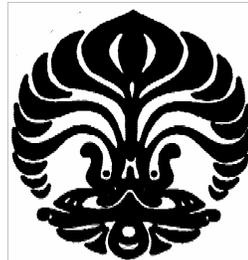


**PENGARUH KONDISI OPERASI REAKSI
HIDROGENASI METIL LAURAT DENGAN KATALIS
NIKEL UNTUK PEMBUATAN SURFAKTAN
OLEOKIMIA**

SKRIPSI

OLEH

DESTI ANDANI
0404060195



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP, 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PENGARUH KONDISI OPERASI REAKSI HIDROGENASI METIL LAURAT DENGAN KATALIS NIKEL UNTUK PEMBUATAN SURFAKTAN OLEOKIMIA

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 7 Juli 2008

Desti Andani

NPM 04 04 06 01 95

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

**PENGARUH KONDISI OPERASI REAKSI HIDROGENASI METIL
LAURAT DENGAN KATALIS NIKEL UNTUK PEMBUATAN
SURFAKTAN OLEOKIMIA**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 7 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 7 Juli 2008

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Skripsi

Tania Surya Utami ST, MT.
NIP. 132 206 932

Ir. Rita Arbianti, Msi.
NIP. 132 137 888

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Tania Surya Utami, S.T., M.T.
Ir. Rita Arbianti, M.Si

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.

Depok, 7 Juli 2008

Desti Andani

Desti Andani NPM 0404060195 Departemen Teknik Kimia	Dosen Pembimbing: I. Tania Surya Utami, S.T., MT. II. Ir. Rita Arbianti, M.Si.
---	--

PENGARUH KONDISI OPERASI REAKSI HIDROGENASI METIL LAURAT DENGAN KATALIS NIKEL UNTUK PEMBUATAN SURFAKTAN OLEOKIMIA

ABSTRAK

Surfaktan merupakan bahan utama dalam pembuatan bahan pembersih dan kosmetik, seperti sabun, sampo, pasta gigi, pelembab kulit, dan pembersih muka. Berdasarkan bahan baku pembuatannya, surfaktan dapat dibedakan menjadi surfaktan petrokimia yang berasal dari gas dan minyak bumi, dan surfaktan oleokimia yang berasal dari minyak nabati. Surfaktan SLS merupakan salah satu jenis surfaktan oleokimia yang memiliki muatan negatif pada gugus antarmuka hidrofobiknya. Keunggulan Surfaktan SLS ini antara lain bersifat terbarukan (*renewable resources*) dan secara alami mudah terdegradasi. Surfaktan ini dibuat dengan menggunakan bahan baku minyak kelapa murni dan melalui proses sebagai berikut: reaksi transesterifikasi untuk mengkonversi minyak menjadi metil ester; pemisahan metil laurat dari metil ester; reaksi hidrogenasi metil laurat menggunakan katalis Ni; reaksi sulfatasi dengan menambahkan H_2SO_4 ; serta netralisasi dengan NaOH. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keefektifan pemisahan metil laurat dari metil ester berdasarkan perbedaan titik leleh menggantikan pemisahan menggunakan kolom distilasi yang membutuhkan biaya besar; serta mendapatkan kondisi optimum yang meliputi suhu, laju alir gas hidrogen, dan persen berat katalis pada reaksi hidrogenasi metil laurat menggunakan katalis Ni untuk menghasilkan senyawa yang akan diproses lebih lanjut menjadi Surfaktan SLS analog. Pengujian terhadap produk hidrogenasi tersebut dilakukan dengan mengukur kemampuan menurunkan tegangan permukaan air serta menstabilkan emulsi minyak dalam air. Hasil penelitian menunjukkan kondisi operasi optimum reaksi hidrogenasi metil laurat terjadi pada suhu $270^{\circ}C$, laju alir gas H_2 1 ml/s, dan 30% berat katalis. Kemampuan SLS analog yang dihasilkan mampu menurunkan tegangan permukaan air hingga mencapai 44,5 mN/m penambahan 25% berat sedangkan tegangan permukaan tanpa penambahan surfaktan adalah 74 mN/m. Berdasarkan hasil uji stabilitas emulsi minyak dalam air, surfaktan yang dihasilkan mampu menstabilkan emulsi selama 1.235 detik, atau dengan kata lain dapat menaikkan kestabilan emulsi hampir enam kali lipat lebih lama.

Kata kunci: minyak kelapa, titik leleh, hidrogenasi, metil laurat, surfaktan oleokimia.

Desti Andani
NPM 0404060195
Chemical Engineering Department

Counsellor:
I. Tania Surya Utami, S.T., MT.
II. Ir. Rita Arbianti, M.Si.

**OPERATING CONDITION EFFECTS ON METHYL LAURATE
HYDROGENATION USING NICKEL CATALYST FOR PRODUCING
OLEOCHEMICAL SURFACTANT**

ABSTRACT

Surfactant is known as a basic material in detergent and cosmetic manufacturing process, for products such as soap, shampoo, toothpaste, and facial foam. Based on its raw material, there are petrochemical surfactant which is produced from petroleum based material and oleochemical surfactant which is produced from natural based material. SLS surfactant is a type of surfactant which has a negative pole charge in its hydrophobic interface (hydrophobic surface-active). One major advantage of this surfactant is its renewable and degradable properties regarding environmental issue. This surfactant is made using coconut oil as raw material, the process are as follows: trans-esterification reaction to converse virgin coconut oil to methyl ester, followed by methyl laurate separation from methyl ester based on melting point difference (not distillation which has such a high production cost), methyl laurate hydrogenation by using nickel catalyst, sulfatation reaction, adding H_2SO_4 , and neutralization by using NaOH. The goals of this research are to find out the effectivity of the separation based on different melting point between methyl laurate and methyl ester and to obtain the optimum reaction condition in aspects of several variables, such as temperature, hydrogen gas flow rate, and percent weight of catalyst in the hydrogenation reaction to produce substance as a based material for an analogue SLS surfactant. This research shows that the optimum operating conditions are $270^{\circ}C$ of temperature, 1mL/s of H_2 gas flow rate, and 30% wt of catalyst. Testing of these surfactants are done by measuring their ability to reduce the surface tension of water and stabilize the oil in water emulsion. Its results show that adding 25 wt % of surfactants has surface tension of 44.5 mN/m compared to 74 mN/m for pure water. Based on the stabilizing emulsion test, surfactants can stabilize emulsion for 1,235 seconds or six times longer than mixed oil-water without surfactant.

Keywords: coconut oil, melting point, hydrogenation, methyl laurate, oleochemical surfactant.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	4
1.4 LINGKUP PERMASALAHAN.....	4
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 KELAPA.....	7
2.2 VCO (<i>Virgin Coconut Oil</i>).....	7
2.2.1 Bilangan Asam.....	9
2.2.2 Kadar Air.....	10
2.3 REAKSI TRANSESTERIFIKASI.....	10
2.4 METIL ESTER DAN METIL LAURAT.....	13
2.4.1 Metil Ester.....	13
2.4.2 Metil Laurat.....	14
2.5 PEMISAHAN BERDASARKAN TITIK LELEH.....	14
2.5.1 Titik Beku (<i>Freezing Point</i>).....	15
2.5.2 Titik Leleh (<i>Melting Point</i>).....	15

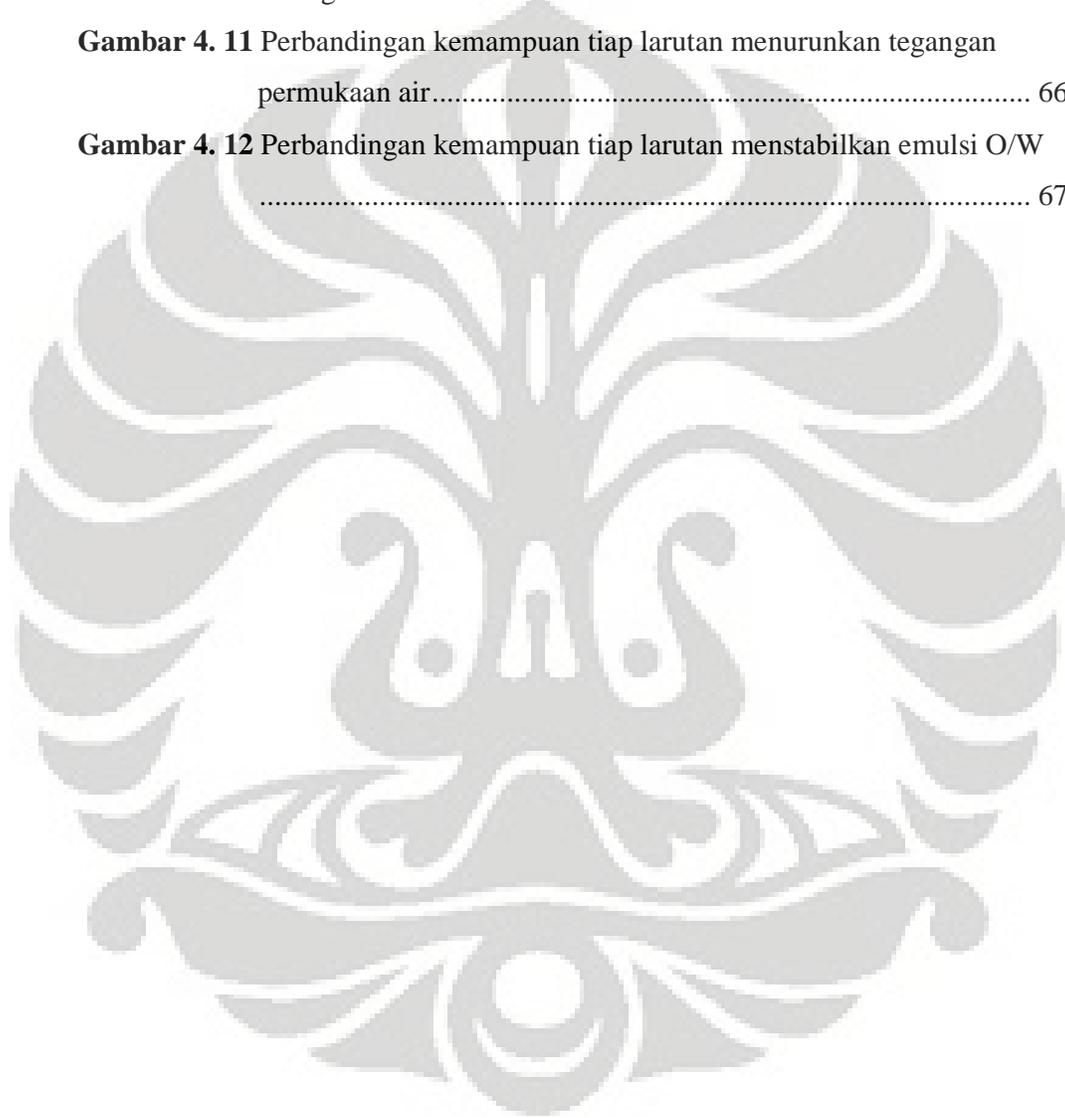
2.6 REAKSI HIDROGENASI.....	16
2.6.1 Katalis Hidrogenasi.....	17
2.6.2 Hidrogenasi Terhadap Metil Ester.....	18
2.6.3 Faktor yang Mempengaruhi Reaksi Hidrogenasi.....	19
2.7 REAKSI SULFATASI.....	20
2.8 SURFAKTAN.....	22
2.8.1 Mekanisme Kerja Surfaktan pada Produk Pembersih.....	24
2.8.2 Pengelompokan Jenis Surfaktan.....	25
2.8.3 <i>Fatty Alcohol Sulfate</i> (FAS).....	25
2.8.4 Tegangan Permukaan (Antar Muka) Larutan Surfaktan.....	26
2.8.5 Stabilitas Emulsi Surfaktan.....	29
2.8.6 HLB (<i>Hydrophile Lipophile Balance</i>).....	30
2.9 ANALISIS KUANTITATIF DAN KUALITATIF PRODUK.....	31
2.9.1 Kromatografi Gas (<i>Gas Chromatography</i>).....	31
2.9.2 Spektrofotometri FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>).....	32
2.9.3 Kromatografi Gas Spektroskopi Massa (GC/MS).....	34
BAB III.....	37
METODOLOGI PENELITIAN.....	37
3.1 LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN.....	37
3.2 VARIABEL PENELITIAN.....	38
3.3 ALAT DAN BAHAN.....	39
3.4 LOKASI RISET.....	41
3.5 RANCANGAN PERCOBAAN.....	41
3.5.1 Penentuan Tetapan Fisika - Kimia VCO.....	41
3.5.1.1 Penentuan bilangan asam.....	41
3.5.1.2 Penentuan kadar air.....	42
3.5.2 Reaksi Transesterifikasi Minyak Kelapa.....	42
3.5.3 Pencucian Metil Ester Hasil Transesterifikasi.....	44
3.5.4 Pemisahan Metil Laurat dari Campuran Metil Ester Kelapa.....	44
3.5.5 Reaksi Hidrogenasi.....	46
3.5.6 Kromatografi Gas Spektrometri Massa (GC/MS).....	47
3.5.7 Uji Produk Hasil Hidrogenasi.....	47

3.5.7.1 Pengukuran tegangan permukaan	47
3.5.7.2 Penentuan durasi kestabilan emulsi	48
3.5.8 Reaksi Sulfatasi dan Netralisasi.....	49
3.5.9 Uji Surfaktan	50
3.5.9.1 Pengukuran tegangan permukaan	50
3.5.9.2 Penentuan durasi kestabilan emulsi	50
BAB IV	51
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1 PENENTUAN TETAPAN FISIKA DAN KIMIA VCO	51
4.2 PEMISAHAN METIL LAURAT DARI METIL ESTER BERDASARKAN PERBEDAAN TITIK LELEH.....	52
4.3 REAKSI HIDROGENASI.....	53
4.3.1 Pengaruh Suhu	56
4.3.2 Pengaruh Laju Alir Gas Hidrogen.....	61
4.3.3 Pengaruh Porsen Berat Katalis	63
4.4 PEMBUATAN SURFAKTAN FAS	65
4.4.1 Pengukuran Tegangan Permukaan.....	65
4.5.2 Pengukuran Kestabilan Emulsi	66
BAB V	69
KESIMPULAN	69
DAFTAR ACUAN	70
LAMPIRAN 1	74
LAMPIRAN 2.....	78
LAMPIRAN 3.....	82
LAMPIRAN 4.....	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Persentase produksi surfaktan dunia.....	2
Gambar 2. 1	Mekanisme reaksi transesterifikasi dengan katalis basa.....	11
Gambar 2. 2	Reaksi transesterifikasi pada trigliserida	12
Gambar 2.3	Skema reaksi hidrogenasi pada senyawa olefin.....	17
Gambar 2. 4	Struktur molekul <i>sodium dodecyl (ester) sulfate</i>	21
Gambar 2. 5	Skema umum surfaktan	23
Gambar 2. 6	Skema Surfaktan SLS	24
Gambar 2. 7	Kerja surfaktan dalam detergen.....	24
Gambar 2. 8	Pembentukan <i>micelles</i> oleh surfaktan.....	24
Gambar 2. 9	Skema pengukuran tegangan permukaan menggunakan metode cincin.....	28
Gambar 2. 10	Pengukuran tegangan permukaan dengan menggunakan Metode <i>Wilhelmy Plate</i>	29
Gambar 2. 11	Kromatogram hasil GC secara umum	32
Gambar 2. 12	Skema Alat Spektrofotometer FTIR.....	34
Gambar 2. 13	Skema Alat GC/MS	35
Gambar 3. 1	Bagan alir rancangan penelitian untuk menghasilkan SLS	38
Gambar 3. 2	Proses pemisahan metil laurat dari campuran metil ester.....	45
Gambar 4. 1	Sketsa reaktor hidrogenasi.....	54
Gambar 4. 2	Struktur molekul metil laurat.....	56
Gambar 4. 3	Pengaruh suhu terhadap kemampuan produk hidrogenasi menurunkan tegangan permukaan air	57
Gambar 4. 4	Fenomena tegangan permukaan air tanpa (a) dan dengan penambahan produk hidrogenasi (b).....	58
Gambar 4. 5	Tahap perhitungan durasi kestabilan emulsi	60
Gambar 4. 6	Pengaruh suhu terhadap kemampuan produk hidrogenasi menstabilkan emulsi O/W	60
Gambar 4. 7	Pengaruh laju alir gas hidrogen terhadap kemampuan produk hidrogenasi menurunkan tegangan permukaan air.....	61

Gambar 4. 8 Pengaruh laju alir gas hidrogen terhadap kemampuan produk hidrogenasi menstabilkan emulsi O/W	62
Gambar 4. 9 Pengaruh persen berat katalis terhadap kemampuan produk hidrogenasi menurunkan tegangan permukaan air.....	63
Gambar 4. 10 Pengaruh persen berat katalis terhadap kemampuan produk hidrogenasi menstabilkan emulsi O/W	64
Gambar 4. 11 Perbandingan kemampuan tiap larutan menurunkan tegangan permukaan air.....	66
Gambar 4. 12 Perbandingan kemampuan tiap larutan menstabilkan emulsi O/W	67

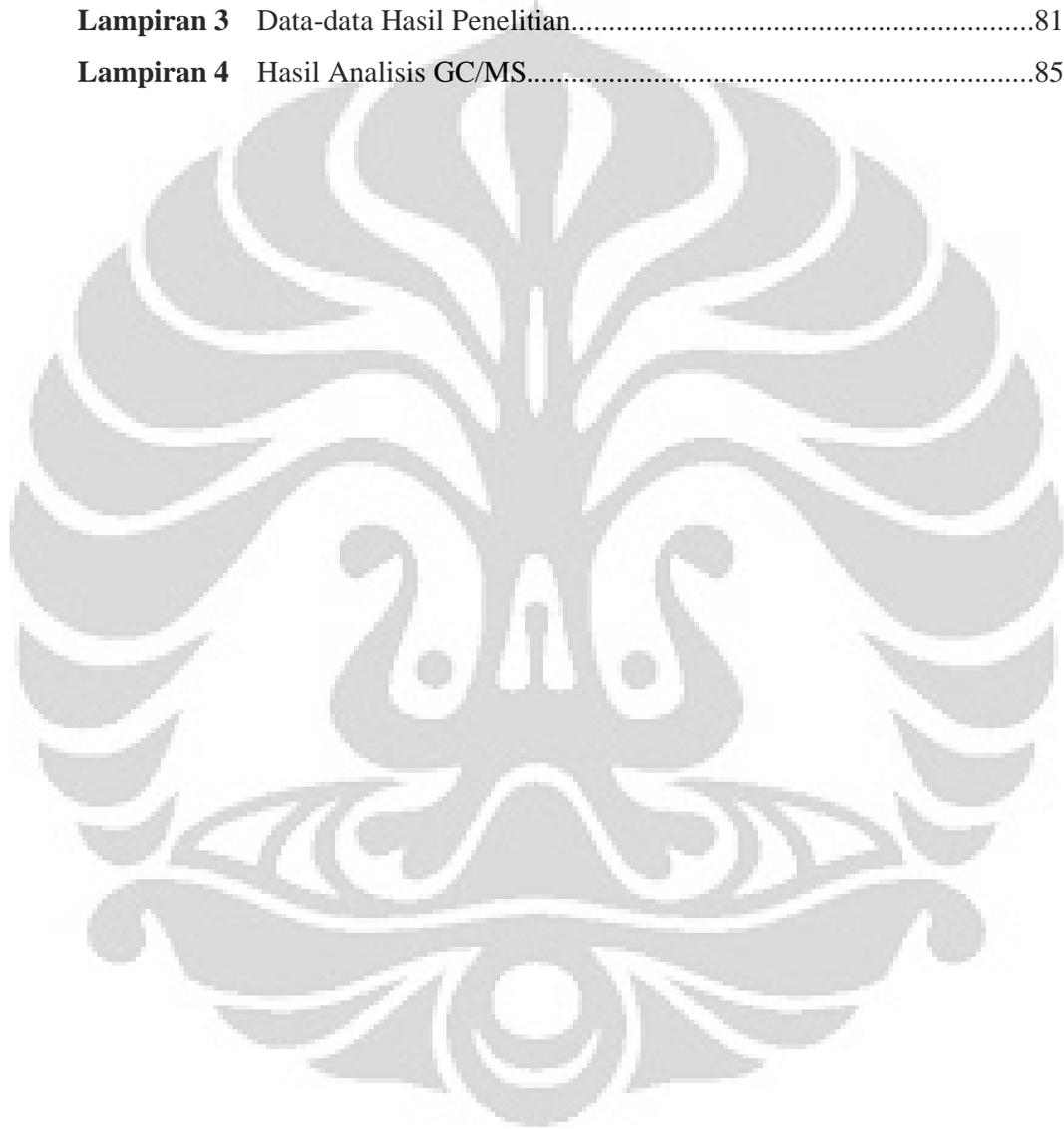


DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Produksi kelapa di berbagai negara pada tahun 2005	7
Tabel 2. 2 Komposisi asam lemak dalam minyak kelapa	8
Tabel 2. 3 Perbandingan komposisi asam lemak dalam minyak kelapa dengan minyak dan lemak lainnya	9
Tabel 2. 4 Data Sifat Fisik dan Kimia Minyak Kelapa	9
Tabel 2. 5 Data fisis metil ester kelapa.....	13
Tabel 2. 6 Perbandingan konsentrasi 2 sampel hasil analisis GC menggunakan kolom SE30 dengan kolom HP1	15
Tabel 2. 7 Perbedaan Surfaktan Oleokimia dan Surfaktan Petrokimia.....	23
Tabel 2. 8 Nilai HLB yang dibutuhkan berdasarkan fungsi.....	31
Tabel 3. 1 Variabel bebas dan terikat	39
Tabel 3. 2 Alat – alat yang digunakan.....	39
Tabel 3. 3 Bahan – bahan yang digunakan.....	40
Tabel 3. 4 Kondisi operasi yang digunakan pada reaksi transesterifikasi.....	43
Tabel 3. 5 Perbedaan penelitian tahun 2006 dengan penelitian kali ini	45
Tabel 4. 1 Perolehan Metil Laurat pada Pemisahan Berdasarkan Titik Leleh Hasil Analisis GC/MS	52
Tabel 4. 2 Komposisi Reaktan dan Produk Reaksi Hidrogenasi Hasil Analisis GC/MS	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dokumentasi Penelitian.....	74
Lampiran 2	Contoh Perhitungan Penelitian.....	78
Lampiran 3	Data-data Hasil Penelitian.....	81
Lampiran 4	Hasil Analisis GC/MS.....	85



DAFTAR SINGKATAN



FAS	<i>Fatty Alcohol Sulfate</i>
FAES	<i>Fatty Alcohol Ether Sulfate</i>
FAME	<i>Fatty Acid Methyl Ester</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infra Red</i>
GC/MS	<i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i>
HLB	<i>Hydrophile lipophile Balance</i>
LAS	<i>Linear Alkylbenzene Sulfonate</i>
O/W	<i>Oil in Water</i>
SLS	<i>Sodium Lauryl Sulfate</i>
SLS ^a atau SLS(a)	<i>Sodium Lauryl Sulfate analog</i>
VCO	<i>Virgin Coconut Oil</i>
W/O	<i>Water in Oil</i>



BAB I

PENDAHULUAN

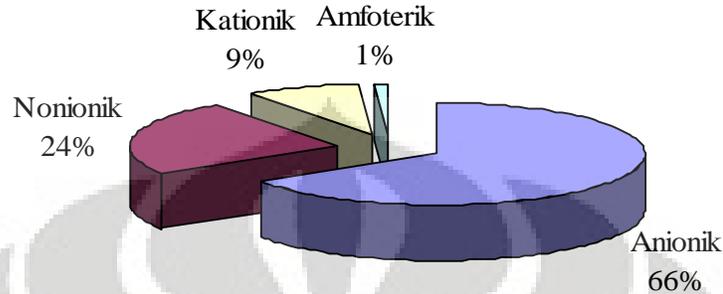
1.1 LATAR BELAKANG

Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia, permintaan akan kebutuhan sehari-hari dalam rumah tangga terus meningkat. Peningkatan permintaan tersebut tentunya perlu diimbangi dengan penambahan jumlah produksi dan optimalisasi. Salah satu contoh dari kebutuhan dalam rumah tangga yang terus meningkat yaitu produk pembersih seperti sabun, sampo, pasta gigi, dan deterjen dengan bahan dasar surfaktan yang berfungsi sebagai pengikat kotoran. Hal ini terbukti pada tahun 2006, permintaan surfaktan mencapai 95 ribu ton per tahun sedangkan kapasitas produksi dalam negeri hanya mencapai 50 ribu ton per tahun, sisa kebutuhan surfaktan, yaitu sebesar 45 ton per tahun harus diimpor [1]. Sementara itu, harga impor surfaktan berkisar antara US\$ 1.000 sampai US\$ 2.000 per ton [2]. Angka permintaan surfaktan ini akan terus meningkat seiring dengan berkembangnya industri-industri selain produk pembersih, yang berbahan dasar surfaktan seperti industri kosmetik, tekstil, plastik, pangan, dan kertas.

Surfaktan atau *surface active agent* merupakan suatu molekul amfifatik atau amfifilik dikarenakan mengandung gugus hidrolik dan lipofil dalam satu molekul yang sama. Secara umum, kegunaan surfaktan adalah untuk menurunkan tegangan permukaan, tegangan antar muka, meningkatkan kestabilan partikel yang terdispersi dan mengontrol jenis formasi emulsi, sebagai contoh emulsi *oil in water* (O/W) atau *water in oil* (W/O). Kemampuan suatu surfaktan dapat dilihat dari kemampuannya menurunkan tegangan permukaan air dan menstabilkan emulsi. Hal ini sangat tergantung pada struktur surfaktan itu sendiri. Pada penelitian kali ini, ingin dihasilkan Surfaktan SLS (*Sodium Lauryl Sulfate*) analog. SLS merupakan salah satu surfaktan anionik, yaitu surfaktan yang memiliki muatan negatif pada gugus hidrofobiknya. Surfaktan anionik ini menempati



peringkat tertinggi untuk jumlah produksi surfaktan dunia seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1. 1. Persentase produksi surfaktan dunia [3]

Permasalahan umum lain yang timbul ialah sampai saat ini surfaktan berbahan baku minyak bumi (surfaktan petrokimia) masih mendominasi untuk memenuhi kebutuhan yang ada seperti senyawa *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS), sementara bahan baku surfaktan tersebut tergolong sumber daya yang habis terpakai dengan harga yang terus meningkat belakangan ini [4]. Selain itu, terdapat kerugian dari jenis surfaktan ini, antara lain tidak ramah terhadap lingkungan karena bahannya yang sulit terurai. Oleh karena itu, perlu diusahakan optimalisasi dalam pembuatan surfaktan dengan menggunakan bahan baku alternatif lain yaitu bahan baku yang berasal dari alam sehingga tidak habis terpakai dan ramah lingkungan.

Beberapa keunggulan surfaktan yang berasal dari bahan baku alami (surfaktan oleokimia), antara lain dapat terdegradasi, biaya produksi lebih rendah, kebutuhan energi lebih rendah, bebas dari hidrokarbon aromatik, bebas kontaminan, komposisinya dapat dimodifikasi melalui bioteknologi [4]. Salah satu bahan baku alami yang dapat dijadikan bahan baku dalam pembuatan Surfaktan SLS adalah minyak kelapa. Selain karena kandungan gugus asam laurat dalam jumlah besar yang terkandung di dalam minyak kelapa (hampir 50% berat dari total asam lemak) sebagai bahan baku potensial untuk menghasilkan surfaktan anionik *lauryl sulfate* [5].

