



UNIVERSITAS INDONESIA

**STABILITAS CAMPURAN MADU MINYAK
HABBATUSSAUDA (*Nigella Sativa*) MINYAK ZAITUN
MENGUNAKAN EMULSIFIER TWEEN 80**

SKRIPSI

**ANGGIA FERDIANTI
0906604041**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STABILITAS CAMPURAN MADU MINYAK
HABBATUSSAUDA (*Nigella Sativa*) MINYAK ZAITUN
MENGUNAKAN EMULSIFIER TWEEN 80**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**

**ANGGIA FERDIANTI
0906604041**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
DEPOK
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Anggia Ferdianti
NPM : 0906604041
Tanda Tangan : 
Tanggal : 25 Juni 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Anggia Ferdianti
NPM : 0906604041
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Skripsi : Stabilitas Campuran Madu, Minyak Zaitun dan
Minyak Habbatussauda menggunakan Emulsifier
Tween 80

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Dr.Eng Muhamad Sahlan S.Si, M.Eng ()
Pembimbing II : Ir Dewi Tristantini MT Ph.D ()
Penguji 1 : Prof.Dr.Ir. Anondho Wijanarko, M.Eng ()
Penguji 2 : Dr.Ing.Misri Gozan, M.Tech ()
Penguji 3 : Ir Yuliusman, M.Eng ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 25 Juni 2012

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT atas nikmat-Nya dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Stabilitas Campuran Madu, Minyak Habbatussauda dan Minyak Zaitun menggunakan Tween 80”** tepat waktu seperti yang diharapkan. Hal ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangat sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Eng. Muhamad Sahlan, S. Si., M. Eng., sebagai dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan dalam menyelesaikan penulisan ini.
2. Ir Dewi Tristantini MT Ph.D sebagai dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan dalam menyelesaikan penulisan ini.
3. Prof. Dr. Ir. Widodo Wahyu Purwanto, DEA selaku Ketua Departemen Teknik Kimia FTUI dan Ir. Yuliusman, M. Eng selaku koordinator mata kuliah spesial.
4. Para dosen Departemen Teknik Kimia FTUI yang memberikan ilmu dan wawasannya.
5. Kedua orang tua penulis yang selalu mendoakan kelancaran penulis di setiap waktu dan adik-adikku
6. Rekan satu grup riset dan teman-teman yaitu Darul Hamdi, Soraya Zahra, Shufi Ramadiani, Harnadiemas, Arini Aristia yang telah menjadi teman diskusi, membantu dalam penelitian dan saling bertukar wawasan..
7. Semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini secara langsung maupun tidak langsung.

Depok, 25 Juni 2012

Anggia Ferdianti

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anggia Ferdianti
NPM : 0906604041
Program Studi : Teknologi Kimia
Departemen : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

STABILITAS CAMPURAN MADU MINYAK HABBATUSSAUDA (*Nigella Sativa*) and OLIVE OIL MENGGUNAKAN TWEEN 80

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 25 Juni 2012

Yang Menyatakan



(Anggia Ferdianti)

ABSTRAK

Nama : Anggia Ferdianti
Program Studi : Teknik Kimia
Judul : Stabilitas Campuran Madu, Minyak Habbatussaуда
(*Nigella sativa*) dan Minyak Zaitun Menggunakan Tween 80

Tujuan penelitian ini mempelajari stabilitas madu, minyak habbatussaуда dan minyak zaitun. Campuran madu, minyak habbatussaуда dan minyak zaitun memiliki banyak manfaat akan tetapi campuran ini sering tidak stabil karena memiliki sifat kepolaran atau fase yang berbeda. Pada penelitian ini digunakan Tween 80 yang merupakan emulsifier *Food Grade* untuk menstabilkan campuran tersebut. Diharapkan penelitian ini diperoleh campuran madu, minyak habbatussaуда dan minyak zaitun dengan penambahan emulsifier. Dari hasil penambahan 1,25 gram Tween 80 dapat mencampurkan total minyak 7,5% didalam total seluruh campuran. Hal ini dapat dibuktikan dengan melihat partikel yang terdistribusi dengan baik, fasa yang terpisah dari hasil sentrifugasi, serta penyimpanan selama 8 minggu.

Keyword: Stabilitas, Minyak Habbatussaуда, Minyak Zaitun, Tween 80, Madu

ABSTRACT

Name : Anggia Ferdianti
Study Program : Chemical Engineering
Tittle : Stability Mixture of Honey, Olive Oil and Black Seed Oil
with Tween 80 as Emulsifier

The purpose of this study to view stability a mixture of honey, black seed oil and olive oil. There have many benefits and widely distributed in the market. However, this mixture has instability problem because it has different properties of polarity or phase, to solve this problem required emulsifier Tween 80, an emulsifier food grade to stabilize the mixture. This research is expected to be aimed for mixture with the addition of the emulsifier. In the addition of 1,25 grams *Tween 80* could mix up to 7,5% of total oil in the mixture. Those are showing process of the distribution particle, viscosity measurement, phase separation by sentrifugation and storage for 8 weeks in room temperature.

Keywords: *Stability, Black seed oil, Olive oil, Tween 80, Honey*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Madu	4
2.1.1 Sifat Kimia	5
2.2 Pemanfaatan Madu	9
2.3 Minyak Habbatussauda (<i>Nigela sativa</i>)	10
2.4 Minyak Zaitun	10
2.5 Campuran Madu Herbal	11
2.6 Emulsi	11
2.6.1 Klasifikasi Tipe Emulsi	12
2.6.2 <i>Critical Micelle Concentration</i> (CMC)	13
2.6.3 Ketidakstabilan Emulsi	15
2.6.4 Stabilitas Emulsi	17
2.6.5 Polysorbate 80 (T ween 80)	17
3. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Rancangan Penelitian	21
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	21
3.3 Alat dan Bahan	21
3.4 Prosedur Penelitian	22
3.4.1 Persiapan Bahan Baku	22
3.4.2 Penentuan Formula	23
3.4.2.1 Pencampuran	23
3.4.2.2 Variasi Konsentrasi Fase Dalam/Kontinu	23
3.4.2.3 Variasi Emulsifier	23
3.4.3 Uji Kestabilan Fisik	24
3.4.3.1 Bottle Test (Penyimpanan)	24
3.4.3.2 Uji Viskositas	24
3.4.3.3 Pemisahan Fase	24

3.4.3.4 Diameter Partikel.....	24
3.4.3.5 Uji Mikroskop	25
4. PEMBAHASAN DAN ANALISIS	26
4.1 Persiapan	26
4.2 Penentuan Formula.....	27
4.2.1 Rasio Phase Internal/Kontinu	27
4.2.2 Pembuatan Kurva CMC.....	29
4.3 Analisis Stabilitas	31
4.3.1 Bottle Test (Storage).....	31
4.3.2 Uji Viskositas	34
4.3.3 <i>Gravitational Stress</i>	37
4.3.3 Diameter Partikel.....	39
5. KESIMPULAN DAN SARAN	42
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	(a) emulsi air dalam minyak (A/M). (b) emulsi minyak dalam air (M/A)	13
Gambar 2.2.	Emulsi Ganda (a) air-dalam minyak-dalam air (A/MA) (b) emulsi minyak-dalam air-dalam minyak (M/A/M)	13
Gambar 2.3.	Critical Micelle Concentration (CMC)	14
Gambar 2.4.	Skema Ketidakstabilan Emulsi [Tadros, 1984]	16
Gambar 2.5.	Struktur Tween 80	18
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 4.1.	Hasil Percobaan pada Madu Randu	28
Gambar 4.2.	Pengaruh Jumlah Tween 80 terhadap tegangan permukaan	29
Gambar 4.3.	Pengaruh jumlah Tween 80 terhadap konduktivitas	30
Gambar 4.4.	Penyimpanan setelah 8 minggu madu karet	31
Gambar 4.5.	Penyimpanan setelah 8 minggu madu randu (a) total minyak 7,5% (b) total minyak 15% (c) total minyak 21%	32
Gambar 4.6	Penyimpanan setelah 8 minggu pada total minyak 2,91% dalam madu randu	33
Gambar 4.7.	Pengaruh waktu penyimpanan terhadap viskositas Madu Randu..	34
Gambar 4.8.	Pengaruh waktu penyimpanan terhadap viskositas Madu Karet ...	35
Gambar 4.9.	Pengaruh waktu penyimpanan terhadap viskositas pada total minyak 2,91% dalam madu randu	36
Gambar 4.10.	Hasil sentrifugasi madu randu dengan minyak. (1) kandungan minyak 7,5 %, (2) kandungan minyak 15 %, (3) kandungan minyak 21%	37
Gambar 4.11.	Hasil Sentrifugasi Total Minyak 7,5% Tanpa Emulsifier (1) dengan Emulfier (2)	38
Gambar 4.12.	Hasil sentrifugasi madu randu pada variasi konsentrasi emulsifier	39
Gambar 4.13.	Partikel campuran minyak a) total Minyak 7,5% dengan Emulsifier (b) Total Minyak 7,5% Tanpa Emulsifier	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kandungan Madu Di Indonesia Menurut SNI.....	6
Tabel 2.2.	Nilai Hydrophyle-Lipophyle Balance (HLB) Pada Polysorbate ...	17
Tabel 3.1.	Rancangan Percobaan	24
Tabel 4.1.	Karakteristik Bahan Baku.....	26
Tabel 4.2.	Komposisi Campuran Minyak dengan Madu Randu.....	27
Tabel 4.3.	Komposisi Campuran Minyak dengan Madu Karet	28
Tabel 4.4.	Hasil persentase fasa yang terbentuk setelah sentrifuge.....	37
Tabel 4.5.	Hasil sentrifugasi 7.5% total minyak pada madu randu	38



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini dengan kembali maraknya gerakan kembali ke alam (*back to nature*), maka kecenderungan penggunaan obat berbahan alam atau disebut herbal di dunia semakin meningkat. Gerakan tersebut dilatarbelakangi perubahan lingkungan, pola hidup manusia, dan perkembangan penyakit. Pemanfaatan sumber daya alam hayati dalam mengembangkan tumbuhan obat juga dapat memberikan keuntungan dari segi ekonomi yang juga memberikan kesejahteraan masyarakat Indonesia. Obat herbal merupakan warisan budaya bangsa yang menjadi ciri khas pengobatan tradisional Indonesia. Keanekaragaman hayati yang dimiliki oleh Indonesia menjadikan Indonesia sebagai negara yang memiliki berbagai macam sumber obat herbal. Salah satu keanekaragaman hayati tersebut adalah madu. Madu memiliki sifat antioksidan dan antibakteri yang sangat baik dikonsumsi oleh manusia (Alvarez-Suarez *et al.*, 2010), dan beberapa senyawa antibakteri pada madu yang membantu mempercepat penyembuhan luka, anti radang, serta meningkatkan pertumbuhan jaringan pada kulit (Packer *et al.*, 2012). Oleh karena itu tak jarang pemanfaatan madu yang sangat beragam menyebabkan penggunaannya sangat bervariasi.

Beberapa produsen meningkatkan nilai jual pada madu dengan menambahkan bahan herbal lain yang memiliki khasiat tertentu bagi kesehatan. Tanaman herbal yang sering dipakai sebagai campuran madu yaitu Jinten hitam atau minyak habbatussauda (*Nigella sativa*), minyak atsiri, minyak zaitun, jahe, kunyit dan sebagainya (Suranto, 2004), yang biasa disebut dengan madu-herbal.

Campuran madu dan minyak habbatussauda atau *Nigella sativa* terbukti dapat mempercepat proses kematian sel kanker pada hati (Hassan *et al.*, 2010) sehingga campuran ini banyak dijual di pasaran. Disamping itu terdapat juga ekstrak tanaman herbal lainnya yang sangat bermanfaat bagi kesehatan seperti minyak zaitun, yang dicampurkan kedalam campuran madu dan minyak habbatussauda sebagaimana telah tersedia pula dipasaran.

Permasalahan yang menyangkut pencampuran madu, minyak habbatussauda dan minyak zaitun adalah karena masing-masing larutan tersebut memiliki sifat kepolaran yang berbeda sehingga untuk mencampurkan larutan tersebut dibutuhkan zat penstabil (*emulsifier*).

Penelitian ini ingin mengoptimasi campuran madu, minyak habbatussauda dan minyak zaitun dengan penambahan emulsifier. *Emulsifier* yang akan digunakan harus berupa emulsifier *Food Grade*, seperti Tween 80 (larut dalam air). Tween 80 merupakan emulsi tipe minyak dalam air M/A. Tipe emulsi ini paling banyak digunakan dalam formulasi sediaan oral, karena dapat menghilangkan bau yang tidak enak pada campuran minyak.

1.2. Rumusan Masalah

Campuran madu, minyak habbatussauda dan minyak zaitun tidak menghasilkan campuran yang stabil. Untuk itu dapat ditarik sebuah rumusan masalah dari penelitian ini yaitu hubungan antara konsentrasi emulsifier yang dapat menstabilkan campuran madu dengan minyak habbatussauda dan minyak zaitun.

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan perbandingan yang maksimal serta melihat kestabilan antara minyak dan madu menggunakan Tween 80 sebanyak 1,25 gram (sesuai literatur)/100 mL campuran madu, minyak habbatussauda dan minyak zaitun.

1.4. Batasan Masalah

1. Madu yang digunakan yaitu madu yang diproduksi oleh Madu Mutiara Ibu Apriari, Minyak habbatussauda yang digunakan dari Herbal Arroyan dan minyak zaitun yang digunakan dari Herbal Insani.
2. Madu yang digunakan yaitu madu randu dan madu karet.
3. Surfaktan yang digunakan yaitu Tween 80 (*Food Grade*).
4. Konsentrasi Tween 80 yang digunakan sebanyak 1,25 gram dalam 100 mL campuran madu (sesuai literatur).
5. Pengukuran viskositas pada suhu ruang dilakukan setiap minggu selama 8 minggu berturut-turut.

6. Perbandingan minyak zaitun dan minyak habbatussauda yang digunakan 2:1

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini dilakukan dengan membagi tulisan menjadi 5 bab, yaitu:

- **BAB 1 PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

- **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Berisikan dasar teori mengenai madu, minyak habbatussauda dan emulsifier.

- **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi diagram alir penelitian, rancangan percobaan, dan prosedur penelitian yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan percobaan yang diinginkan.

- **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi hasil dan pembahasan yang didapat tentang analisis kestabilan pencampuran madu, minyak zaitun dan minyak habbatussauda.

- **BAB 5 KESIMPULAN**

Mendapatkan perbandingan total minyak yang tinggi akan tetapi tidak mengganggu bentuk yang berkualitas bagus.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Sesuai dengan tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini, maka beberapa pustaka dan laporan penelitian yang digunakan terkonsentrasi pada pencampuran madu, minyak habatussauda (*Nigella sativa*) dan minyak zaitun (*Olive oil*) yang menggunakan emulsifier Tween 80.

