidak larut dalam *mineral oil* dan *vegetable oil*. Aktivitas antimikroba dari pengawet golongan paraben dapat mengurangi jumlah *polysorbate* (Rowe *et al*, 2009).

E. Metode Sonikasi

Sonikasi merupakan aplikasi dari penggunaan energi suara untuk mengaduk partikel dalam suatu sampel dengan tujuan yang bermacam-macam. Sonikasi dapat digunakan untuk mempercepat pelarutan suatu materi dengan memecah reaksi intermolekuler, sehingga terbentuk partikel berukuran nano. Sonikasi berarti memberi perlakuan ultrasonik pada suatu bahan dengan kondisi tertentu, sehingga bahan tersebut mengalami reaksi kimia akibat perlakuan tersebut. Dalam penelitian ini metode yang akan digunakan dalam pembuatan mikrokapsul yaitu metode sonikasi. Metode ini termasuk jenis metode top down dalam pembuatan material nano. Prosesnya dengan cara menggunakan gelombang ultrasonik dengan rentang frekuensi 20 KHz-10 MHz yang ditembakkan ke dalam medium cair untuk menghasilkan gelembung kavitas yang dapat membuat partikel memiliki diameter dalam skala nano (Suslick & Price, 1999).

Penggunaan gelombang ultrasonik sangat efektif dalam pembentukan materi berukuran nano. Gelombang ultrasonik banyak diterapkan pada berbagai bidang seperti bidang instrumentasi, kesehatan dan sebagainya. Salah satu yang terpenting dari aplikasi gelombang ultrasonik adalah

pemanfaatannya dalam pembuatan bahan berukuran nano dengan metode emulsifikasi (Suslick & Price, 1999).

F. Studi Preformulasi

1. Minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*)

Bahan inti yang dipakai dalam pembuatan mikroenkapsul yaitu minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*). Minyak biji wortel merupakan minyak yang diperoleh dari biji wortel (*Dacus carota* L.). Pada penelitian ini pembuatan mikroenkapsul, konsentrasi zat aktif dari minyak biji wortel yang digunakan bisa berbagai macam konsentrasi tergantung akan kebutuhan sesuai dengan fungsi atau khasiatnya. Dalam pembuatan antiseptik dalam 18 g ekstrak minyak biji wortel dilarutkan dalam 500 ml pelarut atau setara dengan 3,6% b/v (Abdulrasheed, 2015).

2. Polivinil Alkohol (PVA)

PVA mempunyai permeabilitas oksigen yang baik, tidak bersifat imunogenik, dan memiliki sifat yang sangat baik dalam pembentukan film, pengemulsi dan dapat dilembabkan (Brown *et al*, 2007). Dalam pembuatan mikroenkapsul digunakan polivinil alkohol sebesar 1-3% sebagai pengemulsi (Isriani, 2012). Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan menggunakan konsentrasi pengemulsi sebagai konsentrasi penyalut.

3. Alkohol

Menurut Depkes 1979, etanol mengandung tidak kurang dari 92,3% b/b dan tidak lebih dari 93,8% b/b, setara dengan tidak kurang dari 94,9% v/v dan tidak lebih dari 96,00% v/v C_2H_5OH pada suhu 15,56°, etanol berupa cairan tidak berwarna, jernih, mudah menguap, berbau khas, berasa panas dan mudah terbakar dengan memberikan nyala biru yang tidak berasap, etanol sangat mudah larut dalam air, dalam *kloroform p* dan dalam *eter p*.

4. Tween 80

Menurut Rowe 2009, tween 80 digunakan sebagai sebagai: zat pembasah, emulgator, dan peningkat kelarutan. Tween 80 adalah sebagai surfaktan yang akan menjaga kestabilan emulsi (Pourreza, N dan S. Rastegarzaden, 2003). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Syarifudin, variasi konsentrasi tween 80 yang digunakan yaitu 3%, 4%, 5%, 6%, dan 7%. Pada penelitian ini tween 80 yang digunakan yaitu 5%.

G. Landasan Teori

Wortel memiliki kandung 66% minyak esensial, karoten dan seskui terpen (Staniszewksta & Kula, 2001). Karena didalam wortel mengandung 66% minyak esensial yang sifatnya mudah menguap maka untuk membuat agar bahan tidak mudah rusak atau untuk menjaga kestabilan dari minyak maka dibuat mikroenkapsulasi.

Mikroenkapsulasi merupakan proses penggunaan penyalut yang relatif tipis pada partikel-partikel kecil zat padat atau tetesan kecil zat padat atau tetesan cairan yang dengan ukuran partikel berkisar antara 1-5000 nm (Benita, 2006).

Menurut McNamee (1998), mikroenkapsulasi didefinisikan sebagai suatu teknik mengemas atau melapisi bahan berupa cairan, padatan atau gas dengan suatu dinding atau lapisan tipis sehingga dapat melindungi dari kerusakan kimia. Enkapsulasi flavor dilakukan untuk melindungi flavor dalam penyalut spesifik sehingga stabil terhadap panas dan dapat memperpanjang umur simpan (Krishnan *et al*, 2005).

Polimer yang digunakan dalam penelitian ini, pada pembuatan mikroenkapsul yaitu PVA. *Polivinil alkohol* (PVA) merupakan polimer sintetik hasil dari hidrolisis polivinil asetat yang memiliki sifat yang tidak toksik dan larut dalam air. PVA juga memiliki sifat permeabel yang baik dan sangat baik dalam pembentukan film, sebagai pengemulsi dan stabilitas (Gessner dan Hawley, 1981). Saat ini jenis polimer banyak dikembangkan yaitu polimer yang bersifat biodegradabel yang baik. Polimer biodegradabel selain dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah didalam lingkungan polimer juga banyak dikembangkan sebagai penyalut (Preeti *et al*, 2003).

Pembuatan mikroenkapsul banyak menggunakan beberapa metode diantaranya seperti metode spray drying, sonikasi, nanoprecipitasi, semprot beku, suspensi udara, penyalutan dengan panci penyalut, koaservasi pemisahan fase, dispersi secara peledakan dan emulsifikasi penguapan pelarut (Wise, 2000).