Potensi Indonesia dalam pengembangan surfaktan SLS dari minyak kelapa sangat besar. Indonesia sebagai negara kepulauan dan berada di daerah tropis,



merupakan negara penghasil kelapa utama di dunia [5]. Pada tahun 2000, luas areal tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3,76 juta Ha dengan total produksi diperkirakan sebanyak 14 milyar butir kelapa, yang sebagian besar (95 persen) merupakan perkebunan rakyat. Sementara itu pada tahun 2005, produksi kelapa di Indonesia mencapai 1,348 milyar ton [6]. Berdasarkan hasil penilaian kesesuaian lahan di Indonesia terdapat sekitar 10,70 juta Ha lahan yang cocok untuk tanaman kelapa. Potensi seperti ini dapat memberi peluang Indonesia untuk mengembangkan usaha produksi surfaktan dari bahan baku alami.

Proses pengolahan minyak kelapa menjadi surfaktan membutuhkan beberapa tahap yang melibatkan proses fisis dan kimia antara lain adalah pemisahan metil laurat dari metil ester berdasarkan perbedaan titik leleh, dan reaksi hidrogenasi yang menggunakan katalis logam. Selama ini, pemisahan metil laurat dengan metil ester dilakukan dengan metode distilasi fraksionasi [5], tetapi pada penelitian kali ini digunakan metode pemisahan dengan alat yang lebih sederhana menggunakan prinsip pemisahan berdasarkan perbedaan titik leleh. Penggunaan katalis nikel pada reaksi hidrogenasi dipilih sebagai alternatif yang ekonomis untuk menggantikan logam mulia seperti Pt dan Pd yang harganya relatif mahal. Surfaktan SLS yang dihasilkan diharapkan akan digunakan untuk produk pembersih, serta pada produk pelembab kulit dan kosmetik. Ada beberapa variabel yang mempengaruhi reaksi hidrogenasi diantaranya ialah suhu, laju alir gas hidrogen, dan persen berat katalis [7]. Kondisi optimum untuk variabel tersebut ingin didapatkan agar perolehan lauril alkohol sebagai senyawa hasil hidrogenasi menjadi maksimal. Oleh sebab itu, maka variabel-variabel tersebut akan divariasikan dalam penelitian kali ini sehingga dapat diketahui kondisi optimum dalam proses hidrogenasi tersebut.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- ♦ Apakah terjadi peningkatan persen volume metil laurat dari penelitian sebelumnya [8] yang dipisahkan dari campuran metil ester hasil



transesterifikasi dengan metode pemisahan berdasarkan perbedaan titik leleh,

- ♦ Bagaimana meningkatkan produk hidrogenasi dengan cara mendapatkan kondisi operasi optimum pada reaksi hidrogenasi metil laurat, serta
- ♦ Bagaimana pengaruh suhu, laju alir gas hidrogen, dan persen berat katalis pada reaksi hidrogenasi metil laurat dengan menggunakan katalis Ni terhadap kemampuan lauril alkohol dalam menurunkan tegangan permukaan dan menstabilkan emulsi O/W.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan persen volume metil laurat yang dapat dipisahkan dari campuran metil ester hasil transesterifikasi dengan metode pemisahan berdasarkan perbedaan titik leleh.
2. Mendapatkan kondisi optimum yang terdiri dari suhu, laju alir gas hidrogen, dan persen berat katalis pada reaksi hidrogenasi menggunakan katalis Ni pada metil laurat menjadi lauril alkohol yang nantinya akan diproses lebih lanjut menjadi produk akhir yaitu Surfaktan SLS analog (SLS^a).
3. Mengkaji pengaruh variasi suhu, laju alir gas hidrogen, dan persen berat katalis terhadap kemampuan produk hasil hidrogenasi menurunkan tegangan permukaan air dan menstabilkan emulsi.

1.4 LINGKUP PERMASALAHAN

Batasan-batasan pada penelitian ini adalah hal-hal sebagai berikut:

1. VCO yang digunakan adalah VCO komersil dengan komposisi dalam persen volume, sebagai berikut:
Asam laurat 51,55%, asam kaprilat 12,34%, asam kaprat 8,55%, asam miristat 15,01%, asam palmitat 5,64%, asam stearat 1,62%, asam oleat 3,43%, dan asam linoleat 0,59%.
2. Pengujian metil laurat secara kuantitatif dilakukan dengan metode GC.



3. Variabel yang divariasikan pada reaksi hidrogenasi adalah suhu, laju alir gas H_2 , dan persen berat katalis dengan menggunakan katalis Ni.
4. Pengujian kemampuan lauril alkohol yang dihasilkan dari reaksi hidrogenasi dengan menggunakan metode pengukuran tegangan permukaan dengan menggunakan metode cincin dan pengukuran kestabilan emulsi dengan metode emulsi *oil in water* (O/W).
5. Pengujian surfaktan oleokimia dengan menggunakan beberapa metode, antara lain: pengukuran tegangan permukaan dan pengukuran stabilitas emulsi.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan dalam metode penelitian ini dilakukan dengan membagi tulisan menjadi empat bab, yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian dan penulisan, perumusan masalah yang dibahas, tujuan dilakukannya penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tinjauan pustaka yang dijadikan dasar penelitian. Meliputi penjelasan tentang kelapa, VCO, metil ester, metil laurat, reaksi transesterifikasi, mekanisme pelelehan metil laurat, reaksi hidrogenasi, reaksi sulfatasi, surfaktan dan kromatografi gas.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisi diagram alir penelitian, peralatan percobaan, bahan percobaan dan prosedur yang dilakukan dalam penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi pembahasan mengenai hasil percobaan yang dilakukan serta analisa terhadap hasil-hasil yang didapatkan tersebut.

BAB V : KESIMPULAN

Berisi kesimpulan yang diambil berdasarkan hasil yang diperoleh. Pada kesimpulan ini juga ditentukan apakah tujuan tercapai atau tidak



DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN





BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KELAPA

Buah yang memiliki nama latin *Cocos mucifera* ini secara fisik merupakan pohon palma yang besar, tumbuh setinggi 30 meter, dengan pelepah daun (*pinnate*) sepanjang 4-6 meter, dan dengan helaian daun (*pinnae*) sepanjang 60-90 cm [9]. Dilihat dari persentase komponennya, buah kelapa terdiri dari empat komponen, yaitu: 35% sabut, 12% tempurung, 28% daging buah dan 25% air kelapa [10]. Kelapa memerlukan curah hujan antara 1.300 - 2.300 mm/tahun dengan suhu di antara 27-28°C dan kelembapan di antara 80-90% [11]. Tanaman ini cocok dibudidayakan di negara yang memiliki iklim tropis, seperti Indonesia. Tabel berikut menunjukkan produksi kelapa di beberapa negara.

Tabel 2. 1 Produksi kelapa di berbagai negara pada tahun 2005 [12]

<u>Negara</u>	<u>Produksi (Milyar Ton)</u>
Filipina	2,236
Indonesia	1,348
India	735
Vietnam	242
Meksiko	165
Thailand	72
Sri Lanka	66
Malaysia	56
Mozambique	42
Nigeria	15
Ghana	11

2.2 VCO (*Virgin Coconut Oil*)

Usia buah kelapa yang sudah tua dapat dilihat dari warna kulit luar kelapa yang melapisi sabuk dan kekerasan daging buah kelapa. Warna cokelat pada kulit kelapa dan daging buah yang keras menunjukkan buah tersebut sudah tua dan dapat diolah menjadi santan kelapa. Santan inilah yang dapat diolah menjadi minyak kelapa. Caranya adalah dengan memarut buah kelapa tua tersebut, lalu



parutan kelapa tersebut diperas dengan campuran air sehingga diperoleh cairan kental berwarna putih (santan). Kemudian, santan diproses lebih lanjut dan didiamkan kurang lebih selama 1 hari. Santan yang sudah didiamkan akan membentuk lapisan yang terdiri dari: lapisan atas yang terdapat VCO, lapisan tengah berupa blondo (warna putih), dan lapisan bawah yaitu air. Dengan demikian, lapisan minyak dapat dipisahkan dengan hati-hati, jangan sampai air ataupun blondo ikut terambil.

Kelapa memiliki kandungan minyak sebesar 65% hingga 72% [13]. Di dunia pasar, minyak kelapa merupakan jenis minyak nabati dengan harga yang cukup mahal. Minyak kelapa yang diolah tanpa proses kimiawi dan tanpa pemanasan tinggi (batas suhu pemanasan 60 – 80°C) diberi nama VCO atau minyak kelapa murni yang tidak berwarna (bening) dan beraroma khas kelapa. Komponen dalam minyak kelapa ini adalah asam lemak jenuh, yaitu sekitar 90% dan asam lemak tak jenuh sekitar 10% [14]. Tingginya kandungan asam lemak jenuh menjadikan minyak kelapa sebagai sumber *saturated fat*.

Pada Tabel 2.2 dapat dilihat kandungan asam lemak yang terdapat di dalam minyak kelapa dan diketahui bahwa kandungan tertinggi dalam minyak kelapa adalah asam laurat yang memiliki rantai karbon 12 yang tergolong dalam asam lemak rantai menengah atau *medium-chain fatty acid* (MCFA) [13]. Sementara itu Tabel 2.3 menunjukkan perbandingan kandungan asam lemak dalam minyak kelapa dengan minyak lainnya.

Tabel 2.2 Komposisi asam lemak dalam minyak kelapa [14]

Nama Asam Lemak	Rumus Kimia	Persen berat (per berat total asam lemak)
Laurat	$C_{12}H_{24}O_2$	46-50
Miristat	$C_{14}H_{28}O_2$	17-19
Palmitat	$C_{16}H_{32}O_2$	8-10
Kaprat	$C_{10}H_{20}O_2$	6-10
Kaprilat	$C_8H_{16}O_2$	6-9
Oleat	$C_{18}H_{34}O_2$	5-7
Stearat	$C_{18}H_{36}O_2$	2-3
Linoleat	$C_{18}H_{32}O_2$	1-2,5

**Tabel 2. 3** Perbandingan komposisi asam lemak dalam minyak kelapa dengan minyak dan lemak lainnya [15]

Jenis Lemak atau Minyak	Komposisi Asam Lemak (% berat)							Total Asam Lemak (% berat)
	Laurat	Miristat	Palmitat	Stearat	Oleat	Linoleat	Linolenat	
	12:00	14:00	16:00	18:00	18:01	18:02	18:03	
Keledai	0,1	0,1	10,2	3,7	22,8	53,7	8,6	99,2
Kelapa sawit	0,1	1	42,8	4,5	40,5	10,1	0,2	99,2
Lemak babi	0,1	1,4	23,6	14,2	44,2	10,7	0,4	94,6
<i>Tallow</i>	0,1	2,8	23,3	19,4	42,4	2,9	0,9	91,8
Kelapa	46,5	19,2	9,8	3	6,9	2,2	0	87,6

Sifat Fisik dan Kimia Minyak Kelapa

Minyak kelapa memiliki karakteristik tersendiri yang membedakannya dari minyak nabati yang lain, salah satunya adalah sifat fisik dan kimia. Berikut adalah tabel sifat fisik dan kimia dari minyak kelapa.

Tabel 2. 4 Data Sifat Fisik dan Kimia Minyak Kelapa [16]

Tampilan (<i>appearance</i>)	Cairan, bening (tanpa pengotor)
Viskositas kinematis (cS)	20 pada temperatur 40°C
Titik solidifikasi (menjadi padat) (°C)	24
Nilai iodine (100 x gr iodine/gr minyak)	6-11
Nilai saponifikasi (mg KOH/gr minyak)	248-265
Titik leleh (°C)	20-24
Kadar bahan yang tidak dapat tersaponifikasi (% berat)	< 1,5

2.2.1 Bilangan Asam

Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah mililiter KOH yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam setiap gram minyak atau lemak [17]. Bilangan asam merupakan ukuran dari jumlah gugus asam lemak bebas (asam karboksilat) di dalam minyak. Jika minyak nabati yang akan diolah menjadi alkil ester melalui reaksi transesterifikasi memiliki bilangan asam yang tinggi, maka jumlah produk alkil esternya akan turun karena terjadi reaksi penyabunan (saponifikasi). Jika akan digunakan sebagai reaktan pada reaksi transesterifikasi, maka minyak kelapa harusnya memiliki bilangan asam sekitar 1 ml KOH/gram minyak [18], agar reaksi saponifikasi tidak terjadi.



2.2.2 Kadar Air

Kandungan air dalam VCO akan mempengaruhi kinerja katalis pada proses transesterifikasi. Kehadiran air akan memicu reaksi saponifikasi dan reaksi hidrolisis terhadap trigliserida minyak. Reaksi saponifikasi akan membentuk sabun, sementara hidrolisis trigliserida minyak akan menghasilkan asam lemak bebas, sehingga bilangan asam minyak akan meningkat. Kandungan air minyak yang akan digunakan pada reaksi transesterifikasi harus lebih kecil atau sama dengan 1% berat, agar saponifikasi dan hidrolisis trigliserida dapat dicegah [18].

2.3 REAKSI TRANSESTERIFIKASI

Langkah pertama pada penelitian ini adalah mereaksikan VCO dengan metanol menggunakan katalis NaOH. Reaksi yang terjadi disebut reaksi transesterifikasi. Dalam reaksi transesterifikasi, karakteristik minyak yang harus diperhatikan adalah:

- a) kandungan asam lemak bebas (FFA), dan
- b) kadar air

Jika kandungan keduanya terlalu tinggi, maka dapat menyebabkan timbulnya reaksi saponifikasi (pembentukan sabun) dan pemisahan gliserol dari alkil ester juga menjadi lebih sulit [19].

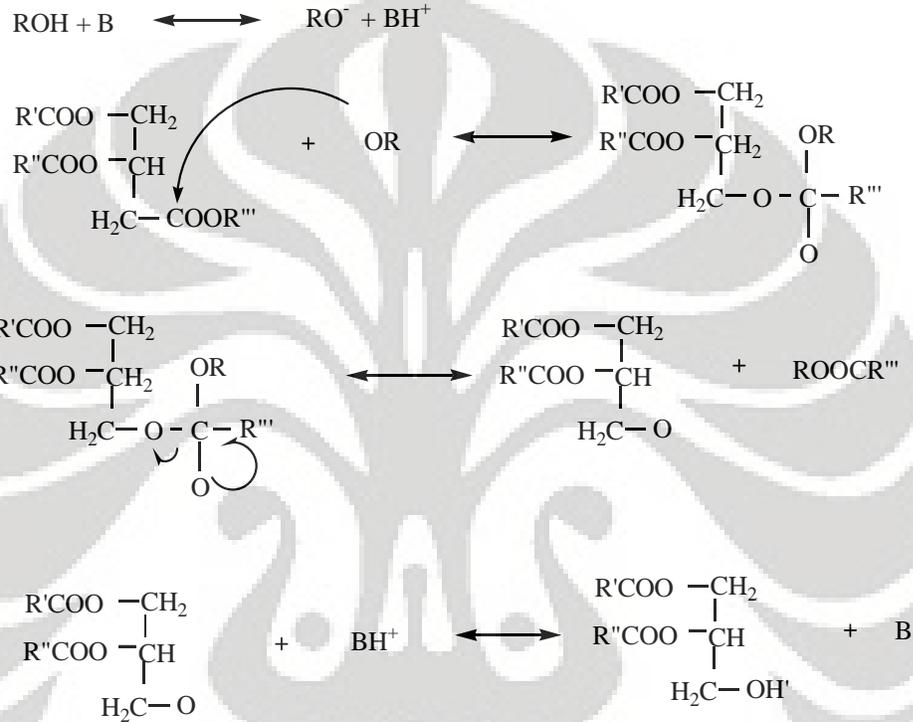
Dalam kimia organik, transesterifikasi didefinisikan sebagai proses pertukaran gugus alkoksi suatu ester pada senyawa ester dengan alkohol yang berbeda. Pada transesterifikasi minyak nabati, transesterifikasi tersebut merupakan proses menggunakan **alkohol** (seperti metanol dan etanol) dengan keberadaan **katalis**, baik asam (H_2SO_4 atau HCl) atau basa (NaOH atau KOH), untuk memutuskan secara kimiawi molekul minyak nabati menjadi metil atau etil ester dari minyak tersebut dengan gliserol sebagai produk sampingannya [20].

Alkohol yang digunakan dalam penelitian ini adalah metanol karena senyawa yang ingin dibentuk dari reaksi transesterifikasi adalah metil ester, sedangkan katalis yang digunakan merupakan katalis basa yaitu NaOH. Beberapa keuntungan menggunakan katalis basa dibandingkan katalis asam adalah sebagai berikut:



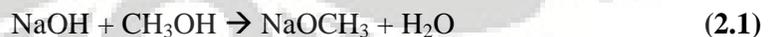
- a) Reaksinya berjalan pada temperatur dan tekanan yang rendah, yaitu sekitar 150 °F (65,66 °C) dan 20 psi (1,36 atm)
- b) *Yield* yang diperoleh tinggi (sekitar 98%)
- c) Waktu yang dibutuhkan lebih singkat
- d) Tidak korosif.

Mekanisme reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa:



Gambar 2. 1 Mekanisme reaksi transesterifikasi dengan katalis basa [20]

Pada reaksi transesterifikasi, pada awalnya NaOH akan bergabung dengan metanol untuk membentuk natrium metoksida (NaO-CH₃) dan air (Reaksi 2.1).

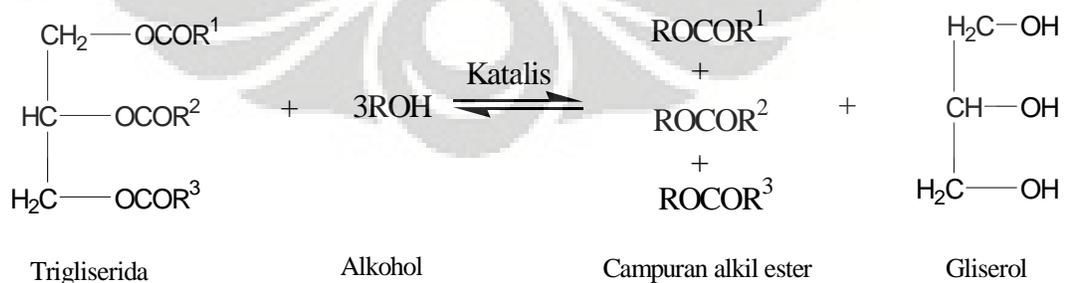
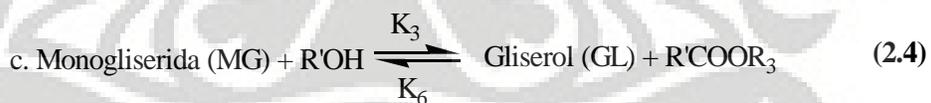
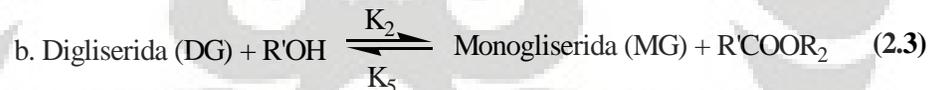


Logam alkali alkoksida (seperti natrium metoksida, CH₃ONa) adalah katalis yang paling aktif dengan memberikan hasil yang sangat tinggi (> 98%) pada waktu reaksi yang relatif singkat, yaitu selama 30 menit [21].

Saat metoksida ini ditambahkan ke dalam trigliserida, terjadi terlebih dahulu beberapa tahap reaksi sebelum akhirnya metil ester terbentuk. Mula-mula trigliserida melepas satu gugus asam lemaknya dan menjadi digliserida, lalu gugus asam lemak yang kedua menyusul sehingga terbentuk monogliserida, dan



akhirnya gugus yang ketiga terlepas dan membentuk gliserol bebas (*free glycerine*). Setiap asam lemak tadi terkonversi menjadi metil ester saat terlepas. Setiap rangkaian proses ini terjadi karena adanya "serangan" metoksida terhadap atom karbon ujung dari setiap gugus alkil asam lemak. Ion logam metoksida, yaitu Na terlepas sehingga metanol kehilangan atom hidrogennya dan menjadi bermuatan negatif, yaitu CH_3O^- . Karbon pada setiap ujung gugus alkil asam lemak pada trigliserida memiliki muatan positif yang kecil, dimana oksigen pada karbon tersebut memiliki muatan positif yang kecil, terutama yang berada pada ikatan rangkap diantara satu oksigen dan karbon. Pada bagian inilah metoksida "menyerang" dengan ion logamnya yang terlepas. Karbon yang diserang ini (karena memiliki muatan positif yang kecil, sementara CH_3O^- bermuatan negatif) kehilangan ikatan rangkapnya dengan oksigen, sementara CH_3 kemudian berikatan dengan karbon tersebut. Karbon ini terpisah dari oksigen gliserol yang dengannya dia terikat sebelumnya dengan pembentukan karbon-oksigen berikatan rangkap. Hasilnya adalah satu molekul metil ester, dan trigliserida berubah menjadi sebuah digliserida.



Gambar 2. 2 Reaksi transesterifikasi pada trigliserida [22]



Dari skema reaksi di atas, tampak bahwa reaksi transesterifikasi yang berhasil akan menghasilkan dua fase cairan, yaitu ester dan gliserol. Gliserol sebagai cairan yang lebih berat akan terkumpul pada bagian dasar setelah proses *settling* selama beberapa jam. Pemisahan ester dengan gliserol bukan hal yang sulit. Hal ini dikarenakan gliserol biasanya menjadi padat di bagian dasar tempat reaksi, sehingga dengan penguangan biasa ester dari gliserol dapat dipisahkan (gliserol tidak akan terikut).

2.4 METIL ESTER DAN METIL LAURAT

2.4.1 Metil Ester

Senyawa ester yang dihasilkan pada proses transesterifikasi adalah metil ester asam lemak (*fatty acid methyl esters* atau FAME). Metil ester hasil transesterifikasi ini sering juga disebut sebagai biodiesel. Molekul-molekulnya merupakan ester mono alkil (*mono-alkyl esters*) karena metil ester ini merupakan ester dengan satu alkil (yang berasal dari alkohol) dalam setiap asam lemak. Metil ester yang diperoleh dari minyak kelapa disebut sebagai metil ester kelapa (*coconut methyl ester* atau CME). Rantai karbon yang dimiliki adalah dari C₈ - C₁₈. CME memiliki data fisika seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.7.

Tabel 2. 5 Data fisis metil ester kelapa [22]

Nama	Rumus Molekul	Berat Molekul	Titik Leleh (°C) pada 760 mmHg	Titik Didih (°C)*
Metil Kaprilat	CH ₃ (CH ₂) ₆ COOCH ₃	158,24	-20	193 ⁷⁶⁰
Metil Kaprat	CH ₃ (CH ₂) ₈ COOCH ₃	186,30	-22	224 ⁷⁶⁰
Metil Laurat	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOCH ₃	214,35	5	266 ⁷⁶⁶
Metil Miristat	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOCH ₃	242,41	18.5	295 ⁷⁵¹
Metil Palmitat	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOCH ₃	270,46	30.5	415 ⁷⁴⁷
Metil Stearat	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOCH ₃	298,51	39.1	443 ⁷⁴⁷
Metil Oleat	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	296,49	-20	218 ²⁰
Metil Linoleat	CH ₃ (CH ₂) ₃ (CH ₂ CH=CH) ₂ (CH ₂) ₇ CO ₂ CH ₃	294,48	-35	215 ²⁰

*)Superskrip menunjukkan tekanan (mmHg) dimana titik didih diukur



2.4.2 Metil Laurat

Metil laurat merupakan salah satu *coconut methyl ester* yang memiliki rumus kimia $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOCH}_3$. Metil laurat merupakan bahan dasar membuat suatu surfaktan bernama *Sodium Lauryl Sulfate* (SLS), salah satu contoh surfaktan jenis *Fatty Alcohol Sulfate* (FAS). Surfaktan jenis SLS ini merupakan surfaktan yang *biodegradable* serta merupakan bahan aktif yang umumnya digunakan untuk membuat produk deterjen, karena kemampuannya yang baik untuk terbasahkan dan menghasilkan buih. Berdasarkan jenisnya, surfaktan SLS ini dikategorikan sebagai surfaktan jenis anionik [5].

2.5 PEMISAHAN BERDASARKAN TITIK LELEH

Dari tabel 2.7 tampak bahwa titik leleh (*melting point*) tiap metil ester cukup jauh bedanya. Dengan demikian dapat dilakukan pemisahan berdasarkan titik leleh setelah metil ester dibekukan lebih dulu. Dari penelitian yang dilakukan oleh *Astri N.* kenaikan persen volume metil laurat setelah dilelehkan hanya mencapai 0,21 % saja.

Metode pemisahan berdasarkan perbedaan titik leleh dilihat dengan menggunakan data yang ada pada Tabel 4.7. Persen volume metil laurat yang dihasilkan setelah dipisahkan masih rendah. Kemungkinan hal ini terjadi dikarenakan masih kurang seringnya pembekuan dan pelelehan dilakukan, sehingga masih banyak metil laurat yang terperangkap dalam metil ester yang tidak meleleh. Juga kemungkinan disebabkan pada saat menyaring metil laurat, suhu di dalam pendingin meningkat karena berhubungan dengan udara luar sehingga metil ester lain yang memiliki titik leleh lebih tinggi dari metil laurat ikut meleleh. Ini menyebabkan yang terdapat pada fasa cairan pada proses pelelehan bukan hanya metil laurat tapi juga metil ester lain. Karena itulah konsentrasi metil laurat setelah pelelehan tidak naik.



Tabel 2. 6 Perbandingan konsentrasi 2 sampel hasil analisis GC menggunakan kolom SE30 dengan kolom HP1 [8]

Variasi/Sampel	Konsentrasi Metil Laurat Hasil GC dengan kolom HP1 di LEMIGAS (% volume)
Metil ester sebelum dilelehkan	46,54
Metil ester setelah dilelehkan	46,75

2.5.1 Titik Beku (*Freezing Point*)

Pada suhu kamar, metil ester berada dalam fasa cairan. Semua cairan memiliki temperatur tertentu saat semuanya berubah menjadi padatan. Temperatur ini dinamakan titik beku (*freezing point*). Pada saat cairan murni didinginkan pada tekanan yang tetap, cairan tersebut mengalami penurunan energi perubahan rata-rata (*translational energy*) molekul-molekul, sehingga temperaturnya turun hingga titik bekunya dicapai. Pada temperatur ini, gaya tarik menarik antara molekul-molekul dapat mengatasi energi translasi dan molekul-molekul tersebut dipaksa untuk menyusun sendiri ke dalam bentuk geometrik yang khas pada setiap substansi. Saat kristalisasi dimulai, panas dilibatkan. Perubahan panas ini menyebabkan semakin turunnya temperatur, dan temperatur campuran padatan dan cairan tetap konstan selama kedua fase ini ada. Perubahan panas yang lebih lanjut menyebabkan semakin banyaknya cairan yang memadat, sehingga seluruh cairan menjadi padat, jika temperatur turun lagi dan mendingin. Jumlah panas yang dilibatkan per molekul substansi ini disebut sebagai panas pengristalan (*heat of crystallization*) substansi [23].

2.5.2 Titik Leleh (*Melting Point*)

Padatan memiliki titik leleh, yaitu temperatur pada saat padatan tersebut meleleh menjadi cairan. Pelelehan merupakan kebalikan dari peristiwa pembekuan (*freezing* atau *fusing*). Jika suatu padatan murni dipanaskan, energi getaran rata-ratanya (*avarage vibrational energy*) meningkat, sampai pada titik leleh (*melting point*) beberapa partikel bergetar dengan jumlah energi yang cukup



untuk menahan gaya tahan. Hal ini menyebabkan padatan mulai meleleh. Pada tekanan yang sama saat terjadi pembekuan, temperatur leleh ini sama dengan temperatur bekunya. Untuk menyempurnakan pelelehan lebih lanjut, panas harus diberikan untuk menggantikan kehilangannya dengan energi yang tinggi. Jumlah panas yang diserap untuk menyelesaikan transisi satu mol padatan menjadi satu mol cairan disebut sebagai panas pelelehan (*heat of fusion*). Besarnya sama dengan panas pelelehan, tapi tandanya berlawanan [23].