2.1. Madu

Madu menurut codex: adalah senyawa manis alami yang dihasilkan oleh lebah madu dari nektar tanaman atau dari hasil keluaran (sekresi) dari bagian tanaman hidup yang kemudian dihisap oleh serangga kemudian dikumpulkan, dipindahkan dengan dikombinasikan dengan senyawa spesifik yang dihasilkan, yang kemudian disimpan, dikumpulkan, didehidrasi, dimasukan dalam sarang lebah (*honey comb*) tersebut sampai masak [Codex Alimentarius Commision]. Karakteristik sifat fisik dari madu selain memiliki viskositas yang tinggi, lengket, sangat manis yaitu kepadatan relatif tinggi serta kecenderungan untuk menyerap kelembaban udara (higroskopis), dan tahan terhadap beberapa jenis pembusukan

Komposisi kimia madu dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: komposisi nektar asal madu, keadaan iklim, topografi, jenis lebah, cara pengolahan dan penyimpanan. Kandungan madu terdiri karbohidrat (gula sederhana) dan air. Selain itu juga mengandung komponen lain seperti asam, enzim dan hidrokсимetilfurfural (HMF). pada umumnya madu memiliki komposisi sebagai berikut: air 17 %, fruktosa 38,19%, glukosa 31,29%, sukrosa 1,31%, gula lainnya 8,8%, total asam 0,57 %, abu 0,169 %, nitrogen, 0,041% dan lain-lain 2,43%.

Bahan-bahantambahayang khasjenis lain yaitugula, tepung sari,nutrisi mineral, protein, vitamin. Madu juga mengandung beberapa enzim seperti diastase, invertase, glukosa oksidase dan katalase. Kandungan enzim yang paling banyak terdapat dalam madu yaitu invertase dan diastase. Madu juga mengandung beberapa senyawa diperkirakan berfungsi sebagai antioksidan, termasuk *chrysin*, *pinobaksin*, dan *pinocembri*. Madu juga mengandung beberapa vitamin seperti vitamin seperti *biotin*, *nicotic acid*, *floic acid*, *panthothenic acid*, *piridoksin* dan

thiamin serta beberapa mineral yaitu Kalium, Besi, Magnesium, Fosfor, Tembaga dan Kalsium.

2.1.1 Sifat Kimia

Sifat kimia pada madu yang berperan penting dalam penentuan kualitas yaitu kadar air, kadar gula, kandungan asam, enzim dan kandungan Hidroksimetilfurfural (HMF).

2.1.1.1. Kadar Air

Kadar air di dalam madu dipengaruhi oleh kondisi cuaca (kelembaban), kandungan air di dalam nektar dari mana madu tersebut berasal, besar kecilnya koloni, dan kematangan madu itu sendiri (Whiteaker, 2003). Kadar air dalam madu yang diproduksi di Indonesia disusun dalam Tabel 2.1. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 2004 kadar air dalam madu maksimum 22 %. Faktor kelembaban udara diperkirakan menjadi salah satu kendala mengapa madu yang dipanen di Indonesia mempunyai kadar air yang tinggi.

Mutu madu banyak ditentukan oleh kadar airnya. Kadar air dalam madu akan mempengaruhi keawetan madu (Wang Jun, 20011). Madu yang mempunyai kadar air lebih dari 20 % rentan terhadap fermentasi, karena kadar air yang tinggi dapat memacu perkembangbiakan jamur (sel khamir). Madu tidak akan mengalami proses fermentasi selama setahun jika kandungan air kurang dari 17,1%.

Tabel 2.1 Kandungan Madu Di Indonesia Menurut SNI.

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Aktivitas enzim diastase	Diastase number	Minimal 3
2	Hidroksimetilfurfural (HMF)	Mg/kg	Maksimal 50
3	Air	%	Maksimal 22
4	Gula Pereduksi	% b/b	Minimal 65
5	Sukrosa	% b/b	Maksimal 5
6	Keasaman	mL NaOH 1 N/kg	Maksimal 50
7	Padatan yang tak larut air	% b/b	Maksimal 0.5
8	Abu	% b/b	Maksimal 0.5
9	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maksimal 0.5
10	Cemaran logam		
	Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimal 1
	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimal 5

keterangan: b/b=berat/berat; Sumber: SNI 01-3545-2004

2.1.1.2. Kadar Gula

Kandungan gula di dalam madu terutama adalah gula pereduksi (sebagian besar berupa fruktosa dan glukosa) yang dapat mencapai 70 % (Adellina, 2009). Kandungan gula lainnya adalah disakarida, yakni sukrosa dan maltose. Selain fruktosa dan glukosa, madu juga mengandung dekstrin dan sukrosa. Penelitian di Amerika Serikat, Jepang dan Kanada telah mendapatkan bahwa terdapat disakarida sebanyak 11 selain sukrosa yaitu maltosa, isomaltose, nigerose, turanose, maltulose, lecrose, kojibiose, neotrehalose, gentiobiose, laminaribiose dan Isomaltulose.

Untuk standar kualitas madu, kandungan sukrosa amat penting dan menjadi salah satu alat ukur keaslian madu sedangkan fruktosa merupakan gula yang berperan utama dalam sifat higroskopis suatu madu. Fruktosa lebih mudah larut dalam air dibandingkan dekstrosa dan glukosa. Rasio antara kandungan fruktosa dan glukosa dalam madu menentukan kemudahan terjadinya granulasi (Subramanian, 2007).

2.1.1.3. Kandungan Asam

Keasaman merupakan kriteria penting untuk menetapkan kualitas madu. Apabila keasamannya tinggi berarti madu tersebut sudah mengalami fermentasi, oleh karena itu nilai maksimum untuk keasaman perlu ditetapkan. Asam mempengaruhi kestabilan madu terhadap mikroorganisma serta cita rasa dan aroma madu. Apabila tingkat keasaman lebih besar dari 50 mL NaOH 1 N/kg atau 50 meq/kg (kadar maksimum keasaman menurut SNI 2004), kemungkinan telah terjadi fermentasi pada madu tersebut (Sukartiko, 1986). Terdapat 18 asam organik pada madu dengan berbagai macam derajat kepastian. Asam glucoic merupakan jenis asam yang paling banyak dalam madu. Asam lain didalam madu yaitu *formic, acetic, butyric, lactic, oxalic, succinic, tartaric, maleic, pyru glutamic, pyruvic, α -ketoglutaric dan glycollic* (Subramanian, 2007).

2.1.1.4. Enzim

Kandungan enzim yang ada pada semua madu yaitu enzim amilase, glukosa oksidase, katalase, invertase, diastase, peroksidase, fosfatase dan enzim-enzim proteolitik. Enzim lain yang ditemukan yaitu enzim inulase dan enzim phosfatase. Semua enzim tersebut berasal dari nektar, serbuk sari dan sekresi kelenjar saliva (air liur) lebah.

Enzim di dalam madu yang penting adalah diastase, invertase dan glukosa oksidase (Subramanian, 2007). Enzim diastase aktif mengubah karbohidrat tinggi (polisakarida) di dalam nektar menjadi karbohidrat yang lebih sederhana. Enzim invertase mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa, sedangkan glukosa oksidase berperan dalam mengoksidasikan glukosa menjadi asam glukonat dan hidrogen peroksida (Achmadi, 1991). Apabila madu dipalsukan dengan larutan gula maka kandungan enzim akan menurun, sehingga keaktifannya juga menurun. Oleh karena itu aktivitas enzim diastase menjadi salah satu kriteria untuk menentukan kualitas madu, yaitu sebagai penanda adanya pemanasan terhadap madu atau penyimpanan yang terlalu lama.

Enzim diastase sangat sensitif terhadap kenaikan suhu. Semakin tinggi suhu, maka semakin rendah aktivitas enzim diastase (White, 1979). Perubahan temperatur akan mempengaruhi aktivitas enzim, dimana pada temperatur yang

rendah laju reaksi enzim akan bergerak lambat dengan energi kinetik dan tumbukan dari molekul yang rendah sehingga tidak dapat mencapai energi aktivasi yang cukup untuk terjadinya reaksi. Ketika temperatur naik, aktivitas enzim akan ikut bergerak naik hingga mencapai temperatur optimumnya. Setelah melewati temperatur optimumnya, enzim akan mengalami penurunan aktivitas akibat perubahan bentuk molekul-molekul aktif pada enzim, kemudian pada temperatur yang tinggi sebagian besar enzim akan kehilangan aktivitasnya akibat terjadinya ketidakstabilan yang akan mendorong terhadap penurunan aktivitas enzim (Whitaker, 2003).

2.1.1.5. Kandungan Hidroksimetilfurfural (HMF)

Hydroxymethylfurfural (HMF), yaitu senyawa *5-hydroxymethylfurfuraldehyde*, merupakan komponen organik yang larut dalam air yang berasal dari gula dan tidak berbahaya. Banyak produk-produk gula (selai, sirup, molase, dll) yang memiliki jumlah HMF 10-100 kali lebih besar daripada madu. Pada umumnya madu segar yang baru dipanen sudah mengandung hidroksimetilfurfural (HMF), meskipun dalam jumlah yang sangat kecil, tidak melebihi 10 ppm (White, 1979). Kadar HMF menjadi indikator kerusakan madu oleh pemanasan yang berlebihan atau karena pemalsuan dengan gula invert. Semakin tinggi suhu pemanasan dan lama penyimpanan, maka semakin tinggi pula kadar HMF yang terbentuk (White, 1992).

2.2. Pemanfaatan Madu

Madu memiliki banyak kegunaan, salah satu penelitian menyebutkan bahwa madu dengan campuran minyak, *emulsifier*, gel dan kombinasinya digunakan sebagai pengobatan, bahan kosmetik, sebagai nutrisi pada pertumbuhan rambut, pencegahan rambut rontok dan penyembuhan pada luka (Mousa, 1999). Pemanfaatan yang paling utama dari madu karena memiliki aktivitas antibakteri yang disebabkan karena beberapa hal, diantaranya adalah sebagai berikut [Molan, 1992]:

2.2.1. Efek Osmotik

Madu adalah larutan gula yang kental atau super kental. Interaksi yang kuat antara molekul gula dengan molekul air meninggalkan molekul air yang sangat sedikit yang tersedia bagi mikroorganisme. Air bebas ini terukur sebagai aktivitas air (*aw*). Nilai *aw* madu sekitar 0,56-0,62. Aktivitas air madu terlalu rendah untuk mendukung pertumbuhan banyak spesies mikroba.

2.2.2. pH Madu

Nilai pH madu rata-rata sekitar 3,2 - 4,5, sehingga sifat yang asam ini dapat menghambat pertumbuhan beberapa patogen yang mempunyai pH minimum pertumbuhan sekitar 7.2-7.4, seperti *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Pseudomonasaeruginosa*, dan *Streptococcus pyogenes*.

2.2.3. Hidrogen Peroksida

Aktivitas antibakteri yang lain pada madu adalah hidrogen peroksida yang dihasilkan secara enzimatis pada madu. Enzim glukosa oksidase dikeluarkan dari kelenjar hipofaring (tenggorokan paling bawah) lebah ke dalam nektar untuk membantu pembentukan madu dari nektar. Hidrogen peroksida dan keasaman dihasilkan dari reaksi



2.2.2. Faktor Fitokimia

Beberapa senyawa fitokimia diduga juga berperan pada aktivitas antibakteri madu. Beberapa kandungan kimia dengan aktivitas antibakteri telah diidentifikasi pada madu yaitu pinosembrin, terpen, benzil alkohol, 3,5-dimetoksi-4-asam hidroksibenzoat (asam siringat), metil-3,5-dimetoksi-4-hidroksibenzoat (metil siringat), 3,4,5 asam trimetoksi benzoat, 2-hidroksi-3-asam fenil propionat, 2-asamhidroksi benzoat, dan 1,4-dihidroksibenzen. Senyawa-senyawa tersebut adalah faktor pendukung aktivitas antibakteri non-peroksida akan tetapi senyawa fitokimia tersebut dalam madu berjumlah kecil, sehingga pengaruh terhadap aktivitasnya juga kecil.

2.3. Minyak Habbatussauda (*Nigella Sativa*)

Berdasarkan penelitian, minyak habbatussauda (*Nigella sativa*) terbukti memiliki khasiat, antara lain dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh, antifungi, antidiabetik, antitumor, antioksidan, antihistamin, antihipertensi, hepatoprotektif, memiliki aktivitas analgesik, antiinflamasi, antibakteri karena mengandung dua komponen minyak penting yaitu thymoquinone (TQ) dan thymohydroquinone (THQ) yang dapat membunuh bakteri *Escherichia coli*, *Shigella flexneri*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis* dan *Staphylococcus aureus* (Thippeswamy, 2005).

2.4. Minyak Zaitun

Minyak zaitun adalah sumber utama lemak orang-orang mediteranian yang melakukan diet. Minyak zaitun dapat mengurangi resiko penyakit jantung karena mengandung tinggi asam lemak tunggal tak jenuh (*monounsaturated fatty acids*) yang dapat mengurangi kadar kolesterol dan trigliserida dalam darah (Roche *et al.*, 2000). Sebuah penelitian melaporkan bahwa seseorang yang mengkonsumsi minyak zaitun dapat menurunkan kadar kolesterol *low density lipoprotein* (LDL) yang merupakan kolesterol jahat dalam tubuh serta menjaga kandungan high density lipoproteins (HDL) yang sangat menguntungkan bila dikonsumsi (Acin *et al.*, 2005). Selain itu, kandungan pada minyak zaitun yang perawan (*virgin olive*) yaitu tokoferol, alkanois, flavonoid, antosianin, sterol, polifenol, dan fosfolipid (Chetty *et al.*, 2003). Sifat antioksidan pada minyak zaitun dikarenakan

mengandung beberapa senyawa fenolat. Senyawa fenolat utama, *hydroxytyrosol* dan *oleuropein*, yang memberikan rasa pahit, rasa pedas pada minyak tersebut (Elmaleh, 1996).

2.5. Campuran Madu Herbal

Penelitian tentang stabilitas madu dengan beberapa minyak-minyak herbal yang berkhasiat menggunakan *emulsifier* belum pernah dilakukan akan tetapi campuran madu-herbal sudah dilakukan oleh Nursyawal pada tahun 2007 (Nursyawal, 2007). Dari hasil penelitian Nursyawal tersebut terkonsentrasi pencampuran madu dan minyak atsiri pada konsentrasi 1-10% dengan bantuan pemanasan tidak menghasilkan campuran yang stabil, melainkan hanya bercampur sebentar kemudian memisah lagi, sehingga diperoleh dua lapisan yang terpisah yaitu minyak atsiri pada lapisan atas dan madu pada lapisan bawah. Oleh karena itu penelitian ini yaitu menambahkan emulsifier ke dalam madu yang telah ditambahkan beberapa minyak herbal yaitu minyak zaitun dan minyak habbatussauda.

2.6. Emulsi

Emulsi adalah campuran dua cairan *immiscible*, dengan salah satu cairan terdispersi sebagai *droplet* pada cairan yang lain oleh adanya zat ke tiga sebagai penstabil. Emulsi tersusun atas tiga komponen utama, yaitu: fase terdispersi, fase pendispersi, dan *emulsifier*. Zat penstabil disebut juga zat pengemulsi atau emulsifier. *Emulsifier* merupakan suatu molekul yang memiliki bagian polar yaitu suka akan air (*hidrofilik/lipofob*) dan bagian non polar suka akan minyak/lemak (*lipofilik/ hidrofob*) sehingga dapat mempersatukan campuran yang terdiri dari air dan minyak.

