

**PENGARUH KONSENTRASI SURFACTANT
PADA FORMULASI PROPXURE 20 EC
DAN EFEKTIFITASNYA DALAM
MEMBASMI NYAMUK AEDES AEGYPTI**



TESIS

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-2**

Magister Teknik Kimia

Edy Supriyo

NIM : L4C 005038

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2007**

TESIS

PENGARUH KONSENTRASI SURFACTANT PADA FORMULASI PROPUXURE 20 EC DAN EFEKTIFITASNYA DALAM MEMBASMI NYAMUK AEDES AEGYPTI

**disusun oleh :
EDY SUPRIYO
NIM : L4C 005038**

**Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal : 20 Juli 2007
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima**

**Ketua
Program Magister Teknik Kimia**

**Menyetujui
Pembimbing**

(Prof.Dr.Ir.Bambang Pramudono, MS.) (Prof.Dr.Ir.Bambang Pramudono, MS.)

**Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal : 20 Juli 2007
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima**

Ketua Tim Penguji

Sekretaris

(Ir. Sumarno. Msi.)

(Ir. Diyono Ikhsan, SU.)

Anggota

(Ir. Laila Faizah, Mkes.)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya dan didalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum/tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan dalam tulisan dan daftar pustaka.

Semarang, Juli 2007

Edy Supriyo

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya, sehingga penyusunan tesis ini dapat terlaksana tanpa suatu halangan atau hambatan apapun.

Tesis dengan judul "Pengaruh Konsentrasi Surfactan pada Formulasi Propoxure 20 EC dan Efektivitasnya dalam Membasmi Nyamuk *Aedes aegypti*", penelitiannya dilakukan di Laboratorium Proses Kimia, Program Diploma 3 dan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Undip. Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudono, MS., selaku Ketua Program Magister Teknik Kimia, dan sekaligus sebagai Pembimbing Penelitian.
- Ketua Program Studi D3 Teknik Kimia yang telah memberi izin untuk menggunakan fasilitas dan peralatan laboratorium selama penelitian
- PT. Petro Kimia Kayaku Gresik, PT. Jhonson & Sons Jakarta, PT. Sido Muncul Semarang dan Fakultas Kedokteran Hewan, IPB sebagai mitra yang telah memberikan bahan-bahan dalam penelitian ini
- Semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian dan penyusunan tesis ini.

Akhir kata, penyusun berharap semoga tesis ini berguna bagi masyarakat, khususnya di daerah endemi demam berdarah, sehingga dapat menurunkan penyakit tersebut.

Semarang, Juli 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Demam berdarah	5
2.2. Pestisida	6
2.2.1. Propoxure	7
2.2.2. Industri formulasi.....	8
2.3. Emulsi	9
2.3.1. Proses emulsifikasi	11
2.3.2. Pemecahan emulsi	12
2.3.3. Stabilitas	16
2.3.4. Mekanisme stabilitas	17
2.4. Emulsifier / Surfaktan	19
2.4.1. Jenis-jenis emulsifier	19
2.4.2. Critical Micelle Concentration	21
2.4.3. Solubilitas	22
2.4.4. Hydrophilic dan Lipophilic Balance (HLB)	23
2.4.5. Metode HLB untuk memilih surfaktan	25

BAB III. MATERI DAN METODE PENELITIAN.....	28
3.1. Bahan dan Alat yang Digunakan	28
3.2. Metode Penelitian	29
3.2.1 Pembuatan konsentrat	29
3.2.1.1 Pembuatan konsentrat	29
3.2.1.2 Uji konsentrat	31
3.2.2 Uji kestabilan emulsi	32
3.2.3 Uji Efektifitas	33
3.3. Prosedur Pengukuran sifat- sifat fisis dari Emulsifier konsentrat	34
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN ..	37
4.1. Pembuatan emulsifier konsentrat	37
4.2. Uji kestabilan emulsi	42
4.3 Uji Efektifitas	49
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran	52
BAB VI. RANGKUMAN	53
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Jumlah penderita demam berdarah di Indonesia tahun 2000 - 2004	6
Tabel 2.2.	Penggunaan konsep angka HLB Griffin.....	24
Tabel 2.3.	Penentuan angka HLB berdasarkan Davies	25
Tabel 2.4.	Angka HLB untuk beberapa zat organik cair	26
Tabel 3.1.	Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian.....	28
Tabel 3.2.	Alat – Alat yang digunakan dalam penelitian.....	28
Tabel 3.3.	Formulasi emulsifier konsentrat dengan variasi berat DBS	30
Tabel 3.4.	Sifat – sifat fisik konsentrat yang dihasilkan	31
Tabel 3.5.	Matrik percobaan untuk uji establan emulsi	32
Tabel 3.6.	Uji efektifitas pada nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	34
Tabel 4.1.	Percobaan pembuatan konsentrat dengan konsentrasi emulsifier yang berbeda	37
Tabel 4.2.	Analisis sifat-sifat fisik emulsifier konsentrat yang dihasilkan.....	38
Tabel 4.3.	Standart formulasi obat nyamuk dari Komisi Pestisida, Departemen Pertanian,	39
Tabel 4.4.	Matrik perbandingan sifat – sifat fisik dari konsentrat hasil percobaan dengan Standar dari Komisi Pestisida Indonesia	41
Tabel 4.5.	Hasil pengamatan warna dalam penyimpanan dan endapan pada Micro emulsi	48
Tabel 4.6.	Proses pembiakan nyamuk dari telur.....	49
Tabel 4.7.	Hasil uji efektifitas LD ₅₀	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Skema jenis O/W dan W/O pada emulsi tunggal	10
Gambar 2.2.	Skema emulsi multiple O/W/O dan W/O/W	10
Gambar 2.3.	Kondisi droplet sebagai fungsi dari rasio viskositas	12
Gambar 2.4.	Skema beberapa kemungkinan proses pemecahan	14
Gambar 2.5.	Ostwald ripening melalui difusi	14
Gambar 2.6.	Pendekatan dua droplet air dengan atau tanpa <i>overlap adsorbed layer</i>	15
Gambar 2.7.	Mekanisme kestabilan emulsi air-dalam-minyak yang distabilkan oleh molekul surface-active.....	18
Gambar 2.8.	Critical Micelle Concentration	21
Gambar 2.9.	Sifat solubilitas surfaktan sebagai fungsi temperatur	23
Gambar 3.1.	Reaktor untuk proses pembuatan konsentrat	31
Gambar 4.1.	Uji kestabilan emulsi berdasarkan fraksi minyak yang terpisah dengan air sebagai fase kontinyu pada penambahan 1 ppm EC	42
Gambar 4.2.	Uji kestabilan emulsi berdasarkan fraksi minyak yang terpisah dengan air sebagai fase kontinyu pada penambahan 2 ppm EC	43
Gambar 4.3.	Uji kestabilan emulsi berdasarkan fraksi minyak yang terpisah dengan air sebagai fase kontinyu pada penambahan 3 ppm EC	43
Gambar 4.4.	Uji kestabilan emulsi berdasarkan fraksi air yang terpisah dengan minyak sebagai fase kontinyu pada penambahan 1 ppm EC	46
Gambar 4.5.	Uji kestabilan emulsi berdasarkan fraksi air yang terpisah dengan minyak sebagai fase kontinyu pada penambahan 2 ppm EC	46
Gambar 4.6.	Uji kestabilan emulsi berdasarkan fraksi air yang terpisah dengan minyak sebagai fase kontinyu pada penambahan 3 ppm EC	47

ABSTRAK

Formula yang ada dipasar bebas hanya dapat membunuh nyamuk saja, kestabilan berlangsung selama 1 jam, maka dalam penelitian ini akan dilakukan formulasi propoxure 20 EC sebagai insektisida pembunuh nyamuk dan jentik, dimana agrisol dan dodecyl benzen sulfonat merupakan emulsifier nonionic dan anionic sert bersifat *hydrophilic*. Tesis ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi emusifier yang tepat dalam proses formulasi insektisida, sehingga kestabilan emulsi antara minyak dengan air dalam waktu yang cukup lama Pada percobaan pembuatan emulsifier konsentrat kemudian dilakukan uji kestabilan emulsi antara minyak dan air serta uji toxicitas Maka didapat suatu formula yang digunakan sebagai bahan dasar insektisida dalam membasmi nyamuk dan jentik nyamuk *Aedes aigepty*. Disamping itu juga dapat menjadi formula obat nyamuk (insektisida) alternatif yang mudah diaplikasikan oleh masyarakat

Hasil penelitian menunjukkan bahwa emulsifier concentrat yang terbaik adalah pada percobaan dengan formula 17,4 % propoxure; 17,4% agrisol; 13,1% DBS, 47,8 % Xyline; 1,7% IPA, 1,7% PG dan 0,9 % Toluen semua dalam % berat atau Propoxur 30 EC.. Dari uji kestabilan antara minyak dan air didapat pelarut yang terbaik adalah thinner, dengan membentuk micro emulsi pada lapisan air sampai 12 minggu lebih, kestabilan emulsi tercapai pada CMC 0,42 % v/v pada lapisan minyak. Dari uji toksisitas dosis yang dipakai setelah dilakukan uji $L_{D 50}$, adalah 1-1,5 cc/lt, baik untuk telur nyamuk maupun jentik *Aedes aegypti* 50 % dari hewan uji mati.

Kata kunci : emulsifier consentrat, demam berdarah, insektisida

ABSTRACT

Pesticide formulation which are available in market are only killed the mosquitos but not the larvae since its stability only 1 hour. Therefore formulation of propoxure 20 EC as inscticide to eridicate mosquitos and its larvae with agrisol and dodecyl benzen sulfonat as emulsifier nonionic and anionic hydrophilic. The present work was aimed to determine the best emulcifier concentrate in pesticide formulation so that the emulsion of oil and water will be stable for a long time. In present work the emulsifier concentrate was made, than emulsion stability test between oil and water as well as its effectivity were conected. This formulation could be used as active engrident for insecticide to kill *Aedes aigepty* mosquitos and its larvae and could be applied in the community.

The research showed that formulation consist of 17,4 % propoxure; 17,4% agrisol; 13,1% DBS, 47,8 % Xylene; 1,7% IPA, 1,7% PG and 0,9 % Toluen (%w) or Propoxur 30 EC is the best. Stability test of oil and water showed that the best solvent is thinner, and formed micro emulsi on water film for more than 12 week. Emulsion was stable by CMC 0,42 % v/v on oil film. Toxicity test revealed that LD₅₀, was 1-1,5 cc/lit both for larvae and mosquitos.

Keywords : emulsifier consenstrate, dengue fever, incesticide

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan bidang kesehatan saat ini diarahkan untuk menekan angka kematian yang disebabkan oleh berbagai penyakit yang jumlahnya semakin meningkat. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mencegah berjangkitnya wabah penyakit menular seperti: kolera, desentri, malaria, demam berdarah dan sebagainya. Salah satu cara untuk menanggulangi penyakit tersebut adalah dengan imunisasi. Untuk malaria dan demam berdarah penanggulangannya dilakukan dengan cara membasmi vektor pembawa penyakit tersebut, yaitu nyamuk dan jentiknya. Jentik nyamuk tumbuh subur pada genangan air dimana akan berkembang menjadi nyamuk yang merupakan vektor/pembawa virus malaria maupun virus demam berdarah. Virus dengue merupakan penyebab penyakit demam berdarah ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* betina, yang hidup dengan subur di rumah-rumah terutama pada pakaian yang bergelantungan, air bersih yang tenang dan ruangan yang teduh. Cara pembasmiannya adalah dengan jalan membersihkan, menguras dan mengubur barang-barang bekas kotoran yang ada di rumah maupun di pekarangan serta usaha lain yaitu pemberian abate pada bak penampungan air (Rahmawati, 1995).

Penyakit demam berdarah *dengue* pertama kali terjadi di Surabaya dan Jakarta pada Tahun 1973 dengan jumlah kematian 24 orang. Beberapa tahun kemudian penyakit ini menyebar ke beberapa propinsi di Indonesia, dengan jumlah kasus kematian yang terus meningkat. Sebagai contoh di Jakarta Tahun 1996, terjadi 45.548 kasus dengan kematian 1.234 orang; Tahun 1998, sebanyak 72.133 orang dan Tahun 2004 sebanyak 26.015 dengan kematian 384 orang (Kristina, 2004).

Salah satu usaha untuk mencegah penyakit demam berdarah adalah dengan melakukan *fogging* atau pengasapan. Beberapa formulasi (Paten FMC USA, 1991) dengan bahan aktif pestisida peretroid dan agrisol sebagai emulsifier yang beredar di pasar seperti Malation dan Fenthion namun keefektifannya masih diragukan walaupun sudah memenuhi standar Paten FMC USA (1991) dimana stabilitas emulsi pada 8 ppm terjadi selama 1 jam. Pada formulasi tersebut, emulsi yang terjadi tidak stabil yang disebabkan oleh pemakaian emulsifier yang kurang tepat sehingga emulsi yang terbentuk hanya di permukaan air saja. Hal ini dapat dilihat dari hasil

fogging yang hanya membunuh nyamuk saja, sedangkan jentik yang berada di dalam air tidak terbunuh. Dengan demikian vektor pembawa penyakit demam berdarah tidak dapat diberantas secara tuntas karena jentik masih bertahan hidup yang pada saatnya akan bermetamorfosa menjadi nyamuk.

Emulsifier dibutuhkan sebagai bahan penolong untuk membentuk emulsi, dan berfungsi menstabilkan bahan aktif dalam air atau minyak yang diemulsikan (Rofienda, 2002). Nilai HLB merupakan angka yang menunjukkan ukuran keseimbangan gugus hidrofilik yang suka air/polar dan gugus lipofilik yang suka minyak atau non polar. Pada pembuatan emulsifier konsentrat berbahan aktif BPMC dengan agrisol sebagai emulsifier dan xylol, kestabilan emulsi tercapai pada HLB 12 selama 60 menit dimana setelah itu emulsi pecah

Menurut Sumingkrat (1992), kestabilan emulsi terutama dipengaruhi oleh variasi dan jumlah penggunaan emulsifier. Pada pembuatan formula emulsifier concentrate 30 % untuk mencapai emulsi stabil selama 2 jam digunakan campuran anionik dan ionik dengan konsentrasi 8 ppm. Begitu juga pada industri yang umumnya menggunakan campuran emulsifier anionik dan ionik untuk dapat membentuk kestabilan emulsi minyak dalam air.

Hendartini (2003) dalam penelitiannya telah membuat formulasi EC dan empat macam kombinasi emulsifier, 2 anionik dan 2 ionik dengan empat macam konsentrasi, dan dibandingkan dengan senyawa agrisol. Dari hasil pengujian psiko-kimia pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa kestabilannya lebih rendah dibandingkan dengan formulasi agrisol. Surfaktan merupakan senyawa yang dapat berfungsi sebagai emulsifier dalam formulasi pestisida, tetapi di Indonesia belum banyak di manfaatkan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian yang memanfaatkan emulsifier buatan Indonesia dimana dalam pemakaiannya dikombinasikan dengan emulsifier lain sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik.

Dari standar yang ada maupun penelitian terdahulu membuktikan bahwa hasil *fogging* yang telah dilakukan hanya dapat membunuh nyamuk saja, sedangkan jentik - jentik yang berada di dalam air tetap hidup. Hal ini disebabkan emulsi yang terbentuk hanya pada permukaan saja disamping itu kestabilannyapun hanya 1 jam, sehingga zat aktif tidak dapat terpenetrasi dan larut dalam air. Dengan demikian vector pembawa penyakit demam berdarah tidak dapat diberantas secara tuntas / atau diputus mata rantainya, karena jentik-jentik masih bertahan hidup yang pada saatnya

akan bermetamorfosa menjadi nyamuk. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengembangan dari penelitian Hendartini (2003) dengan memakai campuran alkyl benzen sulfonat dan agrisol, untuk mendapatkan suatu formula insektisida yang mempunyai kestabilan emulsi tinggi.

1.2. Perumusan Masalah

Berbagai jenis insektisida atau obat nyamuk yang beredar dipasaran seperti Baygon, Kingkong, Marfu, Vape, Malathion, Fenthion dan Abate menunjukkan kinerja yang belum efektif dalam membunuh nyamuk secara keseluruhan atau dengan kata lain hanya dapat membunuh jentik-jentik nyamuk dalam skala kecil saja. Oleh karena itu, diperlukan suatu usaha untuk menemukan formula insektisida dengan menggunakan emulsifier yang tepat sehingga dapat membasmi nyamuk *Aedes aegypti* sekaligus membunuh jentik-jentiknya yang hidup dalam air.

1.3. Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini akan dilakukan percobaan untuk menemukan formulasi propoxure 20 EC sebagai insektisida pembunuh nyamuk yang menggunakan campuran *agrisol* dan *dodecyl benzen sulfonat* sebagai emulsifier konsentrat, sehingga diharapkan terjadi kestabilan emulsi di dalam air.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui konsentrasi surfaktan yang tepat dalam proses formulasi insektisida
2. Mencari jenis pelarut yang terbaik saat dilakukan foting, sehingga dapat membentuk emulsi yang stabil di dalam air dan minyak
3. Mengetahui efektifitas dari formula dalam membunuh nyamuk dan jentik nyamuk *Aedes aegypti*.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Memberi informasi mengenai konsentrasi surfakta dan co surfaktan yang tepat dalam formulasi insektisida yang dapat digunakan dalam membasmi nyamuk dan jentik nyamuk *Aedes aegypti*.
2. Memberikan informasi mengenai jenis pelarut yang baik saat dilakukan foting

3. Formula yang dihasilkan diharapkan dapat dipakai dalam pembuatan obat nyamuk (insektisida) alternatif yang mudah diaplikasikan oleh masyarakat

BAB II.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Demam Berdarah

Demam berdarah merupakan manifestasi klinis yang berat dari penyakit arbovirus. Berbagai ragam demam berdarah yang timbul dalam bentuk epidemik telah dilaporkan oleh berbagai negara dimana sebagian diantaranya dibuktikan bahwa penyebabnya adalah virus. Laporan Pertama telah dilakukan pada tahun 1930 oleh Badan Kesehatan Dunia (WHO) (Tabrani, 1992). Penyakit demam berdarah dapat disertai komplikasi ginjal dan *patologis*, dimana ditemukan bendungan atau pendarahan pada kapiler atau pendarahan *massive* dalam organ tubuh. Atas dasar tersebut penyakit demam berdarah dinamakan *haemorrhagic nephroso nephritis* atau *haemorrhagic fever with renal syndrome* . Virus *yellow fever* yang termasuk arbovirus golongan B menyebabkan demam berdarah banyak terjadi di daerah tropis seperti benua Afrika dan Amerika.