2.6 REAKSI HIDROGENASI

Pada tahun 1897, seorang Ahli Kimia asal Prancis, **Paul Sabatier**, menemukan bahwa dengan memasukkan *trace* katalis nikel dapat memfasilitasi adisi hidrogen ke dalam molekul gas komponen karbon. Oleh sebab itu, ia dinobatkan sebagai Bapak Hidrogenasi. **Wilhelm Normann** mendapatkan penghargaan paten di Jerman pada tahun 1902 dan di Inggris pada tahun 1903 untuk proses hidrogenasi minyak cair menggunakan gas hidrogen yang pada saat ini banyak digunakan di industri besar seluruh dunia [24].

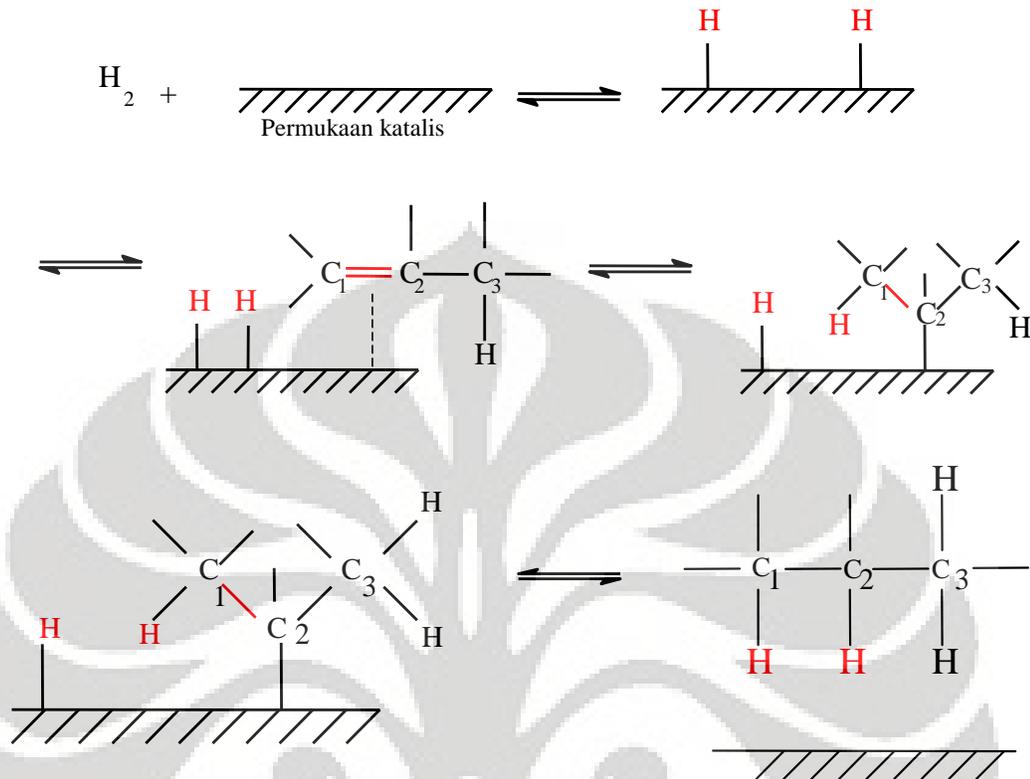
Hidrogenasi merupakan reaksi kimia yang bersifat reduksif, dimana hasilnya merupakan adisi hidrogen (H_2) atau pemutusan ikatan rangkap. Proses ini biasanya dilakukan terhadap senyawa organik yang tidak jenuh (*unsaturated*), seperti alkena untuk menghasilkan alkana, aldehid untuk menghasilkan alkohol, dan lain-lain. Kebanyakan reaksi hidrogenasi menambahkan secara langsung hidrogen diatomik (H_2), tetapi untuk beberapa kasus digunakan sumber alternatif lain yang dapat menghasilkan hidrogen. Reaksi hidrogenasi berlangsung pada temperatur dan tekanan yang beragam, tergantung pada reaktan atau yang direaksikan. Hidrogenasi merupakan reaksi yang sangat eksotermis. Misalnya saja pada reaksi hidrogenasi antara minyak sayur dan asam lemak, panas yang dilepaskan mencapai 25 kkal per mol (100 kJ/mol) [25].

Berdasarkan tekanan, proses hidrogenasi dibedakan menjadi tiga kelompok [26], yaitu:

1. Proses hidrogenasi pada tekanan rendah: 1 atm (\approx 14 psi)
2. Proses hidrogenasi pada tekanan sedang: 14 – 100 psi
3. Proses hidrogenasi pada tekanan tinggi: 1500 – 4500 psi



Berikut adalah skema reaksi hidrogenasi:



Gambar 2.3 Skema reaksi hidrogenasi pada senyawa olefin [7]

2.6.1 Katalis Hidrogenasi

Katalis adalah suatu bahan kimia yang dapat meningkatkan laju suatu reaksi tanpa bahan tersebut menjadi ikut terpakai; dan setelah reaksi berakhir, bahan tersebut akan kembali ke bentuk awal tanpa terjadi perubahan kimia. Penggunaan katalis dapat menurunkan tingkat aktivasi energi yang dibutuhkan, membuat reaksi terjadi lebih cepat atau pada suhu yang lebih rendah [27].

Semua reaksi hidrogenasi terhadap senyawa organik harus menggunakan logam sebagai katalis. Tanpa katalis logam, maka reaksi antara senyawa organik dengan hidrogen tidak akan terjadi dibawah suhu $480^{\circ}C$. Katalis logam mulia seperti platinum, palladium, dan rhodium merupakan katalis yang sangat tinggi kereaktifannya. Akan tetapi karena harganya yang sangat mahal, maka sering juga digunakan katalis berbasis **nikel** (Ni) sebagai alternatif katalis yang lebih ekonomis dalam proses hidrogenasi [25].

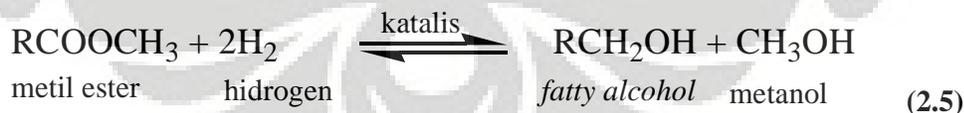


Berdasarkan cara reaksinya, katalis dapat dibagi menjadi dua tipe, heterogen dan homogen [27]. Dalam reaksi heterogen, katalis memiliki fasa yang berbeda dengan reaktan (bahan yang bereaksi). Pada reaksi homogen, katalis memiliki fasa yang sama dengan reaktannya. Pada reaksi heterogen, pertama-tama reaktan akan terjerap (adsorpsi) pada permukaan aktif katalis, selanjutnya akan terjadi interaksi baik berupa reaksi sebenarnya pada permukaan katalis, atau terjadi pelemahan ikatan dari molekul yang terjerap. Setelah reaksi terjadi, molekul hasil reaksi (produk) dilepas dari permukaan katalis. Oleh karena itu, katalis yang baik perlu memiliki kemampuan menjerap dan melepaskan yang baik.

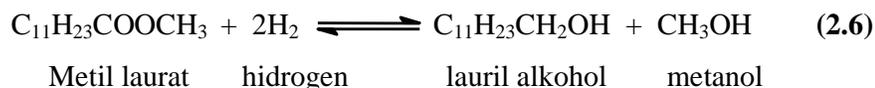
2.6.2 Hidrogenasi Terhadap Metil Ester

Reaksi hidrogenasi menggunakan katalis logam pada tekanan atmosferik pada asam lemak maupun *Fatty Acid Methyl Esters* (FAME) atau metil ester akan menghasilkan *fatty alcohol*. Kebanyakan *fatty alcohol* ini kemudian direaksikan dalam berbagai proses, seperti sulfatasi (*sulfation*), etoksilasi, aminasi, dan lain-lain. Saat ini, *fatty alcohol* banyak diaplikasikan pada manufaktur atau pembuatan *fatty alcohol sulfate* (FAS) dan *fatty alcohol ether sulfate* (FAES). Kedua bahan ini memiliki kemampuan yang baik untuk menghasilkan buih, bersifat *biodegradable* serta telah digunakan secara luas sebagai bahan baku surfaktan (*base surfactants*) untuk produk deterjen, sampo, cairan pencuci piring, dan pembersih [12].

Persamaan reaksi pada peristiwa hidrogenasi pada metil ester adalah sebagai berikut [5]:



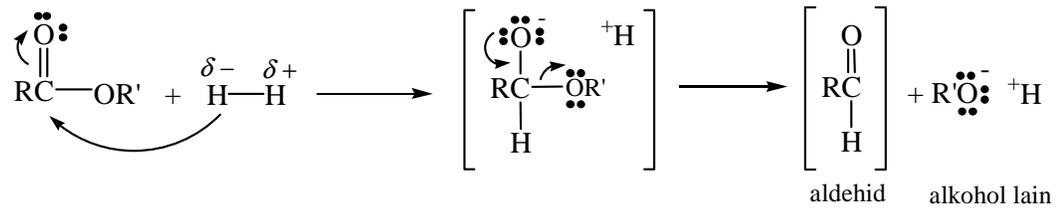
Persamaan reaksi yang terjadi pada proses hidrogenasi metil laurat menjadi lauril alkohol adalah sebagai berikut:



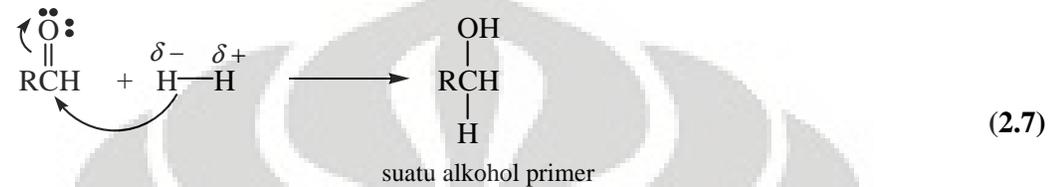
Mekanisme reaksi hidrogenasi pada metil laurat adalah sebagai berikut [5]:



Serangan awal:



Serangan kedua:



Reaksi ini berlangsung pada suhu 160 – 250°C dan tekanan 50 barr (≈ 50 atm) dengan rasio gas H_2 /ester sebesar 50 menggunakan katalis Ni dengan konversi mencapai 100%. Sementara, untuk laju alir gas H_2 pada reaksi hidrogenasi adalah 1 mL/s sedangkan jumlah katalis sebesar 30% berat umpan [28].

2.6.3 Faktor yang Mempengaruhi Reaksi Hidrogenasi

Dalam proses hidrogenasi ester menjadi produk alkohol, terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi hasil reaksi [7], antara lain:

a. Suhu

Suhu yang lebih tinggi menyebabkan berkurangnya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai konversi maksimum pada penelitian ini. Berdasarkan literatur, peningkatan suhu dapat meningkatkan laju hidrogenasi dan produk (lauril alkohol) yang dihasilkan.

b. Laju Alir H_2

Laju alir H_2 berbanding lurus dengan konsentrasi lauril alkohol yang dihasilkan, sehingga semakin besar laju alir H_2 yang terjadi maka semakin banyak konsentrasi produk yang dihasilkan.

c. Waktu Reaksi

Waktu reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi lauril alkohol yang dihasilkan, sehingga semakin besar waktu reaksi yang digunakan maka semakin banyak lauril alkohol yang dihasilkan.



d. Kecepatan Pengadukan

Semakin tinggi kecepatan pengadukan, maka laju reaksi hidrogenasi akan semakin cepat, tetapi hal ini juga akan mengakibatkan penurunan selektivitas katalis.

e. Jenis Katalis

Semakin tinggi kereaktifan katalis, maka reaksi hidrogenasi yang terjadi akan semakin cepat pada suhu yang lebih rendah.

2.7 REAKSI SULFATASI

Reaksi sulfatasi merupakan reaksi esterifikasi alkohol dengan cara penambahan asam sulfat (H_2SO_4) atau SO_3 sehingga menghasilkan asam alkil ester mono-*sulfiric* [29].

Reaksi pembuatannya sebagai berikut [30]:



atau



Kemudian untuk pembentukan garam sulfat, asam alkil ester mono-*sulfiric* dinetralkan oleh NaOH. Reaksi yang berlangsung sebagai berikut:



Produk yang dihasilkan diberi nama alkil-sulfat. Untuk menghindari kesalahartian, surfaktan ini sering dinamakan alkil-ester-sulfat dengan tujuan untuk menandakan keberadaan gugus ester. (Untuk Surfaktan SLS: $R = C_{12}H_{25}$)

Produk dari reaksi sulfatasi dan netralisasi ini, terdiri dari [30]:

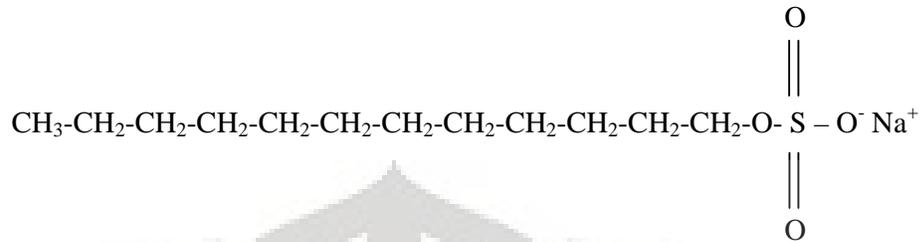
1. Alkil Sulfat (Alkil-Ester-Sulfat)

Alkil sulfat mulai dikenal sejak Perang Dunia II dan telah menjadi surfaktan tertua. Surfaktan jenis ini sangat baik dalam proses pembusaan (*foaming*) dan sebagai *wetting agent* sehingga banyak digunakan dalam industri deterjen, sampo, serta pasta gigi.

Salah satu contoh dari alkil sulfat adalah dodesil (lauril) sulfat, dengan sodium, amonium, atau etanolamin sebagai garamnya. Sodium lauril sulfat merupakan surfaktan yang memiliki sifat hidrofilik yang kuat. Semakin panjang



rantai hidrokarbon, maka semakin lemah sifat hidrofilik yang dimiliki surfaktan. Berikut adalah struktur molekul dari *sodium dodecyl (ester) sulfate*:



Gambar 2. 4 Struktur molekul *sodium dodecyl (ester) sulfate* [30]

2. Alkil Eter Sulfat (Alkil-Etoksi-Ester-Sulfat)

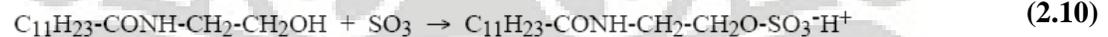
Surfaktan ini hampir sama dengan alkil sulfat, hanya saja ada reaksi sulfatasi terbentuk gugus etoksi alkohol.

Contoh: *Sodium Laureth Sulfate* $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{-(O-CH}_2\text{-CH}_2\text{)}_3\text{-O-SO}_3^- \text{Na}^+$

Kehadiran gugus eter mengakibatkan surfaktan ini tergolong dalam non-ionik dan digunakan sebagai LSDA (*Lime Soap Dispersing Agents*) dalam pembuatan sabun, krim mandi, dan sampo.

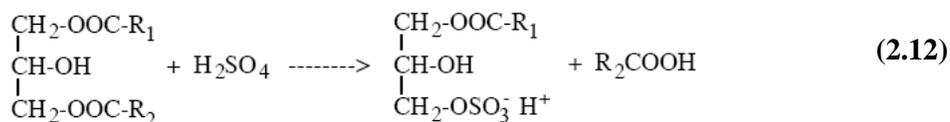
3. Alkanolamida Sulfat

Surfaktan ini diperoleh dengan reaksi sulfatasi alkanol amida, dengan rantai karbon $\text{C}_{12} - \text{C}_{14}$ yang kemudian akan dinetralkan oleh monoetanol amin. Alkanolamida sulfat ini digunakan sebagai *foam booster* dalam produk sampo, sabun, atau busa untuk mandi. Reaksi sulfatasi dan netralisasi sebagai berikut:



4. Gliserida Sulfat

Kebanyakan alkil sulfat diperoleh dari reaksi hidrolisis gliserida untuk menghasilkan asam lemak yang kemudian akan diubah menjadi alkohol. Jika gliserida dihidrolisis bersama dengan keberadaan H_2SO_4 , maka reaksi pembentukan alkohol dan sulfat akan terbentuk bersamaan. Sebagai contoh pada reaksi digliserida di bawah ini:



Reaksi yang melibatkan dua proses reaksi ini membutuhkan biaya yang rendah, tetapi harus diperhatikan pengontrolan kondisi dan penghindaran reaksi samping (*side reactions*).

2.8 SURFAKTAN

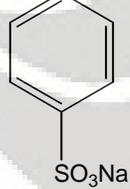
Surfaktan diperlukan dalam berbagai produk sehari-hari antara lain sabun, deterjen, shampo, pembersih muka/kulit, pasta gigi, pelembut kain, serta pembersih lantai. Disamping itu, surfaktan juga digunakan pada bidang farmasi, pangan, pakan, pengeboran minyak, cat, kertas, kimia pertanian, serta konstruksi. Secara umum, surfaktan atau *surfactant* (*surface-active agent* atau zat aktif-permukaan) berguna untuk menurunkan tegangan permukaan, tegangan antar muka, meningkatkan kestabilan partikel yang terdispersi dan mengontrol jenis formasi emulsi, yaitu misalnya *oil in water* (O/W) atau *water in oil* (W/O). Dengan demikian, untuk menentukan kualitas surfaktan dapat dilihat pada kemampuannya dalam menurunkan tegangan permukaan, menurunkan tegangan antar muka, menstabilkan emulsi.

Surfaktan memiliki kecenderungan untuk mengadsorp pada permukaan atau antarmuka (*interface*) senyawa polar dan non-polar sehingga surfaktan dapat mengubah sifat-sifat permukaan atau antar muka. Istilah permukaan digunakan jika terdapat dua fasa yang salah satunya adalah gas, sedangkan istilah antar muka digunakan bila tidak terdapat gas sebagai salah satu fasa.

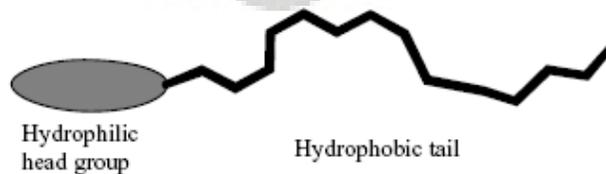
Surfaktan dapat berasal dari minyak bumi (*petrochemical surfactants*) maupun bukan minyak bumi (*oleochemical surfactants*). Minyak sawit (*palm oil*) maupun minyak kelapa (*coconut oil*) dapat dijadikan sebagai bahan baku utama industri oleokimia. Perbedaan surfaktan oleokimia dibandingkan dengan surfaktan petrokimia terletak pada rantai karbonnya.



Tabel 2. 7 Perbedaan Surfaktan Oleokimia dan Surfaktan Petrokimia [4]

	Surfaktan Oleokimia	Surfaktan Petrokimia
Efek terhadap lingkungan	Lebih ramah lingkungan	Tidak ramah lingkungan (sulit terurai)
Keefektifan	Tidak begitu efektif kinerjanya dalam membersihkan larutan berkadar logam tinggi.	Efektif di berbagai kondisi air, baik air dengan kadar logam (<i>hardness</i>) tinggi maupun rendah.
Kebutuhan energi	Rendah	Tinggi
Biaya produksi	Rendah	Tinggi
Contoh	SLS (<i>Sodium Lauryl Sulfate</i>) $R-O-SO_3Na$	LAS (<i>Linear Alkylbenzene Sulfonate</i>) $H_3C-m(H_2C)-CH-(CH_2)_n-CH_3$ 

Gambar 2.5 menunjukkan bahwa struktur surfaktan merupakan struktur amfifatik. Hal ini dikarenakan molekul surfaktan memiliki dua bagian, yaitu ekor yang merupakan bagian hidrofobik (gugus alkil) dan kepala yang merupakan bagian hidrofilik (gugus SO_3). Bagian yang bersifat hidrofobik larut dalam zat-zat non-polar, sedangkan bagian yang hidrofilik larut dalam senyawa polar. Oleh sebab itu, surfaktan memiliki kemampuan untuk mengemulsi kotoran berminyak sehingga dapat dibuang dengan pembilasan.



Gambar 2. 5 Skema umum surfaktan [5]



Gambar 2. 6 Skema Surfaktan SLS

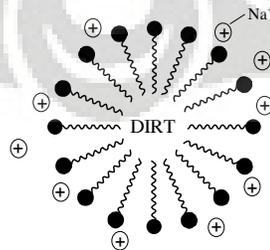
2.8.1 Mekanisme Kerja Surfaktan pada Produk Pembersih

Minyak atau lemak merupakan senyawa nonpolar yang tidak dapat larut dalam air. Bagian surfaktan dari produk pembersih yang bersifat hidrofobik akan ditolak oleh air yang bersifat polar, lalu ditarik oleh kotoran yang berasal dari minyak atau lemak (bersifat nonpolar). Pada saat yang bersamaan, surfaktan yang bersifat hidrofilik ditarik oleh molekul air sehingga terbentuklah emulsi minyak-air. Peristiwa ini akan menghilangkan dan melepas kotoran yang akan terbawa bersama air dengan mengumpulkannya dalam *miscelles* [31].

Contoh: surfaktan dalam detergen.



Gambar 2. 7 Kerja surfaktan dalam detergen [31]



Gambar 2. 8 Pembentukan *micelles* oleh surfaktan [5]



2.8.2 Pengelompokan Jenis Surfaktan

Berdasarkan kepolaran bagian hidrofiliknya, surfaktan dapat dikelompokkan ke dalam jenis-jenisnya adalah sebagai berikut [5]:

- a) Anionik, yaitu surfaktan dengan bagian aktif-permukaannya mengemban muatan negatif. Contohnya adalah $\text{RC}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}^+$ (alkilbenzena sulfonat) dan SLS (*Sodium Lauryl Sulfate*).
- b) Kationik, yaitu surfaktan dengan bagian aktif-permukaan mengemban muatan positif. Contohnya adalah $\text{RNH}_3^+\text{Cl}^-$ (garam amina rantai-panjang).
- c) Nonionik, yaitu surfaktan dengan bagian aktif-permukaan tidak mengemban muatan apapun. Contohnya adalah $\text{RC}_6\text{H}_4(\text{OC}_2\text{H}_4\text{O})_x\text{OH}$ (alkilfenol terpolietoksilasi).
- d) Zwitterionik, yaitu surfaktan yang mengandung muatan negatif maupun positif pada bagian permukaannya. Contohnya adalah $\text{R}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3^-$ (sulfobetain).

Berdasarkan bagian hidrofobiknya surfaktan dikelompokkan ke dalam jenis-jenisnya adalah sebagai berikut [5]:

- a) Rantai-lurus, gugus alkil panjang ($\text{C}_8\text{-C}_{20}$)
- b) Rantai bercabang, gugus alkil panjang ($\text{C}_8\text{-C}_{20}$)
- c) Alkilbenzena rantai panjang ($\text{C}_8\text{-C}_{15}$)
- d) Alkilnaftalena (C_3 dan gugus alkil yang jauh lebih panjang)
- e) Turunan rosin
- f) Polimer propilen oksida dengan bobot molekul tinggi
- g) Gugus perfluoroalkil rantai panjang
- h) Gugus polisiloksan

2.8.3 Fatty Alcohol Sulfate (FAS)

Fatty Alcohol Sulfate (FAS) yang memiliki natrium sebagai garamnya merupakan bahan aktif yang umumnya digunakan untuk membuat produk deterjen, karena kemampuannya yang baik untuk terbasahkan dan menghasilkan buih. Selain itu, FAS jenis ini juga merupakan surfaktan yang. FAS dengan asam lemak $\text{C}_{12}\text{-C}_{14}$ dikenal dengan merek dagang SLS (*Sodium Lauryl Sulfate*) [12].



Surfaktan merupakan bahan dasar beberapa produk kosmetik seperti sabun mandi, sabun pencuci muka, dan sabun cair.

FAS biasanya diproduksi dengan mereaksikan *fatty alcohol* dengan asam sulfat (H_2SO_4), kemudian dinetralisir dengan natrium hidroksida (NaOH), dengan persamaan reaksi sebagai berikut [29]:



Produk antara dari reaksi ini biasanya campuran antara ester dan asam sulfur. Produk antara ini cukup tidak stabil sehingga harus dinetralisir segera. Produk akhir mengandung 1,5 % natrium sulfat, 1 – 1,5 % alkohol yang tidak bereaksi dan kurang dari 0,5 % alkali bebas. Pada proses sulfatasi (*sulfation*), sumber SO_3 lain dapat digunakan seperti oleum ataupun asam klorosulfonat (*chlorosulfonic acid*) [29].

2.8.4 Tegangan Permukaan (Antar Muka) Larutan Surfaktan

Fungsi utama surfaktan adalah menurunkan tegangan permukaan air secara nyata. Untuk memahami mengapa surfaktan memiliki efek tersebut, perlu diketahui mekanisme tegangan permukaan dan antarmuka.

Gaya kohesif bekerja antara molekul-molekul, tarik-menarik satu sama lain membentuk cairan atau padatan. Molekul-molekul saling melekat dan tidak terpisah, sehingga mempertahankan bentuk cair atau padatan tersebut. Molekul yang berada di bagian dalam cairan atau padatan merasakan gaya tarik ini dari molekul-molekul tiap sisi, tetapi molekul yang berada pada permukaan tidak menerima gaya tersebut dari sisi atmosfer (udara).

Semakin rapat molekul, semakin rendah (lebih stabil) tingkat energinya. Jadi, molekul-molekul yang berada pada permukaan berada dalam keadaan tingkat energi tinggi akibat tidak adanya molekul-molekul pada satu sisi. Karena energi bebas yang lebih tinggi pada permukaan inilah sehingga terdapat kecenderungan ilmiah berupa penurunan luas permukaan sedapat mungkin. Itulah



sebabnya satu tetes membentuk bulatan, yang merupakan bentuk permukaan terkecil yang paling mungkin terbentuk.

Tegangan permukaan (γ) berhubungan dengan besarnya gaya kohesif yang bekerja di antara molekul-molekul pada permukaan. Zat-zat yang mempunyai gaya kohesif lebih besar memiliki tegangan permukaan yang lebih besar pula.

Air mempunyai tegangan permukaan lebih besar daripada kebanyakan cairan lain karena gaya kohesifnya yang lebih besar akibat adanya ikatan hidrogen. Tegangan permukaan air menurun dengan naiknya suhu.

Dalam hal mekanisme tegangan antarmuka, molekul-molekul pada antarmuka kontak dengan molekul-molekul jenis lain, dan menerima gaya tarik dengan kekuatan yang berbeda dengan molekul-molekul yang berada dalam masing-masing fasa. Maka tegangan antarmuka terjadi karena molekul-molekul pada antarmuka memiliki energi bebas yang lebih tinggi dibandingkan dengan energi bebas molekul-molekul dalam masing-masing fasa.

Bila dalam air terkandung surfaktan, molekul-molekul surfaktan mengalami orientasi dan teradsorpsi pada permukaan larutan dengan gugus hidrofobik menghadap ke udara. Dengan demikian permukaan larutan tertutupi dengan gugus hidrofobik surfaktan. Seperti telah disebutkan sebelumnya, tegangan permukaan yang disebabkan gaya kohesif cairan (atau padatan) membesar dengan meningkatnya gaya kohesif. Karena gaya kohesif hidrokarbon lebih kecil daripada air, tegangan permukaan larutan air (yang permukaannya tertutupi oleh gugus hidrofobik dari surfaktan) juga lebih kecil daripada air. Itulah sebabnya tegangan permukaan air menurun dengan penambahan surfaktan [5].

