



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PEMBUATAN SURFAKTAN *FATTY ALCOHOL SULPHATE* (FAS)
DENGAN REAKSI HIDROGENASI *VIRGIN COCONUT OIL* (VCO) PADA
TEKANAN ATMOSFERIK MENGGUNAKAN KATALIS NIKEL**

SKRIPSI

**SUTARIYONO
0405060628**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
DEPOK
JUNI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PEMBUATAN SURFAKTAN *FATTY ALCOHOL SULPHATE* (FAS)
DENGAN REAKSI HIDROGENASI *VIRGIN COCONUT OIL* (VCO) PADA
TEKANAN ATMOSFERIK MENGGUNAKAN KATALIS NIKEL**

**SKRIPSI
DIAJUKAN SEBAGAI SALAH SATU SYARAT UNTUK MEMPEROLEH
GELAR SARJANA TEKNIK**

**SUTARIYONO
0405060628**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
DEPOK
JUNI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Sutariyono

NPM : 0405060628

Tanda Tangan : 

Tanggal : 26 Juni 2009

HALAMAN PENGESAHAN

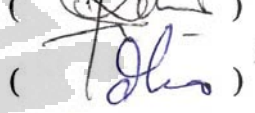
Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Sutariyono
NPM : 0405060628
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Skripsi : Studi Pembuatan Surfaktan *Fatty Alcohol Sulphate* (FAS) Dengan Reaksi Hidrogenasi *Virgin Coconut Oil* (VCO) Pada Tekanan Atmosferik Menggunakan Katalis Nikel


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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Tania Surya Utami, ST., MT. ()

Pembimbing II : Ir. Rita Arbianti, MSi. ()

Penguji I : Dr. Ir. Anondo Wijanarko, MEng. ()

Penguji II : Ir. Dianursanti, MT. ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 2 Juli 2009

KATA PENGANTAR

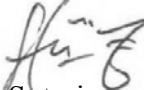
Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala anugerah, rahmat, dan karunia-Nya sehingga makalah skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Makalah skripsi dengan judul “**Studi Pembuatan Surfaktan Fatty Alcohol Sulphate (FAS) dengan Reaksi Hidrogenasi Virgin Coconut Oil (VCO) pada Tekanan Atmosferik Menggunakan Katalis Nikel**” ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan akademis dalam meraih gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Kimia FTUI.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr.Ir.Widodo Wahyu Purwanto,DEA., selaku ketua Departemen Teknik Kimia FTUI.
2. Tania Surya Utami ST, MT. dan Ir. Rita Arbianti, MSi selaku dosen pembimbing beserta Dr. Heri Hermansyah, ST, MEng. atas bimbingan, ilmu, diskusi dan nasehatnya dalam pembuatan makalah skripsi ini.
3. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, kasih sayang, cinta serta dukungan yang mengalir tanpa henti kepada penulis.
4. Cherisha Yusi Masita yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membantu dan memberi semangat kepada penulis.
5. Kartika Santi sebagai teman seperjuangan, SEMANGAT !!!.
6. Precious Mornfavour yang telah memberikan dukungan moril dan mau berbagi kamar kosan untuk mengerjakan makalah skripsi ini.
7. Pihak-pihak lain yang telah memberikan kontribusi hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa makalah skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun dari pembaca senantiasa diharapkan demi perbaikan penulisan di masa mendatang.

Depok, 26 Juni 2009


Sutariyono

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Sutariyono
NPM : 0405060628
Program Studi : Teknik Kimia
Departemen : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

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

STUDI PEMBUATAN SURFAKTAN *FATTY ALCOHOL SULPHATE (FAS)* DENGAN REAKSI HIDROGENASI *VIRGIN COCONUT OIL (VCO)* PADA TEKANAN ATMOSFERIK MENGGUNAKAN KATALIS NIKEL

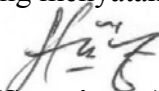
berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kampus Teknik UI

Pada Tanggal : 26 Juni 2009

Yang menyatakan


(Sutariyono)

ABSTRAK

Nama : Sutariyono
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Skripsi : Studi Pembuatan Surfaktan *Fatty Alcohol Sulphate* (FAS) Dengan Reaksi Hidrogenasi *Virgin Coconut Oil* (VCO) Pada Tekanan Atmosferik Menggunakan Katalis Nikel

Surfaktan *Fatty Alcohol Sulphate* (FAS) merupakan salah satu surfaktan oleokimia yang mulai banyak diproduksi guna menyikapi kelemahan surfaktan petrokimia dalam hal kemampuannya untuk terdegradasi secara biologis dan keterbatasan bahan baku pembuatan. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan surfaktan FAS melalui proses hidrogenasi VCO menggunakan katalis nikel dengan kondisi tekanan yang atmosferik untuk memperoleh *fatty alcohol*. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh beberapa variabel pada reaksi hidrogenasi yang dilakukan yaitu suhu (160°C , 190°C , 220°C , 250°C , 280°C), persen berat katalis nikel (20%, 25%, 30%, 35%, 40%) dan laju alir gas H_2 (0,5 mL/s, 1 mL/s, 2 mL/s, 3 mL/s, 4 mL/s). Pada penelitian ini, diperoleh kemampuan surfaktan yang paling optimal yaitu dengan menggunakan produk hasil hidrogenasi pada suhu reaksi 280°C , katalis nikel sebanyak 30% dan laju alir gas H_2 sebesar 2 mL/s berdasarkan kecenderungan data yang diperoleh dari surfaktan menggunakan produk hidrogenasi pada suhu reaksi 280°C , katalis nikel sebanyak 30% dan laju alir gas H_2 sebesar 1 mL/s dan 4 mL/s.