Emulsifier dapat menstabilkan suatu emulsi karena menurunkan tegangan permukaan secara bertahap. Penurunan tegangan permukaan akan menurunkan energi bebas yang diperlukan untuk pembentukan emulsi menjadi semakin minimal. Artinya emulsi akan menjadi stabil bila ditambah *emulsifier* yang berfungsi menurunkan energi bebas pembentukan emulsi. Semakin rendah energi bebas pembentukan emulsi maka emulsi akan semakin stabil. Tegangan permukaan menurun karena terjadi adsorpsi oleh *emulsifier* pada permukaan

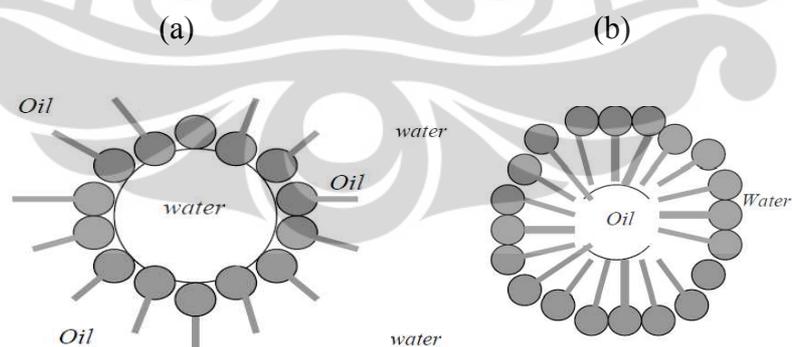
cairan dengan bagian ujung yang polar berada di air dan ujung non polar pada minyak.

2.6.1. Klasifikasi Tipe Emulsi

Secara umum, jenis emulsi dapat digolongkan dalam dua kelompok "air" dan "minyak". Semua air atau fase fase yang larut dalam air diklasifikasikan sebagai air sedangkan yang lain diklasifikasikan sebagai minyak.

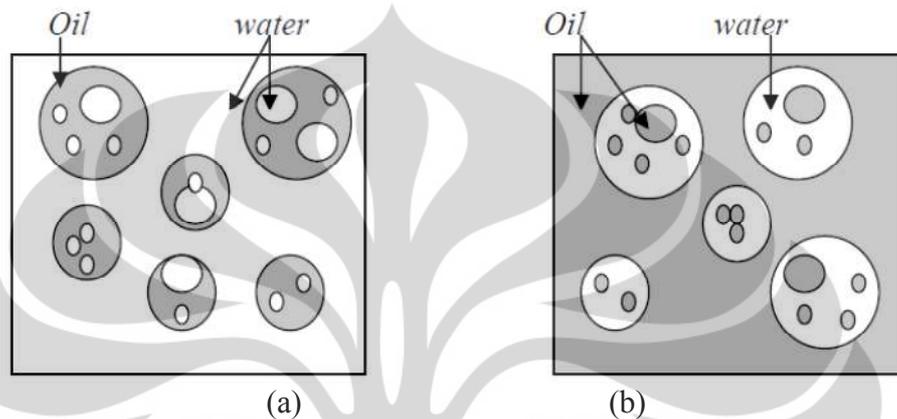
- a. Air terdispersi dalam minyak maka disebut jenis emulsi air-dalam-minyak (A/M), dengan demikian air sebagai fase terdispersi dan minyak sebagai fase kontinyu. *Emulsifier* A/M lebih larut dalam minyak (hidrofob/ non polar)
- b. Minyak terdispersi ke air maka emulsi tersebut merupakan jenis emulsi minyak-dalam-air (M/A). *Emulsifier* M/A lebih larut dalam air (hidrofilik/polar). Sifat emulsi ini kebalikan dari sifat emulsi air dalam minyak (A/M).

Jenis emulsi (A/M) kurang sensitif terhadap pH, tetapi sensitif terhadap panas, peka pada perlakuan elektrik, mempunyai konduktifitas lebih rendah, terwarnai oleh pewarna yang larut dalam minyak, dan dapat diencerkan dengan penambahan minyak murni sedangkan sifat jenis emulsi minyak dalam air (M/A) kebalikan dari sifat emulsi air dalam minyak (A/M). Secara sistimatis, Gambar 2.1 mengilustrasikan jenis M/A dan A/M pada emulsi tunggal.



Gambar 2.1 (a) emulsi air dalam minyak (A/M). (b) emulsi minyak dalam air (M/A)
(Supriyo, 2007).

- c. Emulsi ganda atau *multiple emulsion* dibentuk paling sedikit oleh dua fase *immiscible* yang dipisahkan oleh paling sedikit dua emulsifier seperti terlihat pada Gambar 2.2. Emulsi ganda dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu emulsi M/A/M (minyak-dalam air-dalam minyak) dan A/M/A (air-dalam minyak-dalam air) (Hou and Papadopoulos, 1997).

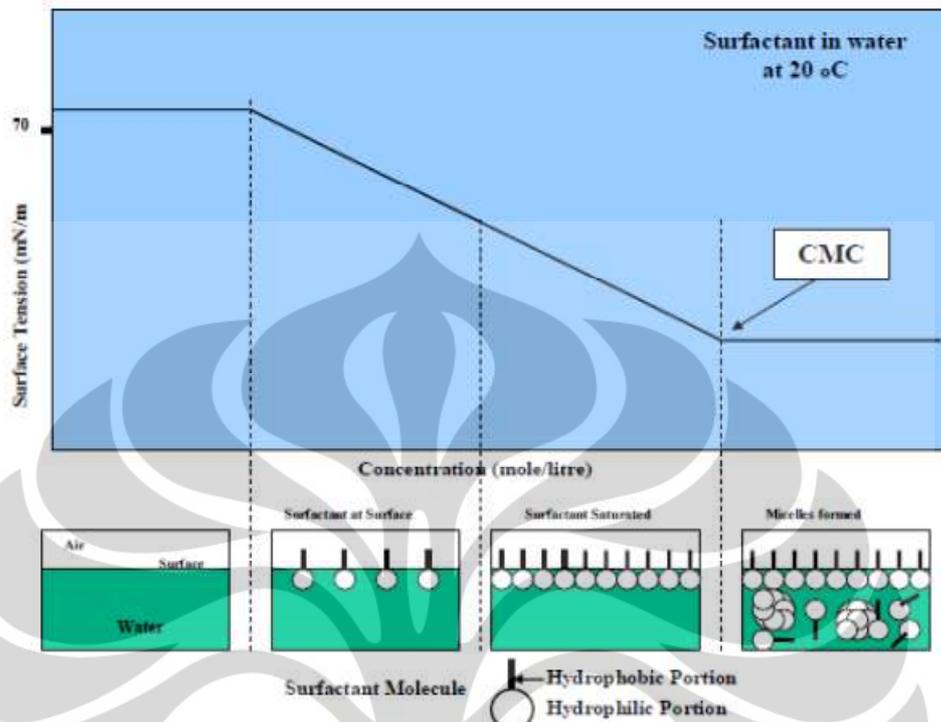


Gambar 2.2 Emulsi Ganda (a) air-dalam minyak-dalam air (A/MA). (b) emulsi minyak dalam air-dalam minyak (M/A/M) (Hou and Papadopoulos, 1997).

2.6.2. Critical Micelle Concentration (CMC)

Critical Micelle Concentration atau CMC merupakan salah satu sifat penting surfaktan yang menunjukkan batas konsentrasi kritis surfaktan dalam suatu larutan. Diatas konsentrasi tersebut akan terjadi pembentukan micelle atau agregat. Pada prakteknya dosis optimum surfaktan ditetapkan disekitar harga CMC. Penggunaan dosis surfaktan yang jauh diatas harga CMC mengakibatkan terjadinya emulsi balik (*reemulsification*), disamping itu juga secara ekonomis tidak menguntungkan. Cara yang umum untuk menetapkan CMC adalah dengan mengukur tegangan muka atau tegangan antar muka larutan surfaktan sebagai fungsi dari konsentrasi. Makin tinggi konsentrasi surfaktan menyebabkan tegangan muka makin rendah sampai mencapai suatu konsentrasi dimana tegangan antar mukanya konstan. Batas awal konsentrasi mulai konstan disebut CMC. Gambar 2.3 menunjukkan ilustrasi penetapan CMC dari suatu surfaktan dalam air.

Critical Micelle Concentration (CMC)



Gambar 2.3 Critical Micelle Concentration (CMC) (Supriyo, 2007)

Adsorpsi surfaktan pada permukaan tergantung dari konsentrasinya [Porter, 1994]. Pada konsentrasi yang sangat rendah, molekul-molekul bergerak bebas dan dapat berjajar datar di atas permukaan. Dengan meningkatnya konsentrasi, maka jumlah molekul surfaktan di atas permukaan juga meningkat, sehingga tidak ada ruang lagi bagi surfaktan tersebut untuk berjajar datar sehingga mulai bergerak ke satu arah, dimana arahnya tergantung dari sifat grup hidrofilik dan permukaannya. Pada konsentrasi yang lebih tinggi lagi, jumlah molekul surfaktan yang tersedia sekarang cukup untuk membuat lapisan molekul gabungan (*unimolekular layer*). Konsentrasi ini sangat penting dan dikenal sebagai *critical micelle concentration* (CMC). Pada konsentrasi di atas CMC, tidak nampak adanya perubahan adsorpsi pada permukaan *hidrofobic*, tetapi pada permukaan *hydrophilic* lebih dari satu lapis molekul surfaktan terbentuk menjadi struktur yang teratur yang dikenal sebagai *micelle*. Konsentrasi misel kritis dapat ditentukan dengan mengukur tegangan permukaan, konduktivitas dan hamburan cahaya.

2.6.3. Ketidakstabilan Emulsi

Pecahnya emulsi tersebut juga merupakan suatu proses destabilisasi emulsi, dimana fase air dan minyak terpisah. Beberapa mekanisme pecahnya emulsi yang dapat terjadi secara berturut - turut atau simultan selama proses pengendapan yaitu *ostwald ripening*, *flocculation*, *coalescence*, dan sedimentasi seperti digambarkan pada Gambar 2.4 (Broze, 1999).

- a. Pemisahan secara gravitasi (*creaming*) merupakan salah satu bentuk umum ketidakstabilan emulsi pada makanan atau minuman yang dapat menyebabkan *creaming* atau sedimentasi. Proses tersebut tergantung pada perbedaan densitas antara fase internal dan fase kontinu dari campuran. Proses *creaming* adalah gerakan tetesan droplet ke atas karena densitas fase internal lebih rendah dari cairan sekitarnya (fase kontinu), sedangkan sedimentasi adalah pergerakan tetesan droplet ke bawah memiliki densitas yang lebih tinggi dari fase kontinu. Adapun laju *creaming* dapat dinyatakan pada Persamaan Stokes Law yaitu:

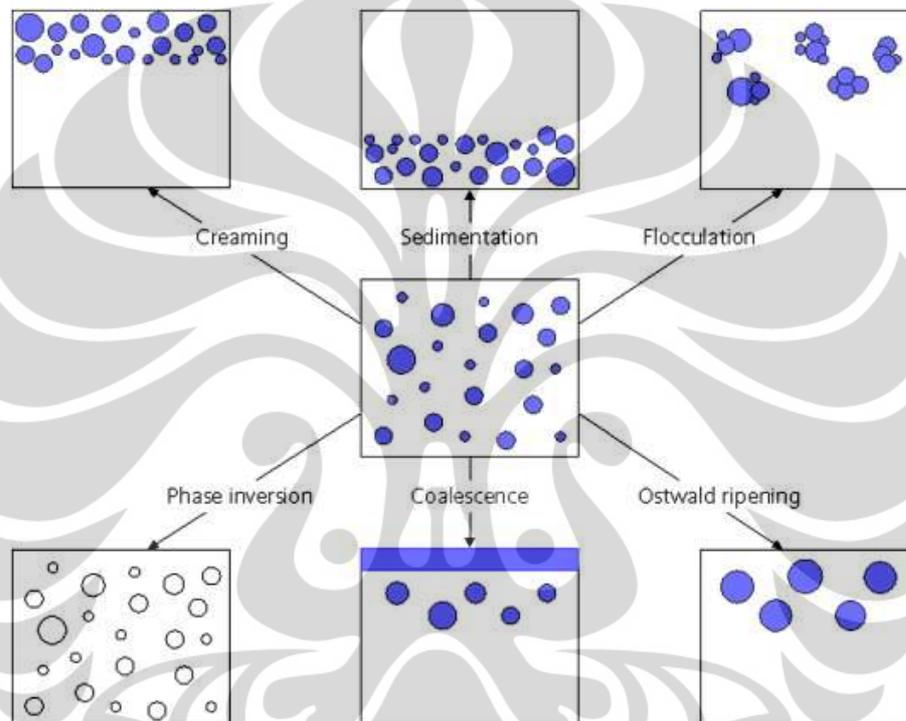
$$V = \frac{2r^2(d_1 - d_2)g}{9n} \quad (2.2)$$

Dengan d_1 dan d_2 merupakan densitas fase yang terdispersi dan fase kontinu (g/mL), r adalah radius partikel (cm), g merupakan gaya gravitasi (m/s) dan n adalah viskositas dari medium kontinyu (Poise).

- b. *Ostwald ripening* adalah fenomena fase polidispersi emulsi dimana droplet-droplet yang lebih besar akan terbentuk dari droplet yang kecil. Dalam Gambar 2.4 menunjukkan droplet (A dan B) pada awalnya berukuran sama.
- c. Flokulasi merupakan proses dimana dua atau lebih droplet fase dispersi berkumpul bersama membentuk agregat. Flokulasi mempunyai dua implikasi pada kestabilan emulsi (Bornwankar *et al.*, 1992). Pertama, jumlah droplet menurun. Artinya ukuran partikel efektif meningkat, sehingga meningkatkan laju pengapungan (*creaming*). Kedua, pembesaran masa droplet akan meningkatkan terjadinya *coalescence*, yang pada akhirnya proses sedimentasi terjadi lebih cepat.

- d. *Coalescence* adalah menyatunya dua atau lebih droplet untuk membentuk gelembung yang lebih besar. Terdapat dua tahap pembentukan *coalescence* : (i) pengeluaran fase kontinyu lapisan cairan yang terjebak diantara dua droplet dan homofasenya; dan (ii) *film rupture* (pecahnya lapisan film) menyebabkan *coalescence drop*.

Untuk jelasnya proses-proses ketidakstabilan emulsi dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar. 2.4 Skema Ketidakstabilan Emulsi (Tadros, 1984)

2.6.4. Stabilitas Emulsi

Stabilitas suatu emulsi adalah suatu sifat emulsi untuk mempertahankan distribus droplet yaitu fasa dalam yang berada didalam fasa kontinyu dalam jangka waktu panjang meski mengalami tekanan, suhu, agitasi, dan pengaruh gravitasi. Emulsi yang stabil memiliki ukuran partikel terdistribusi yang seragam atau hampir sama dari fasa terdispersi per unit volume atau berat fase kontinyu. Total antarmuka energi per unit volume emulsi bervariasi dengan lamanya waktu penyimpanan. Biasanya semakin lama penyimpanan maka semakin kecil ukuran partikel yang terdistribusi. Semakin kecil ukuran partikel yang terdistribusi menandakan larutan tersebut semakin stabil karena laju tumbukan dan laju penggabungan akan semakin kecil. Selain itu partikel yang lebih kecil memiliki permukaan antarmuka per satuan volume yang lebih besar daripada droplet yang lebih besar. Hal tersebut juga ditandai dengan kenaikan viskositas emulsi (Garret, 1965).