Banyaknya metode dalam pembuatan mikroenkapsul, maka dalam penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode sonikasi. Sonikasi dapat digunakan untuk mempercepat pelarutan suatu materi dengan memecah reaksi intermolekuler, sehingga terbentuk partikel berukuran nano. Prosesnya dengan cara menggunakan gelombang ultrasonik dengan rentang frekuensi 20 KHz-10 MHz yang ditembakkan ke dalam medium cair untuk menghasilkan gelembung kavitasi yang dapat membuat partikel memiliki diameter dalam skala nano (Suslick & Price, 1999).

Gelombang ultrasonik bila berada di dalam medium cair akan dapat menimbulkan kavitasi akustik. Selama proses kavitasi akan terjadi bubble collapse (ketidakstabilan gelembung), yaitu pecahnya gelembung kecil akibat suara. Akibatnya akan terjadi peristiwa hotspot yang melibatkan energi yang sangat tinggi. Hotspot adalah pemanasan lokal yang sangat intens yaitu sekitar 5000 K dengan tekanan sekitar 1000 atm, laju pemanasan dan pendinginannya bisa sangat cepat yaitu 1010K/s (Suslick & Price, 1999).

H. Hipotesis

1. Minyak biji wortel dapat dibuat dalam bentuk sediaan mikrokapsul dengan metode sonikasi.
2. Konsentrasi PVA dapat menghasilkan mikrokapsul minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*) yang baik.
3. Mikrokapsul minyak biji wortel menggunakan polimer PVA dengan metode sonikasi stabil selama penyimpanan.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Populasi dan Sampel

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikrokapsul minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*).

Sampel yang digunakan dalam penelitian adalah mikrokapsul minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*) yang dibuat dengan variasi konsentrasi polimer PVA (*Polivinil Alkohol*).

B. Variabel Penelitian

1. Identifikasi variabel utama

Variabel utama adalah variabel yang terdiri dari variabel bebas, variabel terkontrol dan variabel tergantung. Variabel utama dari penelitian ini adalah mikrokapsul minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*).

2. Klasifikasi variabel utama

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variabel yang sengaja direncanakan untuk diteliti pengaruhnya terhadap variabel tergantung. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi dari polimer PVA (*Polivinil Alkohol*).

Variabel kendali adalah variabel yang dianggap berpengaruh terhadap variabel tergantung selain variabel bebas, sehingga perlu ditetapkan kualifikasinya agar hasil yang didapatkan tidak tersebar dan

dapat diulang dalam penelitian lain secara tepat. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah proses pembuatan mikrokapsul minyak biji wortel.

Variabel terikat adalah titik pusat permasalahan yang merupakan kriteria penelitian ini. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah uji stabilitas mikrokapsul.

3. Definisi operasional variabel utama

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi dari polimer PVA (*Polivinil Alkohol*).

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah proses pembuatan dari mikrokapsul minyak biji wortel.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah uji organoleptis, uji morfologi mikroskop, pengukuran pH, uji viskositas, penentuan Pengukuran Ukuran globul dan Indeks polidispersi, uji sentrifugasi, uji kerapatan, uji TEM dan uji stabilitas.

C. Alat dan Bahan

1. Alat

Peralatan yang digunakan adalah timbangan digital, magnetic *stirrer*, sentrifius (Centrifuge PLC Series), sonikator *probe* (Qsonica, Newtown, U.S.A), pH meter (Eutech Instruments, Ecoscan hand-held series, Singapura), viskometer (Rion Viscotester VT-04, Jepang), alat analisis ukuran partikel dan zeta potensial (Delsa Nano C, Beckman Coulter, USA) dan Malvern particle size Andly Zer (Zetasizer Nano

Series, UK), TEM (Jeol, Jemz 100 F, Netherland), beakerglass (Pyrex), gelas ukur (Pyrex), dan non gelas yang terdapat di laboratorium.

2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah Minyak biji wortel (CV Sentosa Sejahtera, Bandung), PVA (BSAF, USA), Tween 80 (PT. Bratachem, Indonesia), Alkohol, dan Aquadest.

D. Jalannya penelitian

1. Pembuatan Formula

Pada pembuatan mikroenkapsul menggunakan polimer berupa PVA. Dilakukan dengan cara mengubah perbandingan konsentrasi dari PVA, kemudian dilakukan pengamatan hasil formula mikroenkapsul yang berwarna putih susu.

2. Skrining Kondisi Sonikator

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode sonikasi, pengujian sonikasi dilakukan dengan menggunakan alat sonikator. Dalam penelitian ini digunakan variasi waktu proses sonikasi yaitu 1, 3, dan 5 menit, amplitudo gelombang ultrasonik yang digunakan adalah 10%, 15%, 20% dan 25% dengan pulse yang digunakan 50 dan 10.

3. Pembuatan Mikroenkapsul

Sebelum membuat sediaan, dilakukan percobaan pendahuluan terlebih dahulu untuk mengetahui kondisi yang terbaik dan komposisi dari bahan yang harus diperhatikan terutama konsentrasi antara fase organik

dan fase air. Sehingga dalam pembuatan mikroenkapsul didapatkan sediaan yang stabil. Kondisi yang harus diperhatikan dalam pembuatan sediaan mikroenkapsul adalah saat dilakukan pengadukan, waktu pengadukan, sonikasi, suhu dan komposisi bahan yang dipakai untuk pembuatan mikroenkapsul.

Pada pembuatan mikroenkapsul, tahap pertama dilakukan dengan cara melarutkan minyak dengan pelarut organik, kemudian melarutkan polimer dengan aquadest. Untuk membentuk fase organik yaitu mencampurkan minyak dan polimer yang masing-masing sudah terlarut diaduk selama 30 menit. Tahap kedua, melarutkan penstabil dengan aquadest untuk membentuk fase air selama 30 menit. Tahap ketiga, mencampurkan fase organik dan fase air yang sudah terlarut, diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer selama 30 menit dan tahap terakhir dilakukan sonikasi menggunakan alat sonikator selama 1 menit, amplitudo ultrasonik 20% dengan pulse 50 dan 10.

4. Evaluasi Sediaan Mikrokapsul Minyak Biji Wortel

4.1. Uji Organoleptis.

Uji organoleptis meliputi: bentuk, warna, dan bau..