Kata Kunci :
VCO, hidrogenasi, Nikel, *fatty alcohol*, surfaktan FAS

ABSTRACT

Name : Sutariyono
Study Program : Chemical Engineering
Title : Study of *Fatty Alcohol Sulphate* (FAS) Surfactant Synthesis Using Hydrogenation Reaction of *Virgin Coconut Oil* (VCO) at Atmospheric Pressure with Ni as Catalyst

Fatty Alcohol Sulphate (FAS) surfactant is one of oleochemical surfactant that have been produce to bridging over the petrochemical surfactant's weakness at un- biodegradable and the limitation of it raw materials. On this study, FAS surfactant is synthesize by VCO hydrogenation reaction using Nickel catalyst in atmospheric condition to produce fatty alcohol. The aim of this study is to look the influence of some variables on hydrogenation reaction, such as temperature (160 °C, 190 °C, 220 °C, 250 °C, 280 °C), %wt of catalyst (20%, 25%, 30%, 35%, 40%), and H₂ flow at reaction (0,5 mL/s, 1 mL/s, 2 mL/s, 3 mL/s, 4 mL/s). The results have showed that the optimum surfactant is reaction at condition 250 °C using 30% Ni catalyst and H₂ flow is 2 mL/s using an approachment from the result in hydrogenation reaction at condition 250 °C using 30% Ni catalyst and H₂ flow is 1 mL/s and 4 mL/s.

Key Words :

VCO, hydrogenation, nickel, *fatty alcohol*, FAS surfactant

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 State of the Art.....	5
2.2 Kelapa	7
2.2 Virgin Coconut Oil (VCO).....	8
2.3 Sifat Fisik dan Kimia VCO.....	11
2.4 Reaksi Hidrogenasi.....	11
2.5 Perangkat Hidrogenasi.....	14
2.6 Nikel	15
2.7 Surfaktan	17
2.8 Kromatografi Gas	29
BAB III METODOLOGI PERANCANGAN.....	32
3.1. Rancangan Penelitian	32
3.2 Variabel Penelitian	33
3.3. Alat dan Bahan Penelitian	33

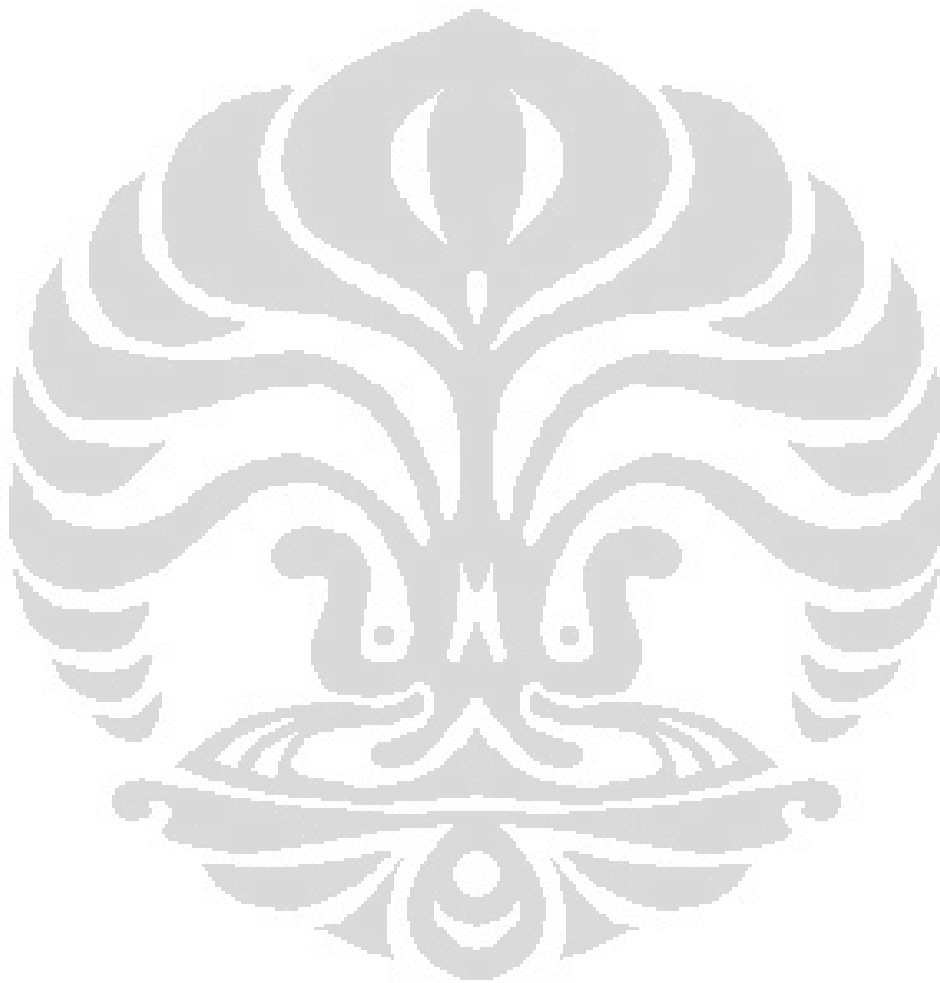
3.4. Lokasi Penelitian.....	35
3.5. Rancangan Percobaan.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Pengubahan Susunan Perangkat Hidrogenasi	41
4.2 Reaksi Hidrogenasi.....	41
4.3 Pembuatan Surfaktan FAS.....	55
4.4 Uji Surfaktan.....	56
BAB V KESIMPULAN	60
DAFTAR PUSTAKA	xv
LAMPIRAN B.....	xix
LAMPIRAN C.....	lii