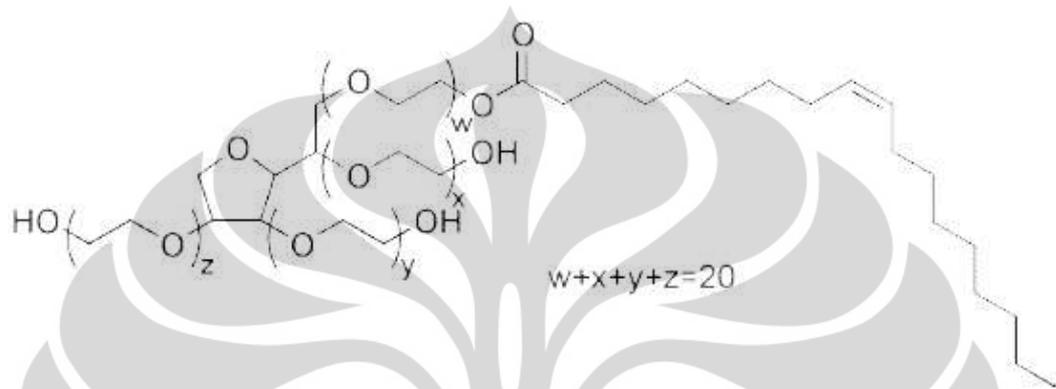
2.6.5 Polysorbate 80 (Tween 80)

Polysorbate terbuat dari ester sorbitan yang dimodifikasi lebih lanjut dengan oksida etilen. Polysorbate 80 merupakan emulsifier yang larut dalam air dan memiliki nilai HLB 15. Polysorbate 80 pada konsentrasi yang kecil sudah dapat menurunkan tegangan permukaan. Emulsifier ini sangat peka terhadap suhu, pada umumnya memberi emulsi M/A pada kondisi ambient dan emulsi A/M pada suhu yang meningkat. Adapun nilai HLB dari golongan polysorbate dapat dilihat pada Tabel 2.2 (Whitehurst, 2004).

Tabel 2.2. Nilai Hydrophyle-Lipophyle Balance (HLB) Pada Polysorbate (Whitehurst, 2004).

Nama Generik	Nama Umum	Nilai HLB
Polysorbate 20	Tween 20	16,7
Polysorbate 40	Tween 40	15,6
Polysorbate 60	Tween 60	14,9
Polysorbate 65	Tween 65	10,5
Polysorbate 80	Tween 80	15
Polysorbate 85	Tween 85	11

Tween 80 umumnya tidak beracun dan tidak membuat iritasi. Tween 80 banyak digunakan dalam ilmu farmasi untuk membantu dalam pelepasan obat atau agen dalam kemoterapi. Tween 80 juga aman digunakan dalam produk makanan sebagai zat aditif seperti es krim, pengolahan vitamin/mineral, serta produk makanan lainnya (Syahbani, 2010). Struktur polysorbate atau Tween 80 terlihat pada gambar Gambar 2.5



Gambar 2.5 Struktur Polysorbate 80 (Tween 80)(Syahbani, 2010)

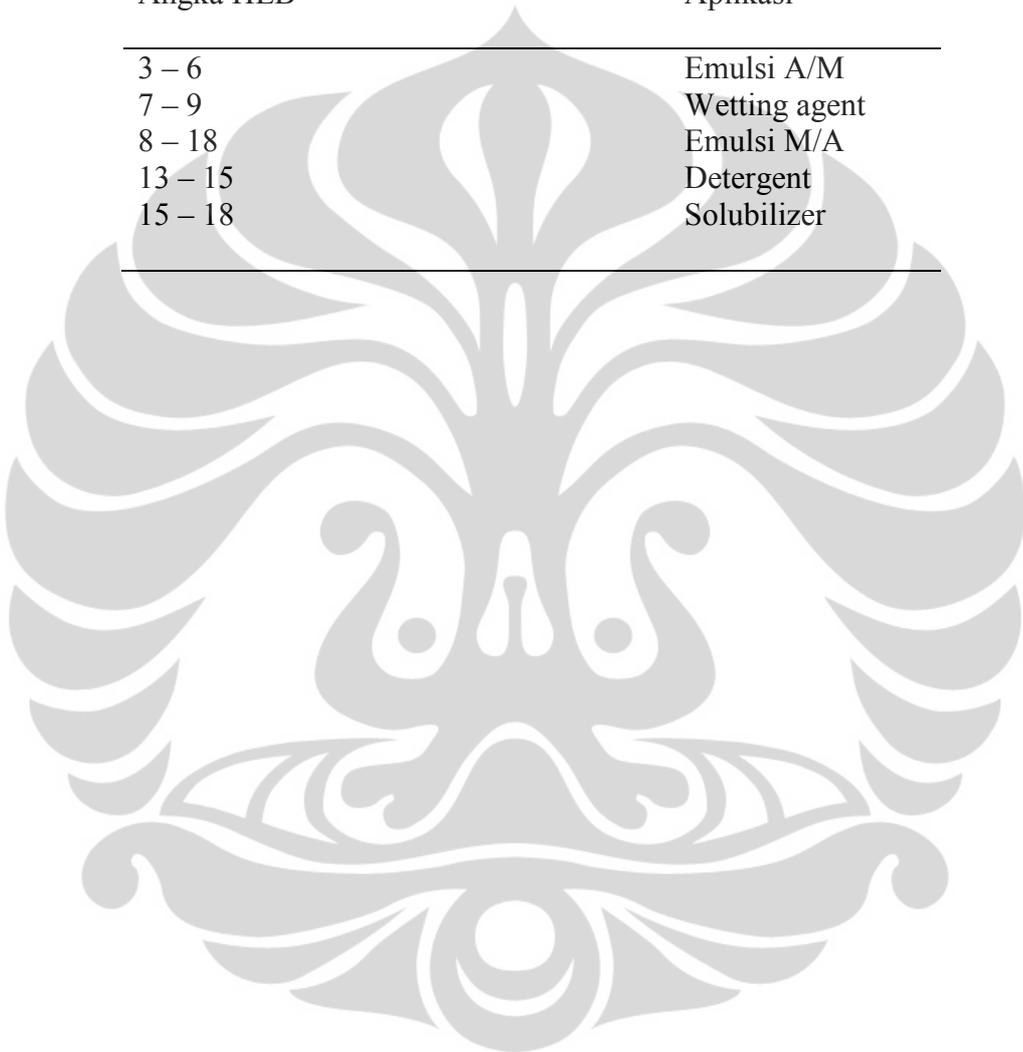
2.6.6 Hydrophilic - Liphophilic Balance (HLB)

Aturan dalam teknologi emulsi adalah jika emulsifier yang terlarut dalam air cenderung memberikan emulsi M/A dan emulsifier yang terlarut dalam minyak memberikan emulsi A/M. Konsep ini dikenal sebagai rumus Bancroft. Rumus Bancroft ini semuanya bersifat kualitatif, sehingga untuk membuat hubungan kuantitatif antara hidrofilisitas surfaktan dan fungsi dari larutan, Griffin padatahun 1949 memperkenalkan konsep keseimbangan HLB dari surfaktan (Whitehurst, 2004). Konsep angka HLB dari Griffin terbatas untuk surfaktant jenis non-ionik.

Pada Tabel 2.3 memperlihatkan fungsi surfaktan bergantung pada HLB. Sebagai contoh untuk membentuk emulsi A/M harus mempunyai angka HLB 3 – 6 sebaliknya untuk membentuk emulsi M/A kisaran angka HLB adalah 8 – 18. Hal ini selaras dengan rumus Bancroft.

Tabel 2.3 Penggunaan konsep angka HLB Griffin (Whitehurst, 2004)

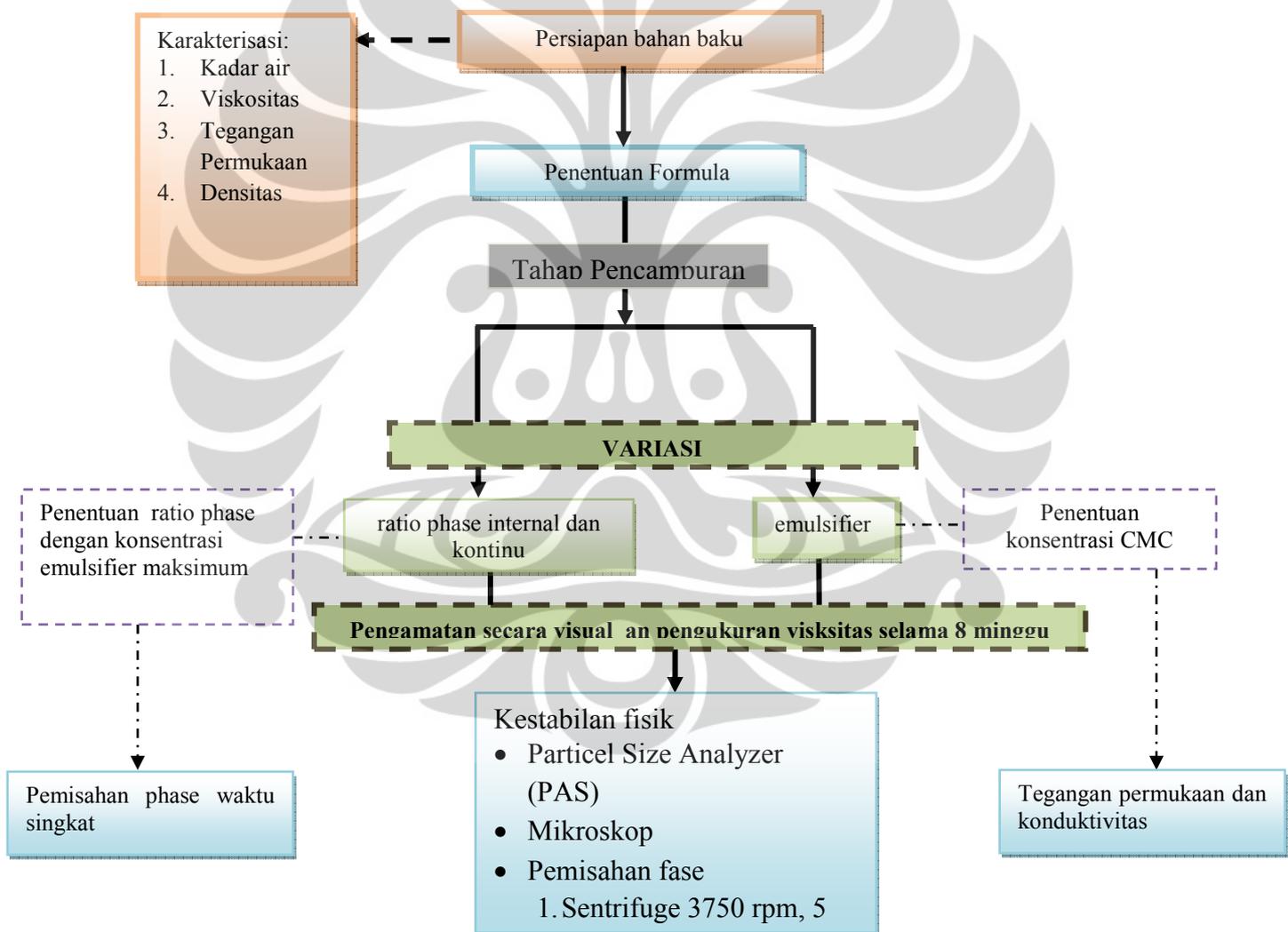
Angka HLB	Aplikasi
3 – 6	Emulsi A/M
7 – 9	Wetting agent
8 – 18	Emulsi M/A
13 – 15	Detergent
15 – 18	Solubilizer



BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini langkah-langkah yang dilakukan meliputi penetapan konsentrasi fasa diampersiapkan yaitu karakterisasi madu dan minyak habattussauda serta pengujian stabilitas fisik yang dilakukan setiap minggu selama 8 minggu. Diagram alir penelitian disajikan dalam diagram alir penelitian pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.

3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Tempat penelitian ini dibagi menjadi beberapa bagian, bagian pertama yaitu mencampurkan beberapa bahan baku dengan emulsifier di laboratorium bioproses, Departemen Teknik Kimia, UI. Bagian kedua adalah analisis kestabilan emulsi dengan melihat keadaan viskositas campuran setiap minggu selama 8 minggu di Laboratorium Kimia Analisa Bahan, Departemen Kimia, UI. Bagian ketiga adalah analisis ukuran partikel terdistribusi di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Fisika, Fakultas Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam.

3.3. Alat dan Bahan

3.3.1. Alat

- Timbangan
- *Magnetic stirrer*
- pH meter
- Konduktivitas meter
- *Centrifuge*
- *Particel Size Analyzer (PSA)*
- Mikroskop

3.3.2. Bahan

- Madu : sebagai bahan baku utama
- Minyak habbatussauda : sebagai bahan baku utama
- Minyak zaitun: sebagai bahan baku utama
- Tween 80: sebagai emulsifier sintetik yang larut dalam fasa air

3.4. Prosedur Penelitian

Sebagaimana telah dijelaskan pada Sub bab 3.1 mengenai gambaran umum tahapan alur penelitian, maka secara rinci tahapan tersebut dapat di jelaskan sebagai berikut:

3.4.1. Persiapan Bahan Baku

Penyiapan bahan baku meliputi karakterisasi madu, minyak habatussauda (*Nigella sativa*) dan minyak zaitun (*Olive oil*) meliputi sifat fisika dan sifat kimia dari bahan tersebut. Madu yang digunakan adalah madu randu dan madu karet.

a. Karakterisasi Bahan Baku

1) Kadar air

Uji kadar air madu mengikuti acuan AOAC Official Method 969.38-1999 sesuai dengan SNI untuk madu dengan pengukuran indeks bias madu menggunakan refraktometer pada suhu 20°C atau suhu pembacaan yang dikoreksi 20°C (BSN, 2004)

2) Uji viskositas

Sampel disiapkan dalam wadah, kemudian diuji dengan Viscometer Brookfield menggunakan spindle no.2 berkecepatan 12 rpm selama 3 menit.

$$\text{Viskositas (cP)} = \text{nilai yang terbaca} \times \text{fp} \quad (3.6)$$

dengan fp spindle no.3 rpm = 25

3) Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan digunakan menggunakan prinsip cincin du Nuoy. Cincin dicelupkan ke dalam cairan. Kemudian gaya diukur pada saat cincin diangkat kepermukaan cairan sampai film/lamella cairan yang diukur pecah. Setelah itu, skala dibaca. Nilai yang tertera pada pembacaan akan naik sampai mencapai nilai maksimumnya.