Penyakit demam berdarah terbagi dalam 3 stadium yaitu fase kongesti, remises dan intoksinasiter (Tabrani, 1992). Fase Kongesti merupakan masa inkubasi 4-6 hari dimana penyakit ini timbul dalam bentuk akut dengan gejala klinis yang menyerupai demam dengue dan berlangsung 3 sampai 4 hari. Fase remises berlangsung pada selang beberapa jam sampai 2 hari setelah fase kongesti, dimana penderita mengalami fase entoksi dengan gejala muntah-muntah, diikuti pendarahan berupa ekimosis tubuh dan pendarahan gusi, epistaksis dimana penderita mengalami lemah ginjal yaitu oliguri, albuminuri dan anuri ikterus. Kematian si penderita biasanya sering terjadi sebelum hari ke sepuluh.

Demam berdarah disebabkan oleh vektor nyamuk *Aedes aegypti* dimana diagnosis penyakit ini sulit diperkirakan karena panas terjadi tidak tinggi tetapi sulit diturunkan. Jumlah penderita demam berdarah di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Jumlah penderita demam berdarah di Indonesia Tahun 2000 - 2004.

Tahun	Penderita (orang)	Kematian (orang)	(%) Angka Kematian	Jumlah Propinsi	Jumlah Kodya/ Kab.
2000	5295	256	6.8	22	114
2001	5413	296	7.1	26	118
2002	5539	340	7.2	20	83
2003	8141	470	18	21	112
2004	3176	161	3.3	24	116

Sumber : Anonimous (2004)

2.2. Pestisida

Pestisida adalah zat kimia yang digunakan untuk mengendalikan atau mencegah hama, memberantas rumput-rumputan, mengatur pertumbuhan tanaman dan lainnya yang tujuannya agar tanaman mencapai produktifitas yang maksimum (Badarudin, 1997). Menurut fungsinya pestisida digolongkan sebagai berikut :

- Insektisida sebagai pembasmi (serangga, kutu-kutu dan ulat)
- Fungisida sebagai pembasmi (kapang dan jamur/cendawan)
- Rodentisida sebagai pembasmi binatang pengerat seperti tikus, tupai dan lainnya
- Herbisida sebagai pembasmi rumput- rumputan
- Nematisida sebagai pembasmi cacing – cacingan
- Molusida sebagai pembasmi siput
- Akrasida sebagai pembasmi tungau
- Algasida sebagai pembasmi algae / ganggang, dan lain-lain.

Menurut susunan kimianya pestisida dibedakan menjadi golongan senyawa anorganik dan senyawa organik (Badarudin, 1997). Golongan senyawa organik masih dibedakan lagi menjadi 2 golongan yaitu :Golongan senyawa organik alami dan Golongan senyawa organik sintetis. Golongan senyawa organik sintetis misalnya senyawa chlor, senyawa organophospat, senyawa karbamat dan lain-lainnya.

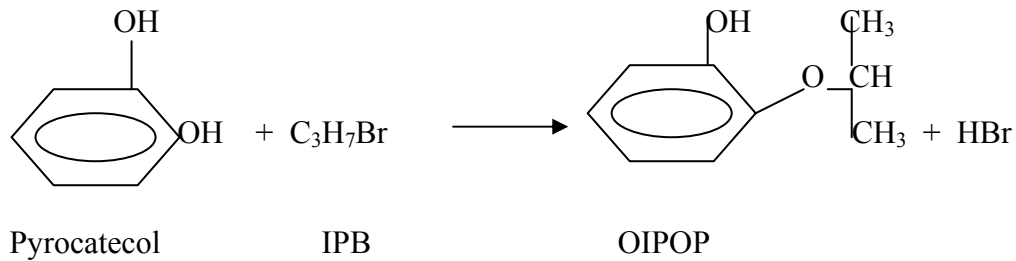
Industri pestisida diklasifikasikan menjadi dua yaitu industri manufaktur bahan aktif pestisida (Anonimous, 1999) sebagai penghasil bahan baku pestisida dan industri formulasi yaitu industri yang menghasilkan pestisida siap pakai.

Industri manufaktur bahan aktif memproduksi dari bahan aktif sintetis dari berbagai golongan seperti : Chlor hydrocarbon (dieldrin, endosulfan); organophosphate (diazinon, malathion); karbamat (benzofuranol, propoxure); dipheridilinun (paraquate dicloride); arsenite (arsenic pentoxide dehydrate); coagulant (brodifacom), dan bahan aktif non sintetis misalnya bahan nabati dan mikroorganisme (Badarudin, 1997).

2.2.1. Propoxure

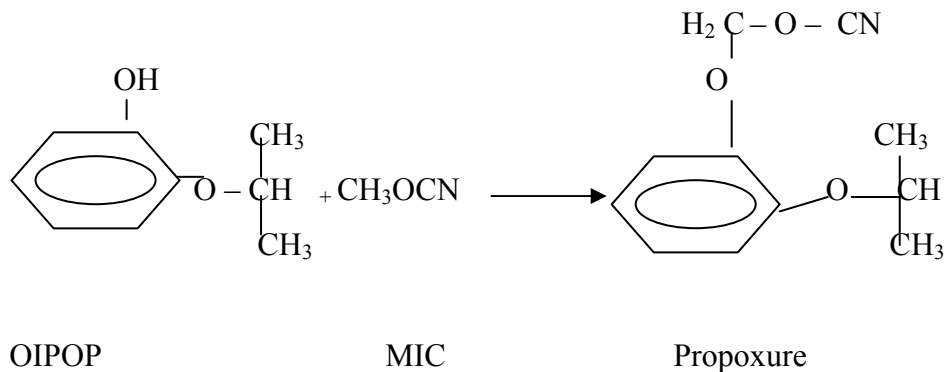
Salah satu industri manufaktur pestisida adalah industri propoxure, dimana merupakan salah satu bahan aktif pestisida golongan karbamat (Badarudin,1997). Propoxure atau {2-(1-methylethoxy) phenyl methylcarbamate} dengan rumus molekul $C_{11}H_{15}NO_3$ mempunyai berat molekul 209,3 dan berat jenis 1,514 gram/cc berbentuk kristal putih dengan kemurnian 99%. Propoxure dibuat melalui proses alkylasi senyawa dihydroksi phenol (pyrocatecol) dimana gugus alkyl (biasanya digunakan iso propyl bromide) akan menggantikan atom H dalam gugus hidroksi. Selama ini propoxure digunakan untuk membasmi nyamuk atau serangga lain pengganggu manusia.

Pyrocatecol berwujud zat padat sehingga pada pemakaiannya perlu dilarutkan terlebih dahulu dalam metanol (CH_3OH) untuk selanjutnya direaksikan dengan isopropyl bromide. Reaksi berlangsung selama 3-5 jam, pada temperature $180^{\circ}C$ dan tekanan 8 kg/cm^2 . Sebagai terminator atau zat penghenti reaksi digunakan soda ash (Na_2CO_3), sehingga pada akhir reaksi dihasilkan ortoisopropoxy phenol (OIPOP) dan NaBr. Reaksi tersebut merupakan reaksi order dua dengan konversi reaksi 40 %, karena tidak semua pyrocatecol terlarut dalam metanol (Exttoxnet. 2006). Oleh karena konversinya rendah maka perlu dicarikan solvent atau pelarut lain yang dapat meningkatkan konversi yang lebih besar dan orde yang lebih tinggi. Sebagai alternatif dapat menggunakan solvent methylcellosove (MCS), yang mempunyai kelarutan dalam alkhohol lebih tinggi sehingga diharapkan menghasilkan konversi yang lebih besar, dan order reaksi lebih tinggi (order 3).



Reaksi Karbamasi.

OIPOP (orto iso propoxyphenol) yang terjadi pada reaksi alkylasi, kemudian direaksikan dengan gugus karbamat CH_3OCN (methyl iso cyanide) membentuk propoxure yang berupa kristal putih seperti jarum, dengan reaksi sebagai berikut :



Reaksi berlangsung pada suhu 60°C dan konversi reaksi 99%. Propoxure ini selanjutnya dalam formulasi padat menjadi obat nyamuk bakar, atau formulasi cair menjadi obat nyamuk cair sebagai pembunuh nyamuk demam berdarah.

2.2.2 Industri Formulasi

Industri formulasi adalah industri pembuatan pestisida siap pakai dimana dibagi menjadi dua yaitu formulasi cair dan formulasi padat (Anonymous, 1999). Formulasi cair meliputi berbagai formulasi yaitu : formulasi dengan konsentrat minyak (*oil concentrate/OC*), formulasi dengan konsentrat teremulsikan (*Emulsifiable-concentrate/EC*), formulasi dengan konsentrat terlarut (*water soluble concentrate/WSC*), formulasi dengan larutan minyak (*oil solution/OS*), dan formulasi dengan ultra low volume (ULV). Formulasi padat terdiri dari debu (*dust/D*), bubuk (*wettable powder/WP*), butiran (*Granular/G*) dan Tablet (*Tb*).

Jenis formulasi cair *emulsifier concentrate* (EC) lebih disenangi karena tidak menimbulkan penggumpalan, penyumbatan pada alat dan endapan yang mengeras.

Berdasarkan kapasitas terpasang dari seluruh pabrik formulasi pestisida yang ada, sebanyak 30 % memproduksi *emulsifier concentrate*. Pada pembuatan emulsi yang paling penting adalah menyatukan bahan-bahan yang tidak larut menjadi sebuah formulasi yang homogen dan stabil untuk jangka waktu yang lama. Pemilihan jenis emulsifier merupakan hal yang sangat penting karena berpengaruh pada mutu dan kestabilan formulasi EC (Sumingkrat, 1992).

Emulsifier sintetik adalah zat organik yang dalam konsentrasi kecil dapat menurunkan tegangan permukaan pelarut dimana dengan menurunnya tegangan permukaan maka ketidakstabilan emulsi dapat diperkecil (Sumingkrat, 1992). Kestabilan emulsi terutama dipengaruhi oleh variasi dan jumlah penggunaan emulsifier. Pada umumnya industri memakai emulsifier campuran (*blend emulsifier*) jenis anionic dan nonionic untuk menstabilkan emulsi.

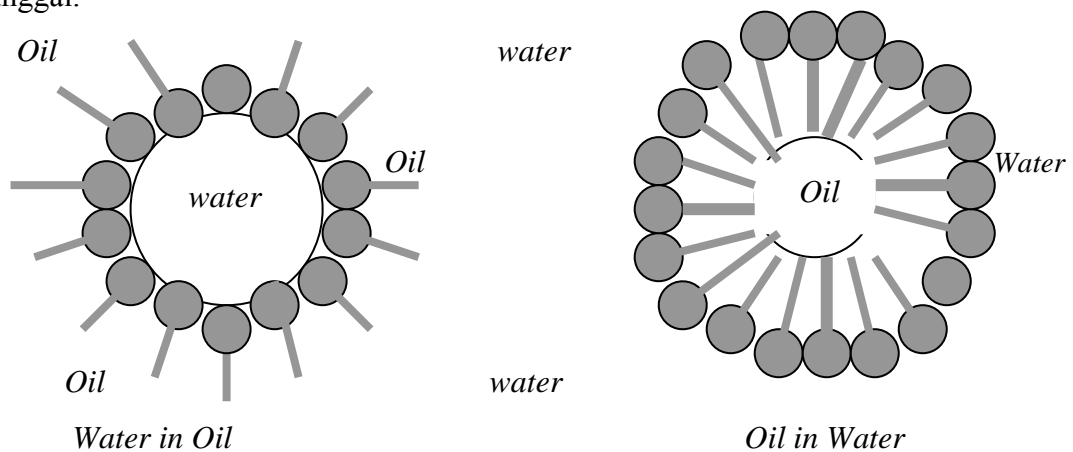
Zat aktif permukaan (surfaktan) seperti alkyl benzen sulfonat (ABS) meskipun telah banyak diproduksi di Indonesia namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Zat aktif ini berfungsi sebagai emulsifier dalam formulasi EC biasanya dalam pemakaiannya surfaktan tersebut harus dikombinasikan dengan emulsifier lain sehingga dapat dicapai kualitas yang diinginkan (Hendartini, 2003)

2.3 Emulsi

Emulsi adalah campuran dua cairan *immiscible*, dimana salah satu cairan terdispersi sebagai *droplet* pada cairan yang lain oleh adanya zat ke tiga sebagai penyetabil. Pada dasarnya emulsi terdiri dari tiga fase yaitu internal, eksternal dan interface. Fase internal atau fase dispersi berada dalam bentuk *droplet* halus sementara fase eksternal atau fase kontinyu membentuk matriks dimana droplet tersuspensi. Agar sistem menjadi stabil dalam jangka waktu yang lama perlu ditambahkan zat ketiga yang aktif pada interface yang disebut emulsifier. Definisi-definisi lain tentang emulsi telah dijelaskan oleh Clayton atau Becher (Shinoda and Friberg, 1986).

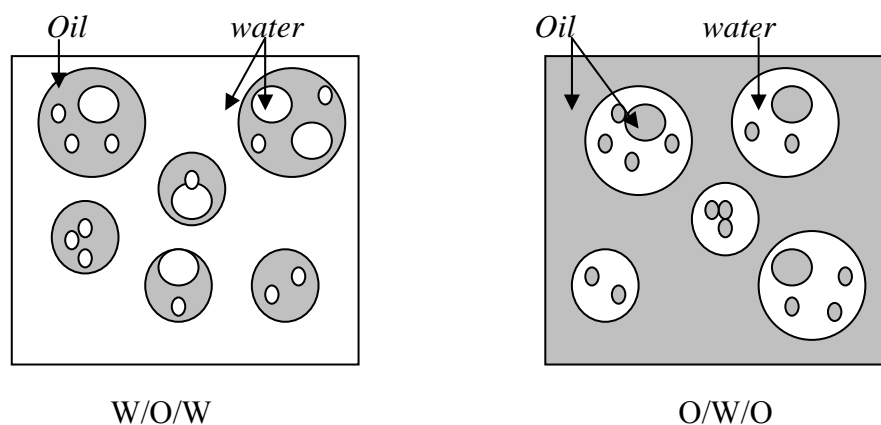
Secara umum, jenis emulsi dapat digolongkan dalam dua kelompok "air" dan "minyak". Semua air atau fase fase yang larut dalam air diklasifikasikan sebagai air sedangkan yang lain diklasifikasikan sebagai minyak. Jika air terdispersi dalam minyak maka disebut jenis emulsi air-dalam-minyak (W/O), dengan demikian air sebagai fase terdispersi dan minyak sebagai fase kontinyu. Sebaliknya jika minyak

terdispersi ke air maka emulsi tersebut merupakan jenis emulsi minyak-dalam-air (O/W). Dibandingkan dengan emulsi minyak-dalam-air, jenis emulsi air-dalam-minyak kurang sensitif terhadap pH, tetapi sensitif terhadap panas, peka pada perlakuan elektrik, mempunyai konduktivitas lebih rendah, terwarnai oleh pewarna yang larut dalam minyak, dan dapat diencerkan dengan penambahan minyak murni. Demikian pula kebalikannya berlaku untuk sistem O/W (Holmberg *et al.*, 2003). Secara sistimatis, gambar dibawah mengilustrasikan jenis O/W dan W/O pada emulsi tunggal.