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1.	Kelapa.....	8
Gambar 2. 2.	Komposisi minyak kelapa dan minyak bunga matahari.....	10
Gambar 2. 3.	Mekanisme reaksi hidrogenasi pada permukaan katalis.....	11
Gambar 2. 4.	Energi aktivasi reaksi hidrogenasi dengan dan tanpa katalis	12
Gambar 2. 5.	Hubungan antara kondisi proses dan pengaruhnya terhadap rasio selektivitas, kandungan <i>trans fatty acid</i> serta laju reaksi	13
Gambar 2. 6.	Perangkat hidrogenasi dengan perangkat gas H ₂	14
Gambar 2. 7.	Perangkat hidrogenasi yang akan digunakan pada penelitian	15
Gambar 2. 8.	Properti nikel	16
Gambar 2. 9.	Skema umum surfaktan	18
Gambar 2. 10.	Molekul sabun pada permukaan air	19
Gambar 2. 11.	Molekul sabun membentuk misel	19
Gambar 2. 12.	Sifat-sifat koloid larutan elektrolit sodium lauril sulfat	20
Gambar 2. 13.	Perbandingan dari siklus pembuatan surfaktan petrokimia dan oleokimia ditinjau dari segi konsumsi energi, produksi CO ₂ , emisi BOD & COD serta limbah padat yang dihasilkan.....	22
Gambar 2. 14.	Gaya-gaya yang bekerja pada tetesan air	24
Gambar 2. 15.	Pengaruh penambahan komponen terhadap tegangan permukaan dalam sistem cairan	25
Gambar 2. 16.	Pengukuran tegangan permukaan menggunakan (a) metode du Nouy,	26
Gambar 2. 17.	Diagram alir kromatografi gas.....	30
Gambar 2. 18.	Kromatogram hasil GC secara umum	31
Gambar 3. 1.	Bagan alir rancangan penelitian	33
Gambar 3. 2.	Skema sederhana perangkat hidrogenasi.....	34
Gambar 4. 1.	Sistem reaktor hidrogenasi skala laboratorium secara umum	44
Gambar 4. 2.	Skema reaktor hidrogenasi yang digunakan dalam penelitian ini ..	45
Gambar 4. 3.	Distribusi elektron pada ikatan phi gugus karbonil.....	45
Gambar 4. 4.	Tahap perhitungan durasi kestabilan emulsi,	46
Gambar 4. 5.	Pengaruh suhu dalam hidrogenasi terhadap kemampuan larutan hasil hidrogenasi untuk menstabilkan emulsi.....	47
Gambar 4. 6.	Pengaruh suhu dalam hidrogenasi terhadap kemampuan larutan hasil hidrogenasi menurunkan tegangan permukaan.....	48
Gambar 4. 7.	Pengaruh %berat katalis dalam hidrogenasi terhadap kemampuan larutan hasil hidrogenasi untuk menstabilkan emulsi.....	50
Gambar 4. 8.	Pengaruh %berat katalis dalam hidrogenasi terhadap kemampuan larutan hasil hidrogenasi untuk menurunkan tegangan permukaan	51
Gambar 4. 9.	Pengaruh laju alir H ₂ dalam hidrogenasi terhadap kemampuan larutan hasil hidrogenasi untuk menstabilkan emulsi.....	53
Gambar 4. 10.	Pengaruh laju alir H ₂ dalam hidrogenasi terhadap kemampuan larutan hasil hidrogenasi untuk menurunkan tegangan permukaan	54

Gambar 4. 11. Perbandingan kemampuan tiap larutan menurunkan tegangan permukaan air	56
Gambar 4. 12. Perbandingan kemampuan tiap larutan menstabilkan emulsi	58
Gambar 4. 13. Kestabilan elektrostatis emulsi oleh surfaktan.....	58



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. <i>Road map state of the art</i> pembuatan surfaktan anionik berdasarkan bahan baku fatty alkohol yang digunakan.....	7
Tabel 2. 2. 10 Negara penghasil kelapa terbanyak di dunia pada tahun 2005 (wikipedia.com, 2008)	8
Tabel 2. 3. Hasil Analisis Kandungan Asam Lemak Minyak Kelapa Murni (Syah, 2005)	9
Tabel 2. 4. Perbandingan komposisi asam lemak minyak kelapa dengan minyak dan lemak lainnya (Zamora, 2005)	10
Tabel 2. 5. Sifat fisis minyak kelapa (ibiblio.org, 2008).....	11
Tabel 2. 6. Perbedaan Surfaktan Oleokimia dan Surfaktan Petrokimia (visdatin.com, 2008).....	21
Tabel 2. 7. Nilai tipikal tegangan permukaan dan antar muka (mN/m) (Holmberg, 2003)	24
Tabel 2. 8. Penentuan nilai HLB berdasarkan konsep Davies (Holmberg, 2003).....	29
Tabel 2. 9. Nilai HLB yang dibutuhkan berdasarkan fungsi (Holmberg, 2003)..	29
Tabel 3. 1. Variabel bebas dan terikat reaksi hidrogenasi.....	33
Tabel 3. 2. Peralatan yang digunakan dalam penelitian	34
Tabel 3. 3. Bahan bahan yang digunakan dalam penelitian	35
Tabel 4. 1. Variabel bebas dan terikat	42
Tabel 4. 2. Hasil perbandingan analisa kuantitatif VCO sebelum dan sesudah hidrogenasi menggunakan GCMS	43