3.4.2. Penentuan Formula

Penentuan formula dilakukan dengan berdiskusi dengan produsen herbal yaitu PT Herbal Insani untuk mendapatkan khasiat yang diinginkan.

3.4.2.1. Pencampuran

Pada tahap pencampuran (mixing) menggunakan alat agitator. Proses pencampuran ini, madu yang merupakan fasa air (madu) dihomogenkan terlebih dahulu dengan emulsifier Tween 80 (larut dalam air). Setelah itu, mencampurkan fasa minyak yaitu Minyak zaitun dan Minyak Habbatussauda (*Nigella sativa oil*) ke dalam fasa air yang telah dihomogenkan. Saat pencampuran emulsifier dengan fasa air (madu) dilakukan dengan kecepatan yang rendah kemudian dengan kecepatan yang tinggi untuk menghomogenkan ketiga campuran tersebut.

3.4.2.2. Variasi Konsentrasi Fase Dalam/Kontinu

Tahap ini menggunakan batas penggunaan emulsifier Tween 80 yang digunakan yaitu 0-25 mg/kg berat badan (Whitehurst, Robert J. 2004) dengan mengasumsikan berat rata-rata manusia yaitu 50 kg. Penggunaan jumlah konsentrasi emulsifier tersebut diharapkan dapat memberikan perbandingan volume madu (fase kontinu) dan minyak (minyak habbatussauda dan minyak zaitun) 7 : 3.

3.4.2.3. Variasi Emulsifier

Pada variasi penggunaan emulsifier dilakukan pembuatan kurva CMC (*Critical Micellel Consentration*). Pada ratio persentase fasa minyak terhadap fasa air (madu) 2,91% diharapkan dapat menggunakan emulsifier seminimal mungkin. Tahapan ini bertujuan mengetahui batas penggunaan emulsifier dengan pengukuran tegangan permukaan dan konduktivitas listrik.

3.4.3. Uji Kestabilan Fisik

Uji kestabilan fisik ini bertujuan untuk mengetahui campuran yang menghasilkan bentuk fisik yang lebih baik yang dapat meningkatkan harga jual dari produk herbal campuran madu, minyak habbatussauda dan minyak zaitun.

3.4.3.1. *Bottle Test* (Penyimpanan)

Proses penyimpanan didalam bottle test dilakukan selama 8 minggu pada suhu kamar. Pada proses ini bertujuan untuk melihat campuran yang memiliki kestabilan yang nantinya akan mempengaruhi bentuk yang diinginkan selama proses penyimpanan. Sampel dimasukkan kedalam botol kosong dan dilihat kestabilannya terhadap waktu penyimpanan 8 minggu.

3.4.3.2. Uji viskositas

Viskositas atau kekentalan sampel diukur menggunakan viskometer *Brookfield*. sampel dimasukkan ke dalam gelas piala 100 ml, menggunakan *spindle* no 3 dan kecepatan 6 rpm. Hasil yang diperoleh pada alat viskometer pada skala yang stabil selama beberapa detik kemudian dicatat. Pengukuran viskositas dilakukan setiap seminggu sekali selama 8 minggu berturut-turut.

3.4.3.3. Pemisahan Fase

- Sentrifuge: pada uji sentrifuge bertujuan memberikan tekanan gravitasi. Sampel disentrifuge selama 5 jam pada kecepatan 3750 rpm pada radius 10 cm.

3.4.3.4. Diameter Partikel

Ukuran diameter rata-rata ditentukan dengan alat Particle Size Analyzer (PSA). Pada percobaan ini diujikan kepada sampel emulsi yang paling stabil serta dibandingkan dengan kontrol negatifnya.

Pada partikel size analyzer ini menggunakan prinsip Photon Correlation Spectroscopy, selama pengukuran partikel terdifusi melewati sel sampel dikarenakan gerak Brown, kemudian sinar laser menyinari partikel. Penyebaran sinar partikel, menciptakan fluktuasi dalam intensitas penyebaran dan dikumpulkan pada sudut yang dipilih selanjutnya diukur dengan detektor sensitif. Laju difusi partikel ditentukan oleh ukuran partikel, informasi mengenai ukuran terdapat di dalam laju fluktuasi dari penyebaran sinarnya sehingga dari laju

penyebaran sinar dapat ditentukan distribusi partikel dari populasi sampel yang diukur.

3.4.3.5. Mikroskop

Melihat struktur dibawah mikroskop bertujuan untuk melihat partikel yang terdistribusi selama penyimpanan 8 minggu.



BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS

4.1. Persiapan

Tahapan persiapan meliputi pengukuran viskositas, tegangan permukaan dan densitas setiap bahan. Viskositas minyak diukur menggunakan ostwald karena memiliki viskositas yang rendah, sedangkan viskositas madu diukur menggunakan viscometer brookfield. Viskositas minyak zaitun sebesar 0,985 cP sementara minyak habbatussauda 0,88 cP. Viskositas pada madu randu 30 cP dan tegangan permukaan 79,5 dyne/cm sedangkan madu karet 17 cP dan tegangan permukaan 78,9 dyne/cm. Kadar air pada madu diukur menggunakan alat refraktometer. Kadar air madu randu sebesar 17,9% dan madu karet sebesar 18,9 %. Berat jenis madu randu lebih berat yaitu 1,4465 g/ml dan berat jenis madu karet 1,4116 g/ml. pada Tabel 4.1 memuat karakteristik bahan baku yang digunakan

Tabel 4.1 Karakterisasi bahan baku

Bahan Baku	Viskositas (cP)	Tegangan permukaan (dyne/cm)	Densitas (g/mL)
Alat	Viscometer Brookfield analog	Cincin du nouy/ Ostwald	Piknometer
Madu randu	30	79,5	1,4465
Madu karet	17	78,9	1,4116
Minyak zaitun	0,985	27	0,9438
Minyak Habbatussauda	0,88	31,1	0,9328

4.2. Penentuan Formula

4.2.1. Ratio Phase Internal/Kontinu

Tahapan pertama yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu penentuan komposisi madu (MR dan MK) dan minyak (MH dan MZ) dengan menambahkan surfaktan sebesar 1,25 gram (Whitehurst, Robert J. 2004). Sesuai hasil diskusi dengan perusahaan Herbal Insani, perbandingan volume madu dan minyak (MH dan MZ) akan dilakukan dengan perbandingan 7 : 3. Untuk perbandingan minyak zaitun dan minyak habbatussaouda 2 : 1, kemudian dilakukan percobaan dengan komposisi tersebut, didapatkan kesimpulan bahwa campuran antara madu dan minyak dengan perbandingan 7:3 serta menambahkan surfaktan sebesar 1,25 gram tidak dapat menghasilkan produk dengan kualitas yang baik dengan ditandai terjadi breaking (campuran terpisah) karena rasio fasa volume merupakan salah satu penentu kestabilan emulsi.

Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan percobaan kembali dengan mengubah komposisi campuran untuk masing-masing madu (MR dan MK) dan minyak sampai didapatkan campuran yang stabil dengan rincian sebagaimana Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 dibawah ini:

A. Madu Randu (MR)

Tabel 4.2. Komposisi Campuran Minyak dengan Madu Randu.

Percobaan	Madu Randu (ml)	Minyak (ml)		Persentase Total Minyak Terhadap Campuran	Hasil campuran
		Zaitun (MZ)	Habbatu ssaouda (MH)		
MR 1	70	20	10	30%	Tidak bercampur
MR 2	73	18	9	27%	Tidak bercampur
MR 3	76	16	8	24%	Tidak bercampur
MR 4	79	14	7	21%	Bercampur
MR 5	85	10	5	15%	Bercampur
MR 6	92,5	5	2,5	7,5%	Bercampur

B. Madu Karet (MK)

Tabel 4.3. Komposisi Campuran Minyak dengan Madu Karet.

Percobaan	Madu Karet (ml)	Minyak (ml)		Persentase Total Minyak Terhadap Campuran	Hasil campuran
		Zaitun (MZ)	Habbatus sauda (MH)		
MK 1	70	20	10	30%	Tidak bercampur
MK 2	73	18	9	27%	Tidak bercampur
MK 3	76	16	8	24%	Bercampur
MK 4	79	14	7	21%	Bercampur
MK 5	85	10	5	15%	Bercampur
MK 6	92,5	5	2,5	7,5%	Bercampur

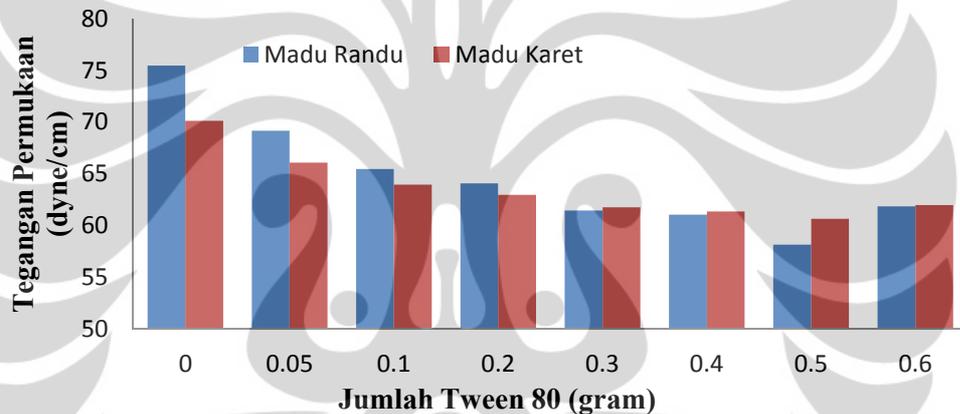
Dengan melihat hasil percobaan sebagaimana tabel diatas, maka volume minyak (MH dan MZ) dalam madu maksimum dapat digunakan karena larutan dapat bercampur dengan baik dengan ditunjukkan tidak terlihat adanya dua fase yang terpisah. Pada madu randu diketahui sebesar 24% minyak (MZ dan MH) dalam total campuran (untuk surfaktan sebesar 1,25 gram) dapat tercampur dengan baik setelah dihomogenkan menggunakan agitator, sedangkan pada campuran menggunakan madu karet sebesar 21%. Adapun hasil percobaan sebagaimana Gambar 4.1 ini:



Gambar 4.1. fase pemisahan singkat pada madu randu.

4.2.2. Penentuan CMC

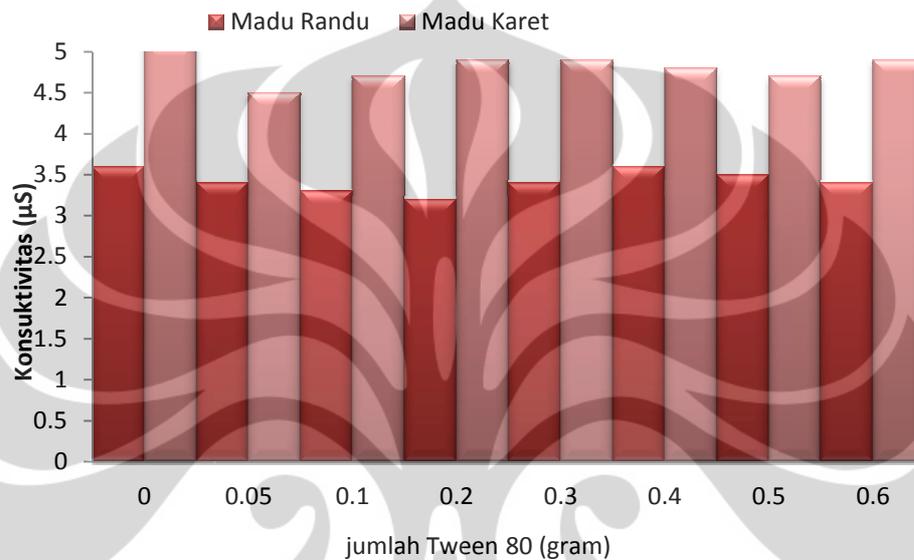
Pada percobaan ini dilakukan dengan mengukur tegangan permukaan dan konduktivitas campuran. Penentuan CMC ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi yang tepat dan batas maksimal penggunaan Tween 80 sebagai emulsifier. Penentuan nilai CMC dilakukan pada perbandingan minyak habbatussauda, minyak zaitun dan madu 1 : 2: 100. Pengukuran tegangan permukaan dan konduktivitas dilakukan setiap kenaikan 0,1 gram konsentrasi Tween 80 pada persentase minyak 2,91% dari total campuran. Kurva Konsentrasi Misel Kritis dapat diketahui dengan melihat hubungan antara kenaikan emulsifier dengan tegangan permukaan dan konduktivitas dari campuran. Adapaun grafik hubungan konsentrasi surfaktan dan tegangan permukaan pada campuran madu randu dan madu karet dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3



Gambar 4.2. Pengaruh Jumlah Tween 80 terhadap tegangan permukaan

Pada Gambar 4.2 diatas dapat dilihat kedua campuran baik madu randu maupun madu karet mengalami penurunan tegangan permukaan atau penurunan energi bebas permukaan sehingga misel mudah terbentuk. Tegangan permukaan menurun sampai pada konsentrasi surfaktan 0,5 gram, keadaan ini disebut misel terbentuk dengan sempurna (*Critical Micelle Concentration*). Setelah melewati keadaan tersebut maka tegangan permukaan akan naik dan cenderung membentuk misel yang baru serta mengakibatkan terjadinya emulsi balik (*reemulsification*) seperti yang telah dijelaskan pada Bab 2.

Pada pengukuran konduktivitas listrik (hantaran) baik madu randu maupun madu karet relatif tidak mengalami perubahan yang signifikan. Hal itu dikarenakan jenis fluida yang terlalu kental (*viscous*) yang menyebabkan pergerakan hantaran ion yang lemah sehingga tidak dapat terukur dengan baik. Hasil pengukuran konduktivitas pada madu randu dan madu karet dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3. Pengaruh jumlah Tween 80 terhadap konduktivitas

4.3. Analisis Stabilitas

Adapun analisis kestabilan emulsi yang digunakan adalah dengan mengamati fasa yang terpisah dengan gaya gravitasi biasa, memberikan gaya sentrifugal untuk mengendapkan emulsi, mengukur diameter partikel serta melihat sebaran partikel emulsi yang terjadi dan mengukur viskositas sampel emulsi selama 8 minggu.