4.2. Uji Morfologi Mikroskop

Uji organoleptis secara mikroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskop binomial. Dengan cara meneteskan 1 tetes sediaan mikroenkapsul pada object glass kemudian ditutup dengan

deck glass dan amati dibawah mikroskop binomial dengan perbesaran 1000x, lihat bentuk dari mikroenkapsul minyak biji wortel.

4.3.Uji Pengukuran pH dan Viskositas.

Uji pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter, dengan cara mencelupkan elektroda ke dalam sediaan mikroenkapsul. Kemudian nilai pH yang muncul di layar dicatat. Pengukuran viskositas menggunakan metode bola jatuh dengan viskosimeter Hoesppler, viskositas dihitung dengan persamaan: $\eta = B (P_1 - P_2) t$, di mana B adalah konstanta bola, jatuh (detik), P_1 adalah bobot jenis, dan P_2 adalah bobot jenis cairan.

4.4.Penentuan Ukuran Partikel dan indeks polidispersi.

Ditentukan dengan menggunakan *photon correlation spectroscopy*, Delsa Nano C Particel Analyzer, Beckman Coulter.

4.5. Uji Sentrifugasi

Cara kerja uji pemisahan sentrifugasi dengan cara memasukkan mikroenkapsul kedalam tabung reaksi kemudian disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit.

4.6. Uji Kerapatan

Uji kerapatan dilakukan dengan menggunakan piknometer. Dengan cara menimbang piknometer yang bersih dan kering, kemudian dilakukan pengisian aquadest sampai penuh dan ditimbang. Aquadest dikeluarkan dari piknometer dan piknometer dibersihkan. Sediaan mikroenkapsul diisikan dalam piknometer sampai penuh dan

ditimbang. Kerapatan sediaan diukur menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{\text{piknometer mikrokapsul} - \text{piknometer kosong}}{\text{volume piknometer}}$$

4.7. Uji TEM

Uji Tem dilakukan untuk melihat terbentuknya hasil yang lebih spesifik dari sediaan mikroenkapsul minyak biji wortel. Langkah ini merupakan langkah lanjutan dari uji morfologi mikroskop, dari pengujian ini dapat mengetahui apakah minyak biji wortel bisa terenkapsulasi atau tidak dengan polimer yang digunakan.

4.8. Uji Stabilitas Sediaan

Pengujian dilakukan setiap hari pada suhu kamar selama 1 bulan. Stabilitas sediaan yang diamati meliputi pengamatan organoleptis (perubahan warna, bau, kejernihan) yang dievaluasi selama 1 bulan dengan pengamatan setiap hari.

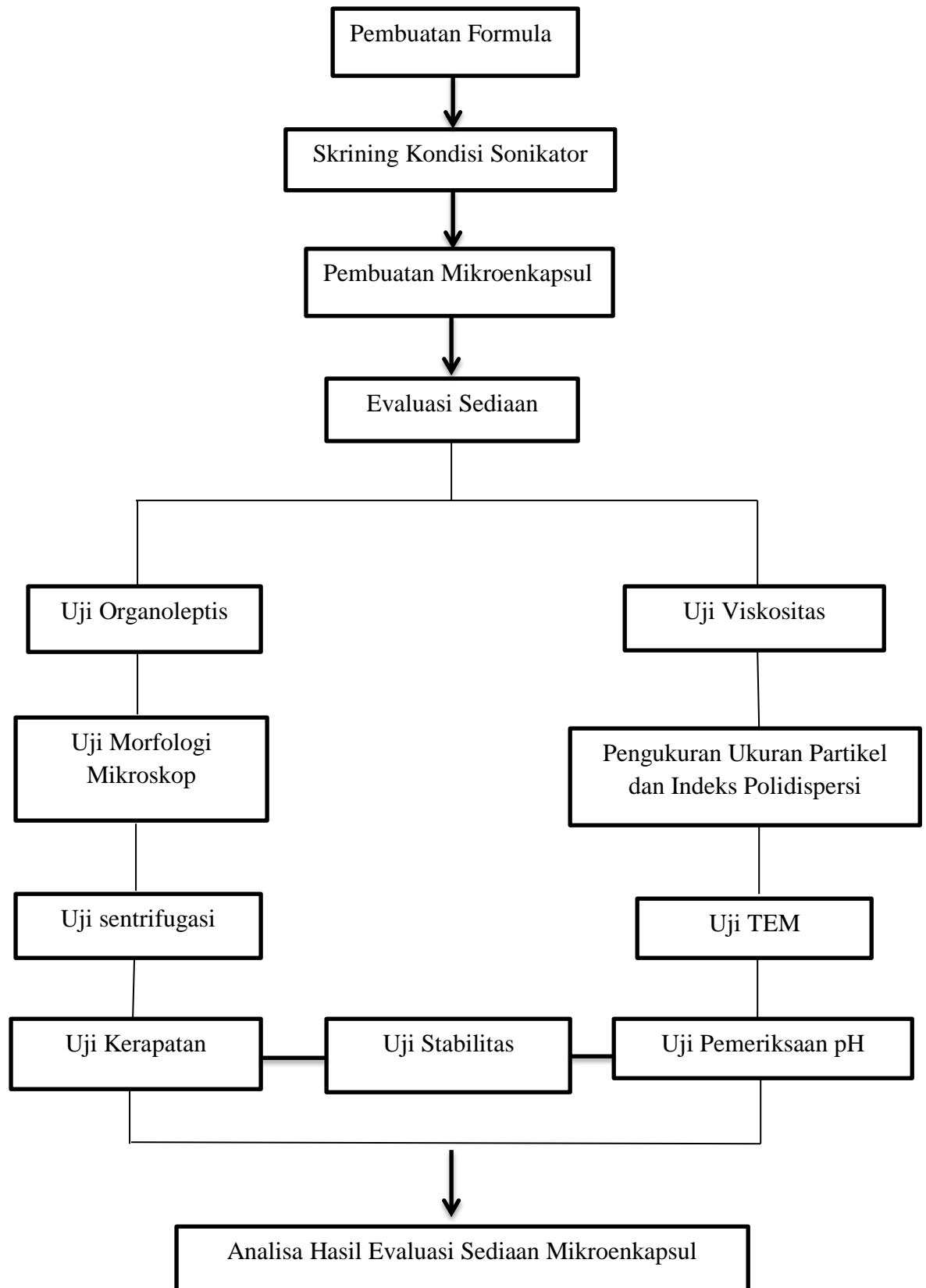
5. Rancangan Formulasi

Formulasi sediaan mikroenkapsul minyak biji wortel (*Carrot seed oil*) disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Rancangan Formulasi mikroenkapsul minyak biji wortel