Gambar 2.1. Skema jenis O/W dan W/O pada emulsi tunggal (Prince, 1997)

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



Gambar 2.2. Skema emulsi ganda W/O/W dan O/W/O (Hunter, 1989)

2.3.1 Proses emulsifikasi

Proses emulsifikasi yaitu proses terdispersinya cairan dalam cairan yang dipicu oleh adanya tegangan permukaan. Energi bebas dari pembentukan droplet dari bulk liquid (ΔG_{form}) diberikan oleh Schramm, (1992).

$$\Delta G_{\text{form}} = \Delta A \gamma - T\Delta S_{\text{conf}} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana ΔA adalah kenaikan interfacial area ; γ adalah tegangan interfacial antara dua cairan (air dan minyak); $\Delta A \gamma$ adalah energi yang dibutuhkan untuk menaikkan interfacial area ΔA , dan $T\Delta S_{\text{conf}}$ adalah entropy sebagai akibat kenaikan konfigurasi entropy ketika sejumlah besar droplet terbentuk. Biasanya $\Delta A\gamma \gg T\Delta S_{\text{conf}}$, oleh karena itu emulsifikasi merupakan proses yang tidak spontan. Walaupun demikian, energi yang dibutuhkan untuk emulsifikasi (untuk membentuk droplet) lebih besar dari $\Delta A \gamma$. Tambahan energi yang dibutuhkan dinyatakan dengan rumus Young-Laplace yang dinyatakan sebagai persamaan (2) dibawah ini (Schubert and Armbruster, 1992).

$$\Delta p = \gamma (1/r_1 + 1/r_2) \dots\dots\dots(2)$$

Untuk tetesan berbentuk bola (spherical droplet) dengan diameter x , persamaan (2) dapat disederhanakan menjadi :

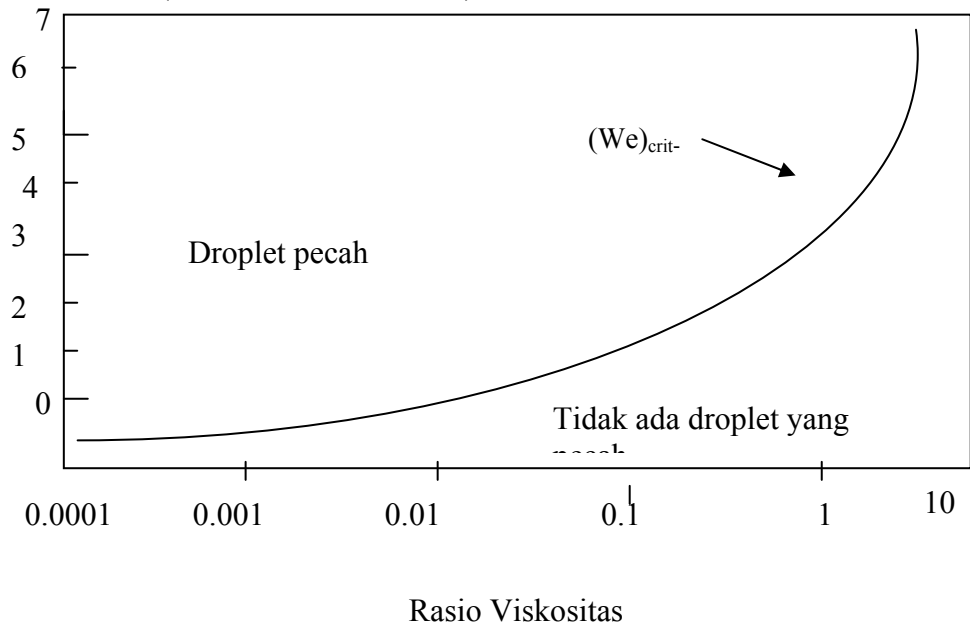
$$\Delta p = \Delta \gamma / x \dots\dots\dots(3)$$

Dimana : Δp adalah perbedaan tekanan Laplace; r_1 dan r_2 adalah dua jari-jari dari kurva deformasi interfacial lokal. Adanya surfaktan akan menurunkan energi yang dibutuhkan untuk emulsifikasi, dengan menurunkan atau mengurangi tegangan interfacial (γ).

Pecahnya droplet terjadi ketika kekuatan deformasi lokal melebihi tekanan interfacial untuk mempertahankan bentuk (*shape-preserving*). Tekanan *droplet-preserving* dapat dihitung dengan rumus Laplace. Deformasi dari fase terdispersi dapat terjadi melalui tiga mekanisme, yaitu droplet pecah pada aliran turbulenta, aliran laminar dan cavitation (Lissant, 1983; Schubert and Armbruster, 1992).

Pada aliran turbulen, jika aliran cairan diinjeksikan kedalam cairan lain dimana cairan tersebut *immiscible*; silinder yang terbentuk bersifat tidak stabil, pecah di beberapa tempat dan pecah sebagai droplet. Turbulensi yang tinggi menyebabkan perusakan droplet akan lebih cepat sehingga terjadi pembentukan banyak droplet

yang lebih kecil (Lissant, 1983). Pada tahun 1980, Chin *dkk* meneliti lebih detail proses dispersi yang dipengaruhi oleh viskositas tiap fase, tegangan pada sistem, energi interfacial, tekanan partikel solid, dan senyawa terlarut. Pada *non-uniform shear flow*, pecahnya sebuah droplet dapat dihubungkan dengan sifat rheologi dari fase dispersi dan fase kontinyu serta angka kritis Weber (We_c) seperti tersaji pada Gambar 2.3 di bawah (Issacs and Chow, 1992).



Gambar 2.3. Kondisi *droplet* sebagai fungsi dari rasio viskositas (Issacs and Chow, 1992).

Angka Weber (We) merupakan grup tidak berdimensi yang didefinisikan sebagai berikut :

$$We = \eta_1 v r / \gamma \dots\dots\dots(4)$$

Dimana v adalah laju ekstensi (laju shear dikalikan parameter deformasi), r adalah radius partikel, η_1 dan η_2 adalah viskositas dari fase kontinyu dan dispersi. Rasio viskositas adalah η_2 / η_1 . Semakin kecil rasio viskositas berarti droplet lebih mudah pecah.

2.3.2. Pemecahan emulsi

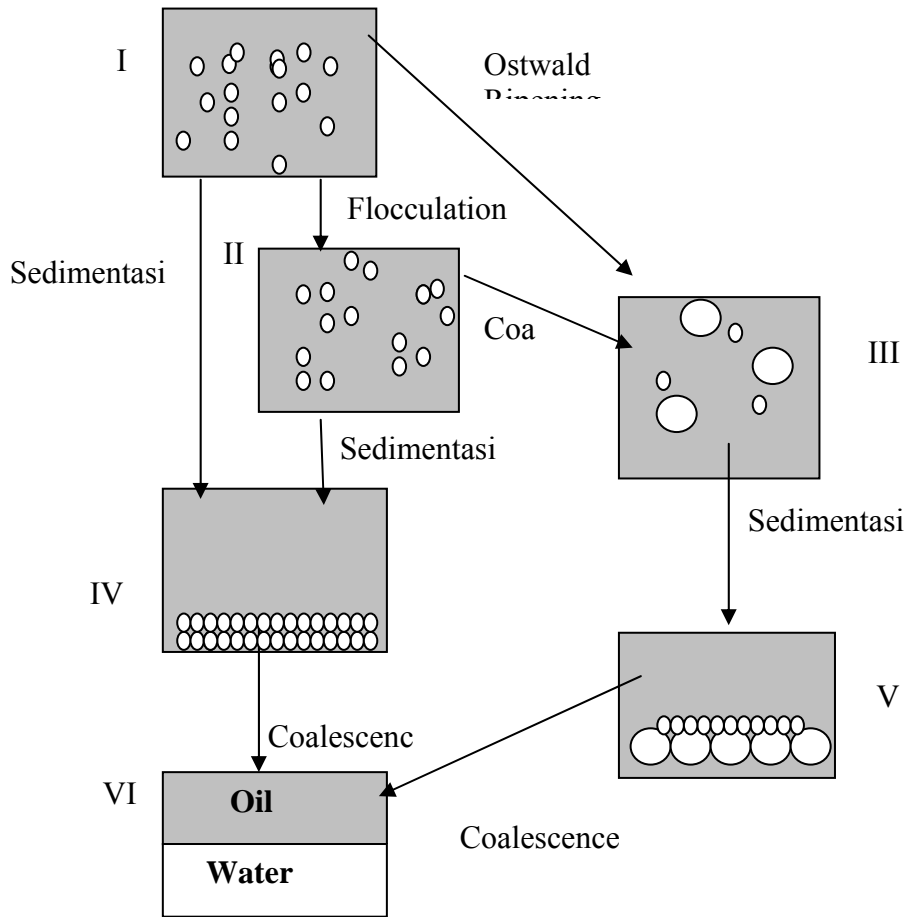
Pecahnya emulsi merupakan proses destabilisasi emulsi, dimana fase air dan minyak terpisah. Ostwald ripening, flocculation, coalescence, dan sedimentasi adalah

beberapa mekanisme pecahnya emulsi, yang dapat terjadi secara berturut - turut atau simultan selama proses pengendapan seperti diilustrasikan pada Gambar 2.4.

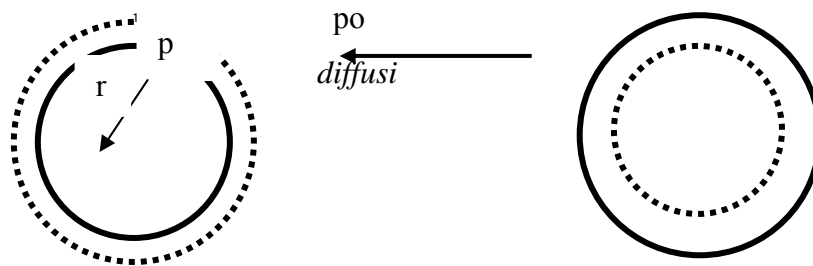
Ostwald ripening adalah fenomena fase polidispersi emulsi dimana droplet-droplet yang lebih besar akan terbentuk dari droplet yang kecil. Dalam Gambar 2.5 menunjukkan droplet (A dan B) pada awalnya berukuran sama. Tekanan internal dalam droplet adalah sama seperti dinyatakan dalam persamaan (5) (Tadros, 1984).

$$p = p_0 + 2 \gamma / r \dots\dots\dots(5)$$

Dimana p_0 adalah tekanan eksternal dan r adalah radius *droplet*. Apabila terjadi fluktuasi dalam sistem sehingga *droplet* A tumbuh, semetara *droplet* B hilang, dalam jumlah yang kecil, maka kondisi dari sistem secara termodinamika tidak stabil. Tekanan internal *droplet* A sekarang lebih kecil dari pada tekanan *droplet* B, dan droplet A akan secara spontan tumbuh dengan adanya kelebihan *droplet* B melalui difusi melalui fase kontinyu. Proses ini disebut Ostwald ripening atau difusi molekul seperti ditunjukkan pada Gambar 2.5. Proses ini telah diteliti oleh Kabal'nov (1987); Madras and McCoy (2003), Jiao and Burgess (2003).



Gambar.2.4. Skema beberapa kemungkinan proses pemecahan (Tadros, 1984)



Gambar 2.5. Ostwald ripening melalui diffusi

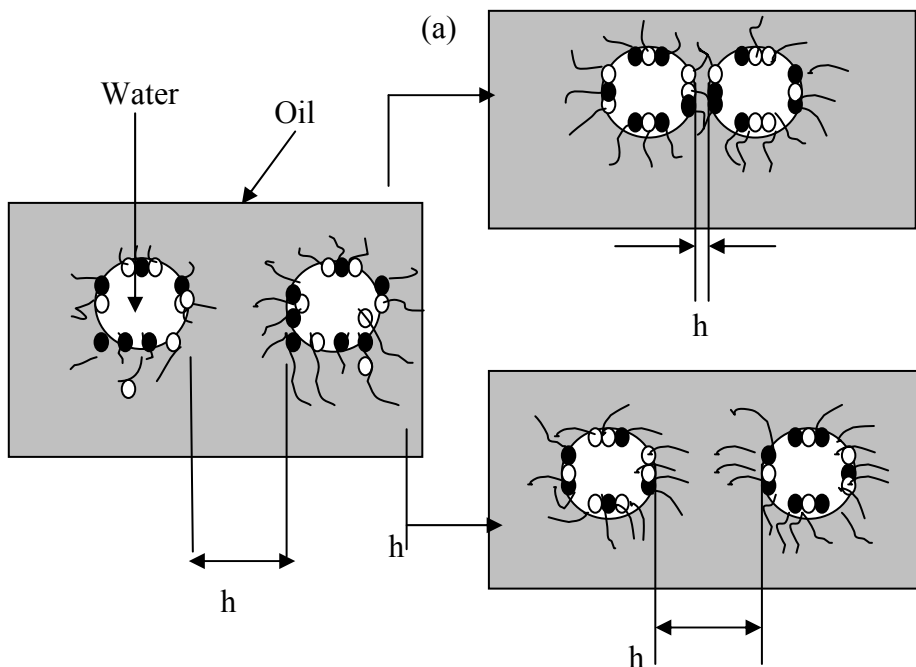
Flokulasi merupakan proses dimana dua atau lebih droplet fase dispersi berkumpul bersama membentuk agregat. Flokulasi mempunyai dua implikasi pada kestabilan emulsi (Bornwankar *et al.*, 1992). Pertama, jumlah droplet menurun.

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.

Apabila dua *droplet* air dikelilingi oleh zat aktif permukaan yang membentuk lapisan adsorpsi (*adsorbed layer*) mendekat satu sama lain dalam medium (minyak) kontinyu (Gambar 2.6.), dua peristiwa akan terjadi yaitu

- lapisan adsorpsi berinterfensi satu dengan yang lainnya dan dua *flat interface* dalam zona interaksi akan terjadi.
- lapisan adsorpsi yang tidak berlebihan akhirnya tidak terjadi deformasi geometri (Tadros, 1984; Jimeno, 1987).

Hal ini tergantung pada keseimbangan kekuatan antara droplet-droplet dan laju pendekatan mutualnya. Pada kasus *surface-active* molekul makro atau non-ionik teradsorpsi, kekuatan interaksi pada prinsipnya adalah gaya-gaya yang terjadi antara dua droplet yang berdekatan yaitu gaya sterik (*repulsive*) dan kekuatan gaya Van der Waals (*attractive*).



Gambar 2.6. Pendekatan dua droplet air dengan atau tanpa *overlap adsorbed layer* (Jimeno, 1987).

Sedimentasi adalah pengendapan partikel tersuspensi atau droplet yang disebabkan oleh gravitasi atau gaya sentrifugal. Sedimentasi negatif diartikan mengapungnya droplet atau disebut flotasi, yang merupakan bagian dari proses creaming. Kecepatan sedimentasi v_0 dari droplet dalam dispersi encer biasanya dirumuskan seperti pada persamaan (6) berdasarkan hukum Law (Jimeno, 1987; Schubert and Armbruster, 1992).

$$V_0 = (2 \Delta\rho ga^2) / (9\eta_c) \dots\dots\dots (6)$$

Dimana $\Delta\rho$ adalah perbedaan densitas antara fase internal dan eksternal; g adalah akselerasi yang disebabkan oleh gravitasi. a adalah radius partikel dan η_c adalah viskositas dari medium kontinyu. Kecepatan menjadi konstan ketika kekuatan gravitasi sebanding dengan kekuatan friksi. Studi tentang kecepatan pengendapan telah dilakukan oleh Levich (1962) dan Reed and Anderson (1980)

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 homofasenyanya; dan (ii) *film rupture* (pecahnya lapisan film) menyebabkan *coalescence drop*. Laju *coalescence* dapat dinyatakan sebagai orde (1) seperti persamaan (7) dibawah ini

$$- (dn/ dt) = Kn \dots\dots\dots (7)$$

Integral dari persamaan (7) menghasilkan

$$n_1 = n_0 \exp (-Kt) \dots\dots\dots(8)$$

Dimana K adalah konstanta laju *coalescence*, n_0 adalah konsentrasi awal, dan n_1 adalah konsentrasi setelah terjadi *coalescence*. Rumus pada persamaan (7) pertama kali ditulis oleh van den Tempel pada tahun 1957 (Menon, 1986).

2.3.3 Stabilitas

Istilah stabilitas biasanya mengacu pada ketahanan emulsi terhadap *coalescence* dispersi dropletnya. Pada emulsi minyak kasar stabilitas emulsi ditentukan oleh surfaktan alam (*natural surface-active*) yang terdapat dalam minyak kasar. Komponen ini terakumulasi dalam antar muka minyak air dan meningkatkan lapisan pelindung (*protecting layer*) dengan stabilitas mekanis dan fleksibilitas yang cukup untuk menstabilkan emulsi air-minyak kasar.. Komponen aktif interfacial yang

terdapat pada minyak kasar (*crude oil*) seperti aspal, resin dan wax berfungsi untuk menstabilkan emulsi (Sjöblom *et al.*, 1990b; Sjöblom *et al.*, 1992).

Sjöblom *et al.* (1990) mencatat bahwa stabilitas emulsi air-minyak kasar akan signifikan jika partikel paraffin (wax) menguap dari minyak kasar oleh akibat penurunan temperatur dan tekanan. Distribusi ukuran, jumlah mole per unit volume dan interaksi antara partikel parafin adalah spesifik untuk tiap properti emulsi minyak kasar. Tambe and Sharma (1993) melaporkan bahwa kehadiran kation anorganik (NaCl dan CaCl₂) dalam fase air cenderung menurunkan kestabilan emulsi. Hal ini karena konsentrasi ionik yang tinggi cenderung menurunkan ketebalan *double layer* di sekitar *droplet* emulsi, sehingga menurunkan penghalang elektrostatik (*electrostatic barrier*) dari *coalescence* dimana efek ini akan lebih nyata pada pH rendah.

Temperatur berpengaruh terhadap beberapa parameter, seperti tegangan antar muka antara dua fase, viskositas interfacial film, solubilitas, tekanan uap, viskositas fase cair, dan agitasi thermal dari partikel terdispersi. Kenaikan temperatur akan mendestabilkan emulsi minyak kasar. Kenaikan temperatur akan menurunkan viskositas emulsi, sehingga laju tumbukan antar *droplet* akan meningkat dan perbedaan densitas antara fase air dan minyak juga meningkat (Partal *et al.*, 1997; Thompson *et al.*, 1985).

Kenaikan temperatur menyebabkan viskositas dari minyak mentah menurun, sehingga gaya gabung antar *droplet* air meningkat. Energi thermal yang lebih tinggi akan meningkatkan frekuensi tumbukan antar *droplet*. Viskositas interfacial dikenal sangat sensitif terhadap temperatur dimana dapat menjelaskan penurunan, peningkatan atau konstan tergantung pada tipe interfacenya. Disamping itu kenaikan temperatur akan meningkatkan tekanan uap. Tingginya tekanan uap akan meningkatkan jumlah molekul melalui interface, yang akhirnya menyebabkan penurunan stabilitas (Johansen *et al.*, 1989).