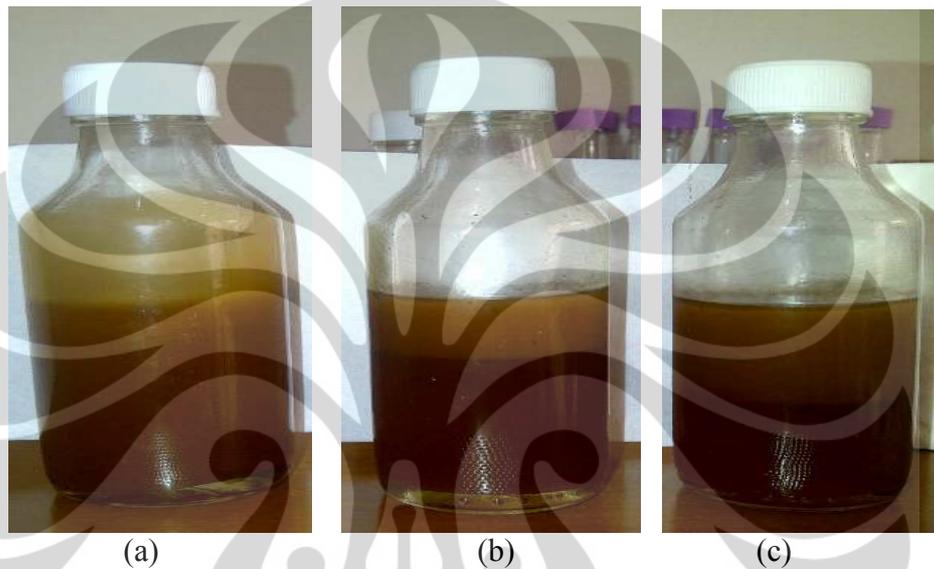
4.3.1. Bottle test (*Storage*)

Bottle test yaitu melihat fase yang terpisah diantaranya *creaming*, *coalescence*, flotasi dan *breaking*/demulsifikasi yang terbentuk selama penyimpanan secara visual. Pada percobaan ini hampir semua campuran terutama madu karet mengalami *creaming* selama penyimpanan 8 minggu. Proses ketidakstabilan campuran ini dapat dilihat pada Gambar 4.4:



Gambar 4.4. Penyimpanan setelah 8 minggu madu karet

Hasil yang diperoleh dengan pengamatan untuk madu randu tidak sama dengan madu karet. Pada total minyak 15% dan 21% dalam campuran madu randu juga mengalami ketidakstabilan emulsi selama penyimpanan, akan tetapi pada konsentrasi total minyak 7,5% dalam campuran bersifat stabil dibuktikan dengan tanpa pemisahan fasa (*creaming*) selama penyimpanan 8 minggu. Proses penyimpanan campuran untuk madu randu dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5. Penyimpanan setelah 8 minggu madu randu (a) total minyak 7,5% (b) total minyak 15% (c) total minyak 21%

Fenomena ini disebabkan kadar air pada madu karet (MK) lebih tinggi daripada kadar air madu randu (MR) sehingga viskositas pada madu karet atau disebut fase kontinu lebih rendah yang menyebabkan semua campuran madu karet mengalami *creaming* pada saat penyimpanan. *Creaming* ini bersifat reversibel artinya bila dikocok perlahan-lahan akan terdispersi kembali. Selama proses *creaming* tidak terjadi pemecahan emulsi, tetapi bila terus berlanjut akan terjadi penggabungan partikel-partikel menjadi lebih besar yang akan mengawali terjadinya demulsifikasi. Pembentukan *creaming* ini dapat dicegah dengan mengurangi perbedaan densitas antara fase internal dan kontinu, meningkatkan konsentrasi fase kontinu serta mengurangi pembentukan diameter partikel emulsi yang besar.

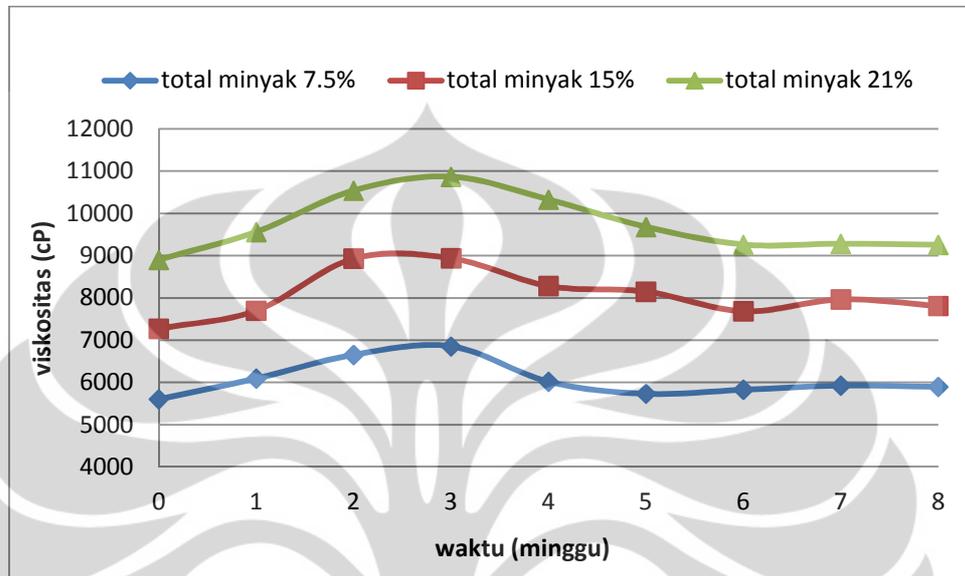
Untuk total minyak 2,91 % dalam campuran baik madu randu (MR) maupun madu karet (MK) dengan konsentrasi emulsifier sebelum dan setelah CMC tidak mengalami perubahan bentuk secara visual selama 8 minggu penyimpanan. Penyimpanan selama 8 minggu dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.6 Penyimpanan setelah 8 minggu pada total minyak 2,91% dalam madu randu

4.3.2. Uji Viskositas

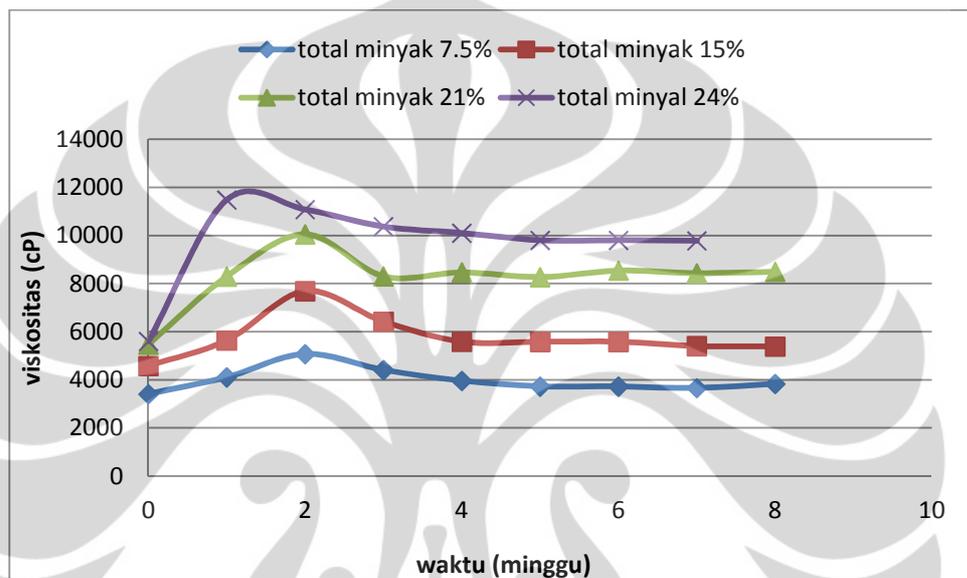
Uji viskositas dilakukan setiap minggu selama 8 minggu berturut-turut pada suhu kamar. Adapun pengaruh waktu penyimpanan terhadap viskositas madu randu dapat dilihat pada Gambar 4.7:



Gambar 4.7. Pengaruh waktu penyimpanan terhadap viskositas Madu Randu.

Pada uji viskositas campuran madu randu dari minggu ke nol sampai minggu ke tiga semua campuran mengalami kenaikan viskositas, hal ini menandakan ukuran partikel semakin mengecil. Namun akan tetapi mengalami penurunan konsentrasi secara perlahan-lahan dan hampir menjadi konstan sampai pada minggu ke 8. Kemungkinan hal itu disebabkan surfaktan yang dicampurkan (Tween 80) hanya bekerja efektif sampai pada minggu ke 3, yang kemudian setelah minggu ke 3 emulsifier tidak mampu menahan partikel minyak atau ada sebagian misel yang tidak cukup kuat menahan emulsi tersebut. Proses tersebut menyebabkan pembentukan tetesan yang lebih besar dengan penggabungan dari tetesan yang kecil sehingga menurunkan nilai viskositas. Selain itu dipengaruhi laju creaming yang tinggi yang mengganggu saat pengukuran menggunakan spindle, pada minggu ke nol sampai minggu ketiga emulsi yang terukur masih homogen akan tetapi karena ada pergerakan droplet di minggu berikutnya sehingga mengganggu pengukuran viskositas diminggu selanjutnya.

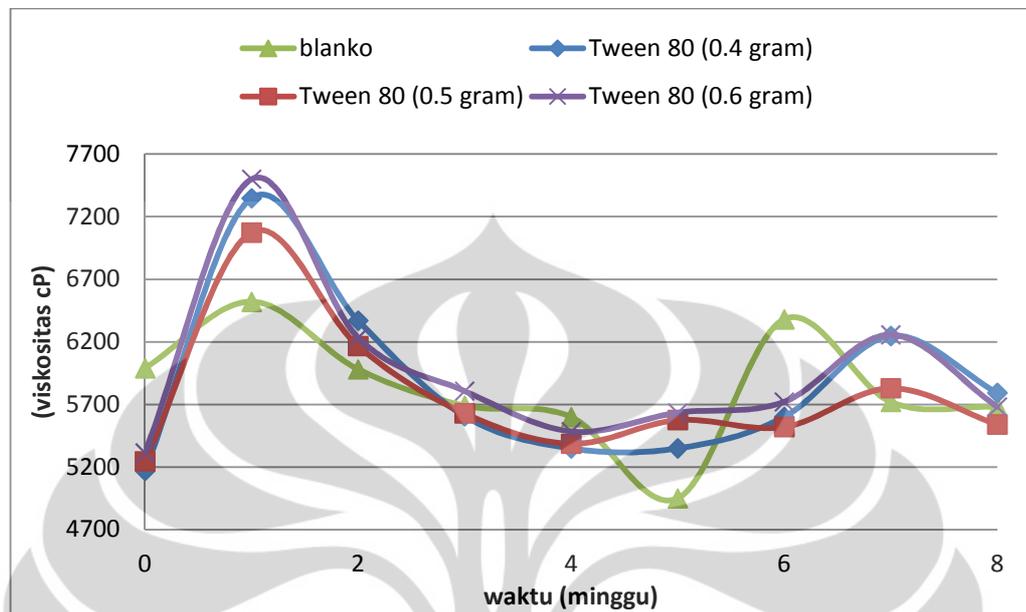
Pada madu karet viskositas yang terukur menurun di minggu ke dua. Karena madu karet memiliki kadar air yang lebih tinggi yang viskositasnya lebih rendah daripada madu randu sehingga laju *creaming* menjadi lebih tinggi daripada madu randu. Kenaikan laju *creaming* disebabkan oleh 3 faktor diantaranya perbedaan densitas antara fase internal dan kontinu yang jauh, viskositas kontinu yang rendah dan diameter partikel yang besar. Hasil pengukuran viskositas madu karet dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. pengaruh waktu penyimpanan terhadap viskositas Madu Karet.

Selain itu dilakukan juga pengukuran pada campuran total minyak 2,91 % dalam campuran madu randu, namun grafik hubungan viskositas terhadap waktu hampir memiliki bentuk yang sama seperti Gambar 4.7 dan Gambar 4.8. Viskositas mengalami kenaikan namun cenderung menjadi stabil atau konstan setelah minggu pertama. Viskositas pada campuran ini mengalami kenaikan pada minggu pertama dan kemudian menurun cenderung menjadi konstan.

Pada Gambar 4.9 di bawah ini dapat dilihat hasil pengukuran viskositas pada total minyak 2,91% untuk campuran madu randu selama 8 minggu.



Gambar 4.9. pengaruh waktu penyimpanan terhadap viskositas pada total minyak 2,91% dalam madu randu

Pengukuran viskositas pada kasus ini tidak menjadi suatu keakuratan untuk menentukan kestabilan suatu campuran sehingga harus dilakukan dengan memberikan gaya sentrifugal secara paksa dan melihat partikel yang terdistribusi (Rhodes, 2002). Selain itu viskositas yang terlalu kental akan membuat campuran menjadi sulit dituang atau dikonsumsi.

4.3.2. Gravitational Stress

Uji kestabilan ini dilakukan dengan memberikan gaya sentrifugal untuk mengetahui fase yang terpisah secara cepat dengan mensentrifuge emulsi selama 5 jam dengan kecepatan 3750 rpm dengan radius jarak diameter 10 cm yang setara dengan penyimpanan satu tahun (Becher,1957). Adapun bentuk yang terjadi setelah sentrifuge untuk madu randu dapat dilihat pada Gambar 4.10:



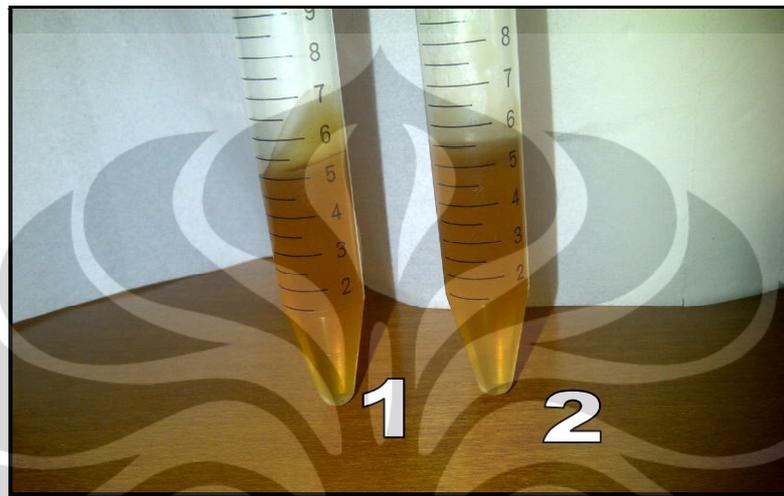
Gambar 4.10. Hasil sentrifugasi madu randu dengan minyak. (1) kandungan minyak 7,5 %, (2) kandungan minyak 15 %, (3) kandungan minyak 21%.

Dari hasil sentrifuge didapatkan persen Dari gambar diatas dapat disimpulkan campuran total minyak 7,5% merupakan campuran yang sangat stabil. Hal itu ditandai dengan tidak terbentuk creaming pada proses penyimpanan 8 minggu serta tidak terbentuk endapan yang terpisah ketika mengalami perlakuan sentrifuge. Adapun persentase fasa yang terbentuk ketika disentrifuge pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 hasil persentase fasa yang terbentuk setelah sentrifuge

Sampel	Persentase endapan
Total minyak 7,5 %	-
Total minyak 15 %	15,25%
Total minyak 21%	27,27%

Kemudian pada pengujian berikutnya membandingkan fase yang terbentuk pada campuran total minyak 7,5% dengan kontrol negatifnya sebagai blanko. Pada blanko untuk total minyak 7,5% dalam campuran terjadi pemisahan fase meskipun hanya sedikit dan cenderung tidak dapat dilihat oleh mata akan tetapi dapat dilihat ketika proses penyimpanan. Hasil sentrifuge dapat dilihat pada Gambar 4.11



Gambar 4.11. Hasil Sentrifugasi Total Minyak 7,5% Tanpa Emulsifier (1) dengan Emulfier (2).