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar B. 1 Spektrum VCO	xix
Gambar B. 2 Spektrum produk hasil hidrogenasi	xxix
Gambar C. 1 (a) katalis nikel (b) reaktor hidrogenasi.....	lii
Gambar C. 2. Produk hasil hidrogenasi	lii
Gambar C. 3 Proses pembuatan emulsi O/W	lii
Gambar C. 4 Pengukuran kestabilan emulsi O/W.....	lii
Gambar C. 5 Pengukuran tegangan permukaan air (a) tensiometer (b) cincin platina sebagai pengukur tegangan permukaan	liii
Gambar C. 6 Hasil pembuatan surfaktan setelah proses netralisasi	liii
Tabel B. 1 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 15%.....	xlvi
Tabel B. 2 Durasi kestabilan emulsi dengan produk hidrogenasi 20%:.....	xlvi
Tabel B. 3 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 25%:.....	xlvi
Tabel B. 4 Dengan penambahan produk hidrogenasi 15%:.....	xlvi
Tabel B. 5 Dengan penambahan produk hidrogenasi 20%:.....	xlvi
Tabel B. 6 Dengan penambahan produk hidrogenasi 25%:.....	xlvi
Tabel B. 7 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 15%:.....	xlvi
Tabel B. 8 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 20%:.....	xlvi
Tabel B. 9 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 25%:.....	xlvi
Tabel B. 10 Dengan penambahan produk hidrogenasi 15%:.....	xlix
Tabel B. 11 Dengan penambahan produk hidrogenasi 20%:.....	xlix
Tabel B. 12 Dengan penambahan produk hidrogenasi 25%:.....	xlix
Tabel B. 13 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 15%:.....	xlix
Tabel B. 14 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 20%:.....	l
Tabel B. 15 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 25%:.....	l
Tabel B. 16 Penurunan tegangan permukaan dengan penambahan produk hidrogenasi 15%:.....	l
Tabel B. 17 Penurunan tegangan permukaan dengan penambahan produk hidrogenasi 20%:.....	l
Tabel B. 18 Penurunan tegangan permukaan dengan penambahan produk hidrogenasi 25%:.....	l
Tabel B. 19. Hasil pengukuran tegangan permukaan air tanpa dan dengan penambahan surfaktan	li
Tabel B. 20. Durasi kestabilan emulsi dari penambahan Surfaktan SLS hasil penelitian.....	li

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehidupan di Indonesia yang berkembang membutuhkan sumber daya manusia yang selalu aktif dan produktif, sehingga sehat menjadi impian setiap orang. Adanya pemenuhan untuk dapat hidup sehat mendorong orang untuk hidup bersih. Berbagai bahan pembersih diproduksi untuk menyikapi hal ini. Surfaktan merupakan salah satu bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan bahan pembersih yang berfungsi mengikat kotoran karena adanya gugus hidrofob dan hidrofil.

Berdasarkan bahan bakunya surfaktan dibedakan menjadi surfaktan petrokimia dan surfaktan oleokimia. Surfaktan petrokimia merupakan hasil olahan atau produk turunan minyak mentah dan gas bumi, yang harganya terus meningkat belakangan ini karena semakin menipisnya cadangan minyak bumi. Harga minyak mentah di pasaran internasional yang mencapai semakin mahal, pada akhirnya akan mendorong naiknya harga surfaktan petrokimia itu sendiri. Selain itu surfaktan jenis ini juga sulit terdegradasi sehingga tidak aman bagi lingkungan.

Dengan pertimbangan tersebut maka alternatif menggunakan surfaktan oleokimia pun mulai dikembangkan untuk menggantikan bahan pembuatan surfaktan dari petroleum. Surfaktan oleokimia merupakan surfaktan yang diperoleh dari olahan bahan baku alami berupa minyak nabati. Selain dapat terbaharui surfaktan jenis ini juga lebih aman bagi lingkungan karena dapat terdegradasi.

VCO merupakan minyak nabati hasil olahan kelapa dan dapat dimanfaatkan menjadi FAS. Hal ini karena tingginya kandungan asam laurat dalam minyak kelapa sehingga dapat diolah menjadi surfaktan oleokimia berupa *sodium lauryl sulphate* melalui reaksi hidrogenasi metil laurat. Di Indonesia, tingkat produksi kelapa sangat tinggi yaitu sebesar 16,300,000 megaton pada tahun 2005 (wikipedia.com, 2008). Dengan lahan seluas 3,8 juta ha, kelapa merupakan tanaman budi daya terluas ketiga setelah padi dan kelapa sawit, tetapi

penyebarannya nomor dua terbesar setelah padi. Sekitar 97% areal kelapa merupakan perkebunan rakyat yang tersebar di seluruh Indonesia. Dengan produktivitas tanaman produktif rata-rata rata-rata 4.500 butir/ha/tahun, berarti potensi produksi kelapa dari 3,8 juta ha mencapai 17,19 miliar butir/tahun. Potensi ini memungkinkan Indonesia untuk mengembangkan produksi surfaktan oleokimia.