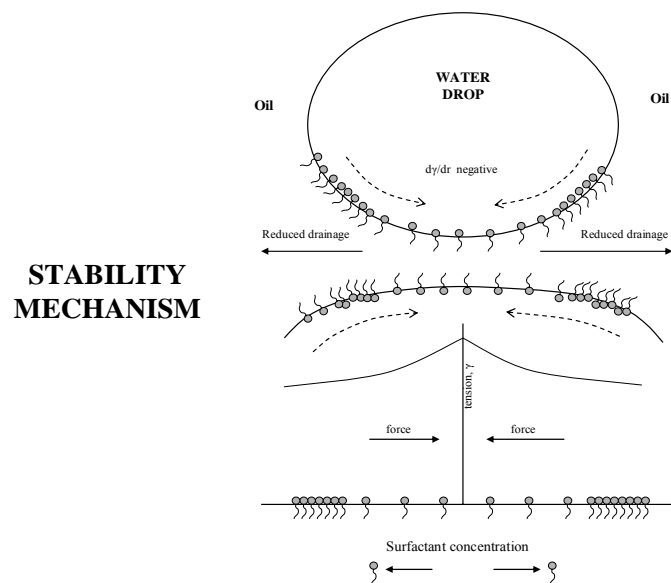
2.3.4 Mekanisme stabilitas

Stabilitas emulsi sangat dipengaruhi oleh lapisan antar muka (*interfacial film*) yang terbentuk, adsorpsi surfaktant dan properti interfacial rheologi seperti elastisitas, gradien tegangan interfacial dan viskositas interfacial (Krawczyk *et al.*, 1991 dan Kim and Wasan, 1996).

Little (1974) mengatakan terdapat komponen tambahan, baik berupa partikel organik atau anorganik yang teradsorpsi pada lapisan interfacial yang dibentuk oleh aspal yang bertindak sebagai energi penghalang terhadap coalescence. Surfaktant alam ini tidak secara nyata menurunkan tegangan antar muka minyak-air tetapi sangat efektif dalam membentuk lapisan antar muka yang *viscous*, sehingga mencegah fase dispersi *droplet* ber *coalescence*.

Mekanisme stabilitas emulsi telah dilaporkan oleh Jimeno (1987). Ketika dua *droplet* air dalam sistem emulsi W/O saling mendekati satu sama lain sebagai akibat adanya gaya gravitasi, konfeksi thermal atau agitasi maka molekul aktif permukaan (aspal, resin dan wax) yang ada pada gaya antar muka air-minyak keluar dari lapisan fase kontinyu karena drainase alami seperti tercantum dalam gambar 2.6 diatas. Selanjutnya tegangan antar muka akan menurun dengan meningkatnya konsentrasi molekul surface-active. Gradien tegangan antar muka yang ditimbulkan arahnya kebalikan dari *drainase* sehingga film menjadi stabil.

Seperti terlihat pada Gambar 2.7 bahwa, *shear stress* yang ada pada film berasosiasi dengan *drainase*, akibatnya molekul surface-active akan terkonsentrasi diluar film, sementara konsentrasi yang lebih rendah akan terjadi pada bagian dalam. Gradien tegangan interfacial diatur oleh tegangan interfacial yang tinggi didalam film dan tegangan yang rendah diluar film.



Gambar 2.7. Mekanisme kestabilan emulsi air-dalam-minyak yang distabilkan oleh molekul *surface-active* (Jimeno, 1987; Panoussopoulos, 1998).

2.4 . Emulsifier / Surfaktant

Emulsifier atau zat pengemulsi merupakan senyawa yang mempunyai aktifitas permukaan (*surface-active agent*) sehingga dapat menurunkan tegangan permukaan (*surface tension*) antara udara-cairan dan cairan-cairan yang terdapat dalam suatu sistem. Kemampuan menurunkan tegangan permukaan menjadi hal yang menarik disebabkan oleh struktur kimianya yang mampu menyatukan dua senyawa yang berbeda polaritasnya. Tingkat penurunan tegangan permukaan oleh senyawa pengemulsi berkisar antara 50 sampai 10 dyne/cm jika digunakan konsentrasi emulsifier kurang dari 0,2 persen (Sibuea, 2003).

2.4.1 Jenis – Jenis Surfaktan.

a. Surfaktan anionik

- Jenis surfaktan yang paling besar (jumlahnya)
- Tidak kompatibel dengan jenis surfaktan kationik
- Sensitif terhadap air sadah atau *hard water*. Derajat sensitifitasnya : carboxylate > phosphate > sulfate (sulfonate)
- Rantai pendek polyoxyethylene antara gugus anionik dan hidrokarbon meningkatkan toleransi terhadap garam
- Rantai pendek polyoxypropylene antara gugus anionik dan hidrokarbon meningkatkan kelarutan dalam solven organik.
- Jenis sulfate mudah terhidrolisa oleh asam-asam dalam proses autocatalytic. Jenis yang lain stabil, asalkan tidak digunakan pada kondisi ekstrim.

Contoh surfaktan anionik :

- | | |
|-------------------|-----------------------------|
| - Carboxylat soap | RCOO^- |
| - Sulphonate | RSO_3^- |
| - Sulfate | RO SO_3^- |
| - Phosphate | $\text{ROPO(OH)}_2\text{O}$ |

b. Surfaktan kationik

- Jenis surfaktan yang banyak jumlahnya setelah anionik dan nonionik.
- Pada umumnya tidak kompatibel dengan jenis anionik.
- Mempunyai sifat indeks yang lebih tinggi dibanding surfaktan jenis lain
- Mempunyai sifat adsorpsi permukaan yang baik; penggunaan utama berhubungan dengan *in situ surface modification* : anticorrosion agent (steel);

flotation collector (mineral ores); dispersant (inorganic pigment); anticaking agent (fertilizers); conditioner (hair) dll.

Contoh surfaktan kationik

- Diamine Hydrochloride
- Polyamine Hydrochloride
- Dodecyl dimethylamine Hydrochloride
- Imidazoline Hydrochloride
- Alkyl imidazoline ethylenediamine Imidazoline

c. Surfaktan non-ionik

- Merupakan surfaktant kedua terbesar
- Kompatibel dengan semua jenis surfaktan
- Sensitif terhadap *hard water*
- Berbeda dengan surfaktan ionik, sifat fisik-kimia surfaktan nonionik tidak terpengaruh oleh penambahan elektrolit
- Sifat fisik-kimia senyawa ethoxylated sangat tergantung pada temperatur

Contoh surfaktan nonionik

- Alkohol ethoxylates
- Mono alkanolamide ethoxylates
- Fatty amine ethoxylates
- Fatty acid ethoxylates
- Ethylene oxyde / propylene oxide copolymers
- Alkyl phenol ethoxylates

d. Surfaktan ampoterik (Zwiter ion)

Surfaktan zwiter ion mengandung dua muatan yang berbeda dan dapat membentuk surfaktan amfoter. Perubahan muatan terhadap pH pada surfaktan amfoterik mempengaruhi pembentukan busa, pembasahan, sifat deterjen dan lainnya.

Contoh dari zwiter ion adalah :

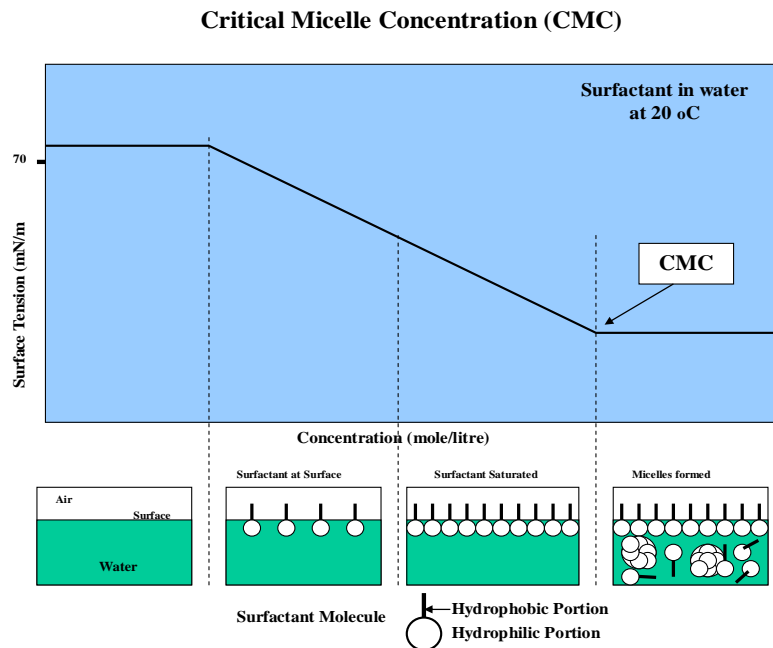
- Lauryldimethyl betaine
- Cocoamidopropyl betaine
- Oleyl bis (hydroxyethyl) betaine
- Carboxy glycinate
- Alkylampodiacetate
- Aminoalkanoate

2.4.2. Critical Micelle Concentration

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 CMCnya 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 2.8 menunjukkan ilustrasi penetapan CMC dari suatu surfaktan dalam air.



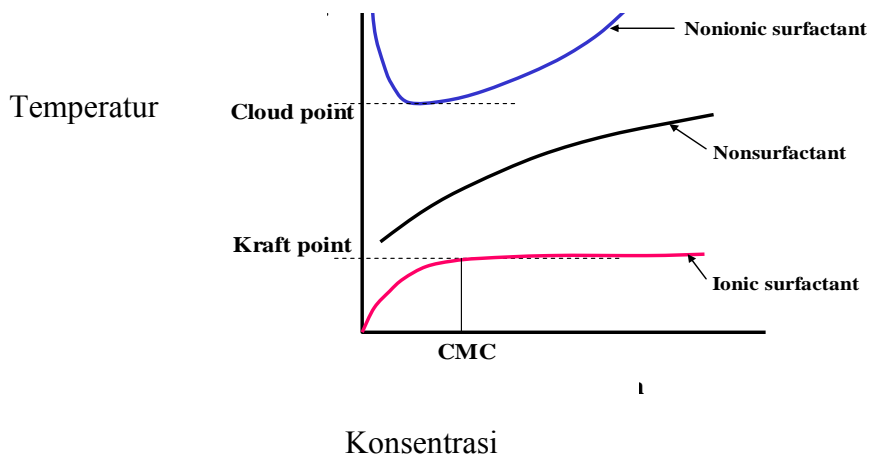
Gambar 2.8 Critical Micelle Concentration

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 diatas 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*. Harga CMC dari surfaktan campuran non-ionik dan anionik dalam minyak yang ada pada phase air dapat dihitung dari penurunan tegangan antar muka versus log konsentrasi (Opawale and Burges, 1998)

2.4.3. Solubilitas

Temperatur merupakan hal yang penting dan menarik dalam hubungannya dengan solubilitas surfaktan. Ketergantungan solubilitas terhadap temperatur ditunjukkan secara menyolok baik oleh surfaktan ionik, anionik maupun kationik. Seperti diperlihatkan pada Gambar 2.9., pada surfaktant nonionik solubilitas akan menurun dengan menurunnya tempeartur sampai mencapai titik kabut (*cloud point*), selanjutnya akan meningkat dengan kenaikan temperatur. Pada surfaktan ionik (kationik dan anionik) solubilitas akan meningkat sampai pada temperatur tertentu atau Kraff point dimana selanjutnya solubilitasnya tidak akan dipengaruhi lagi oleh kenaikan temperatur atau mencapai kondisi yang stabil (Porter, 1994).



Gambar 2.9 Sifat solubilitas surfaktan sebagai fungsi temperatur

2.4.4 Hydrophilic - Liphophilic Balance (HLB)

Aturan dalam teknologi emulsi adalah jika emulsifier yang terlarut dalam air cenderung memberikan emulsi o/w dan emulsifier yang terlarut dalam minyak memberikan emulsi w/o. Konsep ini dikenal sebagai rumus Bancroft.

Rumus Bancroft ini semuanya bersifat kualitatif, sehingga untuk membuat hubungan kuantitatif antara hidrofilitas surfaktan dan fungsi dari larutan, Griffin pada tahun 1949 memperkenalkan konsep keseimbangan HLB dari surfaktan. Nilai HLB untuk surfaktan non-ionik yang normal dapat ditentukan dengan hitungan sebagai berikut.

1. Untuk alcohol ethoxylate dan alkylphenol ethoxylate

$$HLB = \frac{\% \text{ berat ethylene oxide}}{5} \dots\dots\dots(9)$$

2. Untuk polyol ethoxylate

$$HLB = \frac{\% \text{ berat ethylene oxide} + \% \text{ berat polyol}}{5} \dots\dots\dots(10)$$

3. Untuk ester asam lemak dari polyol

$$HLB = 20 \left(1 - \frac{\text{angka saponifikasi}}{\text{angka asam}} \right) \dots\dots\dots(11)$$

Konsep angka HLB dari Griffin terbatas untuk surfaktant jenis non-ionik. Tabel 2.2 memperlihatkan bahwa fungsi surfaktan bergantung pada HLB. Sebagai contoh untuk membentuk emulsi w/o harus mempunyai angka HLB 3 – 6 sebaliknya untuk membentuk emulsi o/w kisaran angka HLB adalah 8 – 18. Hal ini selaras dengan rumus Bancroft.

Tabel 2.2. Penggunaan Konsep angka HLB Griffin

<i>1. Penampakan</i>	
Angka HLB	Penampakan larutan aqueous
1 – 4	Tanpa Dispersibilitas
3 – 6	Dispersibilitas lemah
6 – 8	Dispersi seperti susu setelah pengadukan
8 – 10	Dispersi seperti susu yang stabil
10 – 13	Dari translucent sampai clear
13 – 20	Larutan yang clear
<i>2. Aplikasi</i>	
Angka HLB	Aplikasi
3 – 6	Emulsi w/o
7 – 9	Wetting agent
8 – 18	Emulsi o/w
13 – 15	Detergent
15 – 18	Solubilizer

Untuk operasi pada suhu ruangan angka HLB yang diprediksi berdasarkan Griffin (atau Davies) dalam pemilihan emulsifier cukup memberikan hasil yang baik. Masalahnya adalah jikaterjadi kenaikan suhu selama emulsifikasi atau ketika emulsi yang telah terbentuk disimpan pada suhu rendah. Surfaktan non-ionik dari tipe polyethylene sangat peka terhadap suhu, dimana pada umumnya memberi emulsi o/w pada kondisi ambient dan emulsi w/o pada suhu yang meningkat. Oleh karena faktor-faktor seperti konsentrasi elektrolit, polaritas minyak dan ratio air – minyak sangat berpengaruh pada tipe emulsi yang akan terbentuk, maka nampaknya angka HLB saja tidak dapat digunakan sebagai alat yang universal untuk memilih emulsifier yang tepat atau untuk menentukan tipe emulsi yang akan terbentuk.

Konsep angka HLB Griffin kemudian diperluas oleh Davies, yang memperkenalkan perhitungan HLB dari gugus fungsional surfaktan baik gugus hidrofilik maupun lipofilik, yang tersaji pada Tabel 2.3. Sebagai contoh dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa sulfat merupakan gugus polar yang lebih kuat dari carboxylat.

Tabel 2.3. Penentuan angka HLB berdasarkan Davies

1. Angka Grup Hydrofilic	
-SO ₄ Na	35.7
-CO ₂ K	21.1
-CO ₂ Na	19.1
-N (amin tersier)	9.4
Ester (Cincin sorbitan)	6.3
Ester (free)	2.4
-CO ₂ H	2.1
-OH (free)	1.9
-O-	1.3
-OH (cincin sorbitan)	0.5
2. Angka Grup Lipofilic	-0.870
-CF ₃	-0.870
-CF ₂ -	-0.475
-CH ₃	-0.475
-CH	-0.475
HLB = 7 + Σ (angka grup hydrofilic) + Σ (Angka Grup Lipofilic)	

HLB yang dihitung dari hubungan ini adalah :

$$HLB = 7 + \sum (\text{angka gugus hidrofilik}) + \sum (\text{angka gugus lipofilik}) \dots\dots(12)$$

2.4.5 Metode HLB untuk Memilih Surfaktan

Telah ditemukan secara empiris bahwa kombinasi surfaktan hidrofilik dan hidrofobic sering lebih baik daripada surfaktan tunggal. Keuntungan dari campuran emulsifier/surfaktan juga berhubungan dengan laju penyerapan molekul surfaktan selama proses emulsifikasi. Dengan adanya emulsifier yang terlarut dalam minyak maupun dalam air, maka antar muka minyak–air yang baru terbentuk akan dipenuhi oleh surfaktant dari dua sisi secara simultan.

Beberapa panduan secara umum untuk memilih surfaktan sebagai emulsifier adalah sbb :

- 1) Surfaktan harus mempunyai kecenderungan yang kuat untuk berpindah ke interface
- 2) Surfaktan yang larut dalam minyak cenderung membentuk emulsi w/o atau sebaliknya
- 3) Emulsi yang stabil sering dibentuk dengan menggunakan campuran surfaktan hidrofilik dan surfaktan hidrofobik
- 4) Semakin polar fase minyak, semakin hidrofilic emulsifiernya dan sebaliknya.

Pada proses emulsifikasi dengan menggunakan kombinasi beberapa emulsifier maka harga HLB dihitung dengan menggunakan persamaan (13)

$$\text{HLB rata-rata} = X_1 \text{HLB}_1 + X_2 \text{HLB}_2 \dots\dots\dots(13)$$

Dimana :

X_1 dan X_2 adalah fraksi berat surfaktant 1 dan 2

HLB_1 dan HLB_2 adalah harga individu HLB surfaktan 1 dan 2

Harga individu masing-masing surfaktan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Angka HLB untuk beberapa organik cair

Senyawa	Angka HLB	Senyawa	Angka HLB
Acetophenone	14	Kerosene	14
Acid, Lauric	16	Lanolin, anhydrous	123
Acid, lonoleic	16	Mineral oil, aromatic	12
Acid, oleic	17	Mineral oil, paraffine	10
Acid, ricinoleic	16	Mineral Spirit	14
Acid, stearic	17	Petrolatum	7 – 8
Alcohol, cetyl	15	Pine oil	16
Alcohol, decyl	14	Propene, tetramer	14
Alcohol, lauryl	14	Toluene	15
Alcohol, tridecyl	14	Wax, bee	9
Benzene	15	Wax, candelilla	14 – 15
Carbon tetrachloride	16	Wax, carnauba	12
Castor oil	14	Wax, microcrystalline	10
Chlorinated Paraffin	8	Wax, paraffin	10
Cyclohexane	15	Xylene	14

Contoh cara menghitung HLB rata-rata.