Tabel 4.5 Hasil sentrifugasi 7.5% total minyak pada madu randu

No	Sampel	Percentages phase separation
1	Total oil 7,5 % tanpa Tween 80	2%
2	Total oil 7.5% dengan Tween 80	-

Pada total campuran minyak 2,91 % pada campuran dengan penambahan konsentrasi sebelum dan sesudah CMC tidak terjadi pemisahan fase setelah dilakukan sentrifuge. Hal tersebut menandakan bahwa ketiga campuran tersebut stabil pada gravitasi biasa yang ditandai tanpa terjadi proses creaming pada penyimpanan suhu kamar selama 8 minggu serta pada saat diberikan gaya sentrifugal secara paksa (sentrifuge). Hasil sentrifuge pada campuran total minyak 2,91% dapat dilihat pada Gambar 4.12

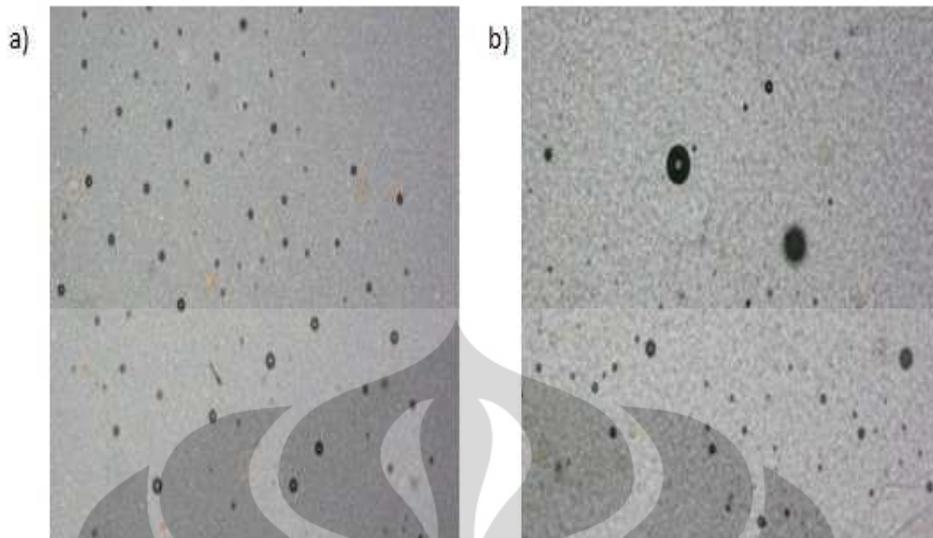


Gambar 4.12. Hasil sentrifugasi madu randu pada variasi konsentrasi emulsifier

4.3.3 Diameter Partikel

Stabilitas emulsi tergantung pada ukuran droplet pada fase terdispersinya. Ukuran droplet emulsi diukur dengan menggunakan alat Particle Size Analyzer merk Coulter. Ukuran campuran madu randu tanpa menggunakan emulsifier memiliki diameter partikel sekitar 7μ dan 14μ sedangkan pada campuran yang menggunakan emulsifier sekitar 5μ dan 2μ . Hal ini menandakan ukuran partikel menjadi lebih kecil pada campuran yang menggunakan emulsifier. Ukuran droplet yang semakin kecil menandakan produk emulsi yang semakin stabil karena kecilnya ukuran droplet, laju tumbukan dan laju penggabungan akan semakin kecil. Laju penggabungan yang semakin kecil maka tidak mudah suatu emulsi mengalami creaming, breaking, coalescence, flokulasi dan sebagainya.

Selain itu untuk obat dan makanan ukuran partikel yang kecil dapat disimpan lebih lama, dan tidak mudah rusak, rasa yang tidak berubah, tidak terlalu mahal, mudah diserap oleh tubuh dan aman untuk dikonsumsi (Sjaikhurrizal, 2010). Maka hal selanjutnya untuk memastikan bentuk campuran tersebut stabil dilakukan dengan melihat gambaran partikel yang terdistribusi dibawah light mikroskop. Perbesaran yang digunakan 10 kali dan kemudian difoto untuk menunjukkan. Hasil foto dapat dilihat pada Gambar 4.13:



Gambar 4.13. Partikel campuran minyak a) total Minyak 7,5% dengan Emulsifier (b) Total Minyak 7,5% Tanpa Emulsifier.

Pada Gambar 4.13a ukuran partikel yang menggunakan emulsi cenderung memiliki bentuk yang sama dibandingkan tanpa emulsi. Ukuran partikel tersebut merupakan faktor yang sangat penting untuk mengetahui kestabilan suatu emulsi (Rossen, 2004). Sementara pada Gambar 4.13b campuran ini tidak terbentuk tetesan yang seragam sehingga akan lebih mudah mengalami proses ketidakstabilan emulsi seperti creaming pada kasus tersebut.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang berjudul stabilitas campuran madu, minyak habbatussauda dan minyak zaitun menggunakan emulsifier Tween 80 dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Campuran madu baik madu karet maupun madu randu dengan minyak (minyak zaitun dan minyak habbatussauda), berhasil dibuat dengan penambahan emulsifier Tween 80 sebesar 1,25 gram dalam 100 mL campuran madu.
- b. Campuran minyak habbatussauda, minyak zaitun dan madu yang paling stabil memiliki komposisi perbandingan 1 : 2 : 37 atau total minyak sebesar 7,5% dengan penambahan Tween 80 sebesar 1,25 gram.
- c. Untuk mencapai konsentrasi misel kritis (CMC) baik madu randu maupun madu karet dibutuhkan sebanyak 0,5 gram untuk perbandingan minyak habbatussauda, minyak zaitun dan madu sebesar 1 : 2: 100 atau sekitar 2,91 % total minyak dalam 103 ml campuran

Saran

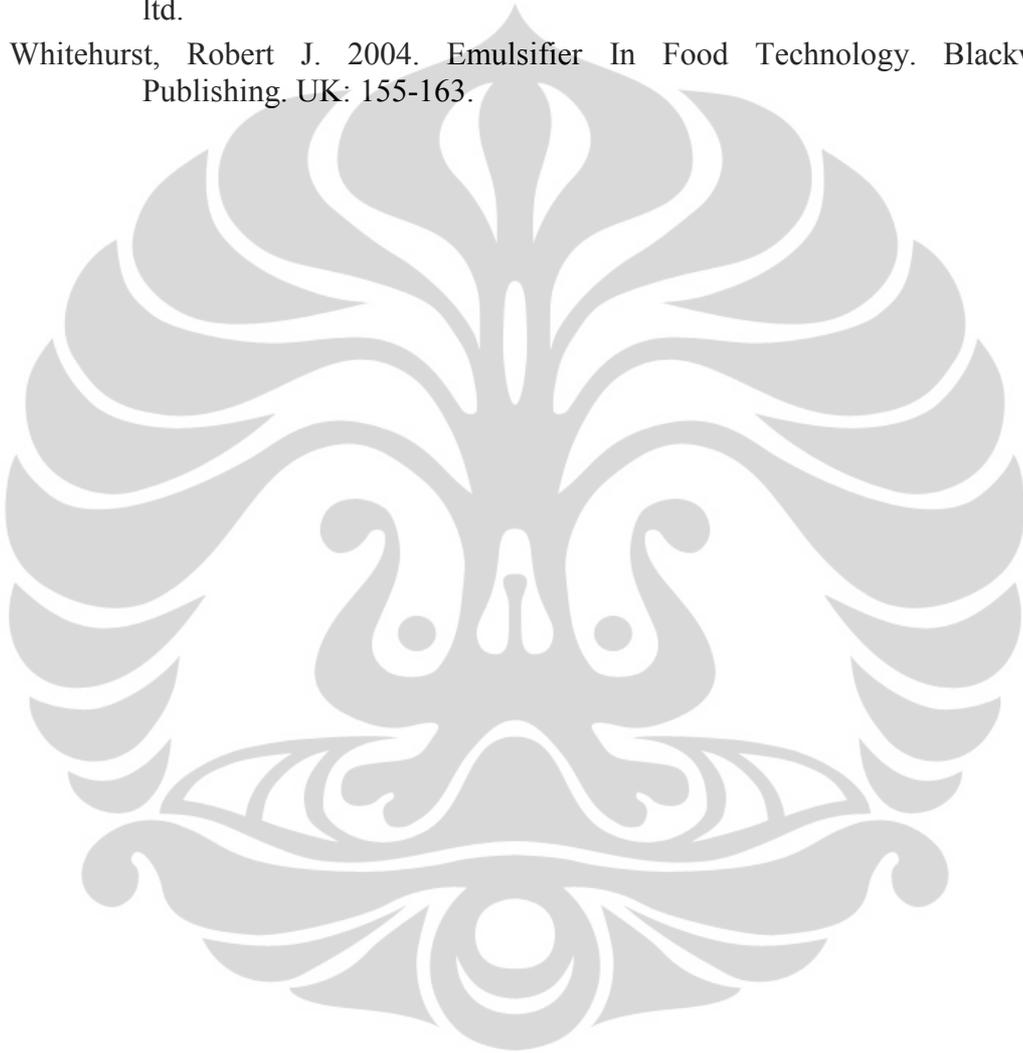
- a. Disarankan menggunakan madu randu karena setelah dilakukan proses penyimpanan memiliki tampilan fisik yang lebih baik dengan tidak membentuk creaming ketika ditambahkan Tween 80 (bersifat komersil).
- b. Penelitian selanjutnya sebaiknya dapat difokuskan pada:
 - Dibandingkan efektivitas beberapa emulsifier grade non ionik food grade minyak dalam air (m/a) atau emulsifier yang bersifat alami seperti beeswax, gom arab, dan sebagainya.
 - Dibandingkan efektivitas penggunaan emulsi primer dengan emulsi ganda.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, S. 1991. Analisa Kimia Produk Lebah Madu dan Pelatihan Laboratorium Pusat Perlebahan Nasional Parung-Panjang. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB.
- Acín S., Navarro MA, Carnicer R, Arbonés-Mainar J.M., Guzmán M.A., Arnal, C., Beltrán G, Uceda M., Maeda N., Osada J. 2005. Dietary cholesterol suppresses the ability of olive oil to delay the development of atherosclerotic lesions in apolipoprotein E knockout mice. *Atherosclerosis* 182: 17-28.
- Adellina, Y. 2009. Komposisi Kimia Madu Dari Jenis Lebah Apis Cerana F.
- Akram, M. 1998. Chemical Composition and Medicinal Properties of *Nigella Sativa*. *Inflammopharmacology*. Vol 7., No.1: 15-35.
- Alvarez-Suarez, JM., Tulipani, S., Díaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., Damiani, E., Astolfi, P., Bompadre, S., Battino, M. 2010. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology* 48: 2490-2499.
- Becher, P. 1957. Testing of Emulsion Properties. In: *Emulsions Theory and Practice*, 2nd ed. New York: Reinhold Publ. Co : 381-429.
- Bornwankar, R.P., Lobo, L.A., Wasan, D.T. 1992. Emulsion Stability kinetics of Flocculation and Coalescence. *Colloids and Surface*. 69 : 135-146.
- Broze, G. 1999. *Handbook of Detergents Part A*. New York, Basel: Marcel Decker, Inc: 186-188.
- BSN. (2004). SNI-01-3545-2004. Diakses: Oktober 11, 2011.
- Chetty, KN., Calahan, L., Harris, KC., Dorsey, W., Hill, D., Chetty, S., Jain, SK. 2003. Garlic attenuates hypercholesterolemic risk factors in olive oil fed rats and high cholesterol fed rats. *Pathophysiology* 9: 127-132.
- Codex Alimentarius Commission.
- F.Tadros, Tharwat. 2005. *Applied Surfactants Principles and Applications*. United Kingdom: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. hal 19-20.
- Garret, Edward R. 1965. Stability of Oil-in-Water Emulsions. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, Vol 54 no.11.
- Hassan, M.I., Mabrouk, G.M. 2010. Antineoplastic Effects of Bee Honey and *Nigella sativa* on Hepatocellular Carcinoma Cells. *Integr Cancer Ther*.
- Hou, W., Papadopoulos, K.D. 1997. W1/O/W2 and O1/W/O2 globules stabilized with Span 80 and Tween 80. *Colloids and Surfaces A : Physicochem. Eng. Aspects*. 125: 181-187.
- Hutapea, J.R. 1994. *Inventaris Tanaman Obat Indonesia* (hal 163). Jilid III. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.

- Landa, P., Marsik, P., Vanek, T., Rada, R., Kokoska, L., 2006. *Biologia In Vitro Anti-Microbial Activity of Extracts from the Callus Cultures of Some Nigella Species* (Vol 61, edisi 3). Bratislava: 285-288.
- Molan, PC. 1992. The antibacterial activity of honey. The nature of the antibacterial activity. *Bee World*; **73**(1): 5-28.
- Mousa, M.A. 1999. Honey Preparation. United States Patent 6177104B1.
- Mulu, A., Tessema, B., Derby, F. 2004. In vitro Assesment of the Antimicrobial Potential of Honey on Common Human Patogens (Vol 18, Edisi 2). *Ethiop J Health Dev*:107-111.
- Nursyawal, Lukman. 2007. *Kajian Pembuatan Madu Herbal dan Pengujian Stabilitas Penyimpanannya*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor: 30-31.
- Packer, JM., Irish, J., Herbert, BR., Hill, C., Padula, M., Blair, SE., Carter, DA., Harry, EJ. 2012. Specific non-peroxide antibacterial effect of manuka honey on the *Staphylococcus aureus* proteome. *International Journal of Antimicrobial Agents* 40: 43-50.
- Porter, M.R. 1994. *Handbook Of Surfactans*. 2nd Ed. Blackie Academic & Profesional. Madras: 324.
- Randhawa, M.A., Al Ghamdi, M.S. 2002. A Review of the Pharmacotherapeutic effects of *Nigella sativa*. *Pakistan J. Med. Res* Vol.41 (2): 1-7.
- Roche HM, Gibney MJ, Kafatos A, Zampelas A, Williams CM. 2000. Beneficial properties of olive oil. *Food Research International* 33: 227-231.
- Rhodes, CT. 2002. *Modern Pharmaceutic*. 4th Edition. Marcel decker. New York: 273
- Rossen, Milton J. 2004. *Surfactants and Interfacial Phenomena*. 3th ed, USA: John Wiley & Sons, Inc: 305-307.
- Sjaikhurizal. 2010. *Manfaat Dampak Positif Teknologi Nano Bagi Dunia Kedokteran Farmasi dan Obat*. Peneliti Pusat Teknologi Farmasi dan Media, Badan Pengkajiandan Penerapan Teknologi. Pameran Ritech Expo 2010, Jakarta Convention Center.
- Subramanian, R., Umesh, H H., Ratogi, N.K. 2007. Processing of Honey. *International Jurnal of Food Properties*: 127-142.
- Supriyo, Edi. 2007. *Pengaruh Konsentrasi Surfaktan Pada Formula Propuxure 20 EC Dan Efektivitasnya dalam Membasmi Nyamuk Aedes Aegypti*. Thesis: Departemen Teknik Kimia. Universitas Diponegoro: 32-33.
- Suranto, A. 2004. *Khasiat dan Manfaat Madu Herbal*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Syabhani, Yudha A. 2010. *Optimasi Konsentrasi Tween 80, Kecepatan Pengadukan dan Waktu Pengadukan pada Pembuatan Mikrosfer Polipaduan Poli (Asam Laktat) dan Poliprolakton dengan Metode Emulsi Penguapan pelarut*. Skripsi: Departemen Kimia. Universitas Indonesia: 9.
- Thippeswamy, NB., Naidu, KA. 2004. Antioxidant Potency of Cumin Varieties Cumin, Black Cumin and Bitter Cumin on Antioxidant Systems: 472-476.