Bahan	F1	F2	F3
Minyak biji wortel (%)	3,6	3,6	3,6
PVA (%)	1	2	3
Alkohol (%)	21,4	21,4	21,4
Tween 80 (%)	5	5	5
Aquadest (%)	69	68	67

6. Skema jalannya penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Pembuatan Formula

Percobaan pendahuluan berupa pembuatan formula dilakukan dengan cara mengubah perbandingan konsentrasi dari PVA yaitu F1 1%, F2 2%, dan F3 3%. Formula yang menghasilkan mikroenkapsul ditandai dengan ukuran partikel yang terkecil. Tabel 3 menunjukkan bahwa F2 menghasilkan ukuran partikel yang terkecil dari formula mikroenkapsul yang dibuat dengan berbagai konsentrasi PVA.

Tabel 3. Hasil Optimasi formula

Fomula	Ukuran Partikel (μm)
F1	6,01
F2	1,31
F3	2,52

Keterangan: konsentrasi minyak, alkohol dan tween 80 semua formula 3,6%, 21,4%, dan 5%. F1 PVA (1%) dan aquadest (69%), F2 PVA (2%) dan aquadest (68%), F3 PVA (3%) dan aquadest (67%).

2. Skrining Kondisi Sonikator

Percobaan kedua berupa skrining kondisi sonikator dilakukan menggunakan alat sonikator dengan mengubah variasi waktu proses sonikasi yaitu 1 menit, 3 menit, dan 5 menit. Amplitudo gelombang ultrasonik yang

digunakan adalah 10%, 15%, 20% dan 25%. Pulse yang dipakai adalah 50 dan 10. Setelah dilakukan optimasi sonikator yang digunakan untuk pembuatan mikroenkapsul hanya membutuhkan waktu 1 menit dengan amplitudo ultrasonik 20% dan pulsenya 50 dan 10.

3. Formula Mikro kapsul

Data Tabel 3, F2 dengan konsentrasi 2% memiliki ukuran partikel yang paling kecil dibandingkan dengan formula yang lain. Jadi, F2 dipilih untuk dilakukan pengujian sediaan mikroenkapsul.

Tabel 4. Formula Mikroenkapsul Minyak Biji Wortel

Bahan	Formula (%)
	Mikroenkapsul Minyak Biji Wortel
Minyak biji wortel	3,6
PVA	2
Alkohol	21,4
Tween 80	5
Aquadest	68

4. Pengujian Sediaan Mikro kapsul

4.1 Uji Organoleptis

Uji organoleptis meliputi bentuk, warna, bau, dan tidak adanya pemisahan fase pada sediaan. Mikroenkapsul F2 dengan konsentrasi 2%, memiliki bentuk cairan, warna putih susu, dan bau khas.

4.2 Uji morfologi mikroskop

Uji morfologi mikroskop dilakukan dengan cara meneteskan 1 tetes sediaan mikroenkapsul pada object glass kemudian ditutup dengan

deck glass dan amati dibawah mikroskop binomial dengan perbesaran 1000 kali dapat dilihat pada gambar 3. Pengamatannya ditandai dengan bentuk globul yang ukurannya sudah dalam bentuk mikron yaitu bentuknya bulatan kecil, jika bentuknya bulatan sangat kecil maka sudah dalam bentuk nano sedangkan bentuk bulatan besar maka yang terbentuk adalah makro.



Gambar 3 Hasil Uji Morfologi Mikroskop

4.3 Uji pH

Uji pengukuran pH menggunakan alat pH meter, pengujian mikroenkapsul F2 dilakukan sebanyak 3 replikasi dan hasil pH yang didapatkan pH 7,03 dapat dilihat pada lampiran 10.

4.4 Uji Viskositas

Uji viskositas dilakukan dengan menggunakan alat Viscometer Oswald. Tetapi pada penelitian, mikroenkapsul di pipet menggunakan pipet ukur, lalu selanjutnya diukur waktu yang dibutuhkan oleh mikroenkapsul untuk mengalir melalui pipet ukur. Hasil viskositas yang didapatkan yaitu 0,96506 cps dapat dilihat pada lampiran 9.

4.5 Penentuan Ukuran Partikel dan Indeks polidispersi

Sediaan mikroenkapsul yang diukur ada 3 formula yaitu F1 1%, F2 2%, dan F3 3% pada pembuatan formula. Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa F2 2% pada pembuatan formula memiliki ukuran partikel terkecil kemudian F2 2% dilakukan pengukuran lagi setelah uji stabilitas 1 bulan dengan ukuran 1,52 μm , dengan PI 0,236 dan Zeta potensial -16,5 mV.

4.6 Uji Sentrifugasi

Sediaan mikroenkapsul disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Setelah disentrifugasi mikroenkapsul minyak biji wortel F2 terjadi sedikit pemisahan, tidak terjadi pengendapan dan tetap berwarna putih susu.

4.7 Uji Kerapatan

Uji kerapatan diukur menggunakan piknometer. Bobot piknometer adalah 26,6990 gram. Bobot piknometer yang berisi aquadest adalah 75,3617 gram. Bobot piknometer yang berisi sediaan mikroenkapsul adalah 75,3988 gram. Dari hasil perhitungan maka didapatkan kerapatan mikroenkapsul yaitu 0,965 g/ml. Perhitungan kerapatan dapat dilihat pada lampiran 8.

4.8 Uji TEM

Uji Tem dilakukan untuk melihat sediaan mikroenkapsul minyak biji wortel sudah terenkapsulasi atau belum dengan polimer yang digunakan. Pengujian TEM dilakukan dengan perbesaran 15.000 kali

dengan hasil ukuran partikel yaitu 1000 nm. Hasil pengujian Tem sediaan mikroenkapsul minyak biji wortel dengan menggunakan konsentrasi polimer PVA sebesar 2%, minyak wortel pada sediaan mikroenkapsul minyak biji wortel sudah terenkapsulasi. Dapat dilihat pada lampiran 7.