Emulsifikasi dari campuran 20% paraffin oil (HLB = 10) dan 80% aromatic mineral oil (HLB = 13) dalam air

$$\text{Angka HLB minyak} : 10 \times 0.20 + 13 \times 0.80 = 12.4$$

Pada Campuran C₁₂E₂₄ dengan HLB = 17.0 dan C₆E₂ dengan HLB = 5.3, campuran dengan ratio 60 : 40 dari dua bahan diatas akan memberikan nilai HLB surfaktan :

$$17.0 \times 0.60 + 5.3 \times 0.40 = 12.3$$

Kombinasi surfaktan ini diketahui memberikan stabilias emulsi yang sangat baik.

Meskipun metode HLB berguna sebagai petunjuk untuk memilih emulsifier, tetapi banyak keterbatasannya, yaitu selain sangat dipengaruhi oleh suhu, juga dipengaruhi oleh elektrolit, kemurnian minyak dan adanya aditif yang lain

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari pemasok (supllier) tanpa dilakukan pemurnian lebih lanjut. Jenis bahan, kemurnian maupun fungsinya seperti yang disajikan pada Tabel 3.1., sedangkan daftar peralatan yang digunakan dalam percobaan disebutkan pada Tabel 3.2

Tabel 3.1. Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian

Chemicaline	Kemurnian (%)	Supplier	Fungsi
Propoxure	99,3	JT. Baker	Sebaga bahan aktif
p.Xylene	99,0	JT. Baker	Sebagai pelarut
Agrisol	99,0	JT. Baker	Sebagai Emulsifier
DBS (dodecyl benzene sulfonat)	99,0	Merck	Sebagai emulsifier
IPA (iso propyl alkohol)	99,0	Merck	Memperpendek terjadinya micelle
PG (propylene glycol)	99,0	Merck	Memperpendek terjadinya micelle
Toluene	98,0	JT. Baker	Menaikkan indeks propoxure

Tabel 3.2 Alat- alat yang digunakan dalam penelitian

Alat	Merk
Timbangan elektrik	Sartorius
Magnetic stirrer	Labinco
Pemanas	Maspion
pH meter	Hana
Termometer	BK <i>safety</i>
Viscosimeter	Pyrex

Alat	Merk
Refraktometer	Atago
Konduktiviti meter	Hana
Centrifuge	Karmjt
Glass ware	Pyrex
Piknometer	Pyrex

3.2. Metode Penelitian.

Penelitian menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di laboratorium, dengan tahapan sebagai berikut :

Tahap 1: Pembuatan konsentrat (formulasi zat aktif).

Tahap 2: Uji kestabilan Emulsi

Tahap 3 : Uji efektifitas

3.2.1. Pembuatan konsentrat

Konsentrat merupakan formulasi insektisida dalam bentuk emulsi, yang terdiri dari senyawa propoxure sebagai bahan aktif (*active ingredient*) dan p. Xylene (minyak) sebagai *solvent* dimana dapat bercampur dengan air karena adanya *emulsifier*/surfaktan. Dengan adanya emulsifier ini maka zat aktif propoxure cepat terdispersi ke dalam minyak dan air

3.2.1.1. Pembuatan konsentrat.

Variable yang digunakan dalam proses formulasi bahan aktif pestisida ini adalah konsentrasi co surfaktan (DBS), yang bervariasi sebesar 20, 15, 10, dan 5 %berat. Emulsifier konsentrat yang terbaik didapat dengan cara membandingkan sifat-sifat fisik konsentrat dengan besaran standar sifat-sifat fisik formula seperti yang tertera dalam Tabel 4.3. Formula yang paling mendekati standar merupakan harga konsentrasi emulsifier yang sesuai.

Prosedur pembuatan emulsifier konsentrat yang dilakukan sebagai berikut :

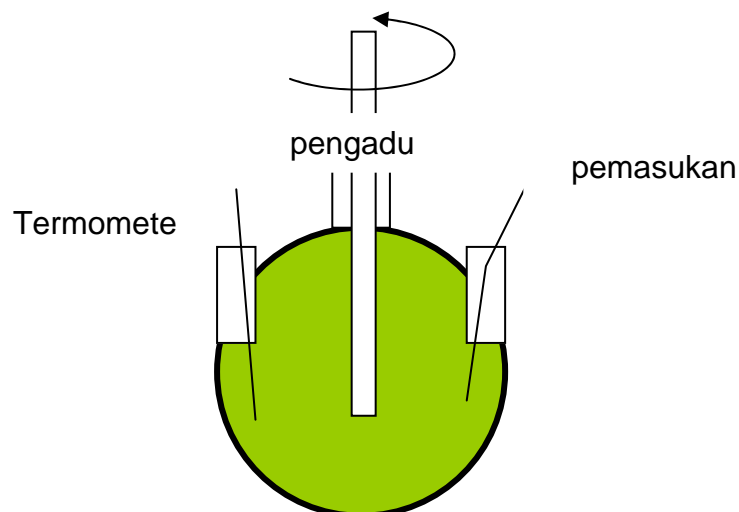
- a. Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini disterilkan kemudian dirangkai sesuai dengan Gambar 3.1.
- b. Menimbang bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini sesuai dengan variable yang ditetapkan pada Tabel 3.3. sebagai contoh propoxure (20 gram),

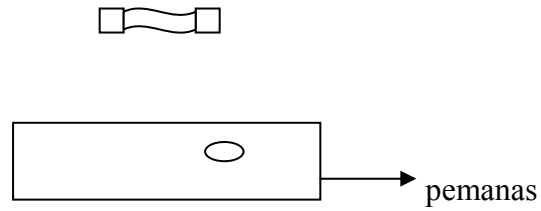
agrisol (20 gram), DBS (5 gram), xylene (55 gram), IPA (2 gram) , PG (2 gram) dan toluene (1 gram).

- c. Campuran bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan dipanaskan sampai temperatur 40°C, sambil dilakukan pengadukan selama 30 menit dengan kecepatan 1480 rpm sehingga propoxure terlarut.
- d. Setelah dalam diamkan terjadi endapan, maka dilakukan penyaringan terhadap konsentrat yang telah terbentuk.
- e. Endapan berupa kristal merupakan zat aktif pestisida / propoxure, kemudian endapan yang terjadi ditimbang,
- f. Langkah b sampai dengan e, diulangi dengan konsentrasi DBS yang berbeda sebagaimana yang telah disajikan pada Tabel 3.3.
- g. Hasil konsentrat yang didapat dari langkah e selanjutnya dianalisa sifat-sifat fisiknya.

Tabel 3.3. Formulasi emulsifier konsentrat dengan variasi berat DBS

Komposisi	Percobaan				
	1	2	3	4	5
Propoxure (gram)	20	20	20	20	20
Agrisol (gram)	20	20	20	20	20
DBS (gram)	0	5	10	15	20
Xylene (gram)	55	55	55	55	55
IPA (gram)	2	2	2	2	2
PG (gram)	2	2	2	2	2
Toluen (gram)	1	1	1	1	1
Jumlah (gram)	100	105	110	115	120
Jumlah surfaktan (%)	20	24	27	30	33





Gambar 3.1. Reaktor untuk pembuatan konsentrat

3.2.1.2 Uji konsentrat

Konsentrat yang dihasilkan dari pengerjaan tahap 3.2.1.1 kemudian dilakukan uji sifat-sifat fisik meliputi : densitas, viscositas, tegangan permukaan, pH, indeks bias dan konduktivitas ditunjukkan pada Tabel 3.4

Tabel 3.4. Sifat – sifat fisik konsentrat yang dihasilkan

Parameter yang diukur	Konsentrat				
	1	2	3	4	5
Densitas					
Viscositas					
pH					
Indeks bias					
Tegangan muka					
Warna					
Konduktivitas					

Sifat–sifat fisik konsentrat yang mendekati standar dari Komisi Pestisida Indonesia seperti terlihat pada Tabel 4.3 merupakan konsentrasi terbaik yang dipilih untuk percobaan tahap selanjutnya.

33.2.2. Uji kestabilan emulsi

Konsentrat terpilih dari tahap 3.2.1.2 selanjutnya dilakukan uji kestabilan emulsi dengan menggunakan air sebagai fase dispersi sedangkan sebagai fase kontinyu menggunakan super mineral terpentin, solar dan kerosin.

Pembuatan emulsi dan uji kestabilan dilakukan sebagai berikut :

- a. Ke dalam beaker glass 250 ml, dimasukkan 50 gram SMT, 50 gam air dan 1 ppm emulsifier konsentrat.
- b. Campuran kemudian diaduk dengan kecepatan 1500 rpm selama 30 menit sampai terjadi emulsi.
- c. Ambil 20 ml emulsi yang terjadi untuk uji kestabilan emulsi dengan menggunakan metode *bottle test*.
- d. Persentase air atau minyak yang terpisah pada periode waktu yang telah ditetapkan dicatat, sehingga bisa digambarkan grafik fraksi air/minyak yang terpisah sebagai fungsi waktu.
- e. Percobaan diulangi untuk konsentrasi emulsifier yang lain seperti ditunjukkan pada Tabel 3.5.
- f. Pemilihan konsentrasi emulsifier yang optimum berdasarkan hasil emulsi yang paling stabil. Dilihat dari banyaknya presentasi air / minyak yang terpisah pada akhir periode merupakan hasil yang tidak stabil. Sedang yang stabil adalah kebalikannya yang sedikit terpisah baik untuk fase air maupun fase mi

Tabel 3.5. Matrik percobaan untuk uji kestabilan emulsi

Temperatur (°C)	SMT (gram)	Solar (gram)	Minyak tanah (gram)	Konsentrat Emulsifier (ppm)	Air (gram)
1	50	-	-	1	50
2	50	-	-	2	50
3	50	-	-	3	50
4	-	50	-	1	50
5	-	50	-	2	50
6	-	50	-	3	50
7	-	-	50	1	50
8	-	-	50	2	50
9	-	-	50	3	50

Keterangan : dilakukan pada temperatur 30°C

3.2.3. Uji efektifitas

Hasil yang terbaik pada percobaan Tahap 3.2.2. kemudian dilakukan uji efektifitas terhadap hewan uji (nyamuk *Aedes aegypti*, telur dan jentiknya) dengan menggunakan acuan LD₅₀,

Pembiakan Nyamuk *Aedes Aegypti*

Dalam tahap ini dilakukan pembiakan nyamuk *Aedes aegypti* Strain Liverpool dari 3000 butir telur nyamuk yang dibeli dari Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor adalah sebagai berikut :

- a. Potong kertas yang berisi telur 1/20 dari panjang kertas yang berisi 3000 telur sehingga diperkirakan jumlah sebanyak 150 butir telur, untuk ditetaskan menjadi jentik dan nyamuk.
- b. Potong kertas yang berisi telur 1/6 dari panjang kertas yang berisi 3000 butir telur. Masukkan telur dalam beker glas 1 lt yang berisi 50 cc air, kemudian telur tersebut dilakukan uji efektifitas seperti pada tabel 3.6. LD₅₀ selanjutnya hitung jumlah nyamuk yang mati.
- c. Masukkan kertas yang berisi 150 butir telur nyamuk tersebut ke dalam beaker glass 1000 cc masukan air bersih (bukan aquades maupun air PAM) ke dalam beker glas sebanyak 50 cc.
- d. Amati perubahan yang terjadi pada telur nyamuk, jika telur telah menetas jadi jentik, catat waktunya.
- e. Hitung jumlah telur yang menjadi jentik nyamuk selang hari ke 2, kemudian telur yang menetas menjadi jentik nyamuk lakukan uji efektifitas dengan D₅₀.
- f. Lakukan ulangan perlakuan diatas untuk telur *Aedes aegypti* sampai berkembang biak menjadi nyamuk.
- g. Jika telur sudah menetas menjadi jentik, kemudian diberi nutrisi ati ayam rebus.
- h. Amati perubahan dari jentik menjadi pupa catat waktunya, dan selanjutnya dari pupa menjadi nyamuk siap terbang setiap ada perubahan dari jentik dicatat waktu yang diperlukan seperti terlihat pada Tabel 3.6.
- i. Setelah hari ke 5, lakukan uji LD₅₀,

Tabel 3.6. Uji efektifitas Nyamuk *Aedes aegypti*

Hewan uji	Proses Pembiakan Nyamuk				
<i>Aedes aegypti</i>	6 jam	25 jam	2 hr	3 hr	4 hr
500 butir telur nyamuk					

150 butir (untuk jentik)					
150 butir (nyamuk siap terbang)					

Prosedur uji efektifitas dengan standar LD₅₀, adalah sebagai berikut:

1. Sebagai serangga uji adalah telur, jentik dan nyamuk *Aedes aegypti* sebanyak masing-masing 500 butir; 120 dan 120 ekor.
2. Emulsifier konsentrat yang akan dipakai terlebih dahulu dilakukan pengenceran 10 kali dengan minyak yang terbaik hasil dari 3.2.2 (emulsifier konsentrat : minyak = 1 : 10 % v/v).
3. Semprotkan 0,5 cc larutan ke dalam binatang uji/media.
4. Amati dan catat jumlah binatang yang mati dan sesuaikan dengan efektifitas LD₅₀,
5. Ulangi langkah 1 - 4 diulangi untuk dosis 1; 1,5; 2; 2,5.
6. Ulangi langkah 1 – 5 untuk telur dan nyamuk siap terbang.

3.3. Prosedur Pengukuran Sifat- sifat Fisik dari Emulsifier Konsentrat

a. Densitas.

Alat yang digunakan yaitu piknometer. Yang pertama dilakukan adalah menimbang piknometer kosong (G1 gr). Cairan dimasukkan kedalam piknometer sampai tanda batas (V = 25 ml), kemudian piknometer dengan isi cairan ditimbang lagi (G2)

$$B_j = (G_2 - G_1) : V$$

Dimana :

B_j = Berat jenis jairan

G₂= Berat piknometer berisi cairan

G₁= Berat piknometer kosong

V = Volume cairan

b. pH

Alat yang digunakan untuk mengukur pH adalah pH meter. Cara kerja dari pHmeter adalah membersihkan probe pH meter dengan aquades, kemudian dimasukan ke dalam larutan standar (aquadest). Masukan prove pH meter kedalam cairan yang akan diukur pHnya dan lihat pH yang ditunjukkan pada displayer.

c. Viscositas

Alat yang digunakan piknometer ostwald. Sebelum digunakan piknometer dicuci dengan aquadest dan sisa cucian dibersihkan dengan alkhohol 70 %. Masukan larutan standar (aquadest) dalam piknometer sampai tanda Batas L2. Kemudian waktu turunnya cairan dari tanda batas L2 sampai pada L1 dicatat. Prosedur tersebut diulangi dengan cairan yang akan diukur. Bandingkan waktu turunnya cairan dari L1 ke L2 antara sampel dengan standar

$$\frac{\mu_x}{\mu_o} = \frac{t_x \rho_x}{t_o \rho_o}$$

Dimana

μ_x = viskositas cairan x

t_x = waktu yang dibutuhkan cairan x

ρ_x = berat jenis cairan x

μ_o = viskositas air

t_o = waktu yang dibutuhkan untuk air

ρ_o = berat jenis air

d. Indeks Bias

Indeks bias diukur dengan menggunakan Hand Refraktometer. Kaca pembias dibersihkan dengan alkhohol, kemudian teteskan cairan yang akan diukur indeks biasnya. Arahkan posisi alat ke cahaya matahari sehingga indeks bias dapat dilihat pada sight-glass, dengan adanya batas gelap dan terang.

e. Tegangan Permukaan

Alat yang digunakan untuk mengukur tegangan permukaan adalah sistem kapiler. Sebelum digunakan kapiler dicuci dengan alkhohol demikian juga tabung sampel, kemudian masukan sampel ke dalam tabung. Masukan kapiler ke dalam tabung yang sudah terisi sampel dan catat ketinggian cairan dalam sampel. Tegangan permukaan dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\gamma = \frac{r h \rho_x g}{2}$$

Dimana :

γ : tegangan permukaan

r : diameter pipa kapiler

h : tinggi cairan dalam pipa kapiler

ρ_x : berat jenis cairan

g : gaya gravitasi

f. Konduktivitas.

Alat yang digunakan untuk mengukur konduktivitas adalah Conductivity meter. Sebelum digunakan cuci probe dengan alkohol dan masukan probe dalam larutan standar (aquadest). Kemudian masukan probe ke dalam sampel, lihat dan catat konduktivitas yang ditunjukkan oleh jarum dalam alat tersebut.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan Emulsifier Konsentrat

Hasil percobaan tahap I tentang Pembuatan *Emulsifier Concentrate* yang terdiri dari zat aktif pestisida, emulsifier, additive dan pelarut dapat dilihat pada Tabel 4.1., dan sifat-sifat fisik yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.2. kemudian Tabel 4.3 merupakan Standar Formulasi Obat Nyamuk Demam Berdarah dari Komisi Pestisida, Departemen Pertanian di Jakarta yang digunakan sebagai pembandingan hasil dari Tabel 4.2.