Proses pengolahan VCO menjadi surfaktan membutuhkan beberapa tahap yang melibatkan proses kimia antara lain adalah reaksi hidrogenasi yang menggunakan katalis logam. Katalis nikel dipilih sebagai alternatif yang ekonomis untuk menggantikan logam mulia seperti Pt dan Pd yang harganya relatif mahal.

Pada penelitian sebelumnya dalam pembuatan surfaktan SLS menggunakan VCO, lauril alkohol hasil hidrogenasi tidak terdeteksi saat dilakukan analisa *Gas Chromatography (GC)*. Namun demikian hasil hidrogenasi asam laurat tersebut sudah dapat digunakan untuk mereduksi tegangan permukaan pada lapisan emulsi minyak dan air. Tidak terdeteksinya lauril alkohol kemungkinan terjadi karena lauril alkohol yang didapat dari hasil hidrogenasi ikut terbawa pada gas buang (Andani, 2007). Lauril alkohol dari hasil hidrogenasi ini diperlukan sebagai reaktan yang akan digunakan untuk membuat surfaktan SLS dengan reaksi *sulfatasi* dan penetralan dengan Natrium Hidroksida.

Hal tersebut juga didasari oleh susunan perangkat hidrogenasi yang langsung terhubung dengan lingkungan. Pada perangkat hidrogenasi tersebut, reaktor terhubung dengan pipa keluar yang menghubungkan reaksi hidrogenasi dengan udara terbuka (Andani, 2007). Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan penyesuaian terhadap susunan perangkat hidrogenasi yang sesuai pada kondisi atmosferik dengan memperhatikan variabel yang mempengaruhi reaksi hidrogenasi diantaranya ialah suhu, laju alir H_2 , dan persen berat katalis.

Penyesuaian perangkat hidrogenasi dilakukan dengan mengadaptasi penelitian yang dilakukan James W. Kercheval dan Lloyd A. Armbruster yang menggunakan botol perangkap kondensat hasil reaksi dan perangkap H_2 pada reaksi hidrogenasi minyak biji kapas pada tekanan atmosferik. Dengan melakukan variasi terhadap variabel-variabel reaksi hidrogenasi pada perangkat

hidrogenasi yang sudah disesuaikan, maka dapat diperoleh konsentrasi *fatty alcohol* dalam jumlah yang optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, maka penulis merumuskan suatu masalah yang akan dijadikan pembahasan yakni :

1. Bagaimana pengaruh penyesuaian perangkat hidrogenasi dalam reaksi hidrogenasi VCO dengan katalis Ni terhadap konsentrasi *fatty alcohol* yang dihasilkan.
2. Seberapa besar kestabilan emulsi dan penurunan tegangan permukaan yang dihasilkan.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mendapatkan *yield fatty alcohol* dari proses hidrogenasi metil ester untuk membuat surfaktan FAS.
2. Menguji kemampuan emulsifier surfaktan yang dihasilkan melalui uji tegangan permukaan dan kestabilan emulsi.
3. Menghasilkan produk berupa surfaktan FAS dari proses sulfatasi dan netralisasi fatty alkohol hasil hidrogenasi VCO.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup pada penelitian ini dibatasi pada hal – hal berikut :

1. Bahan baku yang digunakan pada percobaan yaitu VCO yang dibeli dari PT NinaNature Indonesia, Sulawesi Barat.
2. Pengujian kandungan VCO dan *fatty alcohol* dilakukan dengan analisa kuantitatif menggunakan metode GCMS.
3. Variabel yang divariasikan pada reaksi hidrogenasi adalah suhu, laju alir gas H₂, dan persen berat katalis.
4. Pengujian surfaktan dilakukan dengan beberapa metode yaitu menggunakan pengukuran tegangan permukaan dengan metode cincin (*ring method*) dan melakukan pengukuran stabilitas emulsi dengan metode emulsi *oil in water* (O/W).

1.5 Sistematika Penulisan

Studi reaksi hidrogenasi ini dilakukan dengan melakukan uji kemampuan produk hasil hidrogenasi untuk menurunkan tegangan permukaan dan kestabilan emulsi O/W yang dihasilkan dengan penambahan produk hidrogenasi tersebut. Reaksi hidrogenasi akan dilakukan dengan beberapa variasi yang dapat mempengaruhi reaksi yaitu suhu reaksi, persen berat katalis terhadap reaktan hidrogenasi dan laju alir hidrogen. Hasil dari studi reaksi ini yaitu berupa kondisi optimum reaksi sehingga diperoleh produk yang dapat diolah menjadi surfaktan berdasarkan kemampuan menurunkan tegangan permukaan dan kestabilan emulsi O/W yang dihasilkan produk hidrogenasi tersebut.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 State of the Art

2.1.1. Penelitian yang Dilakukan di Dunia

Berdasarkan bahan baku pembuatannya surfaktan dapat dibagi menjadi dua yaitu surfaktan petrokimia dan surfaktan oleokimia. Pada pembuatan surfaktan petrokimia, alkohol diperoleh dengan cara merubah hidrokarbon rantai bercabang menjadi rantai lurus. Pada tahun 1938, Otto Roelen mengembangkan reaksi okso (hidroformilasi) untuk menghasilkan aldehid dari olefin, CO dan H₂ sehingga dapat di olah menjadi okso-alkohol. Setelah itu mulai dikembangkan pembuatan alkohol primer linear dengan mengoksidasi trialkil aluminium menjadi aluminium alkoholat diikuti dengan proses hidrolisis dalam sistem yang tertutup. Proses ini dikembangkan pada tahun 1954 oleh Karl Ziegler. Hasil dari kedua proses ini kemudian dibuat menjadi surfaktan anionic berupa LAS (Brackmann, 2004).