4.9 Uji Stabilitas Sediaan

Uji stabilitas mikroenkapsul minyak biji wortel dilakukan pengamatan pada suhu kamar selama 1 bulan formula tersebut tidak stabil. Tampilan fisik tidak homogen, terjadi sedikit pemisahan pada sediaan, warna tetap putih susu, dan tidak mengalami perubahan bau. Hal tersebut menunjukkan bahwa mikroenkapsul yang terbentuk tidak stabil secara termodinamik.

B. Pembahasan

Proses mikroenkapsulasi secara umum, enkapsulasi dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai macam metode yaitu koaservasi pemisahan fase, dispersi secara peleburan, emulsifikasi penguapan pelarut, semprot kering dan semprot beku, suspensi udara dan penyalutan dengan panci penyalut.

Dalam penelitian ini, dilakukan menggunakan metode sonikasi. Penggunaan metode sonikasi dalam pembuatan mikroenkapsul bertujuan memberikan getaran pada sediaan sehingga akan mengubah ukuran partikel menjadi lebih kecil dan menghasilkan ukuran yang lebih seragam. Pada pembuatan mikroenkapsul, kondisi yang perlu diperhatikan adalah kecepatan pengadukan, waktu

pengadukan, sonikasi, suhu, dan komposisi bahan yang dipakai untuk pembuatan mikroenkapsul.

Pada penelitian ini, dilakukan percobaan pendahuluan berupa pembuatan formula untuk mendapatkan formula terpilih yang menghasilkan ukuran partikel yang kecil. Rancangan formula mikroenkapsul minyak biji wortel dapat dilihat pada tabel 2. Pembuatan formula dilakukan dengan membuat 3 formula, masing-masing formula dibuat sebanyak 20 ml menggunakan variasi konsentrasi PVA yaitu F1 PVA 1%, F2 PVA 2%, dan F3 PVA 3%. Sediaan mikroenkapsul F2 dengan konsentrasi 2% menghasilkan mikroenkapsul ukuran partikel yang terkecil dapat dilihat dalam lampiran 4. Selanjutnya dilakukan skrining kondisi sonikator, sonikator merupakan alat yang digunakan untuk sonikasi. Penggunaan sonikator menggunakan waktu, amplitudo ultrasonik dan pulse. Pada proses sonikasi pembuatan mikroenkapsul, dilakukan skrining kondisi sonikator dengan waktu yang dibutuhkan yaitu 1 menit, 3 menit, dan 5 menit dengan amplitudo ultasonik 10%, 15%, 20% dan 25%. Setelah dilakukan skrining kondisi sonikator, sonikasi yang dilakukan selama 3 menit dan 5 menit cukup lama sehingga akan mempengaruhi bentuk ukuran pada sediaan ketika dilakukan pengujian uji morfologi mikroskop. Waktu terpilih yang digunakan dalam pembuatan mikroenkapsul hanya sebentar saja yaitu 1 menit karena diawal proses pembuatan mikroenkapsul sudah mengalami beberapa kali pengadukan untuk membantu proses pencampuran dan pelarutan bahan supaya homogen dan tidak terjadi pemisahan antara minyak dengan polimer. Amplitudo ultrasonik yang digunakan yaitu 20% karena pada amplitudo tersebut sudah dapat membentuk mikroenkapsul

dalam bentuk mikron. Pulse yang digunakan yaitu 50 dan 10 artinya dalam waktu 50 detik alat sonikator akan bekerja memberikan getaran dan pada waktu 10 detik alat sonikator akan berhenti, tujuannya untuk memberikan waktu jeda selama proses sonikasi. Pengadukan yang terlalu cepat dan lambat akan mempengaruhi bentuk dan ukuran dari mikroenkapsul. Waktu sonikasi yang terlalu lama dengan menggunakan amplitudo ultrasonik yang semakin besar, maka akan menghasilkan sediaan dalam ukuran nano.

Pada percobaan ini, mikroenkapsul dibuat dalam bentuk 2 fase yaitu fase organik dan fase air. Fase organik terdiri dari minyak, polimer, dan pelarut organik sedangkan fase air terdiri dari penstabil dan aquadest. Proses pembuatan mikroenkapsul pada tahap pertama, mencampurkan minyak berupa minyak biji wortel dengan pelarut organik yang digunakan yaitu alkohol, karena pelarut organik yang larut dalam minyak biji wortel adalah alkohol dan pengadukan dilakukan selama 15 menit sudah homogen. Tahap kedua, melarutkan polimer berupa PVA ke dalam aquadest, karena PVA hanya larut dalam air dan pengadukan dilakukan selama 15 menit sudah homogen. Tahap ketiga, mencampurkan minyak yang sudah larut sempurna ke dalam polimer yang sudah larut untuk membentuk fase organik, pengadukan dilakukan selama 30 menit sudah homogen. Keempat, membuat fase air dengan melarutkan penstabil berupa tween 80 ke dalam aquadest karena tween 80 kelarutannya yaitu larut dalam air, pengadukan dilakukan selama 30 menit sudah homogen. Kelima, mencampurkan fase organik dan fase air diaduk selama 30 menit sudah homogen sehingga akan terbentuk emulsi o/w. Semua pengadukan dilakukan menggunakan bantuan

magnetic stirrer dengan kecepatan ± 800 rpm. Tahap terakhir dilakukan sonikasi dengan menggunakan alat sonikator, waktu yang dibutuhkan untuk sonikasi yaitu 1 menit dengan amplitudo ultrasonik 20% dan pulse yang digunakan 50 dan 10.

Formula terpilih pada F2 2% dibuat dalam bentuk ukuran besar sebanyak 100 ml untuk dilakukan evaluasi sediaan dengan beberapa pengujian yaitu uji organoleptis, uji organoleptis secara mikroskopis, uji pH dan viskositas, penentuan ukuran partikel dan indeks polidispersi, uji sentrifugasi, uji kerapatan, uji TEM, dan uji stabilitas sediaan. Sediaan mikroenkapsul berupa cairan, memiliki warna putih susu, bau khas.