Pada percobaan pembuatan *Emulsifier Concentrate*, setelah didiamkan 4-8 minggu dari masing-masing percobaan terbentuk endapan kristal putih yaitu propoxure murni. Adapun prosentrase endapan yang terjadi dibanding dengan jumlah emulsifier konsentrate tersaji pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Percobaan Pembuatan konsentrat dengan konsentrasi emulsifier yang berbeda

Komponen	Percobaan				
	1	2	3	4	5
Propoxure (% w)	20	19,04	18,18	17,39	16,66
Agrisol (% w)	20	19,04	18,18	17,39	16,66
DBS (% w)	0	4,76	9,10	13,04	16,66
Additive (% w)	5	4,76	4,54	4,35	4,16
Solvent (% w)	55	52,40	50,00	47,83	46,86
Jumlah (%)	100	100	100	100	100
Jumlah endapan propoxure yang terbentuk (%)	5	3,81	1,8	0,04	1,08

Tabel 4.2. Analisis sifat-sifat fisik emulsifier konsentrat yang dihasilkan

Sifat fisis	Emulsifier Konsentrat				
	1	2	3	4	5
Densitas (gr/cc)	0,7188	0,7354	0,7365	1,1511	1,1533
	0,7186	0,7341	0,7353	1,1510	1,1532
	0,7190	0,7338	0,7345	1,1508	1,1533
Rata-rata	0,7188	0,7344	0,7354	1,1510	1,1533
pH	9,40	8,20	7,90	7,90	8,00
	10,30	8,20	8,20	8,00	8,10
	9,40	8,60	8,20	8,00	8,10
Rata-rata	9,70	8,33	8,10	7,97	8,07
Viscositas (cp)	2,2137	2,8260	3,4854	4,0192	3,9209
	2,2294	2,8103	3,5168	4,0506	3,923
	2,2294	2,7789	3,5639	4,0820	3,9680
Rata-rata	2,22	2,81	3,52	4,05	3,95
Indeks Bias	1,310	1,328	1,329	1,349	1,332
	1,311	1,326	1,327	1,347	1,352
	1,312	1,324	1,327	1,349	1,351
Rata-rata	1,311	1,326	1,328	1,348	1,345
Warna	Kuning kemerahan	Kuning Kecoklat	Kuning bening	Kuning bening	Kuning bening
Tegangan muka (Dyne/cm)	60,095	61,87	62,86	73,04	73,42
Konduktivitas (μ siemen)	230,9	231,6	232,1	246,3	248,5

Tabel 4.3. Standar formulasi Obat Nyamuk dari Komisi Pestisida

Macam bahan penyusun	Kadar bahan	Nama kimia bahan
1. Bahan Aktif		
1.1. Bahan aktif murni bukan teknis	Max 200 gr/lt	Propuxure pure
1.2. Bahan aktif teknis / Campuran tak murni	Max 204 gr/lt	Propuxure teknis
2. Pelarut	Max 580 mg/lt	Xyline
3. Bahan Pengemulsi	Min 196 mg/lt	Agrisol (Octylphenol grup)
4. Sifat fisik formula		
a. Warna	: kuning bening	
b. Berat jenis	: 1,01 - 1,20 gr/cc pada 27°C	
c. Kekentalan	: 4,0 – 5,0 cp pada 27°C	
d. Kedaluarsa	: 2 tahun	
e. Kadar air	: 1,45 – 1,75 %	
f. pH	: 7 – 8	
g. Titik nyala	: 35 – 45 °C	
h. Indeks bias	: 1,00 – 1,37	
i. Korosifitas	: tidak korosif	
j. Mudah/tidak meledak	: tidak mudah meledak	

Penetapan Emulsifier Konsentrat Terbaik

Berat Jenis

Pada proses pembuatan emulsifier konsentrat dari percobaan 1 sampai 5 masing-masing mempunyai berat jenis 0,7188; 0,7344; 0,6354; 1,1510; dan 1,1533 gr/cc, sedangkan standar yang diijinkan adalah 1,01 – 1,20 gr/cc, sehingga terlihat bahwa konsentrat hasil percobaan 4 dan 5 saja yang memenuhi standar yang diijinkan dari komisi pestisida. Hal ini disebabkan propoxure merupakan kristal putih yang berat jenisnya lebih besar dari 1, Agrisol dalam bentuk pasta dengan berat jenis 1,09 gr/cc, sedangkan dodecyl benzen sulfonat juga dalam bentuk pasta dengan berat jenis 1,21 gr/cc. Sehingga semakin banyak penambahan DBS maka berat jenisnya semakin meningkat.

pH

pH konsentrat yang dihasilkan percobaan 1 sampai 5 adalah 9,7; 8,33; 8,10; 7,97 dan 8,07. pH dari konsentrat yang terbentuk cenderung mengalami penurunan dan terdapat sedikit peningkatan pada percobaan 5. Menurut Tabel 4.3 standar pH yang diijinkan adalah 7 sampai 8, sehingga konsentrat yang dihasilkan dari percobaan 1, 2, 3 dan 5 tidak memenuhi standar, sedang konsentrat 4 memenuhi standar yang diijinkan dari komisi pestisida yaitu 7,97.

Viskositas.

Hasil uji viskositas atau kekentalan pada konsentrat 1 sampai 5 dengan menggunakan viscosimeter Ostwald pada suhu kamar menunjukkan nilai berturut-turut 2,22; 2,81; 3,52; 4,05; dan 3,95 Cp. Dari hasil tersebut nampak adanya peningkatan viskositas tetapi terjadi sedikit penurunan pada konsentrat 5. Sesuai dengan standar yang diijinkan dari komisi pestisida sebesar 4-5 cp, maka konsentrat 4 (viskositas sebesar 4.05 cp) memenuhi syarat. Propoxure yang berbentuk kristal, agrisol berbentuk pasta dan DBS berbentuk pasta akan menyebabkan konsentrat yang terbentuk akan lebih kental (viskos) sehingga nilai viskositasnya meningkat sedangkan pada konsentrat 5 terjadi endapan propoxure yang lebih besar dari pada percobaan 4 sehingga viskositasnya menurun.

Indeks Bias.

Pengukuran indek pada emulsifier konsentrat dilakukan dengan menggunakan Hand Refractometer merk Atago pada suhu kamar. Hasilnya berturut-turut menunjukan nilai 1,311; 1,326; 1,328; 1,348; dan 1,345 dimana terlihat ada kecenderungan peningkatan indeks bias konsentrat 1 sampai 4 dan sedikit penurunan pada percobaan konsentrat 5. Menurut Tabel 4.3. standar indeks bias yang diijinkan adalah 1,00 sampai 1,37, sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrat 1, 2, 3, 4 dan 5 memenuhi standar.

Tabel 4.1 memperlihatkan nilai komposisi campuran *surfactant* antara non-ionik agrisol (octyl phenol) yang mengalami penurunan berturut-turut 20; 19,04; 18;18; 17.39 dan 16,66 % dengan peningkatan persentasi anionik DBS sebagai emulsifier berturut-turut sebesar 0; 4,78; 9,10; 13,04 dan 16,66 % (Tabel 4.1). Kandungan bahan aktif propoxure dalam emulsifier konsentrat cenderung menurun

yaitu 20; 19,04; 18,18; 17,39 dan 16,66 %. Setelah konsentrat disimpan selama 4 sampai 8 minggu terjadi pengendapan pada konsentrat 1 sampai 5, tetapi emulsifier konsentrat 4 mempunyai jumlah endapan yang paling kecil yaitu sebesar 0,04 %. Hal ini menunjukkan bahwa solubilitas dari campuran emulsifier non ionik dengan anionik pada temperatur kamar telah mencapai titik jenuh, kemudian setelah itu akan kembali ke semula. Berat jenis, indeks bias, viskositas akan turun sedangkan pH dan endapan akan naik kembali. Perbandingan sifat-sifat fisik dari emulsifier konsentrat hasil percobaan 1 – 5 dengan Standar dari Komisi Pestisida Indonesia dapat dilihat pada Tabel 4.4. berikut.

Tabel 4.4. Matrik Perbandingan Sifat – sifat fisik dari konsentrat hasil percobaan dengan Standar dari Komisi Pestisida Indonesia

Parameter pembanding	Percobaan				
	1	2	3	4	5
Berat jenis	-	-	-	X	X
Viskositas	-	-	-	X	
Index bias	X	X	X	X	X
pH	-	-	-	X	
Warna	X	X	X	X	X
Endapan	+	+	+	X	+

(X) memenuhi Standar dari Komisi Pestisida Indonesia

(-) tidak memenuhi standar dari Komisi Pestisida Indonesia

(+) terjadi endapan

Dari Tabel 4.4. dapat ditarik kesimpulan bahwa konsentrat yang terbaik adalah emulsifier konsentrat yang memenuhi standar dari Komisi Pestisida Indonesia yaitu konsentrat ke 4 dengan komposisi propoxure 17,39; Agrisol 17,39; DBS 13,04, additive 4,35 dan solvent / pelarut 47,35 %. Total emulsifier yang digunakan sebesar 30,43 %

Widro *dkk* (2005) menerangkan bahwa perbandingan fraksi mole non ionik dan anionik dicapai untuk semua nilai mole fraksi *nonionik* dimana nilai minimum untuk dodecyl β maltosa sebagai non ionik dibanding dengan nilai dodecyl trimethyl sulfonat sebagai anionok adalah sebesar 0,7. Dalam penelitian ini perbandingan

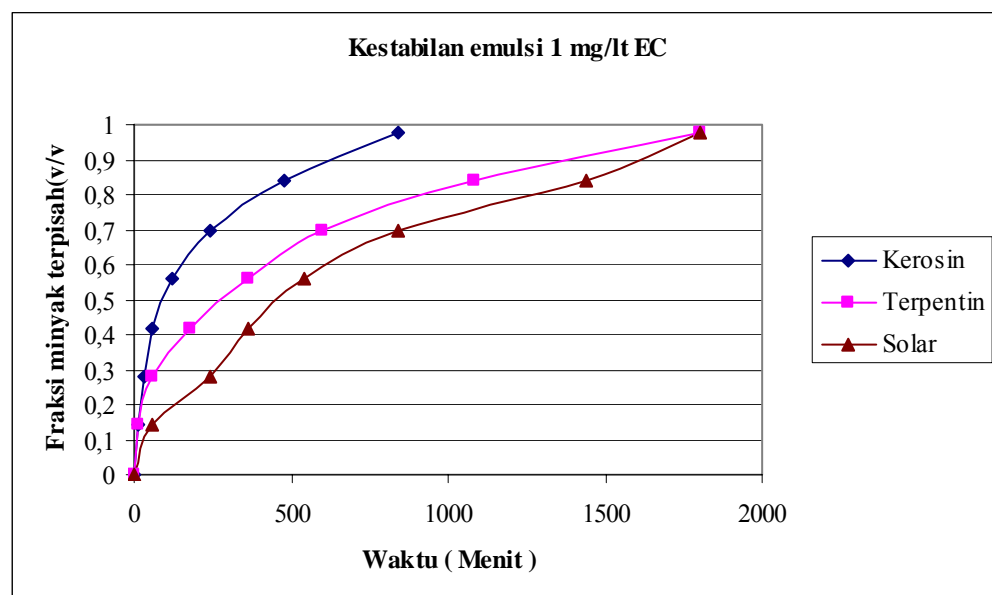
emulsifier yang digunakan yaitu campuran antara agrisol sebagai non ionik dan dodecyl benzen sulfonat sebagai anionik adalah 1,3. Mengingat dodecyl benzen sulfonat merupakan *emulsifier* yang suka air (O/W), maka kebutuhan dodecyl benzen sulfonat lebih besar daripada Agrisol. Minimum emulsifier concentrate yang diijinkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan adalah 16,66 %. Sedangkan total emulsifier yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30,48 %. Hal ini disamping mempercepat kelarutan propoxur dalam *xyline*, juga mempercepat pembentukan microemulsi di dalam air.

4.2 Uji Kestabilan Emulsi

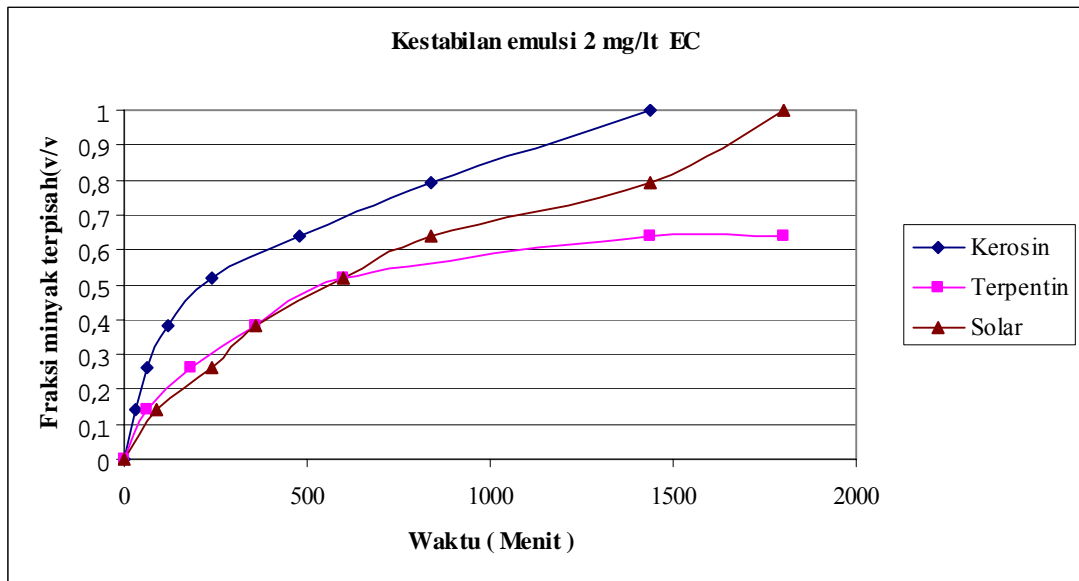
Emulsifier konsentrat yang terbaik pada hasil percobaan di atas (sub bab 4.1.) selanjutnya dilakukan uji kestabilan emulsi dengan menggunakan air sebagai fase dispersi sedangkan sebagai fase kontinyu menggunakan SMT, solar dan kerosin.

Fraksi minyak yang terpisahkan dan air sebagai fase kontinyu.

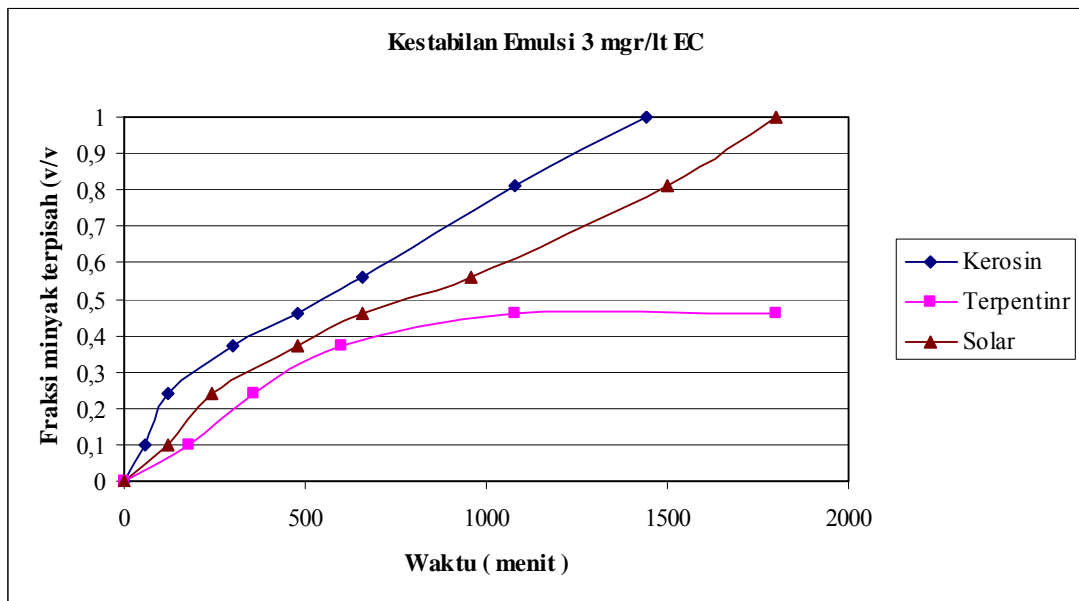
Hasil uji kestabilan emulsi berdasarkan fraksi minyak yang terpisah dengan air sebagai fase kontinyu pada penambahan 1, 2, dan 3 mgr/lt EC pada waktu tertentu disajikan pada Gambar 4.1.; 4.2.; dan 4.3.



Gambar 4.1. Uji kestabilan emulsi berdasarkan fraksi minyak yang terpisah, dengan air sebagai fase kontinyu pada penambahan 1 mg/lt EC



Gambar 4.2. Uji kestabilan emulsi berdasarkan fraksi minyak yang terpisah dengan air sebagai fase kontinyu pada penambahan 2 mg/lit EC



Gambar 4.3. Uji kestabilan emulsi berdasarkan fraksi minyak yang terpisah dengan air sebagai fase kontinyu pada penambahan 3 mg/lit EC

Dari Gambar 4.1.; 4.2 .dan 4.3. (fraksi air 50% dan 50% v/v fraksi minyak), dapat dilihat bahwa secara umum pemisahan fase minyak untuk konsentrasi emulsifier konsentrat 1, 2 dan 3 mgr/lt berjalan secara cepat pada 120 menit pertama. Hal ini ditunjukkan oleh slope kurve yang besar. Setelah itu kecepatan menurun terutama setelah menit ke 360. Secara umum juga nampak bahwa persentase pemisahan fase minyak yang paling tinggi didapat pada pemakaian konsentrasi emulsifier 1 diikuti berturut turut 2 dan 3 mgr/lt. Persentase pemisahan yang terjadi pada pemakaian jenis minyak yang paling tidak stabil pada 120 menit berturut – turut pada konsentrasi emulsifier 1 mgr/lt untuk kerosin, terpentine dan solar sebesar 56, 35 dan 21%, sedangkan untuk konsentrasi 2 mgr/lt emulsifier sebesar 38, 20 dan 16 %, sedangkan pada konsentrasi emulsifier 3 mgr/lt menunjukkan 24, 6 dan 10 %. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi emulsifier maka semakin stabil emulsinya, sedangkan pengaruh phase kontinyu menempatkan kerosin paling tidak stabil diikuti terpentin dan solar

Pemakaian jenis minyak yang paling tidak stabil ditunjukkan dengan adanya persentase minyak yang terpisah. Pada menit ke 600 dengan penggunaan konsentrasi emulsifier sebesar 1 mgr/lt untuk kerosine, terpentine dan solar adalah 90, 70 dan 60 %, dimana phase kerosine yang terpisah mendekati 100%. Pemisahan fase minyak terjadi pada menit ke 840 atau 14 jam. Hal ini menunjukkan bahwa emulsi yang terjadi tidak stabil. Sedang pada konsentrasi 1 mgr/lt emulsifier untuk fase terpentine kondisi stabil tercapai pada 82 %.