Pada pembuatan surfaktan oleokimia, salah satunya diawali oleh Fremy pada tahun 1831. Fremy membuat surfaktan pertama yaitu dengan mereaksikan minyak zaitun dengan asam belerang. Kemudian mulai berkembang di tahun 1930, dimana fatty alcohol mulai dikembangkan sebagai bahan dasar pembuatan surfaktan dengan melakukan hidrogenasi katalitis pada turunan minyak kelapa dan minyak biji palem secara paralel oleh Deutsche Hydrierwerke di Jerman, dan E.I. DuPont di Amerika Serikat. Fatty alcohol ini diperoleh melalui dua tahap, pertama yaitu dengan melakukan reaksi transesterifikasi pada minyak kemudian hasil dari reaksi transesterifikasi ini dihidrogenasi menggunakan katalis tembaga krom pada tekanan diatas 3000 psi dan suhu 200⁰C (Schick, 2009).

Brian D. Condon pada tahun 1993 membandingkan surfaktan yang dihasilkan melalui proses Ziegler terhadap surfaktan oleokimia dari minyak kelapa dan minyak biji palem. Dari penelitian yang ia lakukan, hasil perbandingan menunjukkan bahwa surfaktan oleokimia memiliki kemampuan mencuci yang tidak jauh berbeda dengan surfaktan petrokimia (Condon, 1993). Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Karlheinz Hill pada tahun 2000. Hasil penelitian yang ia

lakukan menunjukkan bahwa surfaktan oleokimia memungkinkan perkembangan yang kompetitif, ramah konsumen dan ramah lingkungan (Hill, 2000).

Di tahun 1997, Rieke dkk melakukan reaksi hidrogenasi metil laurat menggunakan katalis tembaga-kromium oksida pada suhu 280°C dengan tekanan gas hidrogen sebesar 13,8 MPa untuk melihat reaksi samping yang terjadi selama proses hidrogenasi berlangsung dalam pembuatan fatty alcohol. (Rieke dkk, 1997). Selanjutnya pada tahun 2006, Virginie Zuzaniuk melakukan penelitian untuk menggantikan katalis kromium karena sifatnya yang toksik dengan variasi katalis CuZn-Pt, CuZn-Ni, CuZn-Rh, CuZn-Ru, dan CuZn-Pd dengan suhu reaksi 250°C dan tekanan 50 bar (Zuzaniuk dkk, 2006).

Selain fatty alcohol yang dibuat menggunakan minyak kelapa, pembuatan surfaktan juga dilakukan dengan mensintesis 1-O-aminoasil-3-O-alkil asil gliserol menggunakan enzim lipase seperti yang telah dilakukan oleh Chen dkk pada tahun 1999 (Chen dkk, 1999). Sedangkan Hedman dkk membuat surfaktan dengan melakukan proses epoksidasi asam lemak minyak pinus (Hedman dkk, 2003).

2.1.2. Penelitian yang Dilakukan di Indonesia

Penelitian mengenai pembuatan surfaktan dengan bahan alam di Indonesia dilakukan oleh tim peneliti dari Teknik Kimia UI. Surfaktan yang dikembangkan yaitu surfaktan dengan bahan baku minyak kelapa. Pada tahun 2006, Astri melakukan penelitian terhadap proses transesterifikasi minyak kelapa dalam pembuatan surfaktan SLS (*Sodium Lauryl Sulfate*) (Astri, 2006).

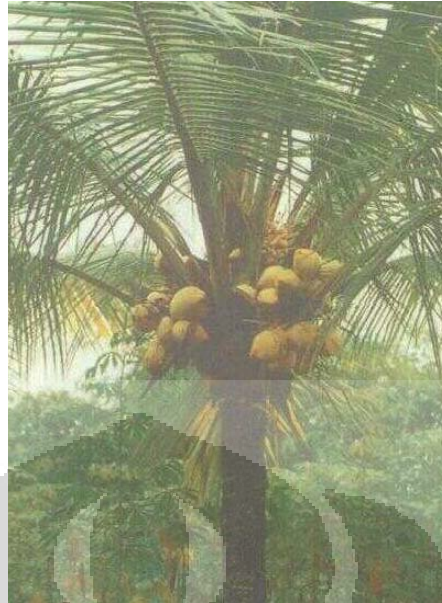
Selanjutnya, di tahun 2007 Desti dan Wiwik melakukan perbandingan aktivitas katalis Ni dan katalis Cu pada reaksi hidrogenasi metil ester untuk pembuatan surfaktan SLS. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Katalis yang lebih reaktif dalam mengkatalis metil laurat untuk menghasilkan lauril alkohol pada reaksi hidrogenasi adalah katalis Ni. Di tahun yang sama, dilakukan studi terhadap pengaruh kondisi operasi reaksi hidrogenasi metil laurat dengan katalis nikel untuk pembuatan surfaktan SLS oleh Desti Andani. Dari penelitian ini, diketahui bahwa tidak terdapat kandungan laurel alcohol dari reaksi hidrogenasi namun diperoleh kemampuan surfaktan dengan kondisi hidrogenasi yang optimum pada suhu 270°C dengan katalis sebanyak 30% berat reaktan dan laju alir hidrogen 1 mL/s (Andani, 2007).