Metode yang digunakan untuk mengukur tegangan permukaan, antara lain [32]:

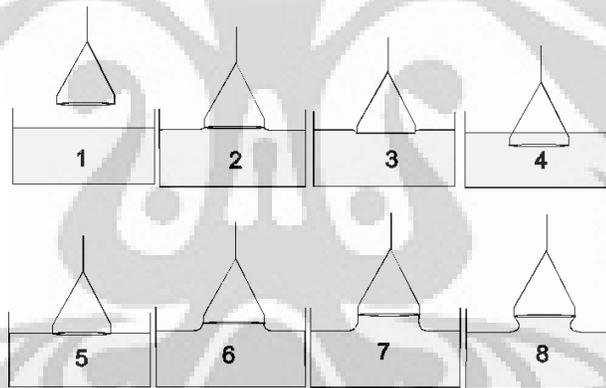
1. *DuNouy ring*

Metode ini menggunakan cincin yang terbuat dari logam platinum yang diinteraksikan dengan permukaan cairan yang ingin diukur. Mula-mula cincin ditenggelamkan di bawah permukaan cairan kemudian cincin tersebut dinaikkan sampai diatas permukaan cairan hingga menimbulkan meniscus dari cairan tersebut sampai pada akhirnya, meniscus tersebut pecah. Prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Cincin berada di atas permukaan cairan, belum ada gaya yang dihasilkan.



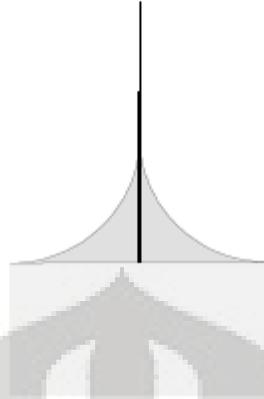
2. Cincin menyentuh permukaan cairan sehingga menghasilkan gaya positif yang tidak signifikan.
3. Cincin melewati batas permukaan cairan, namun belum berhasil menembus dikarenakan tegangan permukaan yang dimiliki oleh cairan tersebut. Hal ini menghasilkan gaya yang bekerja pada cincin bernilai negatif.
4. Cincin berhasil menembus permukaan sehingga gaya yang bekerja bernilai positif.
5. Saat dinaikkan gaya yang terukur mulai meningkat
6. Gaya tetap meningkat sampai akhirnya
7. Gaya maksimum telah tercapai
8. Setelah tercapai gaya maksimum, terdapat sedikit pengurangan gaya hingga akhirnya lamela terpecah.



Gambar 2. 9 Skema pengukuran tegangan permukaan menggunakan metode cincin [32]

2. *Wihelmy Plate*

Metode ini menggunakan sejenis plat yang terbuat dari logam platinum. Perhitungan berdasarkan pada geometri permukaan yang terbasahi saat dikontakkan dengan cairan yang ingin diukur pada keadaan plat tepat diatas permukaan cairan. Hal penting dalam metode ini adalah posisi plat terhadap permukaan cairan.



Gambar 2. 10 Pengukuran tegangan permukaan dengan menggunakan Metode *Wilhelmy Plate* [32]

3. *Metal Rod*

Metode ini digunakan jika cairan untuk pengukuran tegangan permukaan terbatas.

2.8.5 Stabilitas Emulsi Surfaktan

Dua zat (dalam fasa cair) saling tidak larut dicampurkan tetapi tidak terpisah secara spontan, dinamakan sebagai emulsi. Beberapa emulsi ada yang terpisah secara cepat, sebagai contoh bila minyak dan air yang dikocok bersama-sama, akan terbentuk butir-butir minyak dalam air kemudian tidak lama dibiarkan maka partikel-partikel minyak akan bergabung lagi dan memisahkan diri dari molekul-molekul air. Emulsi pun ada yang terpisah secara lambat diakibatkan karena kestabilan sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mencapai kondisi heterogen (terpisah).

Emulsi itu sendiri mengandung butir-butir kecil dari salah satu zat. Emulsi yang mengandung butir-butir minyak dalam air disebut dengan *oil-in-water emulsion* (O/W) dan minyak dikatakan sebagai fasa terdispersi sementara air sebagai fasa kontinu. Emulsi dengan butir-butir air di dalam minyak disebut dengan *water-in-oil emulsion* (W/O). Emulsi minyak dalam air dikatakan baik jika terdapat butir-butir minyak yang terdispersi secara homogen ke seluruh bagian air [33].

Agar emulsi yang terbentuk dapat bertahan, maka diperlukan penambahan bahan yang mampu membentuk selaput (film) di sekeliling butiran-butiran yang terdispersi, sehingga mencegah bersatunya kembali butir-butir tersebut. Ada



beberapa istilah yang digunakan untuk bahan tambahan tersebut, diantaranya ialah *emulsifier*, *stabilizer*, atau *emulsifying agent*.

Surfaktan merupakan *emulsifier* buatan. Surfaktan dapat menurunkan tegangan permukaan air dan meningkatkan daya pembersih air dengan jalan mengemulsi lemak yang ada. Daya kerja surfaktan sebagai pengemulsi terutama disebabkan oleh bentuk molekulnya yang dapat terikat baik pada minyak maupun air. Lamanya waktu suatu emulsi yang telah diberikan surfaktan untuk stabil (bertahan atau tidak terurai kembali) disebut juga dengan stabilitas emulsi surfaktan [34].

2.8.6 HLB (*Hydrophile Lipophile Balance*)

HLB merupakan rasio relatif antara gugus polar (hidrofil) dan gugus nonpolar (hidrofob) dalam molekul surfaktan [35]. HLB merupakan indikasi kelarutan surfaktan dalam suatu larutan. HLB ini yang akan memberikan petunjuk surfaktan apa yang harus digunakan untuk produk akhir yang diinginkan. Semakin rendah nilai HLB semakin bersifat lipofilik atau larut dengan minyak. Sebaliknya, semakin tinggi nilai HLB semakin bersifat hidrofilik atau semakin larut dengan air.

HLB sistem ditemukan oleh seorang ahli kimia bernama William C. Griffin pada tahun 1971. HLB ini dibuat secara khusus untuk mempermudah penggunaan surfaktan nonionik yang tak bermuatan. Perhitungan nilai HLB secara matematis hanya untuk surfaktan nonionik dengan menggunakan persen berat molekul dari gugus hidrofil dibagi 5. Nilai HLB yang digunakan untuk membuat minimum tegangan antarmuka antara minyak dan air adalah nilai HLB yang dibutuhkan. Perhitungan secara matematis nilai HLB sangat sederhana dengan cara menghitung persen berat dari bagian hidrofilik (*hydrophilic portion*) dari suatu surfaktan dibagi dengan 5 [36] atau dengan persamaan berikut.

$$HLB = \left(\frac{MW_s}{MW_{hp}} \times 100 \right) / 5$$

Dimana, MW_s = berat molekul dari surfaktan

MW_{hp} = berat molekul dari bagian hidrofilik



Tabel 2.7 berikut menunjukkan nilai HLB yang dibutuhkan untuk mencapai fungsinya.

Tabel 2. 8 Nilai HLB yang dibutuhkan berdasarkan fungsi [36]

Nilai HLB	Fungsi
1.0 – 3.5	<i>Antifoams</i>
3.5 – 8.0	Emulsi air dalam minyak (W/O)
7.0 – 9.0	<i>Wetting agents</i>
8.0 – 16.0	Emulsi minyak dalam air (O/W)
15.0 – 40.0	<i>Solubilizers</i>

2.9 ANALISIS KUANTITATIF DAN KUALITATIF PRODUK

2.9.1 Kromatografi Gas (*Gas Chromatography*)

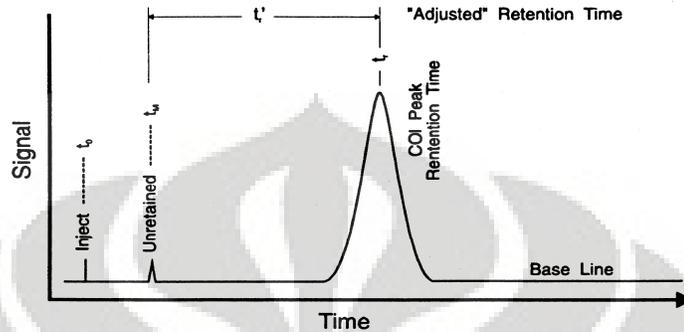
Kromatografi gas merupakan salah satu peralatan yang sangat penting di bidang kimia. Alat ini digunakan untuk menganalisa suatu campuran secara kuantitatif juga secara kualitatif. Dengan demikian, gas kromatografi dapat digunakan untuk menganalisis komposisi campuran asam lemak.

Teknik dasar yang digunakan oleh kromatografi gas adalah memisahkan substansi volatil dari campuran fasa gasnya. Sampel yang akan dipisahkan diinjeksikan ke dalam kromatografi gas. Suatu gas pembawa (biasanya helium) bergerak melewati suatu kolom yang terdiri atas lapisan dinding ataupun padatan yang disusun didalamnya (*packed solid*). Gas pembawa ini disebut sebagai fasa yang bergerak (*mobile phase*), dan gas ini membawa sampel. Kolom berada pada fasa diam (*stationary phase*). Syarat fasa stasioner antara lain: memiliki stabilitas termal yang tinggi, kelembaman secara kimia, serta memiliki volatilitas yang rendah.

Saat fasa bergerak melalui kolom, komponen dari sampel bersentuhan (kontak) dengan fasa stasioner. Jika berbagai komponen sampel memiliki afinitas yang berbeda untuk fasa stasioner, maka pemisahan akan terjadi. Semakin besar gaya tarik terhadap fasa stasioner, maka semakin lama komponen tersebut keluar dari kolom. Sebuah detektor mengamati fasa bergerak yang keluar dari kolom, dan mengirimkan sinyal ke alat perekam yang akan merekam lamanya komponen-



komponen sampel keluar dari kolom. Analisis gas kromatografi menghasilkan sebuah kromatogram dimana setiap material ditampilkan dalam bentuk suatu puncak. Gambar berikut menampilkan skema kromatogram:



Gambar 2. 11 Kromatogram hasil GC secara umum [37]

Dimana:

t_0 = waktu injeksi

t_r = waktu tinggal-waktu yang diukur dari injeksi hingga maksimum puncak

t_m = waktu *mobile phase*-waktu dari injeksi hingga munculnya puncak
= waktu yang dibutuhkan *mobile phase* untuk melewati kolom

t_r' = waktu tinggal yang disesuaikan- $(t_r - t_m)$

= waktu komponen tinggal di dalam *stationary phase*

Proses kromatografi gas dapat digunakan untuk analisis kualitatif dan juga analisa kuantitatif. Perbandingan waktu-waktu tinggal dapat digunakan untuk menolong mengidentifikasi material di dalam sampel (analisis kualitatif). Dengan membandingkan waktu-waktu tinggal dari puncak-puncak (*peaks*) komponen di dalam sampel dengan waktu-waktu tinggal dari puncak-puncak (*peaks*) standar murni komponen tersebut, maka dapat dilakukan identifikasi. Sedangkan dengan mengukur luas area di bawah *peaks* tunggal dalam sebuah komponen sampel dan membandingkan tiap area dengan area total, maka dapat diperkirakan konsentrasi komponen tersebut dalam sampel yang diuji [37].

2.9.2 Spektrofotometri FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Spektrofotometri infra merah dapat mengidentifikasi jenis ikatan dan gugus fungsi yang terdapat pada semua senyawa organik dan anorganik, karena hampir



semua senyawa molekul dapat mengabsorpsi radiasi infra merah. Pada ikatan non-polar (molekul berinti sama seperti O_2 , N_2 , Cl_2) tidak dapat mengabsorpsi radiasi inframerah karena tidak terdapat momen dipol antar atom dalam molekulnya. Ikatan non-polar relatif, seperti ikatan C-C dan C-H dalam molekul organik menyebabkan absorpsi lemah. Sedangkan pada ikatan polar (seperti C=O) menunjukkan absorpsi yang kuat. Spektrofotometri infra merah memiliki peran penting dalam analisis kualitatif dan kuantitatif. Setiap molekul mempunyai spektrum absorpsi infra merah tertentu.

Untuk molekul organik, spektrum infra merah dapat dibagi menjadi tiga daerah, yakni absorpsi [38]:

- ✚ 4000 sampai 1300 cm^{-1} menunjukkan gugus fungsi dan tipe ikatan.
- ✚ 1300 sampai 909 cm^{-1} adalah daerah *fingerprint* yang menunjukkan interaksi kompleks pada molekul.
- ✚ 909 sampai 650 cm^{-1} biasanya menunjukkan keberadaan cincin benzen pada molekul.

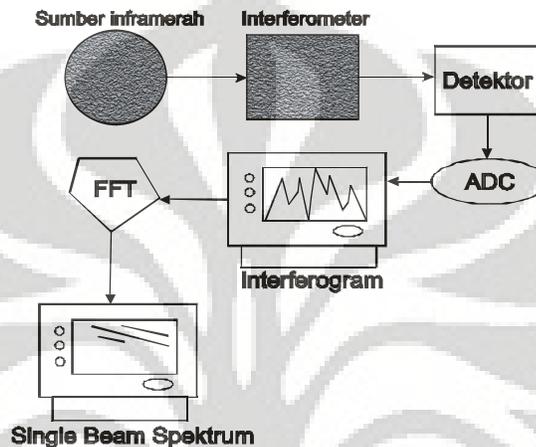
Spektrofotometri FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) merupakan salah satu jenis spektroskopi inframerah yang menggunakan sebuah metode persamaan matematika yaitu *Fourier-Transform Spectrometer (FTS)* yang digunakan untuk konversi spektrum waktu ke spektrum frekuensi [38]. Instrumen ini memiliki berbagai kelebihan seperti tingginya sensitivitas, resolusi, dan kecepatan dalam pencocokan data. FTS tidak memiliki elemen pendispersi, dan semua panjang gelombang dideteksi dan diukur secara simultan. Untuk memisahkan panjang gelombang perlu memodulasi sinyal sumber yang dapat dikonversi dengan sebuah transformator Fourier. FTS adalah sebuah interferometer Michaelson dengan cermin variabel. Dengan mengatur cermin variabel pada jarak tertentu, dihasilkan sebuah pola interferensi yang menandakan spektrum dari sumber.

Molekul hanya menyerap frekuensi tertentu dari radiasi infra merah. Untuk dapat mengabsorpsi, molekul harus memiliki perubahan momen dipol, sebagai akibat dari vibrasi. Perbedaan radiasi medan listrik berinteraksi dengan molekul menimbulkan perubahan amplitudo sebagian gerakan molekul. Setiap tipe ikatan yang berbeda mempunyai frekuensi vibrasi yang berbeda pula, maka



tidak ada molekul yang berbeda strukturnya memiliki spektrum infra merah yang tepat sama.

Spektrofotometri FTIR biasanya digunakan untuk sampel dengan konsentrasi yang kecil dan pengukurannya lebih cepat dibandingkan dengan IR. Prinsip kerja FTIR tidak jauh berbeda dengan IR hanya kemampuan FTIR lebih baik daripada IR [38].



Gambar 2. 12 Skema Alat Spektrofotometer FTIR [38]

Prinsip kerja FTIR adalah sebagai berikut, suatu sumber infra merah akan mengemisikan energi infra merah dan berjalan melalui bagian optik dari spektrometer. Kemudian, gelombang sinar akan melewati interferometer dimana sinar tersebut dipisahkan dan digabungkan kembali untuk menghasilkan suatu pola interferensi. Lalu, intensitas dari frekuensi sinar ditransmisikan dan diukur oleh detektor. Hasil dari detektor adalah interferogram, yaitu suatu daerah waktu yang menggambarkan pola interferensi. Dengan adanya ADC (*analog to digital converter*) akan mengubah pengukuran tersebut menjadi suatu format digital yang dapat digunakan oleh komputer. Kemudian interferogram diubah menjadi suatu pita spektrum tunggal (*single beam spectrum*) oleh FFT (*Fast Fourier Transform*).

2.9.3 Kromatografi Gas Spektroskopi Massa (GC/MS)

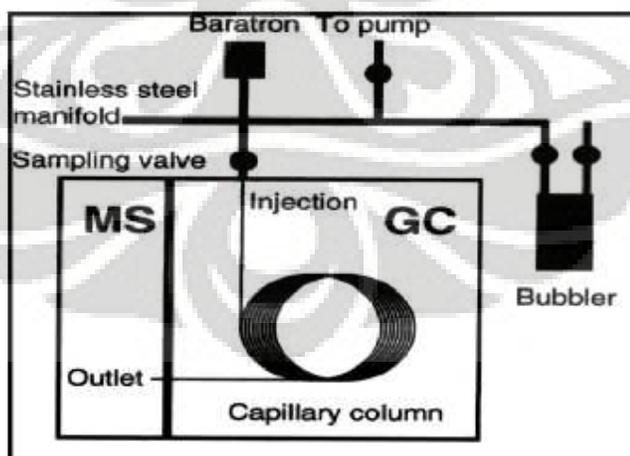
GC/MS merupakan kombinasi dari kromatografi gas untuk proses pemisahan komponen dan spektrometri massa untuk mendeteksi dan mengidentifikasi komponen dari sampel yang diinjeksikan. Alat ini yang banyak digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif telah ini dikembangkan sejak



1960-an. Dahulu penggunaannya masih terbatas untuk kepentingan laboratorium. Setelah dilengkapi secara komputerisasi, GC/MS saat ini telah dapat disederhanakan pengoperasian instrumen dan dipercepat waktu analisis sampelnya.

Aplikasi sistem GC/MS termasuk untuk deteksi obat-obatan, analisis lingkungan terhadap polutan organik, investigasi ledakan, dan dapat digunakan di bandara guna mendeteksi barang maupun manusia. Metode analisis dilakukan dengan membandingkan konsentrasi massa atom dari spektrum yang dihasilkan. Terdapat dua macam analisis yang mungkin dilakukan, analisis spektrum perbandingan dan analisis spektrum *original*.

Analisis perbandingan membutuhkan perbandingan spektrum hasil dan spektrum literatur untuk melihat kemiripan karakteristik hasil dengan literatur. Analisis *original* menghasilkan puncak dominan yang menandakan total massa dari senyawa yang tidak diketahui. Nilainya dapat digunakan untuk menentukan rumus kimia berbagai macam unsur yang diasumsikan muncul pada senyawa. Pola isotop pada spektrum, dimana tiap unsur memiliki beberapa isotop yang spesifik, dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan berbagai unsur tersebut. Bila rumus kimia sudah sesuai dengan spektrum, maka struktur molekul dan tipe ikatan bisa diidentifikasi. Skema Alat GC/MS dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2. 13. Skema Alat GC/MS [39]



Prinsip kerja GC/MS dimulai dari senyawa sampel yang akan ditembak oleh arus elektron dan menyebabkan senyawa terpisah menjadi fragmen. Fragmen ini dapat lebih besar atau lebih kecil dari molekul aslinya. Fragmen sebenarnya adalah muatan ion dengan massa tertentu. Massa fragmen jika dibagi muatan disebut perbandingan massa per muatan (M/Z). M/Z biasanya mewakili berat molekul fragmen. Empat elektromagnet (quadropole) akan memfokuskan fragmen melewati celah menuju detektor. Quadropole diprogram oleh komputer untuk hanya mengarahkan fragmen M/Z tertentu yang melewati celah. Sisanya akan terpelempar menjauh. Komputer memiliki siklus quadropole untuk M/Z berbeda hingga semua daerah M/Z telah terdeteksi. Siklus ini berlangsung berkali-kali per detik. Setiap siklus disebut *scan*. Komputer merekam grafik pada setiap *scan*. Sumbu x mewakili rasio perbandingan M/Z . Sumbu y mewakili intensitas sinyal untuk setiap fragmen terdeteksi selama *scan*. Grafik ini disebut spektrum massa. Spektrum massa yang dihasilkan oleh senyawa kimia biasanya sama untuk setiap waktu. Oleh karena itu, spektrum massa sangat penting untuk mengidentifikasi senyawa. Komputer GC/MS memiliki literatur spektrum yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi senyawa kimia yang tidak diketahui. Literatur akan membandingkan spektrum massa dari komponen sampel dan membandingkan dengan spektrum massa dari literatur. Hasilnya berupa identifikasi bersama dengan probabilitas kemiripan secara statistik.



BAB III

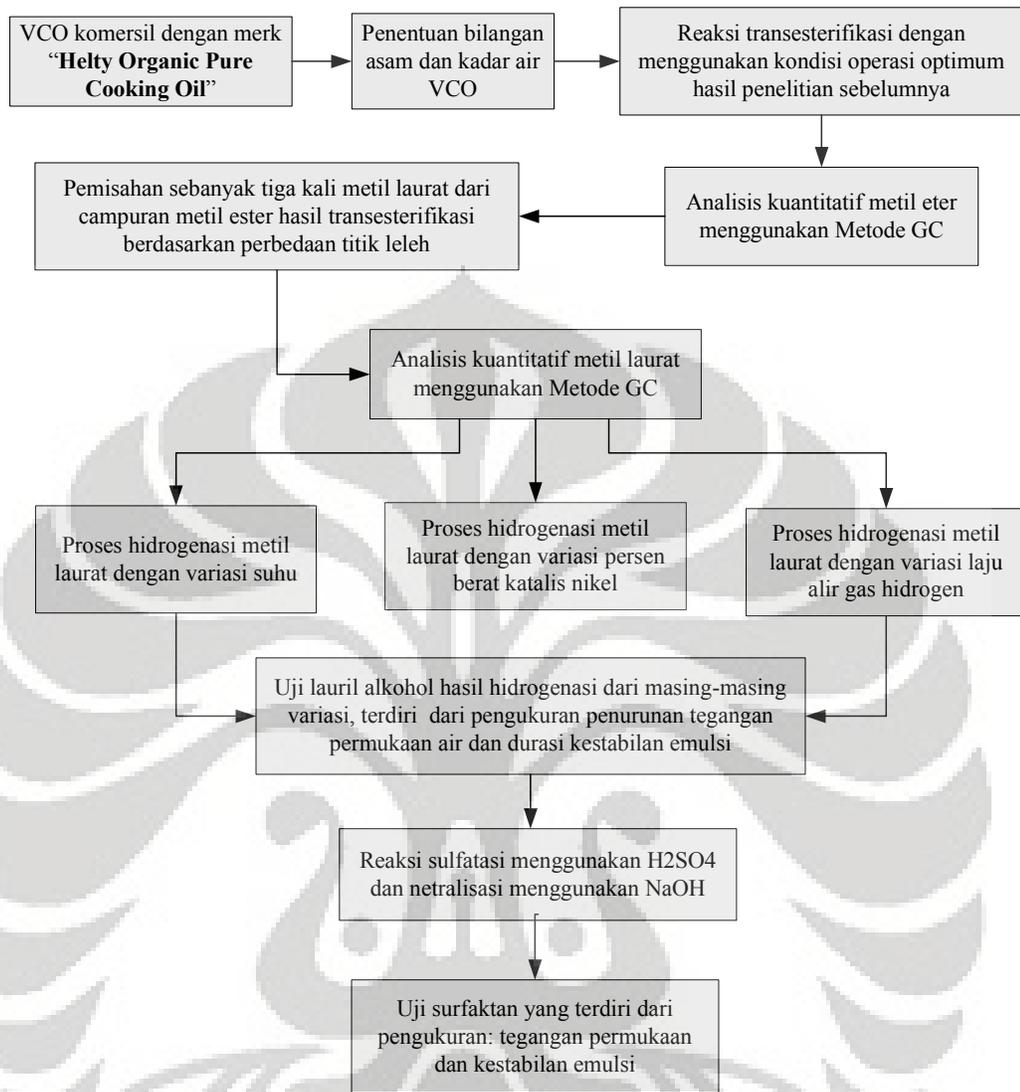
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN

Penelitian ini terdiri atas delapan tahap, yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan tetapan fisik VCO komersil:
 - kadar air, dan
 - bilangan asam.
2. Membuat metil ester melalui reaksi transesterifikasi.
3. Memisahkan metil laurat dari metil ester berdasarkan perbedaan titik leleh.
4. Menganalisis konsentrasi metil laurat dengan menggunakan Metode GC/MS dan FTIR.
5. Membuat lauril alkohol melalui proses hidrogenasi menggunakan katalis Ni.
6. Menguji kemampuan lauril alkohol untuk menurunkan tegangan permukaan air dan menstabilkan emulsi O/W.
7. Reaksi sulfatasi menggunakan H_2SO_4 dan netralisasi dengan menggunakan NaOH dilakukan hanya pada lauril alkohol yang menunjukkan kemampuan terbaik. untuk menghasilkan produk akhir yaitu Surfaktan SLS.
8. Menguji Surfaktan SLS analog yang dihasilkan sebagai surfaktan dengan pengukuran penurunan tegangan permukaan air dan pengukuran durasi kestabilan emulsi O/W.
9. Membandingkan kemampuan Surfaktan SLS analog yang dihasilkan pada penelitian ini dengan SLS dan LAS (*Linear Alkylbenzene Sulfonate*) komersil.

Bagan alir rancangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan alir rancangan penelitian untuk menghasilkan SLS

3.2 VARIABEL PENELITIAN

Pada penelitian ini akan diamati beberapa variasi dari variabel suhu, persen berat katalis, dan laju alir gas hidrogen. Adapun variabel bebas dan terikat yang dijadikan acuan dalam penelitian ini. Tabel 3.1 memaparkan variabel bebas dan terikat yang digunakan pada penelitian ini.