- Wang, Jun., Li, Qing. 2011. *Advances in Food Nutrition Research*. Vol 62. Elsevier Inc: 95-96.
- White, J. W. 1979. Physical characteristic of honey. In Crane, E (ed). *Honey: A Comprehensive Survey*. Heinemann, London.
- White, J. W. Jr. 1992. Honey. Dalam Graham, J.M. dan Dadant & Sons (Eds.). *The Hive and The Honey Bee*. Chapter 21. Dadant and Sons, Inc. Hamilton, Illinois.
- Whiteaker, J. R. 2003. *Enzyme: Function and Characteristics*. Elsevier science ltd.
- Whitehurst, Robert J. 2004. Emulsifier In *Food Technology*. Blackwell Publishing. UK: 155-163.



Lampiran A
Hasil Pengukuran Viskositas Campuran
1. Ratio Fasa Internal/Kontinu pada Madu Randu

Randu									
waktu (minggu)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Blanko	5990	6520	5980	5690	5600	4950	6380	5720	5600
0.4009	4990	7420	6330	5650	5300	5300	5600	6000	5960
0.4028	5280	7280	6360	5580	5300	5300	5600	6540	5700
0.4097	5240	7340	6420	5590	5450	5450	5600	6200	5720
0.5062	5280	7080	6000	5650	5630	5630	5680	6320	5750
0.5036	5280	7080	6500	5620	5250	5400	5480	5650	5350
0.5080	5180	7060	6000	5620	5280	5700	5400	5520	5520
0,6013	5280	7680	6400	5800	5650	5780	5800	6430	5920
0,6064	5380	7400	6200	5820	5400	5560	5800	6140	5700
0,609	5280	7420	6100	5800	5400	5560	5560	6200	5420

Hasil rata-rata setiap minggu									
waktu (minggu)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Blanko	5990	6520	5980	5690	5600	4950	6380	5720	5680
0,4	5170	7346,667	6370	5606,667	5350	5350	5600	6246,667	5793,333
0,5	5246,667	7073,333	6166,667	5630	5386,667	5576,667	5520	5830	5540
0,6	5313,333	7500	6233,333	5806,667	5483,333	5633,333	5720	6256,667	5680

2. Ratio Fasa Internal/Kontinu pada Madu Karet

KARET									
Waktu (minggu)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
tanpa	2710	3780	3340	3000	2900	2900	3500	3100	3000
0,4009	2700	4100	3680	3170	3100	3060	3350	3150	2900
0,4073	2880	4100	3560	3410	3140	3140	3140	3040	2820
0,4085	3000	4040	3640	3420	3080	3080	3000	3180	3000
0,5072	2850	4180	3600	3160	3100	3200	3300	3540	3260
0,5036	2820	4180	3500	3400	3000	3120	3280	3420	3200
0,5083	2840	4180	3520	3250	3140	3080	3020	3550	3100
0,6057	2950	3820	3600	3200	3150	3280	3280	3660	3380
0,6061	3000	3820	3600	3310	3100	3000	3200	3600	3120
0,6085	3040	3880	3600	3150	3010	3350	3100	3680	3200

Hasil Rata-rata Setiap Minggu Pada Madu Karet

waktu (minggu)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
blanko	2710	3780	3340	3000	2900	2900	3500	3100	3000
0,4	2860	4080	3626,667	3333,333	3106,667	3093,333	3163,333	3123,333	2906,667
0,5	2836,667	4180	3540	3270	3080	3133,333	3200	3503,333	3186,667
0,6	2996,667	3840	3600	3220	3086,667	3210	3193,333	3646,667	3233,333

3. Variasi emulsifier pada madu randu

Randu									
waktu (minggu)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
tanpa	5990	6520	5980	5690	5600	4950	6380	5720	5600
0.4009	4990	7420	6330	5650	5300	5300	5600	6000	5960
0.4028	5280	7280	6360	5580	5300	5300	5600	6540	5700
0.4097	5240	7340	6420	5590	5450	5450	5600	6200	5720
0.5062	5280	7080	6000	5650	5630	5630	5680	6320	5750
0.5036	5280	7080	6500	5620	5250	5400	5480	5650	5350
0.5080	5180	7060	6000	5620	5280	5700	5400	5520	5520
0,6013	5280	7680	6400	5800	5650	5780	5800	6430	5920
0,6064	5380	7400	6200	5820	5400	5560	5800	6140	5700
0,609	5280	7420	6100	5800	5400	5560	5560	6200	5420

Hasil rata-rata setiap minggu									
waktu (minggu)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
tanpa	5990	6520	5980	5690	5600	4950	6380	5720	5680
0,4	5170	7346,667	6370	5606,667	5350	5350	5600	6246,667	5793,333
0,5	5246,667	7073,333	6166,667	5630	5386,667	5576,667	5520	5830	5540
0,6	5313,333	7500	6233,333	5806,667	5483,333	5633,333	5720	6256,667	5680

2. Variasi emulsifier pada madu karet

KARET									
Waktu (minggu)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
tanpa	2710	3780	3340	3000	2900	2900	3500	3100	3000
0,4009	2700	4100	3680	3170	3100	3060	3350	3150	2900
0,4073	2880	4100	3560	3410	3140	3140	3140	3040	2820
0,4085	3000	4040	3640	3420	3080	3080	3000	3180	3000
0,5072	2850	4180	3600	3160	3100	3200	3300	3540	3260
0,5036	2820	4180	3500	3400	3000	3120	3280	3420	3200
0,5083	2840	4180	3520	3250	3140	3080	3020	3550	3100
0,6057	2950	3820	3600	3200	3150	3280	3280	3660	3380
0,6061	3000	3820	3600	3310	3100	3000	3200	3600	3120
0,6085	3040	3880	3600	3150	3010	3350	3100	3680	3200

Hasil rata-rata setiap minggu									
waktu (minggu)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
blanko	2710	3780	3340	3000	2900	2900	3500	3100	3000
0,4	2860	4080	3626,667	3333,333	3106,667	3093,333	3163,333	3123,333	2906,667
0,5	2836,667	4180	3540	3270	3080	3133,333	3200	3503,333	3186,667
0,6	2996,667	3840	3600	3220	3086,667	3210	3193,333	3646,667	3233,333

Lampiran B

Pengukuran Partikel Size Analyzer

A. Tanpa Emulsifier



LS Particle Size Analyzer

28 May 2012 12:0

Volume Statistics (Arithmetic)

Madu__Dr Erfan Handoko_28 May 2012_1...

Calculations from 0.375 μm to 948.3 μm

Volume:	100%	S.D.:	4.035 μm
Mean:	6.958 μm	Variance:	16.28 μm^2
Median:	6.181 μm	Skewness:	0.947 Right skewed
D(3,2):	3.912 μm	Kurtosis:	0.634 Leptokurtic
Mode:	5.878 μm		

d₁₀: 1.270 μm d₅₀: 6.181 μm d₉₀: 14.07 μm

<1 μm	<2 μm	<4 μm	<6 μm	<8 μm	<10 μm	<20 μm	<40 μm
5.27%	13.1%	13.1%	45.2%	80.1%	82.9%	99.95%	100%

Surface Area Statistics (Arithmetic)

Madu__Dr Erfan Handoko_28 May 2012_1...

Calculations from 0.375 μm to 948.3 μm

Surface Area:	100%	S.D.:	3.452 μm
Mean:	3.912 μm	Variance:	11.91 μm^2
Median:	1.777 μm	Skewness:	1.297 Right skewed
D(3,2):	3.912 μm	Kurtosis:	2.120 Leptokurtic
Mode:	5.878 μm		

d₁₀: 0.801 μm d₅₀: 1.777 μm d₉₀: 7.251 μm

<1 μm	<2 μm	<4 μm	<6 μm	<8 μm	<10 μm	<20 μm	<40 μm
24.9%	50.0%	50.1%	73.7%	94.1%	95.4%	99.99%	100%

Number Statistics (Arithmetic)

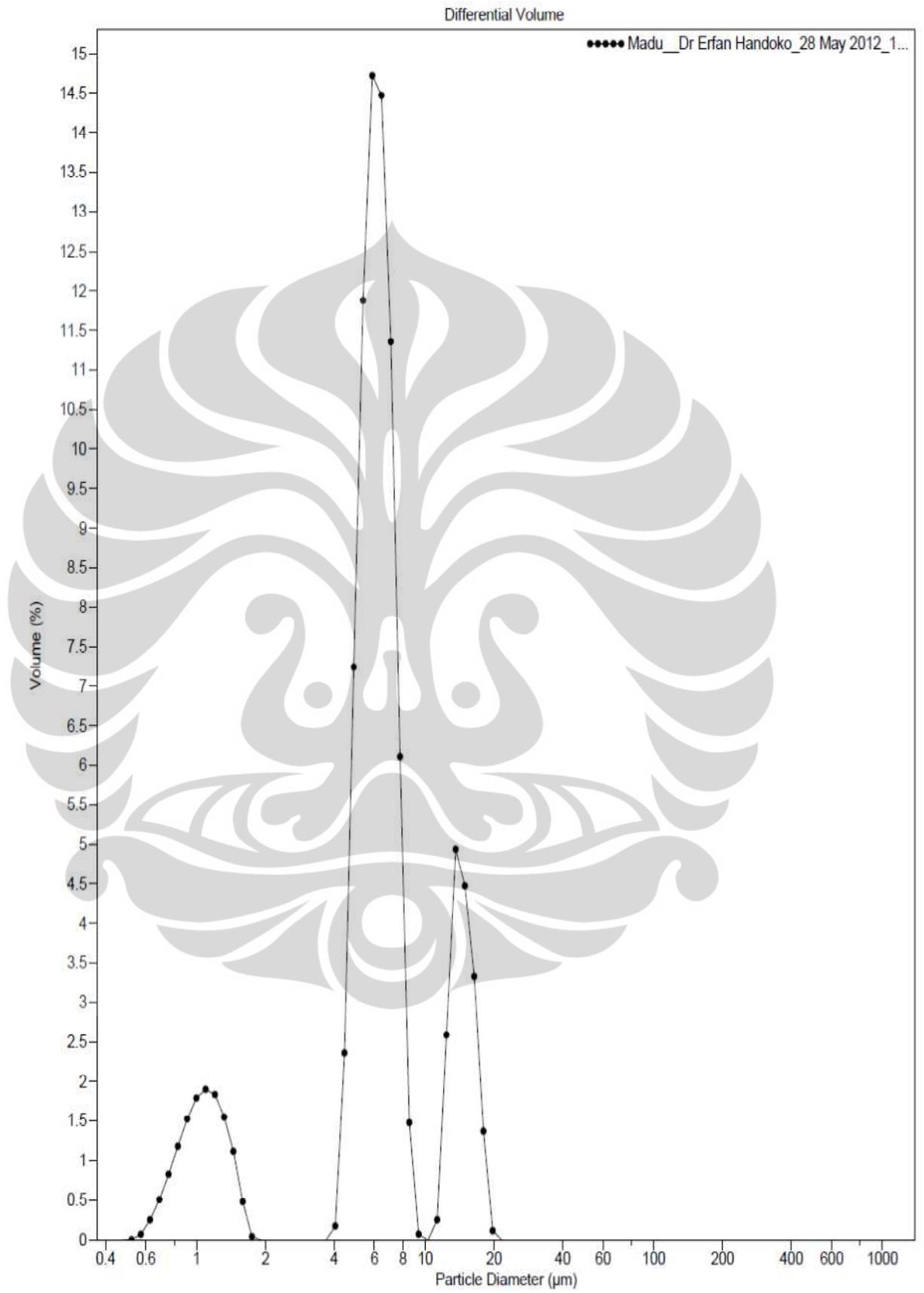
Madu__Dr Erfan Handoko_28 May 2012_1...

Calculations from 0.375 μm to 948.3 μm

Number:	100%	S.D.:	0.813 μm
Mean:	1.030 μm	Variance:	0.662 μm^2
Median:	0.885 μm	Skewness:	6.693 Right skewed
D(3,2):	3.912 μm	Kurtosis:	58.02 Leptokurtic
Mode:	0.829 μm		

d₁₀: 0.657 μm d₅₀: 0.885 μm d₉₀: 1.266 μm

<1 μm	<2 μm	<4 μm	<6 μm	<8 μm	<10 μm	<20 μm	<40 μm
67.0%	97.6%	97.7%	99.1%	99.9%	99.96%	100%	100%



B. Madu Emulsi



LS Particle Size Analyzer

28 May 2012 12:01

Volume Statistics (Arithmetic)

Madu Emuls__Dr Erfan Handoko_28 May ...

Calculations from 0.375 μm to 948.3 μm

Volume: 100%
 Mean: 5.452 μm S.D.: 4.072 μm
 Median: 5.437 μm Variance: 16.58 μm^2
 D(3,2): 3.288 μm Skewness: 1.734 Right skewed
 Mode: 5.878 μm Kurtosis: 3.075 Leptokurtic

d₁₀: 1.573 μm d₅₀: 5.437 μm d₉₀: 11.32 μm

<1 μm	<2 μm	<4 μm	<6 μm	<8 μm	<10 μm	<20 μm	<40 μm
0%	32.0%	32.2%	79.8%	88.1%	88.1%	100%	100%

Surface Area Statistics (Arithmetic)

Madu Emuls__Dr Erfan Handoko_28 May ...

Calculations from 0.375 μm to 948.3 μm

Surface Area: 100%
 Mean: 3.288 μm S.D.: 2.667 μm
 Median: 1.756 μm Variance: 7.114 μm^2
 D(3,2): 3.288 μm Skewness: 2.451 Right skewed
 Mode: 1.592 μm Kurtosis: 9.232 Leptokurtic

d₁₀: 1.498 μm d₅₀: 1.756 μm d₉₀: 5.910 μm

<1 μm	<2 μm	<4 μm	<6 μm	<8 μm	<10 μm	<20 μm	<40 μm
0%	64.2%	64.5%	92.6%	97.2%	97.2%	100%	100%

Number Statistics (Arithmetic)

Madu Emuls__Dr Erfan Handoko_28 May ...

Calculations from 0.375 μm to 948.3 μm

Number: 100%
 Mean: 1.790 μm S.D.: 0.849 μm
 Median: 1.618 μm Variance: 0.721 μm^2
 D(3,2): 3.288 μm Skewness: 5.394 Right skewed
 Mode: 1.592 μm Kurtosis: 40.54 Leptokurtic

d₁₀: 1.445 μm d₅₀: 1.618 μm d₉₀: 1.829 μm

<1 μm	<2 μm	<4 μm	<6 μm	<8 μm	<10 μm	<20 μm	<40 μm
0%	95.5%	95.8%	99.4%	99.9%	99.9%	100%	100%