Pada pengujian stabilitas sediaan diamati secara fisik yang meliputi warna, bau, dan tidak adanya pemisahan fase pada sediaan. Mikroenkapsul disimpan dalam suhu kamar selama 1 bulan. Pada waktu 1 bulan mikroenkapsul memiliki warna putih susu, bau khas serta terjadi sedikit pemisahan fase pada sediaan. Hal ini dikatakan bahwa sediaan mikroenkapsul minyak biji wortel (*Carrot Seed Oil*) tidak stabil selama penyimpanan 1 bulan pada suhu kamar karena adanya pengaruh dari luar seperti suhu, kelembapan, pH, polimer yang digunakan.

BAB V

PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Mikroenkapsul minyak biji wortel dapat dibuat dengan metode sonikasi.
2. Minyak biji wortel dapat dibuat dalam bentuk sediaan mikroenkapsul dengan menggunakan polimer PVA (Polivinil Alkohol).
3. Konsentrasi mikroenkapsul minyak biji wortel sebesar 2% (F2) menghasilkan mikroenkapsul berwarna putih susu dengan ukuran partikel 1,31 μm , indeks polidispersi 0,210 dan zeta potensial -28,11 mV.

Saran

1. Mikroenkapsul minyak biji wortel perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan dibuat dalam bentuk sediaan serbuk agar menghasilkan sediaan yang lebih stabil.
2. Perlu dilakukan penelitian mikroenkapsulasi menggunakan fase minyak, polimer, dan penstabil yang lain dengan variasi konsentrasi yang berbeda-beda.
3. Pada pembuatan mikroenkapsul, pengadukan perlu diperhatikan cepat dan lambatnya supaya tidak terjadi pemisahan atau terjadi pencampuran yang tidak homogen.
4. Pada metode sonikasi lebih diperhatikan lamanya waktu sonikasi dan amplitudo ultrasonik yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrasheed A., Aroke U.O., and Sani I. M. 2015. Paeametric Studies of Carrot Seed Oil Extrac for the Producktion of Medical Soap. *International Journal of Recent Development in Engineering and Technology*.
- Adamiec, J & Marciniak. (2004). Microencapsulation of Oil/Matrix/Water System During Spray Drying Process. *Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004)*. Sao Paulo, Brazil, 22-25 Agust 2004, vol.C, pp. 2043-2050.
- Anonim. 2016. *Penstabil*. <http://kamuskesehatan.com/arti/penstabil/>. [30 Oktober 2016]
- Bansode SS, Banarjee SK, Gaikwad DD, Jadhav SL, and Thorat RM. 2010. Microencapsulation: A Review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research* 1(2): 38-43.
- Benita. S. 1996. *Microencapsulation, Methods and Industrial Application*. 1-18. Marcel Dekker. New York.
- Benita, S. 2006. *Microencapsulation: Methods And Industrial Application*. (Edisi 2). Boca Raton: CRC Press.
- Brown, P.J. et.al. 2007. “*Nano-fibers and Nano-technology in Textiles*”, The Textile Institute, Woodhead Pub. Ltd. Cambridge
- Deasy, P. B. 1984. *Microencapsulation and Related Drug Processes*. New York : M. Dekker.
- [Depkes] Departemen Kesehatan RI. 1979. *Farmakope Indonesia*. Ed ke-3. Jakarta: Depkes
- Gessner G, Hawley, 1981. *The Condensed Chemical Dictionary*, Tenth Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Harper, C.A., Petrie, E.M. 2003. *Plastics Materials and Processes: A Concise Encyclopedia*. New York: John Wiley & Sons.
- Imamu X, Yili A, Aisa HA, MAKSIMOV VV, Veshkurova ON and Salikhov Shi. 2007. Komposisi kimia dan aktivitas antimikroba dari minyak atsiri dari *Daucus carota* biji sativa.

- Isriani, G. 2012. Optimasi dan Evaluasi Mikroenkapsulasi Medroksiprogesteron Asetat Tersalut Poli(ϵ -Kaprolakton)-Lilin Lebah [skripsi]. Bogor. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Jasicka-Misiak I, Lipok J, Nowakowska EM, Wieczorek PP, Mlynarz P and Kafarski P. 2004. Kegiatan Antijamur dari minyak biji wortel dan senyawa seskuiterpena utama. *Z. Naturforsch C*. 59: 791-796.
- Jones, Andrew. 2015. CBI Product Factsheet: Carrot seed oil for cosmetics in Europe. CBI Market Intelligence, The Netherlands, 4-5.
www.cbi.eu/market-information marketintel@cbi.eu
- Ketaren S., 1986, "Minyak dan Lemak Pangan", Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta
- Krishnan S, Bhosale R, Singhal RS. 2005. Microencapsulation of cardamom oleoresin: Evaluation of blends of gum arabic, maltodextrin and a modified starch as wall materials. *Carbohydrate Polymers* 61 : 95-102.
- Lachman, L., Lieberman, H.A., and Kanig, J.L. 1986. *The Theory and Practice of Industrial Publishing Company*, Minneapolis, 76-82.
- Lachman, L., Lieberman, H.A., and Kanig, J.L. 1994. *The Teori and Practice of Industrial Pharmacy*.
- McNamee, B.F., O'Riordan, E.D., and O'Sullivan, M. 1998. Emulsification and microencapsulation properties of gum arabic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46. 4551-4555.
- Pourreza, N., & Rastegarzadeh, S. 2004. *Kinetic Spectrophotometric Determination of Tween 80*. Elsevier: Talanta 62 (2004) 87-89.
- Preeti, Rohindra DR, Khurma JR. 2003. Biodegradation study of poly (ϵ -caprolactone)/poly(vinyl butyral) Blends. *S. Pac. J. Nat. Sci* 21: 47-49.
- Rajendran, S., Kannan, R., Mahendran, O. 2001. Ionic conductivity studies in poly(methylmethacrylate)-polyethylene oxide hybrid polymer electrolytes with lithium salt. *Journal of Power Sources*, 96:406-410.
- Rowe, Seskey & Quinn. 2009. *Handbook of pharmaceutical excipients* 6th ed., London: Pharmaceutical Press and American Pharmacists Association.