Tabel 3.1 Variabel bebas dan tetap

Variabel Bebas	Variabel Tetap
Suhu	Rasio H ₂ /metil ester (50/1) Laju alir gas H ₂ (1 mL/s) Persen berat katalis Ni (30% berat metil laurat)
Persen Berat Katalis	Suhu (270°C) Laju alir gas H ₂ (1 mL/s) Rasio H ₂ /metil ester (50/1)
Laju alir gas H ₂	Suhu (270°C) Rasio H ₂ /metil ester (50/1) Persen berat katalis Ni (30% berat metil laurat)

3.3 ALAT DAN BAHAN

Pada penelitian kali ini dibutuhkan alat-alat dan bahan-bahan yang menunjang terlaksananya penelitian. Alat-alat yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 3.2, sedangkan bahan-bahan yang dibutuhkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Alat – alat yang digunakan

NO.	ALAT	KEGUNAAN
1.	Pipet tetes	Untuk memudahkan pengambilan larutan
2.	Timbangan	Untuk menimbang reaktan dan produk
3.	Labu pengenceran bertutup	Wadah metanol dan NaOH setelah ditimbang
4.	Kaca arloji	Tempat untuk menimbang NaOH
5.	Spatula	Alat untuk mengambil NaOH dari wadahnya
6.	Reaktor berkepala 3	Wadah proses transesterifikasi
7.	<i>Transfer Box</i>	Tempat pendingin metil laurat
8.	<i>Beaker glass</i>	Wadah produk transesterifikasi untuk pendinginan, wadah pemisahan metil ester dari air dengan penambahan Na ₂ SO ₄ anhidrat, wadah pembekuan metil ester
9.	Corong pemisah	Wadah untuk pencucian metil ester
10.	Corong biasa	Untuk penyaringan Na ₂ SO ₄ dari metil ester
11.	Kertas saring	Untuk menyaring Na ₂ SO ₄ dari metil ester, menyaring metil laurat dari padatan metil ester
12.	Gelas ukur	Mengukur volume metil ester dan metil laurat



13.	Labu <i>erlenmeyer</i>	Wadah tempat penyaringan Na_2SO_4 dari metil ester dan metil laurat dari padatan metil ester
14.	pH indikator universal	Mengukur pH metil ester
15.	Cawan penguap	Wadah VCO untuk penghitungan kadar air
16.	Oven	Untuk pemanasan VCO saat penghitungan kadar air VCO
17.	Desikator	Mendinginkan VCO yang telah dipanaskan
18.	Buret	Titrasi pada saat penghitungan bilangan asam
19.	<i>Stopwatch</i>	Menghitung waktu transesterifikasi, pemanasan, dll
20.	Termometer	Mengukur suhu <i>water bath</i> , <i>transfer box</i> , dan labu distilasi
21.	Pemanas (<i>Heating mantle</i>)	Memanaskan labu distilasi
22.	Kondenser	Mendinginkan uap yang terbentuk pada distilasi
23.	Reaktor hidrogenasi	Untuk proses hidrogenasi
24.	<i>Interfacial tensiometer</i>	Untuk uji pengukuran tegangan permukaan

Tabel 3. 3 Bahan – bahan yang digunakan

NO.	BAHAN	KEGUNAAN
1.	Aquades	Pencucian metil ester hasil transesterifikasi, salah satu bahan untuk uji surfaktan
2.	VCO dan metanol teknis	Reaktan pada transesterifikasi
3.	NaOH p.a. pelet	Katalis pada transesterifikasi, penetralisasi
4.	H_2SO_4 10 % volume	Untuk deaktivasi NaOH pada metil ester hasil transesterifikasi
5.	Na_2SO_4 anhidrat	Untuk menyerap air dari metil ester
6.	Asam HCl, KOH	Bahan untuk pengujian bilangan asam VCO
7.	Gas H_2	Reaktan pada proses hidrogenasi, aktivasi katalis
8.	Katalis Ni	Katalis pada proses hidrogenasi
9.	H_2SO_4	Reaktan pada proses sulfatasi
10.	Es	Pendingin dalam <i>transfer box</i>



11.	Minyak goreng	Uji kestabilan emulsi
12.	SLS Komersil	Sebagai pembanding surfaktan yang dihasilkan
13.	LAS Komersil	Sebagai pembanding surfaktan yang dihasilkan

3.4 LOKASI RISET

1. Laboratorium Dasar Proses Kimia (DPK) dan Laboratorium RPKA Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia, Depok.
2. Tempat pengujian GC (*Gas Chromatography*):
 - Laboratorium Kesehatan Daerah, Rawamangun, Jakarta Timur.
 - Departemen Proses, Lemigas, Ciledug, Tangerang.

3.5 RANCANGAN PERCOBAAN

Pada bagian ini akan dijelaskan prosedur kerja dari setiap tahap rancangan penelitian.

3.5.1 Penentuan Tetapan Fisika - Kimia VCO

3.5.1.1 Penentuan bilangan asam

Berikut ini adalah prosedur untuk menentukan bilangan asam adalah sebagai berikut [40]:

1. Membuat larutan KOH dalam etanol 0,1 M dalam labu 100 mL. Mengambil 10 mL larutan KOH 0,1 M dan menambahkan 3 tetes indikator PP. Menitrasi dengan larutan HCl 0,1 M yang bertujuan untuk menstandarisasi larutan KOH.
2. Lalu menghitung konsentrasi KOH dengan persamaan:

$$\text{Konsentrasi KOH} = \frac{V_{HCl}}{V_{KOH}} \times N_{HCl} \quad (3.1)$$

Dimana:

N_{HCl} = molaritas HCl = 0,1 M

V_{HCl} = volume HCl yang digunakan untuk menitrasi KOH

V_{KOH} = volume KOH yang digunakan = 10 mL

3. Memasukkan 15 mL etanol ke dalam erlenmeyer dan menambahkan 3 tetes indikator PP.



4. Menitrasi larutan etanol tersebut dengan KOH yang telah diketahui konsentrasinya hingga larutan berubah warna dari bening menjadi ungu.
5. Sebanyak 1 gram minyak kelapa dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisikan etanol yang telah dititrasi dan diberikan 3 tetes indikator PP.
6. Kemudian dilanjutkan kembali menitrasi dengan larutan KOH hingga berubah warna.
7. Penghitungan bilangan asam dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Bilangan asam} = \frac{V_t \times M \times BM_{KOH}}{W_s} \quad (3.2)$$

Dimana:

V_t = volume titran KOH yang ditambahkan pada titrasi VCO

M = molaritas KOH yang telah distandardisasi

$BM_{KOH} = 56,11$

W_s = berat minyak kelapa yang dilarutkan ke dalam etanol = 1 gr

3.5.1.2 Penentuan kadar air

Prosedur untuk penentuan kadar air adalah sebagai berikut [41]:

1. VCO seberat 5 gram diletakkan di dalam cawan penguap dan dipanaskan di dalam oven selama 30 menit pada suhu 105 °C.
2. Setelah dipanaskan, VCO didinginkan di dalam desikator selama lebih kurang 10 menit sampai mencapai suhu kamar (24-25 °C)
3. Dari desikator berat sampel VCO ditimbang dan prosedur di atas diulangi sampai perbedaan berat 2 interval pengukuran tidak lebih dari 0,05%.

Kadar air dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Minyak}_{awal} - \text{Minyak}_{akhir}}{\text{Minyak}_{awal}} \times 100\% \quad (3.3)$$

3.5.2 Reaksi Transesterifikasi Minyak Kelapa

Prosedur reaksi transesterifikasi minyak kelapa dengan menggunakan reaktor kepala tiga adalah sebagai berikut:



1. Menimbang VCO sebesar 100 gram, lalu menuangkannya ke dalam reaktor gelas kepala tiga.
2. Menimbang dan memasukkan metanol teknis (96%) sebanyak 95,92 gram ke dalam labu pengenceran kemudian menutup labu tersebut.
3. Kemudian NaOH p.a. pelet ditimbang seberat 2 gram dan dimasukkan ke dalam wadah berisi metanol, menutup wadah berisi kedua campuran tersebut. Campuran tersebut didiamkan hingga NaOH seluruhnya larut dalam metanol.
4. Menuang larutan tersebut ke dalam reaktor gelas yang berisi VCO.
5. Reaktor gelas ini kemudian ditutup dengan kepala 3, lalu diberi lakban agar tutup tidak bergeser dan tidak ada reaktan yang keluar reaktor. Pada satu kepala tutup reaktor diberi kondensor, sementara kepala lainnya diberi *aluminium foil* dan kepala yang berada di tengah adalah tempat lewatnya pengaduk besi.
6. Gelas reaktor diletakkan di dalam *waterbath*. Lalu campuran tersebut diaduk dengan pengaduk listrik.
7. Setelah reaksi transesterifikasi selesai dilakukan, agitator dimatikan dan reaktor gelas didiamkan selama 10 menit di dalam *water bath*.
8. Setelah 10 menit, isi reaktor gelas dituang ke dalam *beaker glass*.
9. *Beaker glass* tersebut lalu diletakkan di dalam wadah plastik berisi air setinggi setengah dari tinggi *beaker glass* dan didiamkan selama 30 menit.
10. Kemudian isi *beaker glass* dituang ke dalam corong pemisah dan didiamkan semalaman agar gliserol terpisah dari metil ester.

Tabel 3. 4. Kondisi operasi yang digunakan pada reaksi transesterifikasi [8]

Suhu (°C)	60
Waktu reaksi (menit)	90
Kecepatan pengadukan (rpm)	120
Rasio mol metanol/VCO	6/1
Jumlah katalis NaOH (% berat VCO)	2



3.5.3 Pencucian Metil Ester Hasil Transesterifikasi

Setelah didiamkan semalaman, gliserol yang terbentuk pada bagian dasar corong dikeluarkan. Kemudian metil ester (ada pada lapisan atas corong) dicuci dengan prosedur sebagai berikut [8]:

1. Menambahkan 5 ml H_2SO_4 10 % volume menggunakan pipet tetes secara merata ke dalam corong pemisah agar katalis yang tersisa pada metil ester dapat terdeaktivasi.
2. Mengeluarkan endapan putih yang terbentuk di bagian dasar corong pemisah.
3. Mengecek pH air pencucian. Jika pH sudah sama dengan 2, pencucian dengan H_2SO_4 10 % volume dihentikan.
4. Menambahkan 200 mL aquades hangat ($40 - 50^\circ\text{C}$) ke dalam metil ester lalu dibiarkan semalaman.
5. Setelah semalaman, air pencucian (lapisan bawah) dikeluarkan dari corong.
6. Mengecek pH air pencucian. Jika pH sudah sama dengan 7, pencucian metil ester dengan aquades dihentikan. Jika belum, maka ditambahkan lagi aquades hangat sampai pH air pencucian sama dengan 7.
7. Menuang metil ester yang sudah mengalami pencucian ke dalam erlenmeyer.
8. Menambahkan Na_2SO_4 anhidrat ke dalam erlenmeyer berisi metil ester. Na_2SO_4 anhidrat akan menarik H_2O yang masih tersisa pada metil ester.
9. Na_2SO_4 anhidrat diaduk di dalam erlenmeyer hingga metil ester menjadi bening.
10. Kemudian Na_2SO_4 disaring dari metil ester dengan menggunakan kertas saring.

3.5.4 Pemisahan Metil Laurat dari Campuran Metil Ester Kelapa

Prosedur pemisahan metil ester kelapa adalah sebagai berikut:

1. Campuran metil ester ditimbang beratnya dan diukur volumenya.
2. Kemudian metil ester tersebut dituang ke dalam *beaker glass* dan diberi label dan ditutup dengan *aluminium foil*.



3. *Beaker glass* berisi metil ester diletakkan di dalam *freezer* sampai seluruh campuran metil ester membeku (memadat dengan warna putih kapur).
4. Lalu metil ester tersebut dipindahkan ke dalam *transfer box* yang didinginkan oleh es dengan suhu konstan sebesar 5 °C, dan didiamkan selama 1 jam. Lalu dilakukan penyaringan.
5. Jika suhu sudah mencapai 10°C, proses pemisahan dihentikan. Padatan yang tersisa dicairkan seluruhnya untuk dibekukan kembali dalam *freezer* yang nantinya akan digunakan untuk proses pemisahan selanjutnya, sementara cairan hasil saringan ditimbang beratnya, dan cairan inilah yang merupakan metil laurat.
6. Mengulangi pemisahan sebanyak tiga kali.

Diagram alir atau gambaran proses pemisahan metil laurat dari campuran metil ester dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3. 2. Proses pemisahan metil laurat dari campuran metil ester

Pemisahan metil laurat dari campuran metil ester pernah dilakukan pada penelitian tahun 2006 [14]. Namun, terdapat perbedaan yang ditunjukkan oleh Tabel 3.4.

Tabel 3. 5 Perbedaan penelitian tahun 2006 dengan penelitian kali ini

Faktor perbedaan	Penelitian tahun 2006	Penelitian sekarang
Media pendingin	Kulkas. <u>Kendala:</u> suhu metil ester menjadi langsung naik ketika kulkas dibuka sehingga tidak hanya metil laurat yang meleleh tetapi komponen lain yang tidak diharapkan juga akan meleleh.	<i>Transfer Box</i> dengan es sebagai pendingin. <u>Tujuan:</u> agar suhu metil ester lebih stabil.



Intensitas pemisahan	Hanya satu kali Kendala: diperkirakan masih terdapat komponen selain metil laurat yang ikut terbawa.	Tiga kali pemisahan. <u>Tujuan:</u> agar metil laurat yang masih tersisa setelah pemisahan sebelumnya dapat ikut diambil.
----------------------	---	--

3.5.5 Reaksi Hidrogenasi

Adapun tahap-tahap proses hidrogenasi adalah sebagai berikut:

1. Menimbang metil laurat yang diperoleh dari hasil proses pemisahan.
2. Menimbang katalis Ni yang akan digunakan sesuai dengan ketentuan persen berat metil laurat yang direaksikan.
3. Menempatkan metil laurat ke dalam reaktor hidrogenasi jenis *batch*.
4. Menempatkan katalis Ni ke dalam *stirrer* dan pada dasar reaktor.
5. Menutup rapat reaktor dengan mengencangkan mur dan baut yang terdapat pada penutup reaktor.
6. Mengatur laju alir gas H₂ masuk dan mengecek kebocoran menggunakan air sabun.
7. Mengukur laju alir gas H₂ menggunakan *bubble soap*.
8. Mengalirkan air untuk pendingin motor *stirrer*.
9. Mengeset suhu sesuai variabel yang ingin ditentukan.
10. Menjalankan (*running*) alat serta mengatur kecepatan pengadukan.
11. Aparatus dibongkar, produk hidrogenasi dikeluarkan, lalu isinya dituang ke dalam *beaker glass* dengan menggunakan kertas saring dan corong.

Kondisi yang digunakan pada reaksi hidrogenasi ini adalah:

- Variasi temperatur reaksi (°C) : 190; 210; 230; 250; 270
- Persen berat katalis : 15; 20; 25; 30; 35
- Laju alir gas H₂ (mL/s) : 0,5; 1; 1,5; 2,5; 3,5

Komposisi gas hidrogen yang digunakan adalah:

- Kemurnian hidrogen > 99,99%
- O₂ < 10 ppm
- H₂O < 10 ppm
- CH₄ < 5 ppm



3.5.6 Kromatografi Gas Spektrometri Massa (GC/MS)

Metil laurat yang telah dipisahkan, dan lauril alkohol hasil reaksi hidrogenasi yang diperoleh kemudian dianalisis nilai konsentrasinya dengan menggunakan *gas chromatography mass spectrometry* (GC/MS). Spesifikasi alat GC/MS yang digunakan adalah sebagai berikut:

a) GC/MS Laboratorium Kesehatan Daerah (Labkesda) Rawamangun

Instrument : Agilent Technologies 6890 GC dan 5973 *Mass Selective Detector* dengan *Chemstation data system*

Kolom : INNOWAX. *Capillary Column*.

Suhu Kolom

Injektor : 250 °C

Detektor : 290 °C

Gas pembawa : N₂

Volume injeksi : 1 µL

b) GC/MS Lemigas, Ciledug, Tangerang

Instrument : Agilent Technologies 6890 GC dan 5975 *Inert Mass Selective Detector*

Kolom : HD-5 MS 3m x 250 µm x 0,25 µm

Suhu kolom

Injektor : 280°C

Detektor : 290°C

Gas pembawa : N₂

Volume Injeksi : 1 µL

3.5.7 Uji Produk Hasil Hidrogenasi

Untuk menentukan kondisi optimum dari hidrogensi dilakukan dengan cara menentukan penurunan tegangan permukaan dan durasi kestabilan emulsi O/W, sebagai berikut:

3.5.7.1 Pengukuran tegangan permukaan

1. Menyiapkan aquades dan menuanginya pada wadah sampel (*sample vessel*). Mengukur besar tegangan permukaan aquades.



2. Membuat campuran aquades dengan produk hasil hidrogenasi sebesar 20% berat aquades, menuanginya pada wadah sampel. Mengukur tegangan permukaan campuran tersebut.
3. Mengulangi percobaan dengan menggunakan produk hasil hidrogenasi dengan penambahan 15% dan 25% berat dari total aquades yang digunakan.

Adapun tahap-tahap mengukur tegangan permukaan suatu larutan dengan menggunakan metode cincin adalah sebagai berikut [43]:

- a) Mengatur *bubble level* agar di tengah, dengan menggunakan *regulating screw*
- b) Menurunkan *cross staff* dengan memutar *handweel*
- c) Memasukkan air (campuran air-surfaktan) ke dalam gelas
- d) Menaikkan gelas sampai cincin tercelup semua
- e) Mengatur posisi *circuit division* dan *light pointer* pada kedudukan nol
- f) Mengukur tegangan permukaan dengan memutar *circuit division*
- g) Saat *light pointer* bergeser dari posisi nol, maka *light pointer* dinolkan lagi posisinya dengan memutar *micrometer screw tensiometer*
- h) Pemutar *circuit division* dilakukan lagi sampai terjadi pemutusan permukaan cincin dengan permukaan cairan

Spesifikasi alat pengukur tegangan permukaan:

- Metode : Cincin (*ring method*)
- Merk : “Krus” *Interfacial Tensiometer*
- Jangkauan pengukuran: + 90 mN/m (+ 90 dyne/cm)
- Akurasi: + 0.1 mN/m
- Resolusi: 0.005 mN/m
- Cincin: Platinum-Iridium, welded, diameter: 20mm.
- Wadah sampel: diameter 50 mm, terbuat dari kaca tahan api
- Volume sampel: 10 – 40ml
- Peralatan dilengkapi dengan meja penyeimbang, *measurement read-off*, ekualisasi keseimbangan, dan penjaga keseimbangan cincin.

3.5.7.2 Penentuan durasi kestabilan emulsi

- Uji kestabilan emulsi minyak dalam air



1. Menyiapkan erlenmeyer.
 2. Mencampurkan aquades (senyawa polar) dan minyak (senyawa nonpolar) ke dalam erlenmeyer dengan perbandingan berat 4:1 [44].
 3. Mengaduk atau mengocok erlenmeyer tersebut sehingga terbentuk emulsi.
 4. Mencatat waktu selama terbentuk emulsi hingga pada akhirnya minyak dan aquades benar-benar berpisah.
- *Uji kestabilan emulsi minyak dalam air dengan penambahan produk hasil hidrogenasi*
 1. Menyiapkan erlenmeyer.
 2. Mencampurkan aquades (senyawa polar) dan minyak (senyawa nonpolar) ke dalam erlenmeyer dengan perbandingan berat 4:1 [44].
 3. Menambahkan produk hasil hidrogenasi sebanyak 20% berat dari total liquid [44].
 4. Mengaduk campuran dalam erlenmeyer tersebut sehingga terbentuk emulsi.
 5. Mengamati perubahan yang terjadi jika dibandingkan tanpa penambahan produk hasil hidrogenasi.
 6. Mencatat waktu selama terbentuknya emulsi hingga akhirnya minyak dan air memisah.
 7. Mengulangi percobaan dengan penambahan produk hasil hidrogenasi sebesar 15% dan 25% berat dari total aquades yang digunakan.

3.5.8 Reaksi Sulfatasi dan Netralisasi

Prosedur yang dilakukan pada proses reaksi sulfatasi ini adalah sebagai berikut:

1. Mengambil 3 tetes larutan lauril alkohol hasil reaksi hidrogenasi ke dalam tabung reaksi.
2. Mereaksikan lauril alkohol tersebut dengan 2 tetes larutan asam sulfat sampai terbentuk gel.
3. Menambahkan aquades sebanyak 2 mL dan indikator PP.
4. Menambahkan NaOH 10% untuk menetralkan, hingga terjadi perubahan warna menjadi ungu.



5. Mengeringkan (penghilangan H₂O) dalam oven pada suhu 105°C sampai terbentuk kristal (padatan berwarna putih).

3.5.9 Uji Surfaktan

3.5.9.1 Pengukuran tegangan permukaan

Prosedur yang diperlukan dalam pengukuran tegangan permukaan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan campuran antara aquades dengan penambahan SLS^a sebesar 20% berat aquades [44].
2. Menuang campuran tersebut ke dalam wadah sampel.
3. Mengukur tegangan permukaan dengan menggunakan metode analisis cincin Pt-Ir campuran aquades-SLS^a.
4. Mengulangi percobaan dengan penambahan SLS^a dengan 15% dan 25% berat dari total aquades yang digunakan, serta menggunakan penambahan surfaktan jenis lainnya yaitu SLS dan LAS komersil sebanyak 20% dari total aquades yang digunakan.

3.5.9.2 Penentuan durasi kestabilan emulsi

Prosedur yang diperlukan dalam melakukan uji kestabilan emulsi dengan penambahan Surfaktan SLS^a adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan erlenmeyer.
2. Mencampurkan aquades (senyawa polar) dan minyak (senyawa nonpolar) ke dalam erlenmeyer dengan perbandingan 4:1 [44].
3. Menambahkan produk SLS^a sebanyak 20% berat dari total liquid [44].
4. Mengaduk campuran dalam erlenmeyer tersebut sehingga terbentuk emulsi.
5. Mencatat waktu selama terbentuknya emulsi hingga akhirnya minyak dan air memisah.
6. Mengulangi percobaan dengan menggunakan SLS^a dengan 15% dan 25% berat dari total air yang digunakan, serta menggunakan penambahan surfaktan jenis lainnya yaitu SLS dan LAS komersil sebanyak 20% dari total aquades yang digunakan.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan persen volume metil laurat yang dapat dipisahkan dari campuran metil ester hasil transesterifikasi menggunakan metode pemisahan berdasarkan perbedaan titik leleh dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari penelitian sebelumnya [8], serta mengetahui pengaruh variabel suhu, laju alir gas hidrogen, dan persen berat katalis pada reaksi hidrogenasi metil laurat dengan menggunakan katalis nikel terhadap kinerja dari senyawa yang diperkirakan sebagai lauril alkohol. Kondisi optimum reaksi hidrogenasi didapat dari kinerja terbaik senyawa tersebut menurunkan tegangan permukaan air dan menstabilkan emulsi minyak dalam air (O/W).

Pada bagian ini akan ditampilkan data-data hasil penelitian yang dilakukan beserta analisisnya.

4.1 PENENTUAN TETAPAN FISIKA DAN KIMIA VCO

Tujuan dari penentuan sifat fisik ini adalah untuk memastikan kualitas VCO yang digunakan. Ada dua tetapan fisis VCO yang ingin diketahui nilainya di dalam penelitian ini, yaitu: bilangan asam dan kadar air. Dengan mengetahui kedua tetapan ini, akan diketahui mutu VCO yang digunakan, sehingga dapat ditentukan perlu atau tidaknya dilakukan penetralan dan penghilangan kadar air yang ada di dalam VCO.

Dari hasil penelitian diperoleh nilai bilangan asam VCO sebesar 0,91 mL KOH/gram VCO. Dalam reaksi transesterifikasi keberadaan FFA dalam minyak tidak boleh melebihi 1 mL KOH/gram minyak karena FFA dapat menyebabkan terbentuknya sabun (reaksi saponifikasi) akibat bereaksi dengan katalis basa. Semakin besar bilangan asam yang terkandung dalam minyak, menandakan semakin tinggi kandungan FFA (*Free Fatty Acid*) dalam minyak tersebut [18]. Bilangan asam VCO yang digunakan masih berada di bawah 1 mL KOH/gram minyak, sehingga penetralan tidak perlu dilakukan.

Kadar air VCO menunjukkan jumlah air yang terdapat pada VCO tersebut. Dari pengujian diperoleh bahwa kadar air VCO sebesar 0,190%. Jika kadar air



VCO melebihi 1 % berat maka akan mengganggu reaksi transesterifikasi. Kehadiran air berlebih akan menghidrolisis metil ester yang terbentuk menjadi asam lemak bebas yang akan bereaksi dengan katalis basa membentuk sabun. Hal ini tidak diinginkan karena dapat menurunkan *yield* metil ester yang terbentuk.

4.2 PEMISAHAN METIL LAURAT DARI METIL ESTER BERDASARKAN PERBEDAAN TITIK LELEH

Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya [8] didapatkan metil laurat dengan kenaikan persen volume metil laurat setelah dilelehkan sebesar 0,21%. Penelitian kali ini bertujuan untuk meningkatkan kenaikan persen volume metil laurat, dengan kata lain kenaikan persen volume metil laurat melebihi 0,21%.

Tabel 4. 1. Perolehan Metil Laurat pada Pemisahan Berdasarkan Titik Leleh Hasil Analisis GC/MS (Labkesda)

Sampel	Persen Volume Metil Laurat
Metil ester sebelum dilelehkan	48,12
Metil ester yang telah dilelehkan	48,42

Hasil analisis GC/MS pada Tabel 4.1 menunjukkan kenaikan persen volume metil laurat setelah dilelehkan sebesar 0,30% pada penelitian kali ini. Dengan demikian metode yang digunakan pada penelitian kali ini dapat meningkatkan kenaikan persen volume metil laurat sebesar 0,09%. Penyebab kenaikan persen volume metil laurat ini adalah karena perbedaan media pemisahan yang digunakan. Saat ini digunakan *transfer box* yang suhunya tetap dijaga 5 – 10°C, dan tidak terjadi perubahan suhu secara signifikan selama *transfer box* tidak dibuka penutupnya. Selain itu, pemisahan dilakukan sebanyak tiga kali sehingga diharapkan metil laurat yang masih tersisa pada campuran metil ester sebelumnya dapat terambil.

Namun demikian, hal ini tetap menunjukkan masih kurang efektifnya metode pemisahan yang dilakukan pada penelitian ini. Ketidakefektifan ini dapat terjadi dikarenakan tidak hanya metil ester yang titik lelehnya lebih rendah dari metil laurat terikut ke dalam penyaringan, tetapi juga metil ester yang memiliki titik leleh lebih tinggi ikut ke dalam penyaringan. Hal ini dapat diamati pada saat penyaringan dilakukan. Tekstur padatan metil ester yang sangat lembut dan lunak



menyebabkan mudah hancur pada saat penuangan sehingga banyak terdapat partikel-partikel yang kecil dan ikut terbawa pada saat penyaringan. Penyaringan yang dilakukan dengan menggunakan kertas saring tidak dapat menahan partikel yang kecil, akibatnya pada saat penuangan masih akan terdapat metil ester lainnya walaupun suhu *transfer box* sudah dijaga tetap pada rentang 5 – 10 °C.

4.3 REAKSI HIDROGENASI

Dalam penelitian ini, terdapat 3 variabel dengan 5 variasi untuk tiap variabel yang diamati pengaruhnya terhadap kinerja produk hidrogenasi, yaitu suhu, laju alir gas hidrogen, dan persen berat katalis. Angka-angka yang ditetapkan pada setiap variabel ditentukan bervariasi agar nantinya dapat diketahui kondisi operasi optimum yang dapat menghasilkan produk hidrogenasi dengan kemampuan terbaik untuk menurunkan tegangan permukaan air dan menstabilkan emulsi O/W.

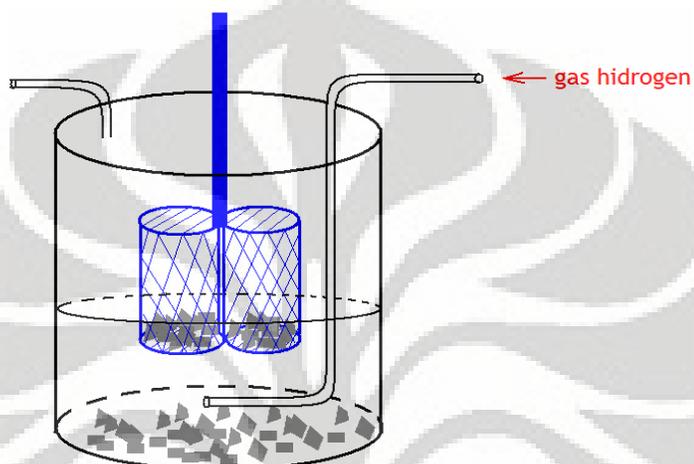
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh *Virginie Zuzaniuk, et al.* suhu hidrogenasi metil ester menggunakan katalis Ni berkisar antara 170°C hingga 250°C pada tekanan 50 bar ($\approx 49,3$ atm) dengan rasio volume H₂/ester sebesar 50/1 serta persen berat katalis sebesar 30% berat metil laurat yang dihasilkan dari hasil pemisahan metil ester [28].

Analisis secara kualitatif maupun kuantitatif menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dan GC/MS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*) dilakukan untuk mengetahui keberadaan lauril alkohol. Namun, kedua analisis tersebut tidak menunjukkan keberadaan senyawa tersebut. Hal ini menandakan tidak adanya reaksi yang menyebabkan reduksi gugus karbonil metil laurat yang berada di dalam reaktor hidrogenasi. Penyebab dari tidak terjadinya reaksi tersebut dapat dikarenakan oleh beberapa faktor.