Untuk konsentrasi emulsifier 2 mgr/lt masing-masing phase minyak yang terpisah adalah sebesar 61, 56 dan 56%. Gambar 4.2. memperlihatkan bahwa phase solar masih terjadi kenaikan persentase minyak yang terpisah, sedangkan phase thinner sudah mulai mendekati konstan sehingga terjadi perpotongan pada 56%, hal ini disebabkan terpentin sudah mendekati phase stabil. Terpentin stabil pada minyak yang terpisah sebesar 62% untuk emulsifier 2 mgr/lt. Sehingga dapat dikatakan urutan ketidak stabilan untuk minyak berturut-turut adalah kerosine, solar dan terpentin.

Pada konsentrasi emulsifier 3 mgr/lt fraksi minyak mengalami pemisahan secara berturut-turut untuk minyak tanah, thinner dan solar adalah 56, 37 dan 42 %. Seperti terlihat pada Gambar 4.3. fraksi minyak mengalami pemisahan untuk kerosine dan solar terlihat masih terjadi peningkatan sedangkan untuk phase

terpentin sudah mulai stabil, dimana kestabilan untuk terpine dicapai pada persentase pemisahan minyak 46 % sehingga sudah mendekati stabil dari menit – menit akhir pada konsentrasi 3 mgr/lt. sehingga kurve terpine berada dibawah solar maupun kerosin

Pada akhir pengamatan yaitu pada menit ke 1800 nampak bahwa secara umum untuk konsentrasi emulsifier konsentrat 1, 2 dan 3 mgr/lt, fase minyak sudah terpisah secara sempurna. Pada kerosin untuk konsentrasi emulsifier 1, 2, dan 3 mgr/lt sudah terpisah sempurna pada menit ke 840, 1440 dan 1440. Sedangkan untuk terpine, untuk konsentrasi emulsifier 1, 2 dan 3 mgr/lt kestabilan emulsi mulai tercapai pada menit ke 1080, 840 dan 600. Untuk solar, baik pada konsentrasi emulsifier 1, 2 maupun 3 mgr/lt pemisahan sempurna terjadi pada menit ke 1800.

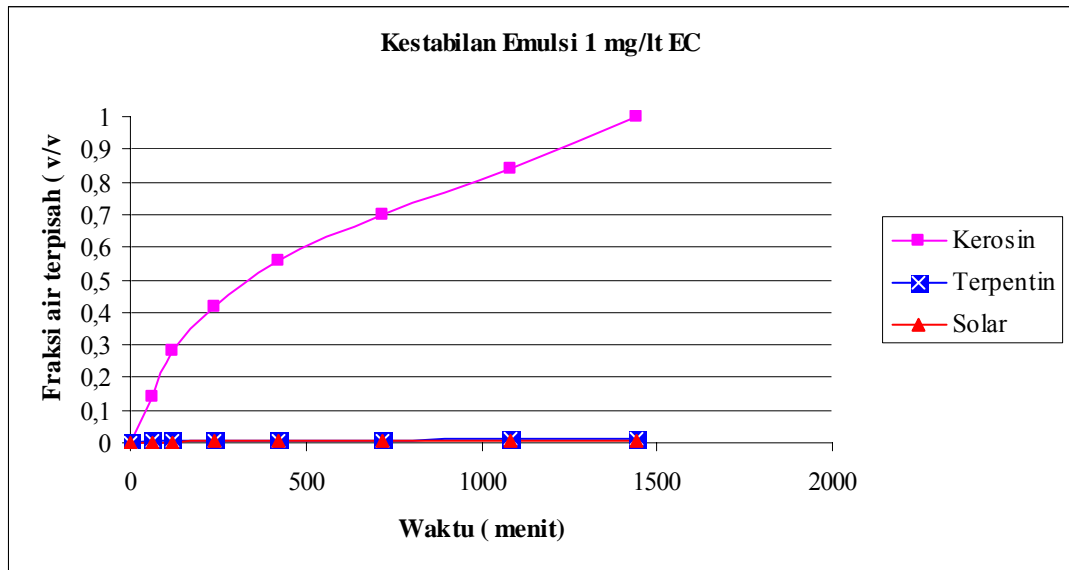
Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa minyak yang terbaik adalah terpine pada konsentrasi 3 mgr/lt emulsifier dimana terjadi kestabilan emulsi pada pemisahan minyak sebesar 42%

Menurut penelitian Bink *et al.*, (2003) pada konsentrasi emulsifier 3 mgr/lt lapisan minyak fraksi (dodecane) minyak terpisah sebesar 47 %. Parameter-parameter yang dihitung mengindikasikan bahwa dalam sistem 2 nonionic dan anionik terjadi sinergisme dalam mono layer membentuk stabilitas emulsi dan pembentukan micelle pada 0,47 yang terjadi pada temperatur 28 °C. Dalam penelitian ini fraksi minyak yang terpisah untuk 3 mgr/lt EC pada terpine sebesar 46% (0,46) pada temperatur ruangan 28 °C.

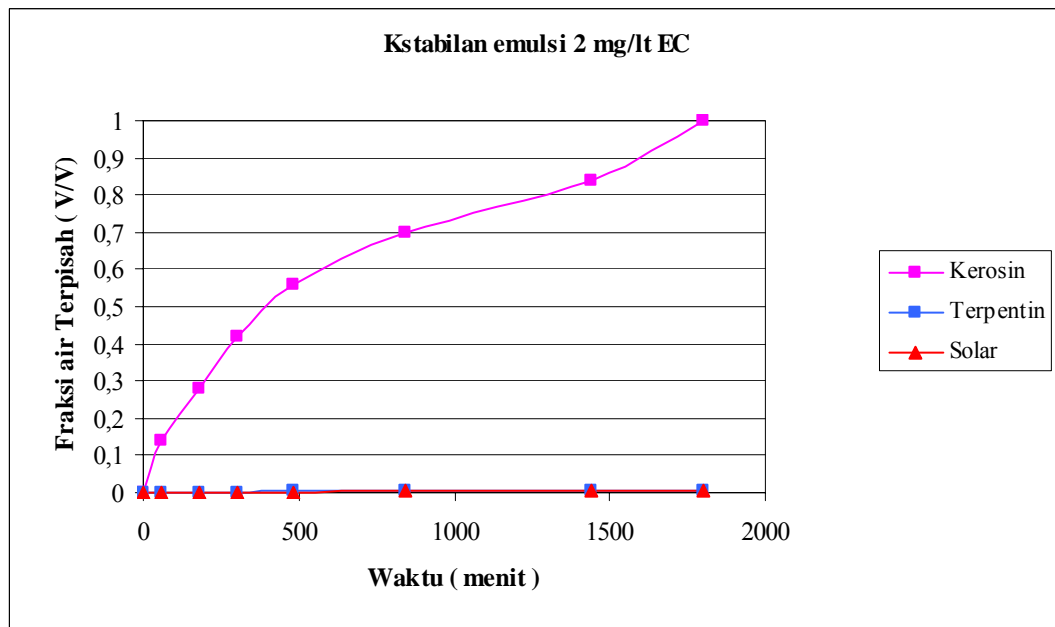
Pada penelitian sebelumnya, Hendartini (2005) memperlihatkan kestabilan emulsi antara solar dan air dengan memakai emulsifier agrisol, nonionik surfaktant dicapai pada pemakaian emulsifier 8 -10 mgr/lt. Untuk pelarut (solvent) kerosin dengan atom C rendah (C₁₀ sampai C₁₂) maka CMC yang terjadi lebih tinggi sehingga kemungkinan tidak stabil lebih besar (Porter, 1994), sedangkan untuk solar hexadecane C₁₆H₃₅. dengan kandungan atom C cukup tinggi dapat distabilkan. Hal ini terlihat pada emulsi yang terjadi pada lapisan air.

Fraksi air yang dipisahkan dengan minyak sebagai fase kontinyu

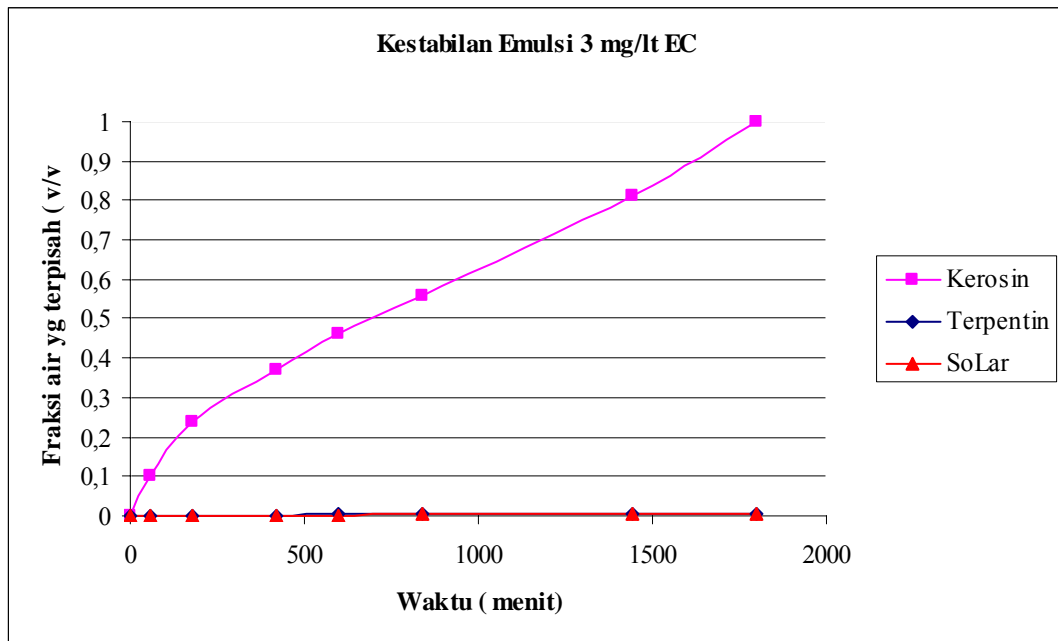
Hasil uji Uji kestabilan emulsi berdasarkan fraksi air yang terpisah dengan minyak sebagai fase kontinyu pada penambahan 1, 2 dan 3 mgr/lt EC pada waktu tertentu disajikan pada Gambar 4.4.; 4.5.; dan 4.6.



Gambar 4.4. Uji kestabilan emulsi berdasarkan fraksi air yang terpisah dengan minyak sebagai fase kontinyu pada penambahan 1 mg/l EC



Gambar 4.5. Uji kestabilan emulsi berdasarkan fraksi air yang terpisah dengan minyak sebagai fase kontinyu pada penambahan 2 mgr/l EC



Gambar 4.6. Uji kestabilan emulsi berdasarkan fraksi air yang terpisah dengan minyak sebagai fase kontinyu pada penambahan 3 mgr/l EC

Dari Gambar 4.4.; 4.5 .dan 4.6. (fraksi air 50% dan 50% v/v fraksi minyak), menunjukkan bahwa secara umum tidak terjadi proses pemisahan pada fase air untuk konsentrasi emulsifier konsentrasi 1, 2 dan 3 mgr/l, dengan kata lain pada fase air telah membentuk micro emulsi dan berjalan secara cepat yaitu 10 menit pertama dan seterusnya, dan terjadi pada terpentin dan solar. Untuk kerosin persentase pemisahan fase air berjalan sangat cepat pada 180 menit pertama, kemudian terjadi penurunan setelah menit ke 500 sampai pemisahan fase air terjadi secara sempurna (100 %). Pemakaian kerosin merupakan yang paling tidak stabil dibandingkan dengan terpentin dan solar. Prosesntase pemisahan fase air pada pelarut kerosin dapat terpisah secara sempurna pada menit ke 1440, 1800 dan 1800 dari pemakaian konsentrasi emulsifier 1, 2, dan 3 mgr/lt..

Pada pemakaian terpentin dan solar proses pemisahan fase air tidak dapat berlangsung karena emulsi cenderung membentuk microemulsi, dimana memperlihatkan tidak adanya perbedaan densitas antara fase air dan minyak seperti terlihat pada (Gambar 4.4; 4.5 dan 4.6). Terpentin dan solar mempunyai stabilitas yang cukup tinggi karena terbentuk microemulsi. Micro emulsi dipengaruhi oleh

pemisahan fase air, konsentrasi emulsifier dan fase dispersi. Microemulsi ini terjadi karena adanya penggabungan antara droplet satu dengan yang lain, dan tidak tergantung pada temperatur, tetapi pada *coalescence* antara solid-stabil sedimen water dalam emulsi terpentin dan solar mempunyai *driving force* (daya dorong) sangat luar biasa karena adanya co surfaktan DBS yang bersifat hidrofilik. Begitu juga setelah dilakukan penyimpanan selama 8 minggu, microemulsi yang terjadi pada air tidak mengalami perubahan dan warnanya tetap putih seperti kabut, ini terjadi pada solar maupun terpentin. Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa kedua bahan pelarut tersebut dapat digunakan sebagai solven dalam foting.

Dari semua uraian diatas baik untuk fase minyak dan fase air menunjukkan bahwa pada fase minyak stabilitas terjadi pada pelarut terpentin dengan prosesntase minyak yang terpisah 42% pada konsentrasi emulsifier 3 mgr/lt. dengan ketahanan dalam penyimpanan selama 8 minggu (Tabel 4.5.). Fase air tidak terjadi pemisahan karena dalam fase air terbentuk micro emulsi untuk terpentin dan solar dilihat dari waktu terbentuknya microemulsi 15 dan 10 menit pertama baik untuk konsentrasi emulsifier 1, 2, dan 3 mgr/lt. Pelarut yang baik pada uji kestabilan emulsi dari berbagai jenis minyak adalah terpentin. Begitu pula kenampakan emulsi pada thiner terlihat lebih bagus (putih bersih), sedang emulsi pada solar terlihat putih kusam seperti kabut, sehingga jenis minyak yang dipakai dalam uji toksistas pelarut yang digunakan adalah thiner dengan konsentrasi 3 mgr/lt

Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Warna,penyimpanan dan endapan microemulsi

Minggu	Warna		Penyimpanan		Endapan	
	Terpentin	Solar	Terpentin	Solar	Terpentin	Solar
Ke I	PB	PK	Homogen	Homogen	-	-
Ke II	PB	PB	Homogen	Homogen	-	-
Ke III	PB	PB	Homogen	Homogen	-	-
Ke IV	PB	PB	Homogen	Homogen	-	-
Ke V	PB	PB	Homogen	Homogen	-	-
Ke VI	PB	PB	Homogen	Homogen	-	-
Ke VII	PB	PB	Homogen	Homogen	-	-
Ke VIII	PB	PB	Homogen	Homogen	-	-

Pb : Putih bersih,

Pk: Putih Kusam

Menurut Stephanie *et all.* (2003) terjadinya stabilitas emulsi atau antar droplet terjadi coalescence pada suhu temperatur sekitar 28°C, diatas *melting point* thiner maupun solar (14.0 ± 0.3 °C). Stabilitas untuk dodecane C₁₂ dan hexadecane C₁₆ dalam fraksi air yang terpisahkan untuk temperatur 28°C, 0,03% (v/v) untuk 3 mgr/lit DBS dalam waktu 60 menit, sedang untuk thiner 0,04 %(v/v), waktu 20 menit. Untuk fraksi air yang terpisah waktu yang dibutuhkan dalam penelitian ini untuk solar 15 menit sedangkan terpentin 10 menit.

4.3. Uji Efektifitas

Sebelum dilakukan uji efektifitas LD₅₀, lebih dulu dilakukan pembiakan nyamuk *Aedes aegypti* strain Liverpool yang dibeli dari Fakultas Kedokteran Hewan IPB, dengan jumlah telur yang dibiakkan sebanyak 1000, dengan masing–masing penggunaan sebagai berikut :

500 butir sebagai uji LD₅₀

150 butir dibiakkan hanya sampai pada jentik.

150 butir dibiakkan samapai pada nyamuk siap terbang,

200 butir sebagai cadangan..

Proses pembiakan nyamuk, jumlah telur yang menjadi nyamuk seperti terlihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6. Proses pembiakan nyamuk dari telur

Hewan uji	Proses Pembiakan Nyamuk				
<i>Aedes aegypti</i> strain Liverpool	6 jam	25 jam	2 hari	3 hari	4 hari
500 butir telur nyamuk	500				
150 butir (untuk jentik)	50	120			
150 butir (nyamuk siap terbang)	50	120	68 Pupa	100 pupa	100 Siap

Setelah pembiakan dilakukan pada hari ke 2 selanjutnya dilakukan uji efektifitas LD₅₀ terhadap jentik nyamuk, yang terlebih dulu membuat emulsifier concentrate yang akan dipakai dalam uji tersebut. Pada uji stabilitas emulsi terpentin merupakan pelarut yang terbaik maka pada uji efektifitas pelarut tersebut yang digunakan dalam foting dalam membentuk kestabilan emulsi dalam air. Langkah

selanjutnya adalah melakukan uji efektifitas dengan LD₅₀, terhadap hewan uji (telur, jentik-jentik dan nyamuk), dengan pengenceran 10 kali pada emulsifier konsentrat yang terbaik dari percobaan 4 (Tabel 4.2). Dosis yang dipakai dalam uji efektifitas LD₅₀ yaitu 0,5; 1; 1,5; 2 dan 2,5 cc, sedang uji dilakukan pada hari ke 1 untuk telur, hari ke 2 untuk jentik, hari ke 5 untuk nyamuk siap terbang. (Blodine,1992), Untuk hasil uji efektifitas disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil uji efektifitas LD₅₀

Hewan uji	Uji Indeks LD ₅₀				
	0,5	1	1,5	2	2,5
Emulsifier consentrat (cc)	0,5	1	1,5	2	2,5
Jentik nyamuk 120 ekor pada hari ke 2	10	40	85	120	120
Nyamuk 100 ekor pada hari ke 5	0	27	42	78	100

Dari Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa pada dosis 0,5 cc/lt, untuk telur nyamuk aedes aegypti selang 5 hari, setelah dilakukan pembiakan tidak satupun telurpun yang menetas. Kemudian dilanjutkan uji efektifitas dengan LD₅₀ untuk jentik dan nyamuk. Pada hari ke 2 jam pertama uji efektifitas terhadap jentik nyamuk dengan jumlah jentik sebanyak 120 ekor, pada dosis 0,5 jumlah jentik yang mati 10 ekor. Selanjutnya pada pembahasan dosis 1.0 cc/lt, 1.5 cc/lt, dan 2.0 cc/lt, jumlah jentik yang mati berturut-turut sebanyak 40, 85 dan 120 ekor, dimana pada dosisi 2 cc/lt menunjukkan bahwa semua jentik yang diujikan telah mati. Hal ini dapat disimpulkan bahwa uji LD₅₀ terhadap jentik nyamuk aedes aegypti strain liverpool dosis yang tepat adalah 1 cc/ lt. Dimana 50 % dari jumlah hewan yang diujikan sebanyak 100 jentik, 40 jentik yang ujikan sudah mati.