Tabel 2. 1. Road map state of the art pembuatan surfaktan anionik berdasarkan bahan baku fatty alkohol yang digunakan.

Minyak kelapa	Virginie Zuzaniuk (2006), variasi katalis	Desti (2007), katalis Ni	Sutariyono (2008), katalis Ni
	Rieke (1997), katalis Cu-Cr		
	Deutsche Hydrierwerke (1930), katalis Cu-Cr	Wiwik (2007), katalis Cu	
Minyak biji palem	E.I. DuPont (1930), katalis Cu-Cr		
Minyak zaitun		Fremy (1831)	
Petroleum			Karl Ziegler (1954)
			Otto Roelen(1938)
	Tekanan tinggi (sistem tertutup)	Tekanan rendah (sistem terbuka)	Tekanan rendah (sistem tertutup)

2.2 Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan tumbuhan dari keluarga *Arecaceae* (keluarga palma) dengan genus *cocos*. Pohon kelapa merupakan pohon palma yang besar, tumbuh hingga lebih dari 27 meter, dengan batang tegak, silindris berdiameter batang 30 – 45 cm, permukaan kasar dan berwarna coklat. Pohon kelapa memiliki pelepah daun (*pinnate*) sepanjang 2-6 meter dengan helaian daun (*pinnae*) sepanjang 60-100 cm dan lebar daun 3–4 cm. Buahnya terdiri atas berbagai lapisan. Bagian *mesocarp* buah ini memiliki sabut dan terdapat tempurung (*endocarp*) di dalamnya. Dan tempurung inilah yang melindungi lapisan daging kelapa (kopra) yang putih dan lembut. Kelapa mulai berbunga pada umur 3-4 tahun (wikipedia.org, 2008). Hasil optimum diperoleh pada saat pohon kelapa tersebut berumur sepuluh hingga dua belas tahun.



Gambar 2. 1 Kelapa

Kelapa memerlukan hujan sebanyak 1.300 - 2.300 mm/tahun dengan suhu di antara 27-28 °C dan kelembaban di antara 80-90% (agrolink.moa.my, 2008). Sebaiknya kelapa ditanam pada tanah yang mempunyai pengairan dan struktur yang baik. Biasanya tanah seperti itu terdapat di negara-negara yang beriklim tropis. Tabel 2.1 berikut ini menunjukkan Indonesia sebagai negara penghasil kelapa terbanyak di dunia.

Tabel 2. 2 10 Negara penghasil kelapa terbanyak di dunia pada tahun 2005 (wikipedia.com, 2008)

Negara	Produksi ^C (Int \$1000)	Produksi ^F (MT)
Indonesia	1,474,172	16,300,000
Philippines	1,311,380	14,500,000
India	859,180	9,500,000
Brazil	274,380	3,033,830
Sri Lanka	176,358	1,950,000
Thailand	135,660	1,500,000
Mexico	86,732	959,000
Vietnam	85,014	940,000
Malaysia	64,212	710,000
Papua New Guinea	58,786	650,000

F = FAO estimate, C = Calculated figure

2.2 Virgin Coconut Oil (VCO)

Minyak kelapa diperoleh dari buah tanaman kelapa yaitu pada bagian inti buah kelapa (*kernel* atau *endosperm*). Pada inti buah tanaman kelapa terdapat

kandungan minyak kelapa sebanyak 34 % dengan kelembaban 6-8 % (Tambun, 2007). Minyak kelapa yang dibuat dengan menerapkan penggunaan panas yang minimal dan sama sekali tidak menggunakan bahan kimia dikenal dengan nama *Virgin Coconut Oil* (VCO). Pada pengolahan minyak menggunakan uap panas maka warna kuning yang disebabkan oleh karoten akan mengalami degradasi (Tambun, 2007). Selain itu penggunaan panas minimal dimaksudkan untuk mempertahankan kandungan kimia dan nutrisi, terutama asam lemak di dalam minyak sehingga minyak yang dihasilkan menjadi lebih sehat dan memiliki kandungan asam lemak yang mirip dengan buah kelapa segarnya sebelum diproses. Ciri-ciri VCO adalah bening (tidak berwarna), memiliki aroma dan rasa khas buah kelapa (Syah, 2005). Beberapa cara pembuatan minyak kelapa murni yang telah dikenal antara lain : cara mekanis, cara pancingan, dan cara fermentasi (Syah, 2005).