Faktor pertama mengenai desain reaktor yang digunakan. Penempatan pipa aliran gas hidrogen masuk reaktor kurang efektif sehingga gas hidrogen tidak dapat dipastikan kontak dengan katalis. Reaktor yang tidak bertekanan ini menyebabkan aliran gas hidrogen tidak dapat bertahan lama di dalam reaktor. Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa aliran gas hidrogen yang masuk ke reaktor tidak dapat dipastikan kontak dengan katalis nikel yang berada di dalam pengaduk



maupun yang berada di dasar reaktor – karena katalis tidak memenuhi seluruh permukaan dasar reaktor dan pipa gas H_2 yang masuk ke dalam reaktor tidak bersentuhan dengan dasar reaktor. Tahap awal terjadinya reaksi hidrogenasi adalah katalis mengadsorp gas hidrogen dan juga senyawa karbon serta mengaktifkan ikatan hidrogen-hidrogen [45]. Jika hal ini tidak terjadi maka tahap selanjutnya tidak dapat terjadi dan lauril alkohol tidak akan terbentuk.



Gambar 4. 1 Sketsa reaktor hidrogenasi

Faktor kedua adalah keberadaan senyawa metil ester lain dalam reaktan. Hasil GC/MS di Lemigas menunjukkan bahwa komposisi reaktan adalah sebagai berikut:

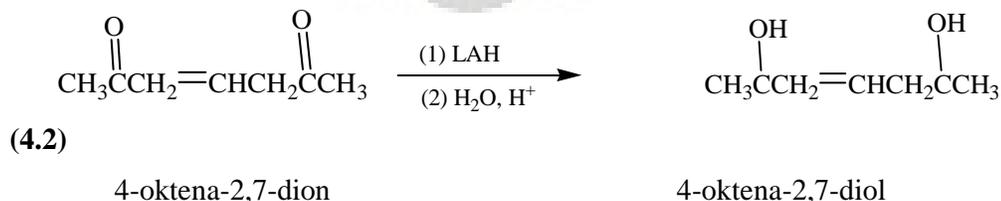
Tabel 4. 2. Komposisi Reaktan dan Produk Reaksi Hidrogenasi Hasil Analisis GC/MS

Senyawa	Reaktan Hidrogenasi (% vol)	Produk Hidrogenasi (% vol)
asam oktanoat metil ester (metil kaprilat)	5.99	4.46
asam dekanooat metil ester (metil kaprat)	5.75	5.52
asam dodekanoat metil ester (metil laurat)	39.62	40.19
asam tetradekanoat metil ester (metil miristat)	21.32	21.66
asam heksadekanoat metil ester (metil palmitat)	12.33	12.63
asam 9,12-oktadekadienoat metil ester (metil linoleat)	1.81	0
asam 9-oktadekenoat metil ester (metil oleat)	8.81	9.99
asam oktadekanoat metil ester (metil stearat)	4.36	5.76



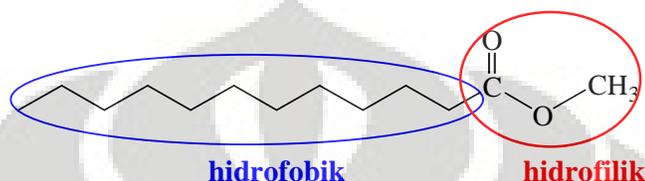
Reaktan pada reaksi hidrogenasi diharapkan murni metil laurat. Namun, pada saat pemisahan menggunakan metode berdasarkan perbedaan titik leleh, masih banyak terdapat campuran dari metil ester lain. Hal ini akan meningkatkan rintangan sterik dari larutan tersebut. Semakin tinggi rintangan sterik, semakin kecil peluang hidrogen bertemu dengan gugus karbonil. Reaktan yang masih banyak terdiri dari campuran metil ester yang memiliki ikatan rangkap pada rantai karbon panjangnya ini menyebabkan terjadinya reaksi hidrogenasi justru pada ikatan pi dalam rantai karbon senyawa FAME rantai tak jenuh, bukan gugus karbonil.

Faktor lain yang memungkinkan reaksi pembentukan lauril alkohol tidak terjadi adalah kondisi operasi dengan tekanan atmosfer. Ikatan pi suatu gugus karbonil dapat mengalami hidrogenasi katalitik, sama seperti ikatan pi dalam suatu alkena. Alkena dapat dihidrogenasi pada tekanan rendah dan pada suhu kamar, tetapi untuk hidrogenasi suatu gugus karbonil, biasanya diperlukan kalor dan tekanan [46]. Tekanan diperlukan untuk meningkatkan energi kinetik dari molekul. Kondisi operasi pada tekanan atmosferik dengan menggunakan katalis nikel ini rupanya tidak mampu memenuhi energi aktivasi yang dibutuhkan untuk mereduksi gugus karbonil ester. Reaksi hidrogenasi yang terjadi pada tekanan atmosfer dan suhu 270°C ini hanya mampu menghidrogenasi ikatan rangkap dari FAME rantai tak jenuh. Sementara gugus karbonil yang terdapat pada setiap struktur metil ester tetap utuh. Alternatif yang dapat digunakan untuk mereduksi gugus karbonil ester pada kondisi tekanan atmosferik adalah penggunaan hidrida logam yaitu litium aluminium hidrida (LAH). LAH merupakan zat pereduksi kuat, yang dapat mereduksi aldehyd, keton, asam karboksilat, ester, amida, dan nitril [46]. LAH bereaksi hebat dengan air; biasanya reduksi dilakukan dalam pelarut seperti eter tak berair. LAH tidak mereduksi ikatan rangkap karbon-karbon yang terpencil. Contoh reaksi yang terjadi menggunakan LAH, C=O tereduksi (tetapi C=C tidak) [46]:





Suatu metil ester dengan rantai karbon panjang dapat memiliki peran sebagai surfaktan. Hal ini dikarenakan rantai karbon panjang memiliki sifat nonpolar (hidrofobik) dan gugus ester yang cenderung bersifat polar (hidrofilik) [47]. Struktur molekul salah satu senyawa metil ester ditunjukkan oleh Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4. 2. Struktur molekul metil laurat

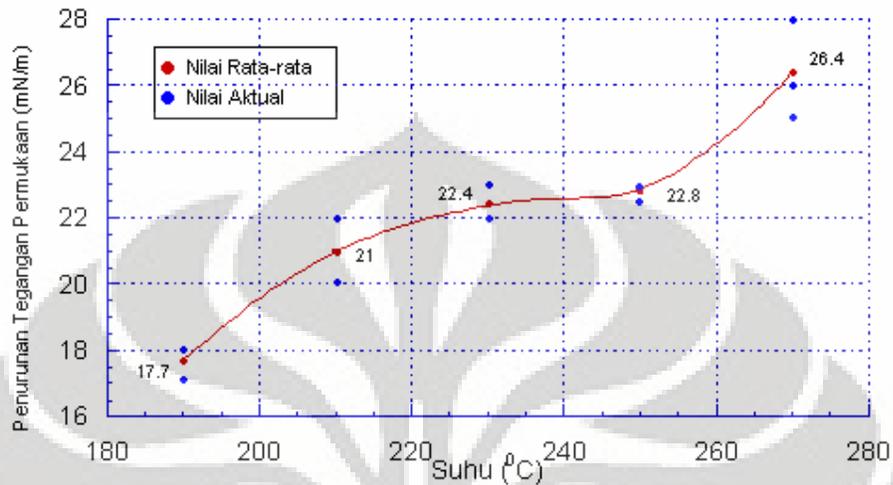
Dengan demikian, untuk menentukan kondisi hidrogenasi yang optimum dilakukan uji aktivitas terhadap produk hidrogenasi tersebut sebagai surfaktan. Uji aktivitas yang dilakukan tidak hanya mengukur kemampuan senyawa tersebut menurunkan tegangan permukaan air tetapi juga menstabilkan emulsi minyak dalam air (O/W). Emulsi merupakan campuran dua zat (fasa liquid) yang saling tidak larut akibat adanya bagian molekul polar dan nonpolar, tetapi tidak terpisah secara spontan [30].

4.3.1 Pengaruh Suhu

Pada bagian ini diamati pengaruh suhu terhadap produk reaksi hidrogenasi yang ditunjukkan dengan kemampuannya menurunkan tegangan permukaan air. Pada variasi suhu ini dilakukan pada rentang 190 – 270°C dengan interval 20°C. Batas atas dari rentang tersebut dipilih karena suhu 270°C sudah melewati titik didih metil laurat yaitu 266°C [22]. Jika suhu reaksi terlampaui jauh melewati suhu tersebut maka dikhawatirkan akan terlalu banyak metil laurat yang terbuang bersama aliran keluaran gas hidrogen. Tegangan permukaan air tanpa penambahan produk hidrogenasi adalah 74 mN/m. Namun, pada saat ditambahkan produk hidrogenasi dengan 20% berat air [41] maka tegangan permukaan akan turun menjadi 47,6 – 56,3 mN/m dengan kisaran penurunan tegangan permukaan air 17,7 – 26,4 mN/m (sekitar 29,8 persen).



Grafik yang menunjukkan hubungan antara suhu dengan penurunan tegangan permukaan disajikan pada Gambar 4.3 berikut.



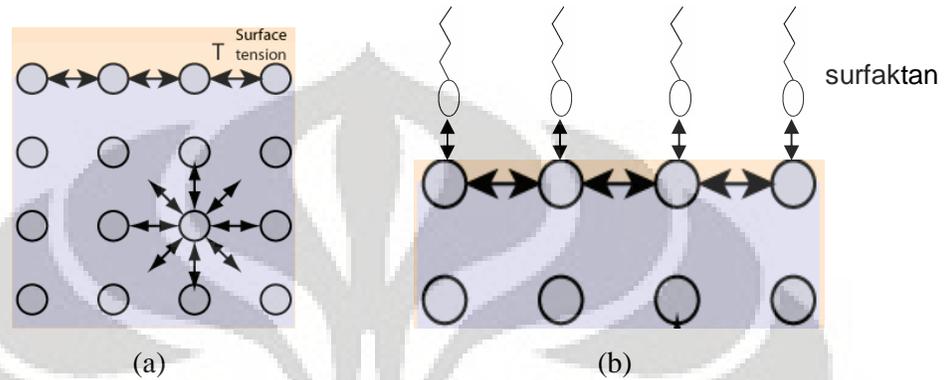
Gambar 4. 3. Pengaruh suhu terhadap kemampuan produk hidrogenasi menurunkan tegangan permukaan air

Dari Gambar 4.3 di atas dapat diamati bahwa kemampuan produk reaksi hidrogenasi untuk menurunkan tegangan permukaan air menunjukkan perbedaan di tiap variasi suhu yang dipilih. Pada suhu 270°C tegangan permukaan air terukur paling kecil yakni mencapai 47,6 mN/m. Hal ini menunjukkan penurunan tegangan permukaan air sebesar 26,4 mN/m atau sebesar 35,67%. Peningkatan rata-rata penurunan tegangan permukaan air tiap variasi suhu adalah sebesar 2,94%.

Tegangan permukaan air terjadi karena gaya kohesif antar molekul yang berada di permukaan. Molekul ini tidak memiliki molekul lain di atasnya sehingga molekul tersebut saling melekat lebih kuat dengan molekul yang ada di sekitarnya. Dengan adanya penambahan produk hidrogenasi yang memiliki kemampuan seperti surfaktan, maka molekul-molekul tersebut teradsorp pada permukaan air dengan bagian nonpolar (gugus hidrofobik) menghadap ke udara. Dengan demikian permukaan air tertutupi dengan gugus hidrofobik dari produk hidrogenasi. Semakin besar gaya kohesif antarmolekul di permukaan, maka akan semakin besar tegangan permukaan. Karena gaya kohesif antarmolekul



hidrokarbon lebih kecil daripada air, maka tegangan permukaan larutan (yang permukaannya tertutupi oleh gugus hidrofobik) juga lebih kecil daripada air. Oleh karena itulah, tegangan permukaan air menurun dengan penambahan produk hidrogenasi.



Gambar 4. 4. Fenomena tegangan permukaan air tanpa (a) dan dengan penambahan produk hidrogenasi (b) [49]

Peningkatan suhu operasi akan meningkatkan reduksi ikatan rangkap oleh hidrogen. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu reaksi, maka semakin cepat laju reaksi yang terjadi, begitupun sebaliknya. Kenaikan suhu berarti menambahkan kalor pada sistem reaksi, sehingga energi kinetik pereaksi meningkat dan berakibat pada kecepatan molekul yang juga semakin besar. Hal ini mengakibatkan semakin banyak molekul-molekul yang bertumbukan. Semakin banyak molekul yang bergerak cepat dan saling bertumbukan maka akan semakin memberikan energi yang cukup untuk melewati energi aktivasi/energi pengaktifan yaitu energi minimal yang diperlukan suatu pereaksi untuk melakukan reaksi [46]. Hubungan suhu dengan tetapan laju reaksi (k) dapat dilihat dari persamaan Arrhenius berikut [23].

$$k = A \cdot e^{-E/RT} \tag{4.3}$$

dimana,

k = tetapan laju reaksi

A = tetapan Arrhenius (nilai khas untuk tiap reaksi)

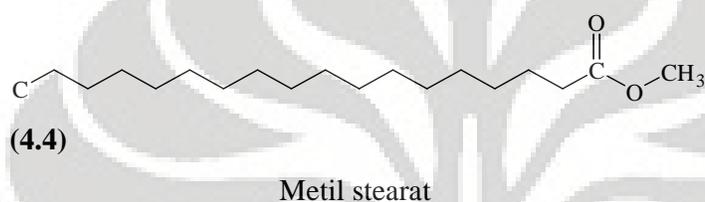
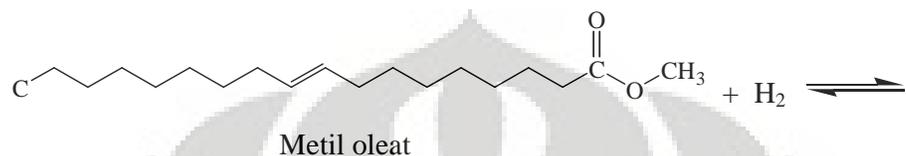
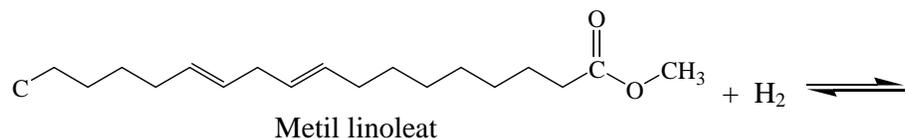
E = energi pengaktifan

R = tetapan gas universal = 0,0821 atm/mol.°K = 8,314 J/mol.°K



T = suhu reaksi ($^{\circ}\text{K}$)

Persamaan reaksi hidrogenasi yang terjadi adalah sebagai berikut:



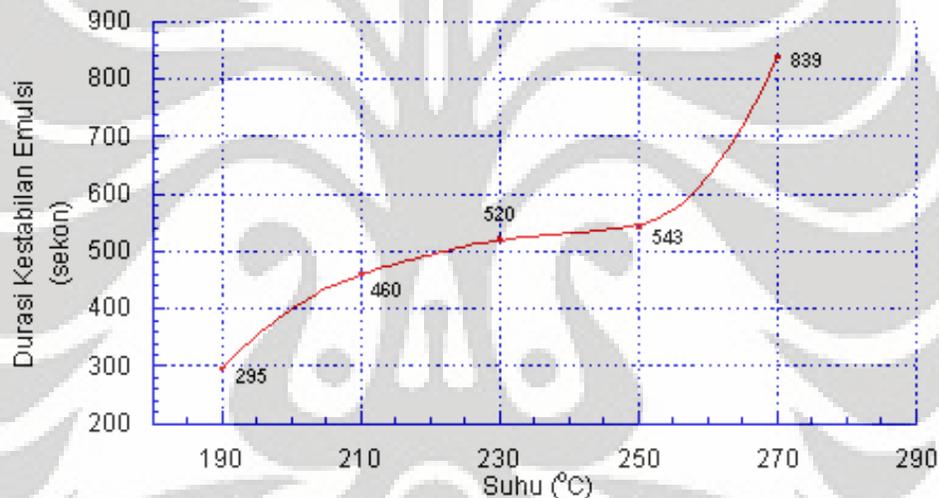
Senyawa karbon dengan ikatan rangkap yang lebih sedikit ternyata semakin mampu mengurangi tegangan permukaan air. Hal ini dikarenakan senyawa karbon yang memiliki ikatan rangkap bersifat sedikit lebih polar dibandingkan dengan senyawa rantai karbon yang berikatan tunggal. Senyawa yang dapat berfungsi sebagai surfaktan harus memiliki gugus polar (hidrofilik) dan nonpolar (hidrofobik) [5]. Pada senyawa metil ester, gugus yang bersifat polar merupakan gugus karbonil, sementara gugus yang bersifat nonpolar adalah senyawa karbon rantai panjang. Semakin nonpolar rantai karbon tersebut maka kemampuan senyawa tersebut menurunkan tegangan permukaan akan semakin baik dengan syarat gugus polar senyawa yang dibandingkan tetap (tidak berubah) [47].

Uji kemampuan produk hidrogenasi yang berikutnya adalah pengukuran durasi kestabilan emulsi O/W. Pada saat dilakukan pengadukan minyak dan air tanpa penambahan produk hidrogenasi memerlukan waktu 212 detik untuk terpisah, sementara dengan penambahan produk hidrogenasi tersebut terlihat bahwa campuran minyak dengan air yang tadinya heterogen berubah menjadi homogen. Durasi yang dibutuhkan dari homogen sampai akhirnya heterogen inilah yang akan diukur dalam uji aktivitas ini seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.5.



Gambar 4. 5. Tahap perhitungan durasi kestabilan emulsi

Durasi emulsi paling baik ditunjukkan pada produk hidrogenasi dengan suhu operasi 270°C yaitu mencapai 839 detik. Dengan demikian, larutan tersebut mampu menambahkan durasi kestabilan emulsi sebesar 627 detik (10 menit 27 detik). Sementara untuk suhu operasi terendah yaitu 190°C mampu menstabilkan emulsi selama 295 detik (4 menit 55 detik).



Gambar 4. 6. Pengaruh suhu terhadap kemampuan produk hidrogenasi menstabilkan emulsi O/W

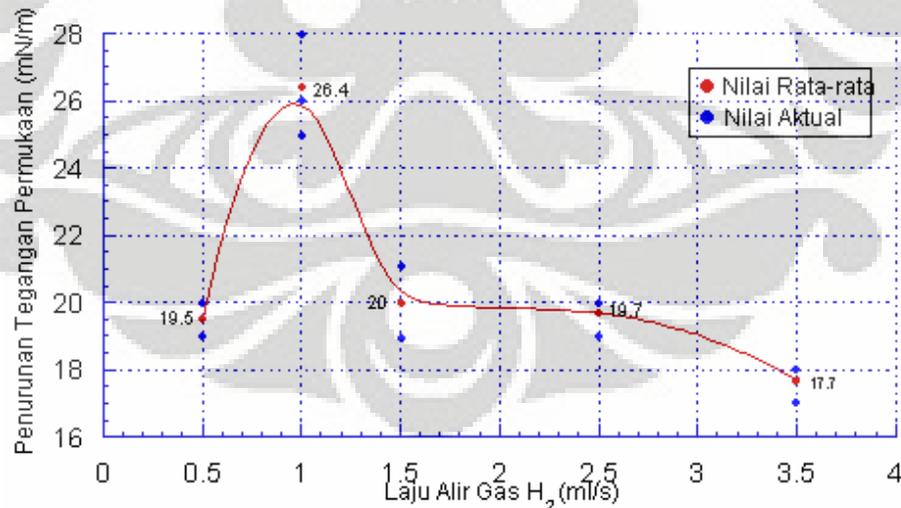
Gambar 4.6 menunjukkan grafik hubungan antara variasi suhu operasi dengan durasi kestabilan emulsi. Nilai peningkatan stabilitas emulsi menunjukkan pola yang sama dengan penurunan tegangan permukaan air dengan peningkatan rata-rata sebesar 64,15%. Semakin tinggi kemampuan menurunkan tegangan permukaan atau antarmuka maka peningkatan stabilitas emulsi akan semakin tinggi, sebaliknya semakin rendah kemampuan menurunkan tegangan permukaan atau antarmuka maka kemampuan meningkatkan emulsi akan semakin rendah pula. Pada saat surfaktan berfungsi untuk meningkatkan kestabilan emulsi O/W,



gugus hidrofilik akan larut dan mengikat air sehingga permukaan air akan tertutupi gugus hidrofobik surfaktan. Hal ini akan menurunkan energi antarmuka minyak-air serta menurunkan sejumlah energi yang dibutuhkan untuk membentuk permukaan baru dari minyak ataupun air [30]. Oleh karena itulah, surfaktan mampu meningkatkan kestabilan partikel yang terdispersi (minyak) dan mengontrol jenis formasi emulsi.

4.3.2 Pengaruh Laju Alir Gas Hidrogen

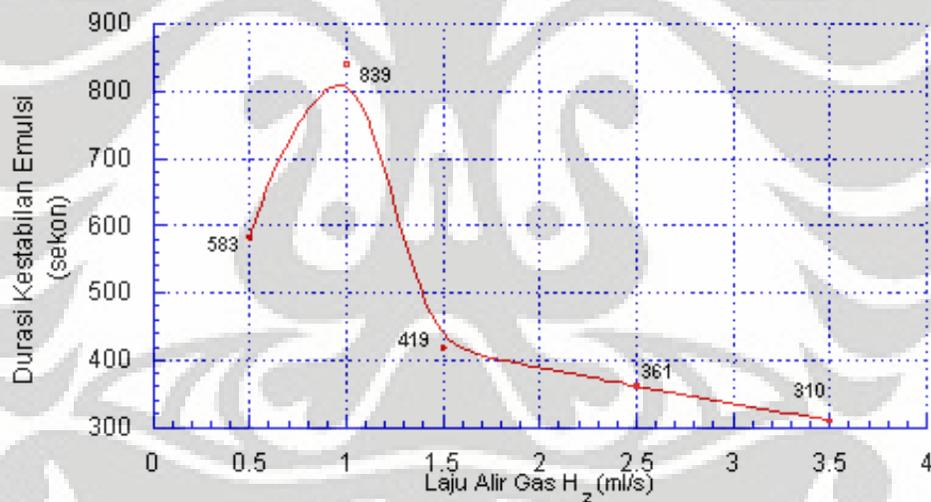
Pada bagian ini akan diamati pengaruh laju alir gas hidrogen terhadap kemampuan produk menurunkan tegangan permukaan air dan meningkatkan durasi kestabilan emulsi O/W. Pada penambahan produk hasil hidrogenasi sebanyak 20% persen berat air yang digunakan tegangan permukaan air akan menurun menjadi 47,6 – 56,3 mN/m dengan kisaran penurunan sebesar 19,4 – 26,4 mN/m. Penurunan tegangan permukaan terendah dicapai pada saat laju alir gas hidrogen 1 mL/s yang menyebabkan penurunan tegangan permukaan air sebesar 35,67%. Peningkatan kinerja produk hidrogenasi pada laju alir gas H₂ dari 0,5 mL/s menjadi 1 mL/s adalah sebesar 9,46%. Hubungan antara pengaruh laju alir gas hidrogen dengan kemampuan produk menurunkan tegangan permukaan ditunjukkan oleh Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4. 7. Pengaruh laju alir gas hidrogen terhadap kemampuan produk hidrogenasi menurunkan tegangan permukaan air



Pada laju alir gas hidrogen 0,5 mL/s sangat sulit menjaga kecepatan dan jumlah gas hidrogen yang masuk. Hal ini dikarenakan keterbatasan alat yang cenderung tidak mampu mengalirkan gas hidrogen dalam jumlah yang terlalu kecil. Hal yang sering terjadi pada saat dilakukan *running* dengan laju alir gas hidrogen 0,5 mL/s adalah tidak adanya aliran gas yang keluar pada selang keluaran. Pada laju alir kurang dari 1 mL/s diperkirakan jumlah reaktan (gas hidrogen) tidak cukup untuk bereaksi dengan metil ester. Sementara pada laju lebih besar dari 1 mL/s, gas hidrogen tidak cukup lama berada di dalam reaktor sehingga reaksi yang terjadi tidak optimal. Untuk terjadinya reaksi hidrogenasi yang optimal dibutuhkan gas hidrogen dengan waktu retensi yang cukup lama dan juga jumlah gas hidrogen yang cukup di dalam reaktor [49]. Hasil ini juga sebanding dengan kemampuan surfaktan dalam menjaga stabilitas emulsi minyak dan air yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 8. Pengaruh laju alir gas hidrogen terhadap kemampuan produk hidrogenasi menstabilkan emulsi O/W

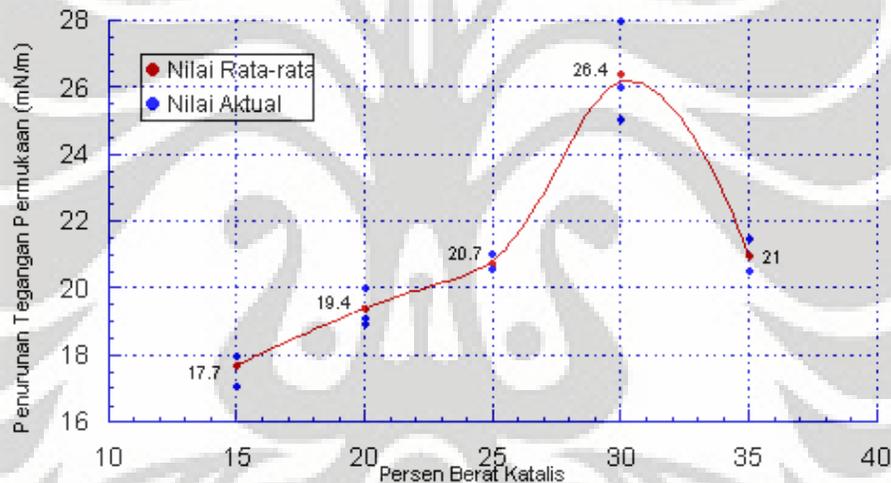
Gambar 4.8 menampilkan grafik hubungan antara variasi laju alir gas hidrogen dengan kemampuan produk menstabilkan emulsi O/W. Dari grafik tersebut tidak menunjukkan perbedaan pola yang signifikan dengan pola grafik tegangan permukaan pada Gambar 4.5, titik optimum tetap dicapai pada saat laju alir gas hidrogen 1 mL/s. Untuk laju alir yang lebih besar dari 1 mL/s kemampuan



menstabilkan emulsi akan cenderung menurun. Sama halnya dengan penurunan tegangan permukaan, hal ini dikarenakan waktu retensi hidrogen di dalam reaktor semakin berkurang dan reaksi yang terjadi tidak optimum.

4.3.3 Pengaruh Persen Berat Katalis

Pada bagian ini akan diamati pengaruh variasi persen berat katalis nikel terhadap kemampuan produk hidrogenasi dalam menurunkan tegangan permukaan air dan menstabilkan emulsi. Dari penelitian yang dilakukan, data yang diperoleh dalam pengukuran tegangan permukaan ditunjukkan oleh Gambar 4.9. Pada penambahan produk hidrogenasi sebanyak 20% berat air maka tegangan permukaan akan turun menjadi 47,6 – 56,3 mN/m terjadi penurunan sekitar 23,91 – 35,67 % dari tegangan permukaan air 74 mN/m.