- Staniszewska M, Kula, J. 2001. Composition dari minyak esensial dari umbels wortel liar (*Daucus carota*) tumbuh di Poland. *Jurnal Sumber Daya Minyak Atsiri*. 13: 439-441.
- Suslick, K. S, Price G. J. 1999. *Application of Ultrasound to Materials Chemistry*. *Annu. Rev. Mater. Sci.* 29:295-326.
- Staniszewska M, Kula J, Wieczorkiewicz M and Kusewicz D. 2005. Minyak atsiri dari wortel liar dan dibudidayakan - komposisi kimia dan aktivitas antimikroba.
- Syarifudin, A. 2013. Pengaruh Penambahan Tween 80 Terhadap Kelarutan Teofilin [Karya Tulis Ilmiah]. Palembang. Fakultas Farmasi. Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Bhakti Pertiwi Palembang.
- TSE, 1971. Analysis Methods of Vegetable Oil. TS 894. Turkish Standard Institute, Ankara-Turkey (Türkiye).
- Voigt, Rudolf. 1994. *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi*. Gadjah Mada University Press. Hal: 276.
- Wang S., Liu Z., Wang L., and Zhang X. 2009. NF- κ B signaling pathway, inflammation and colorectal cancer. *Cellular and Molecular Immunology*. 6 (5): 327-34.
- Wise, Donald L. 2000. **Handbook of Pharmaceutical Controlled Release Technology**, Marcel Dekker Inc, New York, 271-309, 413-417.

LAMPIRAN

Lampiran 2. Hasil Uji Ukuran Partikel, Indeks Polidispersi, dan Zeta Potensial dari Pembuatan Formula

	<p style="text-align: center;">SEKOLAH FARMASI ITB KELOMPOK KEAHLIAN FARMASETIKA LABORATORIUM TEKNOLOGI FARMASI Jalan Ganesha No. 10, Gedung Labtex VII, Lantai 3 Telp (022) 2504852</p>	<p style="text-align: center;">KK Farmasetika Form A1</p>
---	--	---

HASIL ANALISIS UKURAN PARTIKEL

Bersama ini kami sampaikan hasil analisis ukuran partikel (PSA) dengan data sebagai berikut :

Nama : Sherly
Jenis Sampel : Mikrokapsul *Carrot Seed Oil*
Metode : -

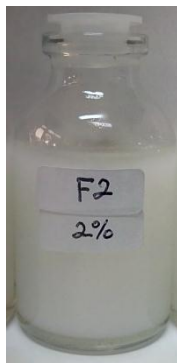
No	Sampel	Ukuran Partikel (μm)	PI	Zeta potensial (mV)
1.	Mikrokapsul 1 %	$6,01 \pm 0,01$	0,244	-29,31
2.	Mikrokapsul 2 %	$1,31 \pm 0,01$	0,210	-28,11
3.	Mikrokapsul 3 % (A 20%)	$2,52 \pm 0,01$	0,271	-29,56
4.	Mikrokapsul 3 % (A 30%)	$2,71 \pm 0,01$	0,205	-27,26

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

Bandung, 30 Januari 2017
Ketua Lab Farmasi Fisika
+ Hasil Analisis Partikel



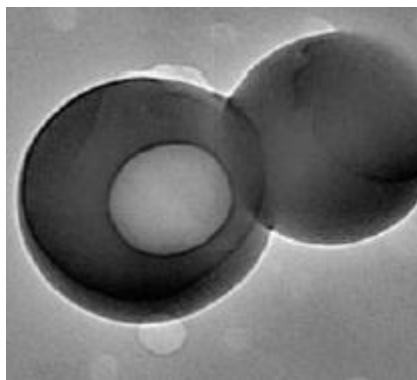
(Dr. rer. Farm. Ruchmat Mauludin, M.Si., Apt)
197105271009031003

Lampiran 3. Hasil Pembuatan Formula**Lampiran 4. Hasil Formula Terpilih****Lampiran 5. Hasil Stabilitas 1 bulan**

Lampiran 6. Hasil Uji Sentrifugasi



Lmpiran 7. Hasil Uji TEM Perbesaran 15.000 kali dan Ukuran Partikel 1000 nm



Lampiran 8. Perhitungan Kerapatan Mikroenkapsul Minyak Biji Wortel

Rumus :

$$\rho = \frac{\text{piknometer mikro kapsul} - \text{piknometer kosong}}{\text{volume piknometer}}$$

Hasil penimbangan:

Piknometer kosong = 26,6990 gram

Piknometer + aquadest = 75,3617 gram

Piknometer + mikro kapsul = 75,3988 gram

PERHITUNGAN:

a. Piknometer + aquadest = 75,3617 gram

Piknometer kosong = 26,6990 gram –

Bobot aquadest = 48,6627 gram

b. Piknometer + mikro kapsul = 75,3988 gram

Piknometer kosong = 26,6990 gram –

Bobot mikro kapsul = 48,6998 gram

$$\text{Volume piknometer} = \frac{48,6627 \text{ gram}}{0,996 \text{ gram/ml}} = 48,8581 \text{ ml}$$

$$\text{Kerapatan mikro kapsul} = \frac{48,6998 \text{ gram}}{48,8581 \text{ ml}} = 0,996 \text{ gram/ml}$$

$$\text{Berat jenis (d) mikro kapsul} = \frac{0,996 \text{ gram/ml}}{0,996 \text{ gram/ml}} = 1$$

Lampiran 9. Perhitungan Viskositas Mikroenkapsul Minyak Biji Wortel

Rumus:

$$\frac{\eta_{\text{standar}}}{\eta_{\text{sampel}}} = \frac{t_{\text{standar}}}{t_{\text{sampel}}} \times \frac{d_{\text{standar}}}{d_{\text{sampel}}}$$

Ket:

Standar = aquadest

d aquadest = 1

η aquadest = 0,86 cp

t standar = 7,40 s

$$\Rightarrow \frac{0,86 \text{ cp}}{\eta_{\text{sampel}}} = \frac{7,40 \text{ s} \times 1}{8,25 \text{ s} \times 1}$$

$$\eta_{\text{sampel}} = \frac{0,86 \times 8,25 \text{ s} \times 1}{7,40 \text{ s}}$$

$$\eta_{\text{sampel}} = 0,9588 \text{ cps}$$

$$\Rightarrow \frac{0,86 \text{ cp}}{\eta_{\text{sampel}}} = \frac{7,40 \text{ s} \times 1}{8,19 \text{ s} \times 1}$$

$$\eta_{\text{sampel}} = \frac{0,86 \times 8,19 \text{ s} \times 1}{7,40 \text{ s}}$$

$$\eta_{\text{sampel}} = 0,9518 \text{ cps}$$

$$\Rightarrow \frac{0,86 \text{ cp}}{\eta_{\text{sampel}}} = \frac{7,40 \text{ s} \times 1}{8,31 \text{ s} \times 1}$$

$$\eta_{\text{sampel}} = \frac{0,86 \times 8,31 \text{ s} \times 1}{7,40 \text{ s}}$$

$$\eta_{\text{sampel}} = 0,9657 \text{ cps}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{0,86 \text{ cp}}{\eta \text{ sampel}} &= \frac{7,40 \text{ s} \times 1}{8,57 \text{ s} \times 1} \\ \eta \text{ sampel} &= \frac{0,86 \times 8,57 \text{ s} \times 1}{7,40 \text{ s}} \\ \eta \text{ sampel} &= 0,9960 \text{ cps} \end{aligned}$$

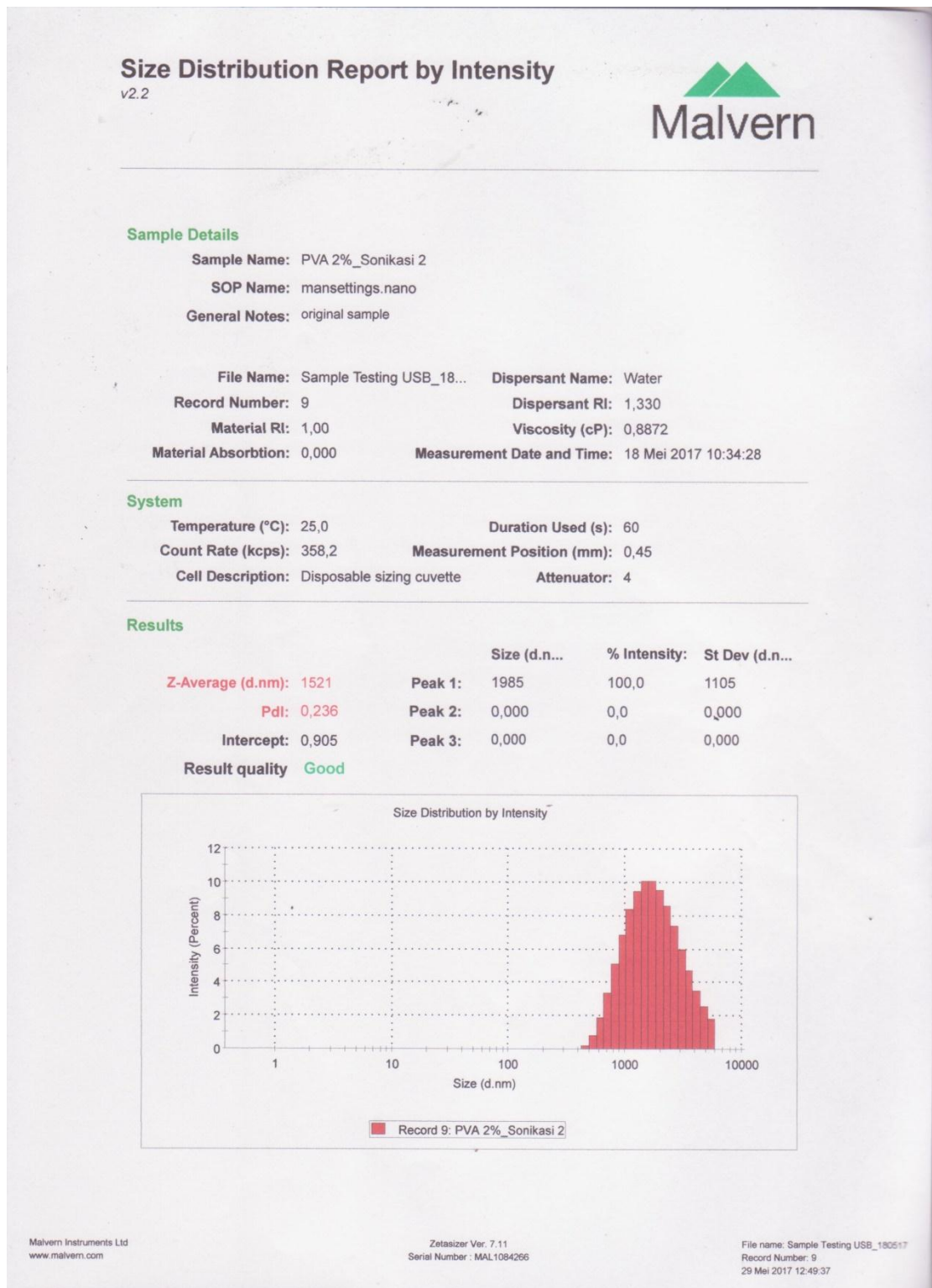
$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{0,86 \text{ cp}}{\eta \text{ sampel}} &= \frac{7,40 \text{ s} \times 1}{8,20 \text{ s} \times 1} \\ \eta \text{ sampel} &= \frac{0,86 \times 8,20 \text{ s} \times 1}{7,40 \text{ s}} \\ \eta \text{ sampel} &= 0,9530 \text{ cps} \end{aligned}$$

<i>H</i>	<i>η mikroenkapsul (cps)</i>
1	0,9588
2	0,9518
3	0,9657
4	0,9960
5	0,9530
Average	0,96506
SD	0,01815318

Lampiran 10. Hasil pengujian pH

<i>N</i>	<i>η mikroenkapsul</i>
1	7,02
2	7,03
3	7,05
Average	7,033
SD	0,015275

Lampiran 11. Hasil Uji Ukuran Partikel dan Indeks Polidispersi pada sediaan setelah Uji Stabilitas 1 bulan



Lampiran 12. Hasil Zeta Potensial pada sediaan setelah Uji Stabilitas 1 bulan