Pada hari ke 5 jam pertama uji efektifitas terhadap nyamuk aedes aegypti strain liverpool yang sudah siap terbang, jumlah jentik yang diujikan sebanyak 120 ekor, dosis yang dipakai seperti pada jentik. Selanjutnya pada pembahasan dosis 0.5 cc/lt, 1.5 cc/lt, dan 2.0 cc/lt, jumlah jentik yang mati berturut-turut sebanyak 42, 85 dan 78 ekor, dimana pada dosisi 2 cc/lt menunjukkan bahwa semua jentik yang diujikan telah mati. Hal ini dapat disimpulkan bahwa uji LD₅₀ terhadap jentik nyamuk aedes

aegypti strain liverpool dosis yang tepat adalah 1 cc/ lt. Dimana 50 % dari jumlah hewan yang diujikan sebanyak 100 jentik, 40 jentik yang ujikan sudah mati.

Dosis 0,5 cc/lt jumlah nyamuk yang mati 0 ekor, selanjutnya dilakukan penambahan dosis dengan 1 cc/ lt maka jumlah nyamuk yang mati sudah mencapai 40 ekor, untuk dosis 1,5 cc/lt. Jumlah nyamuk yang mati menjadi 42 ekor. sedangkan pada dosis 2 cc/lt jumlah nyamuk yang sudah mencapai 78 ekor. semua nyamuk yang diujikan mati pada dosis 2,5 cc/ lt. Sehingga pada uji LD_{50} terhadap nyamuk aedes aegypti strain liverpool dosis yang tepat adalah 1,5 cc/lt. Dimana 50 % dari jumlah hewan yang diujikan sebanyak 100 nyamuk sudah mati (42 jentik yang ujikan sudah mati). Sedangkan waktu yang diperlukan sampai hewan uji itu mati berkisar antara 10 - 15 menit. Kelebihan ini digunakan sebagai angka keamanan. Menurut Sumingkrat (2005) dosis yang terbaik untuk nyamuk adalah 1 – 1,5 cc dengan surfaktan agrisol dan pelarut solar. Sedang menurut (Blodine, 1992) dengan hewan uji nyamuk anopeles di Kabupaten Cilacap dosis yang dipakai 1 – 1,5 dengan lama binatang uji mati mencapai 1 hari.

Dengan demikian dosis yang terbaik dalam penelitian ini setelah diujikan dengan uji LD_{50} pada nyamuk aedes aegypti strain liverpool adalah 1 – 1,5 cc/lt dan waktu yang dibutuhkan sampai nyamuk mati adalah 10 – 15 menit.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Emulsifier konsentrat yang terbaik setelah dilakukan uji sifat-sifat fisik kemudian dibandingkan dengan standar dari Komisi Pestisida Indonesia, adalah formula dengan komposisi 17,38% propoxure; 17,39% agrisol; 13,01% dodecyl benzen sulfonat, 47,83 % xylene dan 4,35% additive dalam % berat, dengan total emulsifier konsentrat 20 % w/w .
2. Dari uji kestabilan emulsi, menunjukkan bahwa Terpentin merupakan pelarut yang paling stabil dalam membentuk emulsi, dengan persentase minyak yang terpisah pada konsentrasi 3 mgr/lit mencapai 42 %.
3. Pada uji efektifitas terhadap 500 butir telur, 120 jentik dan 100 ekor nyamuk *Aedes aegypti*, menunjukkan bahwa dosi yang sesuai adalah 1-1,5 cc/ lt, baik untuk telur nyamuk maupun jentik *Aedes aegypti*, dimana 50 % dari hewan uji telah mati dalam waktu 10 menit.

5.2 SARAN

Penelitian ini perlu ditindak lanjuti dengan pengaruh mikroemulsi yang terjadi pada fase air terhadap biota - biota yang ada di dalam air.

BAB VI.

RANGKUMAN

Salah satu usaha dalam mencegah penyakit demam berdarah dengan melakukan *foging*/pengasapan. Beberapa formulasi bahan aktif pestisida yang beredar di pasar seperti malation, fenthion masih diragukan efektivitasnya. Hal tersebut dibuktikan dari hasil *foging* yang telah dilakukan hanya dapat membunuh nyamuk saja, sedangkan jentik-jentik yang berada di dalam air tidak terbunuh karena emulsi hanya terbentuk dipermukaan saja, dan tidak dapat sampai pada badan cairan (*bulk*). Dengan demikian *vector* pembawa penyakit demam berdarah tidak dapat diberantas dengan tuntas karena jentik-jentik masih bertahan hidup yang pada saatnya akan bermetamorfosa menjadi nyamuk. Oleh karena itu diperlukan suatu usaha untuk mendapatkan suatu formula insektisida yang dapat membasmi nyamuk *Aedes aegypti* sekaligus jentik-jentik nyamuk yang hidup di air.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui konsentrasi surfaktan yang tepat dalam proses formulasi insektisida, yang berfungsi untuk membentuk kestabilan emulsi antara minyak dengan air. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai konsentrasi surfaktant dan waktu yang dibutuhkan dalam menstabilkan emulsi antara minyak dan air, sehingga akan dapat ditemukan formula yang tepat sebagai bahan dasar insektisida dalam membasmi nyamuk dan jentik nyamuk *Aedes aegypti*. Disamping itu juga diharapkan dapat menjadi formula obat nyamuk (insektisida) alternatif yang mudah diaplikasikan oleh masyarakat

Formulasi emulsifier concentrate (EC) yang merupakan komponen sangat penting dan banyak digunakan dalam industri formulasi pestisida. Dimana emulsifier concentrate dapat berupa pekatan jernih yang dapat diemulsikan ke dalam air, konsentrat tersebut terdiri dari bahan aktif, emulsifier, pelarut, dengan atau tanpa bahan penambah lain. Kualitas konsentrat sangat ditentukan oleh jenis dan konsentrasi emulsifier yang digunakan atau sebagai larutan *non aqueous* dari bahan aktif pestisida dan emulsifier pada larutan tertentu.

Dalam penelitian ini dilakukan percobaan formulasi propoxure 20 EC sebagai insektisida pembunuh nyamuk *aedes agypti*, dengan bahan aktif propoxure, emulsifier yang digunakan Agrisol dan dodecyl benzen sulfonat yang merupakan emulsifier atau surfaktan nonionic dan co surfaktan anionic yang bersifat

hydrophilic, sedangkan pelarut yang dipakai xylene dan additive isopropyl alkohol, propylene glycol dan toluen, semua dicampur kemudian diemulsikan sehingga dapat terjadi kestabilan emulsi didalam air.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah experimental dan dilakukan dilaboratorium, dengan variable bahan baku emulsifier agrisol dan dodecyl bensen sulfonat, hasil yang didapat dari percobaan ini berupa emulsifier konsentrat kemudian dilakukan uji sifat-sifat fisik, uji kestabilan dan uji toksisitas, kemudian data yang didapat dianalisa dengan menggunakan diskritif aktif dan dibandingkan dengan standar yang diterbitkan oleh Komidi Pestisida Indonesia. Sehingga didapat emulsifier konsentrat yang terbaik.

Dari hasil percobaan dalam pembuatan konsentrat ini yang telah dilakukan didapat Emulsifier konsentrat, kemudian dilakukan uji sifat-sifat fisik kemudian dibandingkan dengan standar yang dikeluarkan oleh Komisi Pestisida Indonesia, maka percobaan yang terbaik dengan komposisi seperti yang terlihat di Tabel 4.2 pada percobaan dengan komposisi: 17,38% propoxure; 17,39% agrisol; 13,01% DBS, 47,83 % Xylene dan 4,35% additive dalam % berat. Dengan *emulsifier cosentrate* yang digunakan 20 % w/w .

Dari uji kestabilan emulsi yang dilakukan pada berbagai jenis minyak yaitu, kerosin, terpentin dan solar setelah dibuat emulsi, kemudian dilakukan uji kestabilan emulsi. Maka terpentin merupakan pelarut yang terbaik pada saat melakukan fogging, karena emulsi yang terjadi lebih stabil dibandingkan minyak tanah dan solar. Pada fase minyak persentase minyak yang terpisah 42% atau 0,42 dengan konsentrasi emulsifier 3 mgr/lt. Sedangkan pada fase air dengan fase kontinyu minyak, terjad coaslence antara droplet dengan membentuk micro emulsi pada fase air, sehingga tidak terjadi proses pemisahan pada air, baik pada konsentrasi emulsifier 1, 2 dan 3 mgr/lt.

Dari pembiakan telur nyamuk aedes aegypti sebanyak 150 butir, yang menetas menjadi jentik 120 jentik, kemudian di biakan terus dari jentik menjadi nyamuk siap terbang sebanyak 100 ekor. Setelah dilakukan uji efektifitas pada hewan uji tersebut, sedang emulsifier konsentrat yang paling baik kemudian dilakukan pengencer 10 kali dengan pelarut terpentin. Setelah dilakukan uji LD₅₀ terhadap telur, jentik dan nyamuk aedes aegypti strain liverpool. Dosis yang terbaik untuk digunakan pada fogging adalah 1-1,5 cc/ lt.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 1999. Laporan Bisnis Indochemical – PT. Capricorn Indonesian Consult. 86 : 1 -26
- Anonimous, 2004. Pestisida dan Higiene Lingkungan. Laporan Tahunan Komisi Pestisida. Subdit Arbovirous, Direktorat Jenderal P3M - Departemen Kesehatan RI. 60 hal.
- Badarudin, Zahlul. 1997. Propoxure. Penerbit PT. Prabawa Dibya Weluarta Jakarta. 329 hal.
- Binks. B.P. and Whitby, C.P. 2003. Temperature-dependent stability of water-in-undecanol emulsions. *Colloid and Surfaces A : Physicochem. Eng. Aspects* 224 : 241 – 249.p
- Blodine CP , 1992. Pengendalian Vektor Nyamuk *Anopheles sundaic* Menggunakan *Bacillus ringgiensis* di Kampung Laut – Cilacap. Balai Penelitian dan Pengembangan Departemen Kesehatan RI, Jakarta
- Borwankar, R.P., Lobo, L.A. and Wasan, D.T,1992. Emulsion stability - kinetics of flocculation and coalescence. *Colloids and Surfaces*. 69:135-146.p
- Dungan, S.R; Tai, B.H and Gerhardt, N.I. 2003. Transport mechanisms in micellar solubilization of alkanes in oil-in-water emulsion. *Colloids and Surfaces A : Physicochem. Eng. Aspects* 216 : 149 –166.
- Edwards, D.A., Brenner, H., and Wasan, D.T. 1991. *Interfacial Transport Processes and Rheology*. Butter-Heinemann, Boston M.A. 213 p.
- Hendartini, 2003. Penelitian Pembuatan Formulasi Pestisida Bentuk Pekatan Yang Dapat Diemulsikan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kimia, Departemen Perindustrian dan Perdagangan. Jakarta. 23 hal.
- Holmberg, K., Jonsson, B., Kronberg, B. and Lindman, B. 2003. *Surfaktant and Polymers in Aqueous Solution*. 2nd. ed. New York: John Wiley & Sons, Ltd.
- Hou, W. and Papadopoulos, K.D. 1997. $W_1/O/W_2$ and $O_1/W/O_2$ globules stabilized with Span 80 and Tween 80. *Colloids and Surfaces A : Physicochem. Eng. Aspects*. 125: 181-187 p
- Isaacs, E.E. and Chow, R.S. 1992. Practical Aspects of Emulsion Stability. In: Schramm, L.L. ed. *Emulsions Fundamentals and Applications in the Petroleum Industry*. Washington, DC: American Chemical Society.

<http://extoxnet.orst.edu/pips/propuxur.htm> browsing tgl 10 Maret 2006

- Jiao, J. and Burgess, D.J. 2003. Ostwald ripening of water-in-hydrocarbon emulsions. *J. Coll. Interface Sci.* 264: 509-516.p
- Jimeno, N. 1987. Effect of Demulsifiers on the Separation of Water-in-Oil Emulsions. Swiss Federal Institute of Technology Zurich: Ph.D. Thesis
- Johansen, E. J., Magnarskjarvo, I., Lun, T., Sjöblom, J., Soderlund, H. and Bostrom, G. (1989). Water-in-Crude Oil Emulsion from the Norwegian Continental Shelf. Part I. Formation, Characterization and Stability Correlation. *Colloids and Surfaces.* 34: 353-370p
- Kabal'nov, A.S., Pertzof, A.V. and Shchukin, E.D. (1987). Ostwald Ripening in Two-Component Disperse Phase Systems: Application to Emulsion Stability. *Colloids and Surfaces.* 24: 19-32 p
- Kim, J-H. and Wasan, D.T.1996. Effect of Demulsifier Partitioning on the Destabilization of Water-in-Oil Emulsion. *Ind. Eng. Chem. Res.* 35: 1141-1149 p.
- Krawczyk, M.A., Wasan, D.T. and Shetty, C.S. 1991. Chemical Demulsification of Petroleum Emulsions Using Oil-Soluble Demulsifier. *Ind. Eng. Chem. Res.* 30(2): 367-375. p
- Kristina, 2004. Demam Berdarah Dengue. *Jurnal Kajian Masalah Kesehatan, Balai Pengembangan dan Penelitian Kesehatan, Departemen Kesehatan – Jakarta.* 2 : 23 - 27 hal
- Lissant, K.J. 1983. Demulsification, Industrial Applications. Vol.13. New York: Marcel Dekker. Inc.
- Little, R.C. 1974. Breaking Emulsion of Water in Navy Fuel Oils. *Fuel.* 53: 246- 252. p
- Magdassi, S., Ben Moshe, M., Talmon., and Danino, D. 2003. *Colloid and Surfaces A : Physicochem. Eng. Aspects* 212 : 1 – 7.p
- Menon, V.B. 1986. Characterization of Dispersed Three-Phase Systems with Applications to Solids-Stabilized Emulsions. Illinois Institute of Technology. Chicago: Ph.D Thesis
- Opawale, Foyeke.O and Burgess, Diane J. 1998. Influence of Interfacial Properties of Lipophilic Surfaktant on Water-in-Oil Emulsion Stability. *Jurnal Colloid and interface science* 197 : 142-150. p
- Porter, M.R. 1994. Handbook Of Surfaktant. 2nd Ed. Blackie Academic & Profesional. Madras. 324 p.

- Partal, P., Guerrero, A., Berjano, M. and Gallegos, C. 1997. Influence of concentration and temperature on the flow behavior of oil-in-water emulsions stabilized by sucrose palmitate. *J. Am. Oil Chemists' Society*. 74 (10): 1203-1212.p
- Panoussopoulos, K. 1998. Separation of Crude Oil-Water Emulsion: Eperimental Techniques and Models. Swiss Federal Institute of Technology, Zurich: Ph.D. Thesis.
- Rahmawati, 1995. Industri Pestisida dan Pemasaran di Indonesia, PT. Capricorn Indonesia Consult, Inc. Jakarta. 45 hal.
- Sibuea, P. 2003. Emulsifier : Senyawa Ajaib dalam Industri Makanan. Kompas 14 Mei 2003.
- Schubert, H. and Armbruster, H. 1992. Principles of formation and stability of mulsions. *Intern. Chem. Eng.* 32 (1): 14-27.p
- Sjoblom. A.J. 1996. Emulsion and Emulsion Stability. Marcel Dekker. New York. 234 p.
- Steel, R.G.D and Torrie, J.H. 1991. Principles and Procedurs of Statistics. McGraw-Hill Int. Book Cop. Tokyo. 630 p.
- Sumingkrat. 1992. Kestabilan Emulsi Pestisida Bentuk Emulsifier Concentrate. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kimia, Departemen Perindustrian dan Perdagangan. Jakarta. 56 hal.
- Tabrani H, 1992. Deman Berdarah. Penerbit PT. Arcan Jakarta. 78 hal
- Tadros, Th.F. 1984. Surfaktants. London: Academic Press.
- Tambe, D.E. and Sharma, M.M. 1993. Factors Controlling the Stability of Colloid-Stabilized Emulsions. I. An Experimental Investigation. *J. Coll. Interface Sci.* 157: 244-253.
- Thompson, D.G., Taylor, A.S. and Graham, D.E. 1985. Emulsification and Demulsification Related to Crude Oil Production. *Colloids and Surfaces.* 15: 175-189.
- Timmermann, F. 2000. Food Emulsifier, Basic Theory to Practical Realities. *Journal Asia Pacific Food Industry* 12 : 1 -7
- Wydro, P. and Paluch, M. 2004. Surface properties od cationic-nonionic mixed surfaktant systems. *Colloid and Surfaces A : Physicochem. Eng. Aspects* 245 : 75 – 79.