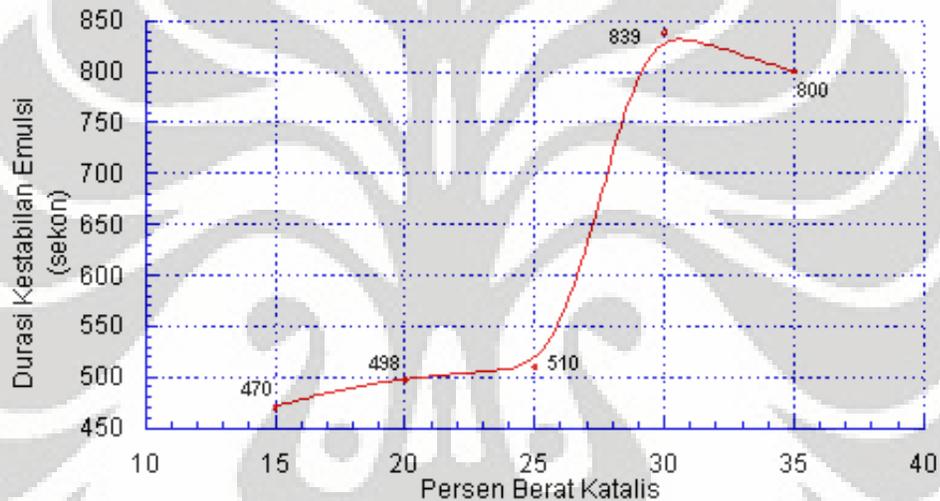


Gambar 4. 9. Pengaruh persen berat katalis terhadap kemampuan produk hidrogenasi menurunkan tegangan permukaan air

Dari Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa semakin besar persen katalis yang digunakan dari 15 – 30% berat dengan interval 5% berat, maka semakin besar pula penurunan tegangan permukaan air dengan peningkatan rata-rata sebesar 3,92%. Fungsi katalis adalah untuk mempercepat laju reaksi yang terjadi dengan cara memperkecil energi pengaktifan suatu reaksi [48]. Namun, pada saat katalis ditambahkan sebesar 35% berat air, ternyata terjadi penurunan kemampuan. Performa produk hidrogenasi dalam menurunkan tegangan permukaan air paling baik pada saat persen berat katalis sebesar 30% berat air.



Dengan penambahan produk hidrogenasi sebesar 20% berat campuran minyak dan air pada uji kestabilan emulsi, dapat diketahui pada Gambar 4.10 mengenai variasi kemampuan tiap senyawa tersebut. Kemampuan produk hidrogenasi dalam menstabilkan emulsi tidak jauh berbeda dengan kemampuannya menurunkan tegangan permukaan. Namun, persen peningkatan rata-rata jauh lebih besar yaitu 58,08%. Semakin tinggi persen berat katalis yang digunakan maka akan semakin baik performa dari produk hidrogenasi, namun demikian tetap terjadi penurunan kemampuan pada persen berat katalis sebesar 35% berat.



Gambar 4. 10. Pengaruh persen berat katalis terhadap kemampuan produk hidrogenasi menstabilkan emulsi O/W

Penurunan kemampuan produk hidrogenasi pada persen berat katalis 35% berat dapat terjadi akibat faktor-faktor berikut:

- *Fouling*

Fouling merupakan salah satu penyebab katalis terdeaktivasi. Hal ini dikarenakan adanya partikulat lain seperti kerak yang menutup pusat aktif katalis. Pusat aktif katalis merupakan bagian katalis yang berhubungan langsung dengan reaksi kimia karena disinilah terjadinya adsorpsi kimia yaitu tahap awal dari reaksi kimia. Pada reaktor hidrogenasi yang digunakan terjadi akumulasi karbon di tepi dasar reaktor yang sangat sulit dibersihkan. Kemungkinan pada suhu tinggi



karbon yang menempel pada reaktor akan terlepas dan mengotori reaktan dan juga menutup pusat aktif katalis. Katalis nikel memiliki pusat aktif sebesar 20 – 30% dari total permukaan katalis [49].

- Penutupan pusat aktif katalis

Penambahan katalis dalam reaktor yang berukuran sama dan juga faktor pengadukan dapat mengakibatkan penumpukan katalis sehingga pusat aktif katalis justru tertutup oleh permukaan katalis lain yang tidak aktif [49]. Hal ini akan mengurangi jumlah luas permukaan katalis yang seharusnya berperan dalam adsorpsi kimia molekul hidrogen dan juga senyawa hidrokarbon.

Dengan demikian, durasi tertinggi dicapai pada saat digunakan berat katalis nikel sebesar 30% berat metil laurat. Pada saat dilakukan pengadukan minyak dan air tanpa penambahan larutan hasil hidrogenasi ini memerlukan waktu 3 menit 32 detik sementara dengan penambahan produk hasil hidrogenasi pada persen berat katalis 30% berat durasi kestabilan emulsi sebesar 13 menit 59 detik atau dengan kata lain produk hidrogenasi yang dihasilkan mampu meningkatkan kestabilan emulsi O/W hampir empat kali lipat lebih lama.

4.4 PEMBUATAN SURFAKTAN FAS

Surfaktan oleokimia yang akan dibuat pada penelitian kali ini termasuk dalam salah satu jenis Surfaktan FAS (*Fatty Alcohol Sulfonate*) yaitu *Sodium Lauryl Sulfate* (SLS) analog. Produk hidrogenasi yang dihasilkan direaksikan dengan asam sulfat pekat dan dinetralkan dengan larutan NaOH, sehingga diharapkan dapat menghasilkan surfaktan yang memiliki kemampuan lebih baik untuk menurunkan tegangan permukaan dan menstabilkan emulsi O/W. Surfaktan yang diperoleh adalah fasa padat, yang dianggap sebagai surfaktan anionik. Kemampuan surfaktan diuji dengan pengukuran penurunan tegangan permukaan air dan durasi kestabilan emulsi O/W.

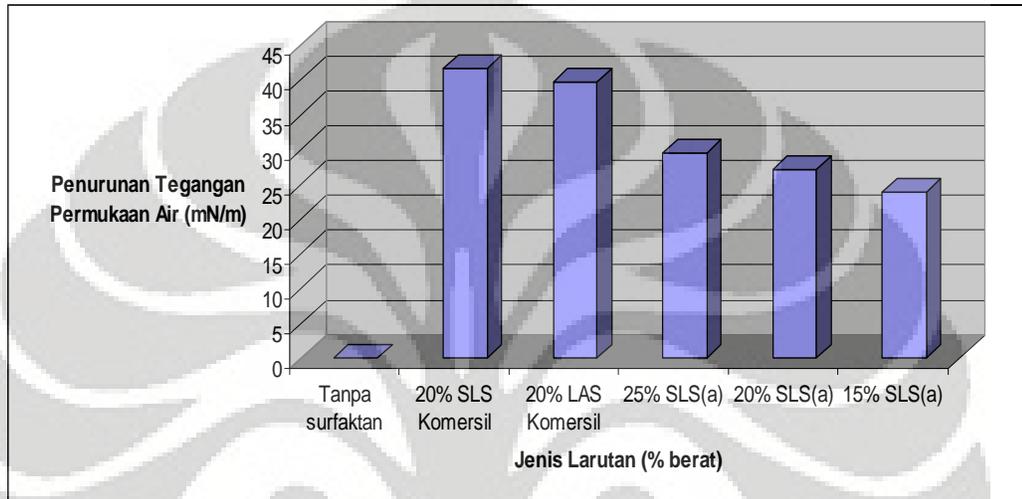
4.4.1 Pengukuran Tegangan Permukaan

Uji ini dilakukan terhadap air, tanpa atau dengan penambahan surfaktan sebanyak 15%, 20% dan 25% berat surfaktan. Hal ini dikarenakan pada produk pembersih ditambahkan surfaktan sebesar 20 – 40% berat surfaktan yang dapat menurunkan tegangan permukaan air pada kisaran 30 – 50 mN/m [50]. Penurunan



tegangan permukaan air akan sebanding dengan jumlah surfaktan yang ditambahkan. Semakin banyak surfaktan yang ditambahkan maka akan semakin besar penurunan tegangan permukaan air.

Gambar 4.11 menunjukkan perbandingan antara surfaktan yang dihasilkan dari penelitian ini dengan surfaktan komersil yaitu SLS dan juga LAS (*Lauryl Alkylbenzene Sulfonate*).



Gambar 4. 11. Perbandingan kemampuan tiap larutan menurunkan tegangan permukaan air

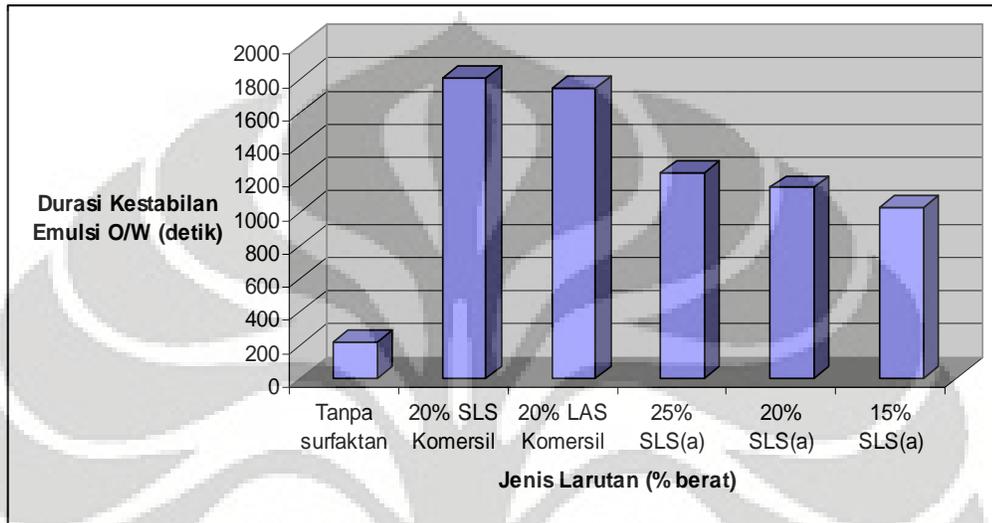
Surfaktan yang dihasilkan dalam penelitian ini akan dibandingkan dengan surfaktan komersil yang telah umum digunakan dalam produk pembersih dan kosmetik. Surfaktan SLS komersil dan LAS komersil dipilih untuk dibandingkan dengan SLS^a yang dihasilkan dalam penelitian ini. Perbedaan SLS^a dengan SLS komersil adalah sebesar 34,79% lebih rendah kemampuannya dibandingkan dibanding surfaktan komersil, sedangkan jika dibandingkan dengan LAS komersil adalah sebesar 31,79% lebih rendah.

4.5.2 Pengukuran Kestabilan Emulsi

Uji kemampuan SLS^a yang kedua adalah kestabilan emulsi minyak dalam air. Dalam uji kestabilan ini akan dihitung waktu (durasi) yang dibutuhkan emulsi dari mulai bercampur sampai akhirnya minyak dan air kembali terpisah. Uji ini dilakukan dengan penambahan surfaktan SLS^a sebanyak 15%, 20% dan 25%



berat. Hasil yang diperoleh dengan penambahan surfaktan berada pada kisaran 1.025 detik (atau 17 menit 5 detik) – 1.235 detik (atau 20 menit 35 detik). Sementara dengan penambahan SLS komersil sebanyak 20% adalah 1.801 detik (atau 30 menit 1 detik) sedangkan dengan LAS komersil kestabilan akan dicapai hingga waktu 1.683 detik (atau 28 menit 3 detik).



Gambar 4. 12. Perbandingan kemampuan tiap larutan menstabilkan emulsi O/W

Gugus hidrofilik akan berinteraksi dengan air sementara gugus hidrofobik (nonpolar) akan mengikat minyak. Semakin besar jumlah surfaktan yang ditambahkan dalam suatu emulsi maka akan semakin meningkat kestabilan emulsi. Hal ini dikarenakan semakin banyak gugus hidrofilik yang mengikat molekul air dan juga semakin bertambahnya gugus hidrofobik yang mengikat molekul minyak. Pada senyawa SLS yang berfungsi sebagai gugus hidrofilik adalah SO_3^- sementara gugus hidrofobik yang larut dengan minyak adalah rantai karbon alkil $\text{C}_{12}\text{H}_{25}$. Fungsi ion Na^+ pada senyawa SLS ini adalah memberi sifat kelarutan dalam air (*water solubility*) [5].

Dengan penambahan persen berat surfaktan yang sama tetapi jenis surfaktan berbeda menyebabkan durasi kestabilan emulsi pun berbeda. Faktor yang membedakan hal tersebut adalah nilai HLB yang berkaitan dengan kelarutan surfaktan tersebut dalam emulsi O/W. Dalam emulsi O/W dibutuhkan surfaktan yang memiliki nilai HLB pada kisaran 8 – 16 [36]. Dari perhitungan pada Lampiran B nilai HLB SLS adalah 8,2. Nilai ini lebih tinggi dari LAS yang hanya 6,1. Hal ini membuktikan SLS lebih bersifat menstabilkan emulsi O/W. Semakin



tinggi nilai HLB maka akan semakin bersifat hidrofolik sehingga kelarutan dalam air akan meningkat.





BAB V

KESIMPULAN

Dari percobaan yang telah dilakukan dan hasil-hasil analisis yang didapatkan, maka disimpulkan bahwa:

1. Pada penelitian ini, keefektifan pemisahan metil laurat dari campuran metil ester hasil transesterifikasi dengan metode pemisahan berdasarkan perbedaan titik leleh meningkat sebesar 59,61% dibandingkan penelitian sebelumnya.
2. Penurunan tegangan permukaan air dan durasi kestabilan emulsi O/W paling maksimal dengan penambahan produk hidrogenasi sebesar 20% berat adalah pada saat suhu reaksi hidrogenasi 270°C, laju alir gas hidrogen 1 mL/s dan persen berat katalis 30% berat metil laurat.
3. Kemampuan produk hidrogenasi menurunkan tegangan permukaan air dan menstabilkan emulsi O/W semakin meningkat seiring dengan kenaikan suhu operasi. Persen peningkatan kemampuan tegangan permukaan rata-rata pada variasi suhu adalah sebesar 2,94%, sedangkan persen peningkatan kemampuan rata-rata menstabilkan emulsi O/W adalah 64,15%.
4. Kemampuan produk hidrogenasi semakin meningkat seiring dengan kenaikan laju alir gas hidrogen hingga mencapai variasi 1 mL/s sebesar 9,46%. Pada laju alir 1,5 – 3,5 mL/s kemampuan cenderung menurun.
5. Kemampuan produk hidrogenasi semakin meningkat seiring dengan kenaikan persen berat katalis mencapai 30% berat dan menurun pada saat 35% berat. Persen peningkatan kemampuan tegangan permukaan rata-rata pada variasi ini adalah sebesar 3,92%, sedangkan persen peningkatan kemampuan rata-rata menstabilkan emulsi O/W adalah 58,08%.
6. Surfaktan SLS^a ini mampu menurunkan tegangan permukaan air dari 74 mN/m menjadi 44,5 mN/m dan menstabilkan emulsi O/W selama 1.235 detik pada penambahan 25% berat surfaktan.



DAFTAR ACUAN

- [1] Waryaningsih. *Surfaktan Sudah Seharusnya Dikembangkan Besar-besaran*. Diakses 7 April 2007. <http://www.kapanlagi.com/h/0000133477.html>
- [2] Atmoyuwono, Siswadi. *Industri Deterjen dan Permasalahannya di Indonesia*. Diakses 15 Mei 2008. http://visdatin.com/htm/aturan_deterjen_ind.htm
- [3] Anonim. *Kajian Pasar dan Produk Hilir Kelapa Sawit*. Diakses 19 Mei 2008. <http://seafast.ipb.ac.id/seafast.info/informasi%20gratis/Kajian%20Pasar%20Industri%20Hilir%20Kelapa%20Sawit.pdf>
- [4] Sukmawati, Yuli. *Seminar RUSNAS Industri Hilir Kelapa Sawit Tahun 2005*. Diakses 7 April 2007. <http://www.situshijau.co.id/maksi/index>
- [5] Cornils, Boy, et al. *Introduction to Surfactants*. Diakses 20 Februari 2007. http://media.wiley.com/product_data/excerpt
- [6] Abdurachman, A. dan Anny Mulyani. *Pemanfaatan Lahan Berpotensi untuk Pengembangan Produksi Kelapa*. Diakses 19 Mei 2008. <http://www.pustaka-deptan.go.id/publikasi/p3221034.pdf>
- [7] The Ohio State University. *Hydrogenation*. Diakses 7 April 2007. <http://www.fst.ag.ohio-state.edu>
- [8] N., Astri. *Pengaruh Kondisi Operasi Reaksi Transesterifikasi VCO terhadap Produk Metil Laurat dengan Metode Pemisahan Berdasarkan Perbedaan Titik Leleh*. Skripsi, Program Sarjana Teknik Kimia FTUI, Depok, 2006.
- [9] Media Wiki. *Kelapa*. Diakses 20 Februari 2007. <http://ms.wikipedia.org>
- [10] Bank Indonesia. *Pengolahan Nata de Coco*. Diakses 20 Februari 2007. http://www.bi.go.id/sipuk/id/lm/nata_de_coco
- [11] Anonim. *Teknologi Tanaman Industri Kelapa (Cocos nucifera)*. Diakses 20 Februari 2007. <http://agrolink.moa.my>
- [12] Index Mundi. *Oil Coconut - Production, Consumption, Exports, and Imports Statistics - 2005*. diakses 20 Februari 2007. <http://indexmundi.com/en/commodities/agricultural/oil-coconut/2005.html>
- [13] Republika. *VCO Sembuhkan Berbagai Macam Penyakit?*. Diakses 22 Februari 2007. <http://www.republika.co.id>
- [14] Sibuea, Posman. *“Virgin Coconut Oil”, Penyembuh Ajaib dari Buah Kelapa*. Diakses 22 Februari 2007. <http://mail.kimia.lipi.go.id/index.php>



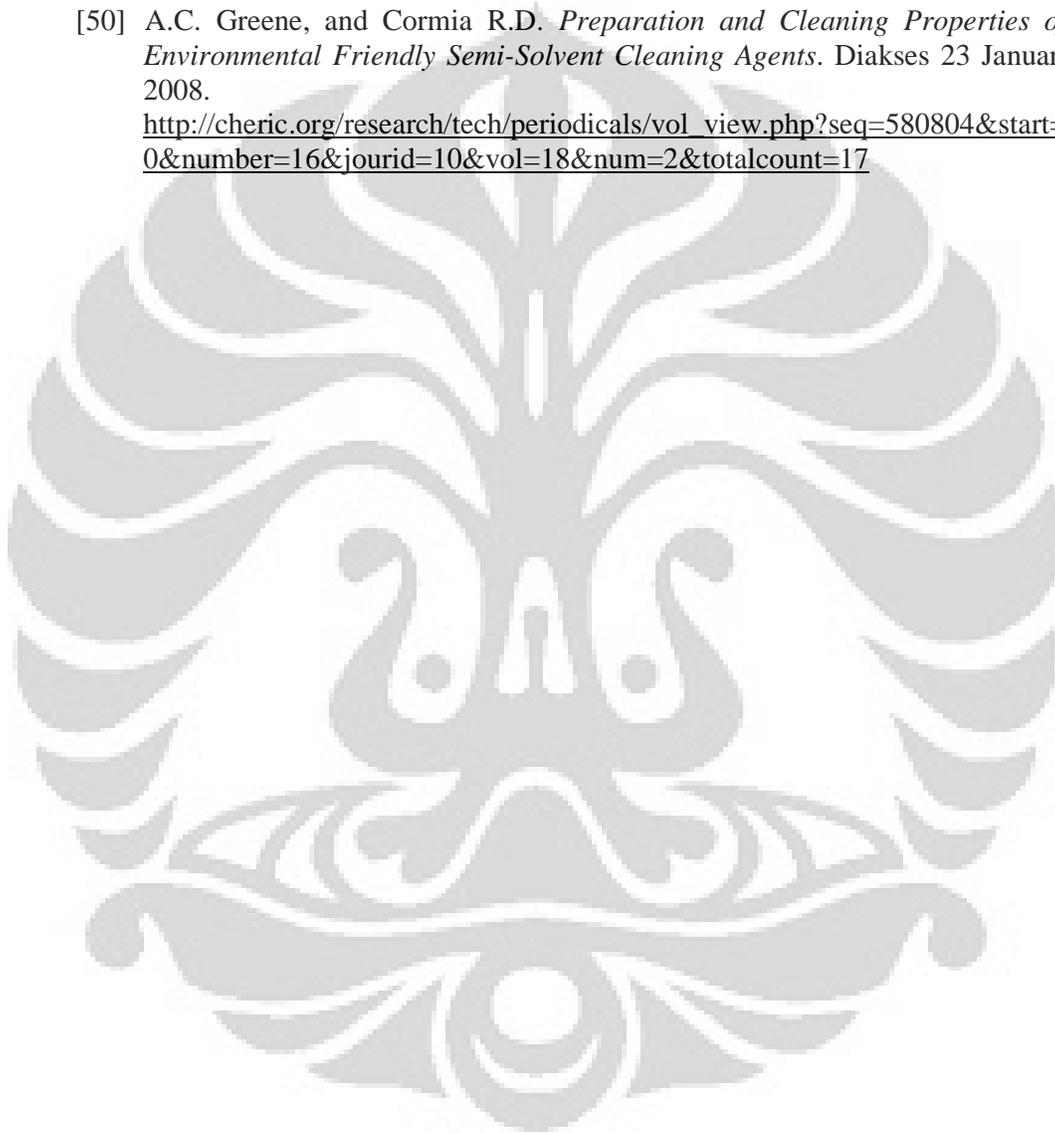
- [15] Gervajio, Gregorio C. *Fatty Acids and Derivatives from Coconut Oil*. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, Six Volume Set, Edited by Fereidoon Shahidi. Copyright # 2005 John Wiley & Sons, Inc.
- [16] Anonim. *Coconut Oil*. Diakses 18 Februari 2007. <http://www.ibiblio.org>
- [17] Media Wiki. *Acid Value*. Diakses 22 Februari 2007. http://en.wikipedia.org/wiki/Acid_value
- [18] Anonim. *Coconut Oil Specification*. Diakses 18 Februari 2007. <http://www.tis-gdv.de>
- [19] Kevan, Peter. *Coconut Oil Quality*. Diakses 19 Februari 2007. <http://ecoport.org>
- [20] Media Wiki. *Transesterification*. Diakses 16 Maret 2007. <http://en.wikipedia.org>
- [21] Marash, R.Gubler, and K. Yagi. *Fats and Oils Industry Overview*. Chemical Handbook, SRI, Menlo Park, California, 2001.
- [22] Knothe, Gerhard, et al. *The Use of Vegetable Oils and Their Derivatives as Alternative Diesel Fuels*. Diakses 16 Maret 2007. <http://journeytoforever.org>.
- [23] Maron, H. Samuel, Lando, B. Jerome. *Fundamentals Of Physical Chemistry*. London: Case Western Reserve University, Macmillan Publishing Co., Inc., 1974.
- [24] Knothe, Gerhard, Robert O. Dunn, and Marvin O. Bagby. *Biodiesel: The Use of Vegetable Oils and Their Derivatives as Alternative Diesel Fuels Oil Chemical Research*. National Center for Agricultural Utilization Research, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, Peoria, IL 61604
- [25] Media Wiki. *Hydrogenation*. Diakses 22 Maret 2007. <http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogenation>.
- [26] Perry, Scott S. *Reduction*. Diakses 28 Mei 2007. <http://www.chem.uh.edu/Courses/Thummel>.
- [27] Kementrian Negara Lingkungan Hidup. *Katalis dan Pengelolaan Spent Katalis*. Diakses 31 Maret 2007. <http://b3.menlh.go.id/3r/article.php>
- [28] Zuzaniuk, Virginie, et al. *Catalyst and Process Development for Production of Oleochemicals from Palm Oil Using High Throughput Experimentation*. Diakses 29 Mei 2007. www.20nam.org/abstract2/213.pdf
- [29] Kirk, Othmer. *Encyclopedia of Chemical Technology Volume 1, 4th ed*. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1992.
- [30] Salager, Jean Louis. *Surfactants Types and Uses*. Diakses 28 Mei 2007. <http://nanoparticles.org/pdf/salager/>



- [31] The Soap and Detergent Association. *Surfactants in Detergents*. Diakses 28 Mei 2007. <http://www.cleaning101.com>
- [32] KSV Instruments LTD. *Surface and Interfacial Tension*. Diakses 27 Juni 2007. www.ksvinc.com/surface_tension1.htm
- [33] Anonim. *Some Basic Chemistry*. Diakses 8 Februari 2008. <http://sparror.cubecinema.com/cube/cola/chemistry/cola1.htm>
- [34] F.G. Winarno. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 1997.
- [35] Society Cosmetic Chemists – Uniqema. *The HLB System*. Diakses 28 Februari 2008. http://lotioncrafter.com/pdf/The_HLB_System.pdf
- [36] Toreki, Rob. *The General Chemistry Demo Lab*. Diakses 2 Maret 2008. <http://www.ilpi.com/genchem/demo/tension/>
- [37] Melvin, Kathy and Harry Dillner. *Gas Chromatography: An Inquiry Investigation Using Computers, Vernier Probe Technology, and Gas Chromatographs*. Delaware Department of Education, Science Van Project, 655 Glenwood Ave., Smyrna, DE 19977, January 8, 1999.
- [38] Ingle, James dan Stanley R. Crouch. *Spectrochemical Analysis*. New York: Prentice-Hall International, 1988.
- [39] Dudley, Williams. *Spectroscopic Methods in Organic Chemistry*. New York: Mc Graw Hill Co., 1986.
- [40] Arbianti, Rita. *Buku Panduan Praktikum Kimia Organik*. Depok: Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia UI, 2007.
- [41] Marlim, Ami Noerdhini. *Pengaruh Katalis NaOH terhadap Peningkatan Kualitas Metil Ester dan Gliserin yang berbasis Minyak Inti Kelapa Sawit*. Depok: Skripsi, Jurusan Teknik Kimia, FTUI, 2004.
- [42] Procter and Gamble Chemicals. *Material Safety Data Sheet – Methyl Laurate and Methyl Miristate*. Diakses 5 Juli 2007. www.pgchemicals.com/resources/msds/CE-1270.pdf
- [43] Anonim. *KSV Sigma 70 Surface Tension*. Diakses 1 Januari 2008. http://www.ksvinc.com/wilhelmy_plate.htm
- [44] Wen, Wu-Wey, McMahan L.Gray, dan Kenneth J. Champagne. *Method For Simultaneous Use Of A Single Additive For Coal Flotation, Dewatering, And Reconstitution*. Diakses 6 Juli 2007. <http://www.patentstorm.us/patents/5379902-claims.html>
- [45] Hart, Harold, *et al.*, *Kimia Organik*, terj Suminar S. Achmadi (Jakarta: Erlangga, 2003).
- [46] Fessenden, Ralp J. dan Joan S. Fessenden. *Organic Chemistry, Third Edition*. (Massachuset: Wadsworth, Inc., 1986)



- [47] Anonim. *Surfactant Chemistry*. Diakses 22 April 2008. <http://www.miracle2.net/resourcespage4.asp>
- [48] Nave, R. *Surface Tension*. Diakses 23 Januari 2008. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/surten.html>
- [49] Richardson, James T. *Principles of Catalyst Development*. (New York: Plenum Press, 1989)
- [50] A.C. Greene, and Cormia R.D. *Preparation and Cleaning Properties of Environmental Friendly Semi-Solvent Cleaning Agents*. Diakses 23 Januari 2008. http://cheric.org/research/tech/periodicals/vol_view.php?seq=580804&start=0&number=16&jourid=10&vol=18&num=2&totalcount=17



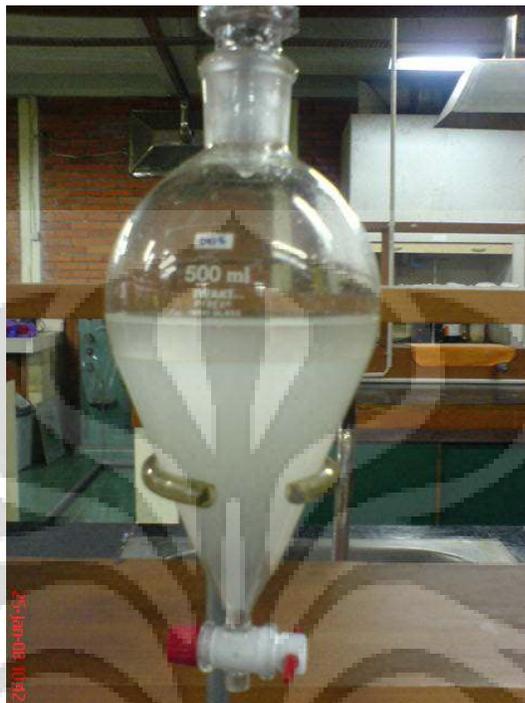
LAMPIRAN 1

DOKUMENTASI PENELITIAN

Reaksi Transesterifikasi



Metil Ester



Transfer Box



Reaktor Hidrogenasi Tampak Keseluruhan



Reaktor Hidrogenasi



Produk Hidrogenasi



Produk SLS^a



LAMPIRAN 2

CONTOH PERHITUNGAN PENELITIAN

2.1 Contoh Perhitungan Bilangan Asam VCO

Standardisasi KOH

Volume KOH = 10 ml

BM KOH = 56,11 gr/mol

Volume etanol = 90 ml

Volume HCl untuk titrasi (V_{HCl}) = 7 ml

Volume KOH yang ditambahkan pada titrasi VCO = 0,3 ml

Ws = 1,3 gr

$$\begin{aligned}\text{Normalitas KOH} &= \frac{V_{HCl}}{V_{KOH}} \times N_{HCl} \\ &= \frac{7 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 0,1 N = 0,07 N\end{aligned}$$

Bilangan Asam VCO

$$\text{Bilangan asam} = \frac{BM_{KOH} \times T \times N}{W}$$

Dimana, T = volume titran KOH yang ditambahkan pada titrasi VCO

N = normalitas KOH

W = berat sampel VCO yang dititrasi

$$\text{Bilangan asam} = \frac{56,11 \text{ gr/mol} \times 0,3 \text{ ml} \times 0,07 N}{1,3 \text{ gr}} = 0,91$$

2.2 Contoh Perhitungan Kadar Air VCO

VCO Komersil

- Berat VCO awal sebelum dipanaskan = 5,0038 gr
- Berat VCO + berat wadah penguap setelah dipanaskan dan dikeringkan di dalam desikator adalah sebesar = 45,7518 gr
- Berat wadah penguap = 40,7575 gr
- Berat VCO setelah dipanaskan dan dikeringkan dalam desikator =

$$45,7518 \text{ gr} - 40,7575 \text{ gr} = 4,9943 \text{ gr}$$

Kadar air dihitung dengan rumus:

$$\frac{VCO_{awal} - VCO_{akhir}}{VCO_{awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{5,0038 \text{ gr} - 4,9943 \text{ gr}}{5,0038 \text{ gr}} \times 100\% = 0,190 \%$$

2.3 Contoh perhitungan berat metanol yang digunakan untuk reaksi transesterifikasi

1. Perhitungan mol 100 gram VCO

Asam Lemak Bebas	Komposisi	Mr	Mr campuran
laurat	51,55	200	103,10
kaprilat	12,34	144	17,77
kaprat	8,55	172	14,71
miristat	15,01	228	34,22
palmitat	5,64	256	14,44
stearat	1,62	284	4,60
oleat	3,43	282	9,67
linoleat	0,59	280	1,65
Total Mr			200,16

Asumsi: Mr asam lemak dalam gliserida = Mr VCO

$$\text{Maka mol 100 gram VCO} = \frac{100 \text{ gram}}{200,16 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}} = 0,50 \text{ mol}$$

2. Dari penelitian sebelumnya didapat kondisi optimal pada rasio mol methanol:VCO = 6:1

$$\text{Mol metanol yang dibutuhkan sebesar} = \left(\frac{6}{1}\right) \times 0,50 \text{ mol} = 3,00 \text{ mol}$$

Dengan demikian, berat metanol yang diperlukan sebagai reaktan pada reaksi transesterifikasi adalah sebesar

$$= 3 \text{ mol} \times 32 \text{ gram/mol} = \mathbf{95,92 \text{ gram}}$$

2.4 Perhitungan Konversi Asam Laurat Menjadi Metil Laurat

Data yang dipakai adalah data hasil analisis GC/MS Labkesda

1. Menghitung mol asam laurat dalam 100 gram VCO
% berat asam laurat dalam VCO adalah sebanyak 51 %
Maka massa asam laurat = 51 % x 100 gram = 51 gram

$$\text{Mol} = \frac{51 \text{ gr}}{200 \text{ gr/mol}} = 0,255 \text{ mol}$$

2. Menghitung mol metil laurat dalam metil ester yang meleleh

Konsentrasi = 48,42 % volume

Volume = 48,42 % x 60 ml = 29,052 ml

Massa = 29,052 ml x 0,88 gr/ml = 25,5658 gram

Mol = 25,5658/214,34 = 0,119 mol

3. Konversi

$$= (0,119/0,255) \times 100 \% = 46,66 \%$$

2.5 Perhitungan HLB SLS Komersil dan LAS Komersil

$$\text{HLB} = \left(\frac{MW_s}{MW_{hp}} \times 100 \right) / 5$$

Dimana, MW_s = berat molekul dari surfaktan

MW_{hp} = berat molekul dari bagian hidrofilik

HLB SLS

SLS MW = 288,4, bagian hidrofilik ($\text{SO}_4\text{Na} = 119$)

$$\begin{aligned} \text{HLB SLS} &= \left(\frac{119}{288.4} \times 100 \right) / 5 \\ &= 8,2 \end{aligned}$$

HLB LAS

LAS MW = 338, bagian hidrofilik ($\text{SO}_3\text{Na} = 103$)

$$\begin{aligned} \text{HLB LAS} &= \left(\frac{103}{338} \times 100 \right) / 5 \\ &= 6,1 \end{aligned}$$



LAMPIRAN 3

DATA-DATA PENELITIAN

3.1. Pengukuran Tegangan Permukaan Air

Pengukuran ke-	Angka pada Tensiometer (mN/m)
1	73
2	75
3	74

3.2. Pengukuran tegangan permukaan air dengan menambahkan produk hidrogenasi 20% berat (variasi suhu)

Suhu (°C)	Pengukuran ke-	Tegangan Permukaan (mN/m)	Rata-rata Tegangan Permukaan (mN/m)
190	1	56	56.3
	2	57	
	3	56	
210	1	54	53
	2	52	
	3	53	
230	1	52	51,6
	2	52	
	3	51	
250	1	51	51,2
	2	51,5	
	3	51	
270	1	48	47,6
	2	49	
	3	46	

3.3. Durasi kestabilan emulsi O/W pada variasi suhu reaksi hidrogenasi

Suhu (°C)	Durasi Terbentuk Emulsi (sekon)
190	295
210	460
230	520
250	543
270	839

3.4. Pengukuran tegangan permukaan air dengan menambahkan produk hidrogenasi 20% berat (variasi persen berat katalis)

Persen Berat Katalis (%)	Pengukuran ke-	Tegangan Permukaan (mN/m)	Rata-rata Tegangan Permukaan (mN/m)
15	1	56	58.3
	2	57	
	3	56	
20	1	54	54.6
	2	55	
	3	54.8	
25	1	53.5	53.3
	2	53.5	
	3	53	
30	1	48	47.6
	2	49	
	3	46	
35	1	53.5	53
	2	53	
	3	52.5	

3.5. Pengaruh persen berat katalis terhadap kemampuan produk hidrogenasi menurunkan tegangan permukaan air

Persentase Berat Katalis (% wt)	Lama Terbentuk Emulsi (sekon)
15	470
20	498
25	510
30	839
35	800

3.6. Pengukuran tegangan permukaan air dengan menambahkan produk hidrogenasi 20% berat (variasi laju alir gas H₂)

Laju Alir H ₂ (ml/s)	Pengukuran ke-	Tegangan Permukaan (mN/m)	Rata-rata Tegangan Permukaan (mN/m)
0.5	1	54	54.5
	2	55	
	3	54.5	
1	1	48	47.6
	2	49	
	3	46	
1.5	1	54	54
	2	55	
	3	53	
2.5	1	54	54.3
	2	54	
	3	55	
3.5	1	56	56.3
	2	57	
	3	56	

3.7. Hasil pengukuran tegangan permukaan air tanpa dan dengan penambahan surfaktan

Pengukuran ke-	Tegangan permukaan air (mN/m)			
	0 % berat surfaktan	15% berat surfaktan	20% berat surfaktan	25% berat surfaktan
1	73	50	46	45
2	75	50.5	47	44.5
3	74	50	47.5	44

3.8. Perbandingan SLS^a yang dihasilkan dengan surfaktan komersil

Pengukuran ke-	Tegangan permukaan air (mN/m)			
	0 % berat Surfaktan	20% berat SLS Komersil	20% berat LAS Komersil	20% berat SLS ^a
1	73	33	34	45
2	75	32	34.5	44.5
3	74	32	34	44

3.9. Perbandingan SLS^a yang dihasilkan dengan surfaktan komersil

Jenis Surfaktan	Persen Berat Surfaktan (% wt)	Durasi Terbentuk Emulsi (sekon)
-	0	212
SLS Komersil	20	1801
LAS Komersil	20	1683
SLS ^a	15	1025
SLS ^a	20	1145
SLS ^a	25	1235

LAMPIRAN 4

HASIL ANALISIS GC/MS DAN FTIR

Library Search Report (Reaktan Hidrogenasi)

Data Path : D:\Data MSDchem\FAME_6584\
 Data File : 559_180408.D
 Acq On : 18 Apr 2008 4:28 pm
 Operator : mila/mega/novri
 Sample : 559_180408
 Misc : runing 100 mg sampel + 8 ml Heptana
 ALS Vial : 7 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\Wiley7Nist05.L Minimum Quality: 0
 C:\Database\Wiley7Nist05.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: Chemstation Integrator - autoint1.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	6.656	5.99	C:\Database\Wiley7Nist05.L Octanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl octanoate; OCTANOIC ACID M ETHYL ESTER; Methyl caprylate; Met hyl n-octanoate; Caprylic acid met hyl ester; Uniphat A20; Methyl est er of octanoic acid; n-Caprylic ac id methyl ester; CAPRYLSAEUREMETHY LESTER; Caprylic	374579	000111-11-5	97
			Octanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl octanoate; OCTANOIC ACID M ETHYL ESTER; Methyl caprylate; Met hyl n-octanoate; Caprylic acid met hyl ester; Uniphat A20; Methyl est er of octanoic acid; n-Caprylic ac id methyl ester; CAPRYLSAEUREMETHY LESTER; Caprylic	374583	000111-11-5	91
			Octanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl octanoate; OCTANOIC ACID M ETHYL ESTER; Methyl caprylate; Met hyl n-octanoate; Caprylic acid met hyl ester; Uniphat A20; Methyl est er of octanoic acid; n-Caprylic ac id methyl ester; CAPRYLSAEUREMETHY LESTER; Caprylic	374580	000111-11-5	90

LESTER; Caprylic

2	8.604	5.75	C:\Database\Wiley7Nist05.L	Decanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl caprate; Methyl decanoate; Capric acid methyl ester; Uniphathat A30; Metholene 2095; Methyl capri nate; Methyl-n-caprate; Decanoic a cid methyl ester; Methyl n-caprate ; Methyl n-decanoate; n-Capric aci d methyl ester	391827 000110-42-9	97
				Decanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl caprate; Methyl decanoate; Capric acid methyl ester; Uniphathat A30; Metholene 2095; Methyl capri nate; Methyl-n-caprate; Decanoic a cid methyl ester; Methyl n-caprate ; Methyl n-decanoate; n-Capric aci d methyl ester	391837 000110-42-9	96
				Decanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl caprate; Methyl decanoate; Capric acid methyl ester; Uniphathat A30; Metholene 2095; Methyl capri nate; Methyl-n-caprate; Decanoic a cid methyl ester; Methyl n-caprate ; Methyl n-decanoate; n-Capric aci d methyl ester	391839 000110-42-9	96
3	10.376	39.62	C:\Database\Wiley7Nist05.L	Dodecanoic acid, methyl ester (CAS) ; Methyl laurate; Methyl dodecano ate; Methyl n-dodecanoate; Lauric acid methyl ester; Metholene 2296; Methyl laurinate; Methyl dodecyla te; Uniphathat A40 IN 511; Lauric aci d, methyl ester; Dodecanoic acid m ethyl ester; Unip	406364 000111-82-0	98
				Dodecanoic acid, methyl ester	406366 000111-82-0	98
				Dodecanoic acid, methyl ester	406363 000111-82-0	97
4	12.298	21.32	C:\Database\Wiley7Nist05.L	Tetradecanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl myristate; Methyl tet radecanoate; Methyl n-tetradecanoa te; Myristic acid methyl ester; Un iphathat A50; Metholeneat 2495; Myris tic acid, methyl ester; Tetradecan oic acid methyl ester; MYRISTIC AC	418214 000124-10-7	98

	ID-METHYL ESTER;			
	Tetradecanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl myristate; Methyl tetradecanoate; Methyl n-tetradecanoate; Myristic acid methyl ester; Uniphath A50; Metholeneat 2495; Myristic acid, methyl ester; Tetradecanoic acid methyl ester; MYRISTIC ACID-METHYL ESTER;	418205 000124-10-7	98	
	Tetradecanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl myristate; Methyl tetradecanoate; Methyl n-tetradecanoate; Myristic acid methyl ester; Uniphath A50; Metholeneat 2495; Myristic acid, methyl ester; Tetradecanoic acid methyl ester; MYRISTIC ACID-METHYL ESTER;	418207 000124-10-7	97	
5	14.483 12.33 C:\Database\Wiley7Nist05.L Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl palmitate; Methyl hexadecanoate; Methyl n-hexadecanoate; Uniphath A60; Metholene 2216; Palmitic acid methyl ester; Palmitic acid, methyl ester; n-Hexadecanoic acid methyl ester; PALMITIC ACID-METHYL ESTER; METHYL ESTER;	427351 000112-39-0	99	
	Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl palmitate; Methyl hexadecanoate; Methyl n-hexadecanoate; Uniphath A60; Metholene 2216; Palmitic acid methyl ester; Palmitic acid, methyl ester; n-Hexadecanoic acid methyl ester; PALMITIC ACID-METHYL ESTER; METHYL ESTER;	427335 000112-39-0	97	
	Hexadecanoic acid, methyl ester	427340 000112-39-0	97	
6	16.455 1.81 C:\Database\Wiley7Nist05.L 9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester; Methyl (9E,12E)-9,12-octadecadienoate # 11,14-Octadecadienoic acid, methyl ester; Methyl (11E,14E)-11,14-octadecadienoate # 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester (CAS); Methyl linoleate; METHYL CIS-9,CIS-12-OCTADECADIENOATE; Methyl octadecadienoate; L	434182 002462-85-3	99	
	11,14-Octadecadienoic acid, methyl ester; Methyl (11E,14E)-11,14-octadecadienoate #	182661 056554-61-1	99	
	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester (CAS); Methyl linoleate; METHYL CIS-9,CIS-12-OCTADECADIENOATE; Methyl octadecadienoate; L	434168 000112-63-0	99	

inoleic acid methyl ester; Linoleic acid, methyl ester; Methyl cis,cis-9,12-octadecadienoate; Methyl 9-cis, 12-cis-octa

- 7 16.521 8.81 C:\Database\Wiley7Nist05.L
9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester; Oleic acid, methyl ester; Emery oleic acid ester 2301; Methyl cis-9-octadecenoate; Methyl oleate; (Z)-9-Octadecenoic acid methyl ester; cis-9-Octyldecenoic acid, methyl ester; Emery; Emery, oleic acid ester; Methyl 9-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS); METHYL OCTADEC-9-ENOATE; Methyl 9-octadecenoate; METHYL OLEATE; Methyl (9E)-9-octadecenoate #; Methyl (9E)-9-octadecenoate (computer-generated name) 434632 000112-62-9 99
9-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS); METHYL OCTADEC-9-ENOATE; Methyl 9-octadecenoate; METHYL OLEATE; Methyl (9E)-9-octadecenoate #; Methyl (9E)-9-octadecenoate (computer-generated name) 434637 002462-84-2 99
7-Octadecenoic acid, methyl ester; Methyl (7E)-7-octadecenoate # 185135 057396-98-2 99
- 8 16.802 4.36 C:\Database\Wiley7Nist05.L
Octadecanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl stearate; Methyl octadecanoate; Methyl n-octadecanoate; Stearic acid methyl ester; Kemester 9718; Stearic acid, methyl ester; n-Octadecanoic acid methyl ester; Methyl-octadecanoate; Methyl ester of octadecanoic acid 435189 000112-61-8 99
Octadecanoic acid, methyl ester 435183 000112-61-8 98
Octadecanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl stearate; Methyl octadecanoate; Methyl n-octadecanoate; Stearic acid methyl ester; Kemester 9718; Stearic acid, methyl ester; n-Octadecanoic acid methyl ester; Methyl-octadecanoate; Methyl ester of octadecanoic acid 435197 000112-61-8 98

FLYKILLER_B_091007.M Wed Apr 23 13:34:04 2008

Library Search Report (Produk Hidrogenasi)

Data Path : D:\Data MSDchem\FAME_6584\
Data File : 560_180409.D
Acq On : 18 Apr 2008 5:36 pm
Operator : mila/mega/novri
Sample : 560_180408
Misc : runing 100 mg sampel + 8 ml Heptana
ALS Vial : 8 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\Wiley7Nist05.L Minimum Quality: 0
C:\Database\Wiley7Nist05.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: Chemstation Integrator - autoint1.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	6.656	4.46	C:\Database\Wiley7Nist05.L Octanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl octanoate; OCTANOIC ACID M ETHYL ESTER; Methyl caprylate; Met hyl n-octanoate; Caprylic acid met hyl ester; Uniphat A20; Methyl est er of octanoic acid; n-Caprylic ac id methyl ester; CAPRYLSAEUREMETHY LESTER; Caprylic Octanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl octanoate; OCTANOIC ACID M ETHYL ESTER; Methyl caprylate; Met hyl n-octanoate; Caprylic acid met hyl ester; Uniphat A20; Methyl est er of octanoic acid; n-Caprylic ac id methyl ester; CAPRYLSAEUREMETHY LESTER; Caprylic	374579	000111-11-5	97
				374583	000111-11-5	91
				374587	000111-11-5	90
2	8.601	5.52	C:\Database\Wiley7Nist05.L Decanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl caprate; Methyl decanoate; Capric acid methyl ester; Uniphat	391827	000110-42-9	97

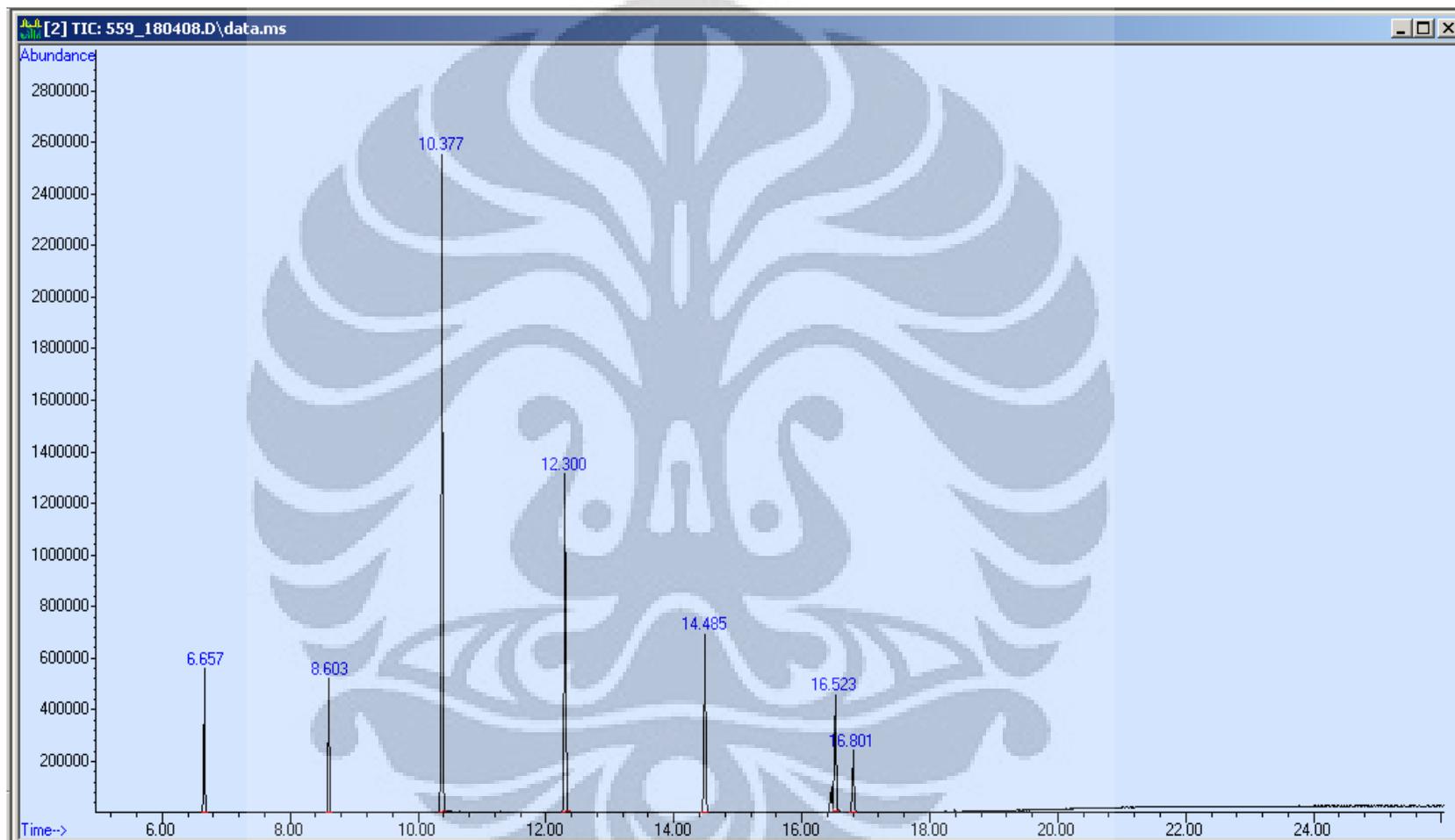
	A30; Metholene 2095; Methyl capri nate; Methyl-n-caprate; Decanoic a cid methyl ester; Methyl n-caprate ; Methyl n-decanoate; n-Capric aci d methyl ester	391839 000110-42-9	96
	Decanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl caprate; Methyl decanoate; Capric acid methyl ester; Uniphat A30; Metholene 2095; Methyl capri nate; Methyl-n-caprate; Decanoic a cid methyl ester; Methyl n-caprate ; Methyl n-decanoate; n-Capric aci d methyl ester	391837 000110-42-9	96
3	10.376 40.19 C:\Database\Wiley7Nist05.L Dodecanoic acid, methyl ester (CAS) ; Methyl laurate; Methyl dodecano ate; Methyl n-dodecanoate; Lauric acid methyl ester; Metholene 2296; Methyl laurinate; Methyl dodecyla te; Uniphat A40 IN 511; Lauric aci d, methyl ester; Dodecanoic acid m ethyl ester; Unip	406364 000111-82-0	98
	Dodecanoic acid, methyl ester	406366 000111-82-0	98
	Dodecanoic acid, methyl ester	406363 000111-82-0	97
4	12.298 21.66 C:\Database\Wiley7Nist05.L Tetradecanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl myristate; Methyl tet radecanoate; Methyl n-tetradecanoa te; Myristic acid methyl ester; Un iphat A50; Metholeneat 2495; Myris tic acid, methyl ester; Tetradecan oic acid methyl ester; MYRISTIC AC ID-METHYL ESTER;	418205 000124-10-7	98
	Tetradecanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl myristate; Methyl tet radecanoate; Methyl n-tetradecanoa te; Myristic acid methyl ester; Un iphat A50; Metholeneat 2495; Myris	418220 000124-10-7	97

	tic acid, methyl ester; Tetradecanoic acid methyl ester; MYRISTIC ACID-METHYL ESTER;		
	Tetradecanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl myristate; Methyl tetradecanoate; Methyl n-tetradecanoate; Myristic acid methyl ester; Uniphat A50; Metholeneat 2495; Myristic acid, methyl ester; Tetradecanoic acid methyl ester; MYRISTIC ACID-METHYL ESTER;	418217 000124-10-7	97
5	14.480 12.63 C:\Database\Wiley7Nist05.L Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl palmitate; Methyl hexadecanoate; Methyl n-hexadecanoate; Uniphat A60; Metholene 2216; Palmitic acid methyl ester; Palmitic acid, methyl ester; n-Hexadecanoic acid methyl ester; PALMITIC ACID-METHYL ESTER; METH	427351 000112-39-0	99
	Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl palmitate; Methyl hexadecanoate; Methyl n-hexadecanoate; Uniphat A60; Metholene 2216; Palmitic acid methyl ester; Palmitic acid, methyl ester; n-Hexadecanoic acid methyl ester; PALMITIC ACID-METHYL ESTER; METH	427328 000112-39-0	98
	Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl palmitate; Methyl hexadecanoate; Methyl n-hexadecanoate; Uniphat A60; Metholene 2216; Palmitic acid methyl ester; Palmitic acid, methyl ester; n-Hexadecanoic acid methyl ester; PALMITIC ACID-METHYL ESTER; METH	427331 000112-39-0	97
6	16.518 6.65 C:\Database\Wiley7Nist05.L 9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester; Oleic acid, methyl ester; Emery oleic acid ester 2301; Methyl cis-9-octadecenoate; Methyl oleate; (Z)-9-Octadecenoic acid methyl ester; cis-9-Octyldecenoic acid, methyl ester; Emery; Emery, oleic acid ester; Methyl	434632 000112-62-9	99
	7-Octadecenoic acid, methyl ester;	185135 057396-98-2	99

	Methyl (7E)-7-octadecenoate #		
	8-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)-; Methyl trans-8-octadecenoate; Methyl (8E)-8-octadecenoate #	434627 026528-50-7	99
7	16.588 3.14 C:\Database\Wiley7Nist05.L		
	6-Octadecenoic acid, methyl ester; Methyl 6-octadecenoate; Methyl (6E)-6-octadecenoate #	434625 052355-31-4	99
	6-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS); Methyl 6-octadecenoate; Methyl (6E)-6-octadecenoate #; Methyl (6E)-6-octadecenoate (computer-generated name)	434624 052355-31-4	99
	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester (CAS); Methyl oleate; Methyl cis-9-octadecenoate; Oleic acid methyl ester; Oleic acid, methyl ester; Emery oleic acid ester 2301; OLEIC ACID-METHYL ESTER; (Z)-9-OCTADECENOIC ACID, METHYL ESTER; (Z)-9-Octadecenoic acid	434642 000112-62-9	99
8	16.799 5.76 C:\Database\Wiley7Nist05.L		
	Octadecanoic acid, methyl ester	435183 000112-61-8	98
	Octadecanoic acid, methyl ester	435198 000112-61-8	98
	Octadecanoic acid, methyl ester (CAS); Methyl stearate; Methyl octadecanoate; Methyl n-octadecanoate; Stearic acid methyl ester; Kemester 9718; Stearic acid, methyl ester; n-Octadecanoic acid methyl ester; Methyl-octadecanoate; Methyl ester of octadecanoic acid	435189 000112-61-8	98

FLYKILLER_B_091007.M Wed Apr 23 13:34:38 2008

Kromatogram Reaktan pada Reaksi Hidrogenasi



Kromatogram Produk dari Reaksi Hidrogenasi