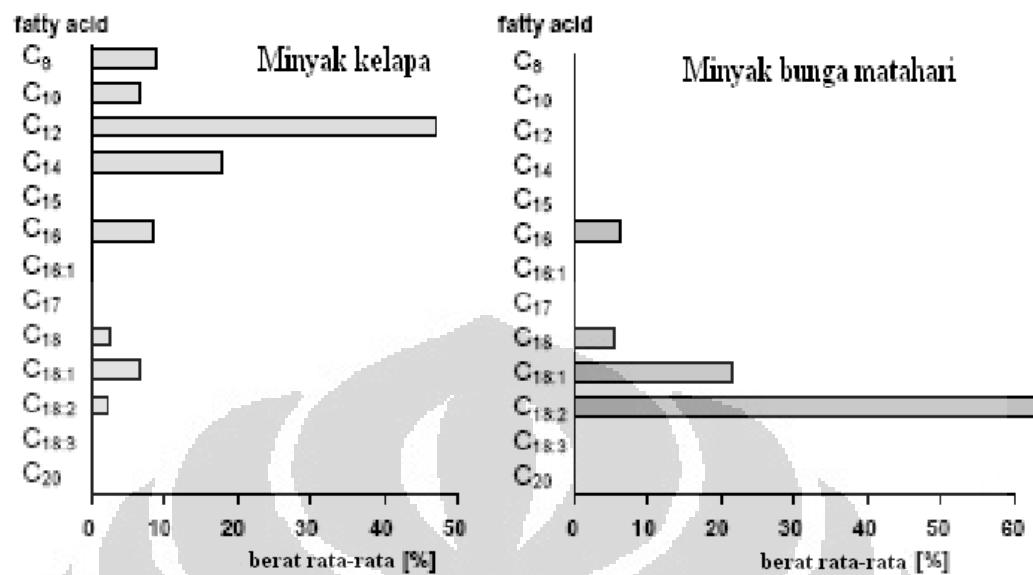
Bahan baku utama pada pembuatan VCO adalah daging kelapa. Berdasarkan kandungan asam lemaknya, VCO digolongkan ke dalam minyak asam laurat, karena kandungan asam lauratnya paling besar jika dibandingkan dengan asam lemak lainnya. Pada Tabel berikut ini dapat dilihat komposisi asam lemak yang terdapat di dalam VCO.

Tabel 2. 3. Hasil Analisis Kandungan Asam Lemak Minyak Kelapa Murni (Syah, 2005)

No.	Jenis Asam Lemak	Kandungan
1.	C6:0 asam kaproat	0,4 – 0,6 %
2	C8:0 asam kaprilat	5,0 – 10,0 %
3.	C10:0 asam kaprat	4,5 – 8,0 %
4.	C12:0 asam laurat	43,0 – 53,0 %
5.	C14:0 asam miristat	16,0 – 21,0 %
6.	C16:0 asam palmitat	7,5 – 10,0 %
7.	C18:0 asam stearat	2,0 – 4,0 %
8.	C18:1 asam oleat	5,0 – 10,0 %
9.	C18:2 asam linoleat	1,0 – 2,5 %
10.	C18:3 – C24:1	<0,5 %

Minyak kelapa memiliki karakteristik tersendiri yang membedakannya dari minyak nabati yang lain. Pada Gambar 2.2 dan Tabel 2.3 dapat dilihat

komposisi asam lemak dalam minyak kelapa serta perbandingannya dengan komposisi asam lemak yang ada dalam minyak yang lain.



Gambar 2. 2. Komposisi minyak kelapa dan minyak bunga matahari (Karlheinz Hill, 2000)

Tabel 2. 4. Perbandingan komposisi asam lemak minyak kelapa dengan minyak dan lemak lainnya (Zamora, 2005)

Jenis minyak atau lemak	Jenuh					Tak jenuh tunggal	Tak jenuh jamak	
	As. Kaprat	As. Laurat	As. Miristat	As. Palmitat	As. Stearat	As. Oleat	As. Linoleat	As. α -Linoleat
minyak almond	-	-	-	7	2	69	17	-
lemak sapi	3	3	11	27	12	29	2	1
lemak kambing	7	3	9	25	12	27	3	1
minyak canola	-	-	-	4	2	62	22	10
minyak kelapa	6	47	18	9	3	6	2	-
minyak jagung	-	-	-	11	2	28	58	1
minyak biji kapas	-	-	1	22	3	19	54	1
lemak babi	-	-	2	26	14	44	10	-
minyak Zaitun	-	-	-	13	3	71	10	1
minyak kelapa sawit	-	-	1	45	4	40	10	-

2.3 Sifat Fisik dan Kimia VCO

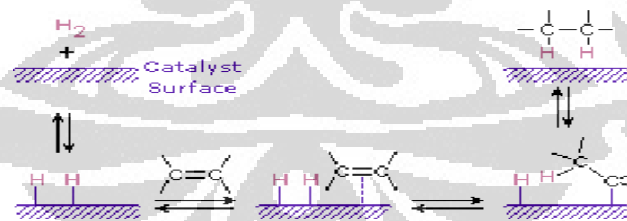
Minyak kelapa memiliki karakteristik tersendiri yang membedakannya dari minyak nabati lainnya yaitu dengan menggunakan sifat fisik dan kimianya. Berikut ini merupakan tabel sifat fisik dan kimia dari minyak kelapa. Sifat fisis minyak kelapa dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2. 5. Sifat fisis minyak kelapa (ibiblio.org, 2008)

Tampilan (<i>appearance</i>)	Cairan, bening (tanpa pengotor)
Viskositas kinematis (cS)	20 pada suhu 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

2.4 Reaksi Hidrogenasi

Hidrogenasi merupakan reaksi kimia yang bersifat reduksif, dimana hasilnya merupakan adisi (pemutusan) hidrogen (H_2). Proses ini biasanya dilakukan terhadap senyawa organik yang tidak jenuh seperti alkena, keton, dan lain-lain. Kebanyakan reaksi hidrogenasi menambahkan secara langsung hidrogen diatomik (H_2) pada kondisi *under pressure* (diberikan tekanan) dan biasanya dengan menambahkan katalis (wikipedia.com, 2008).

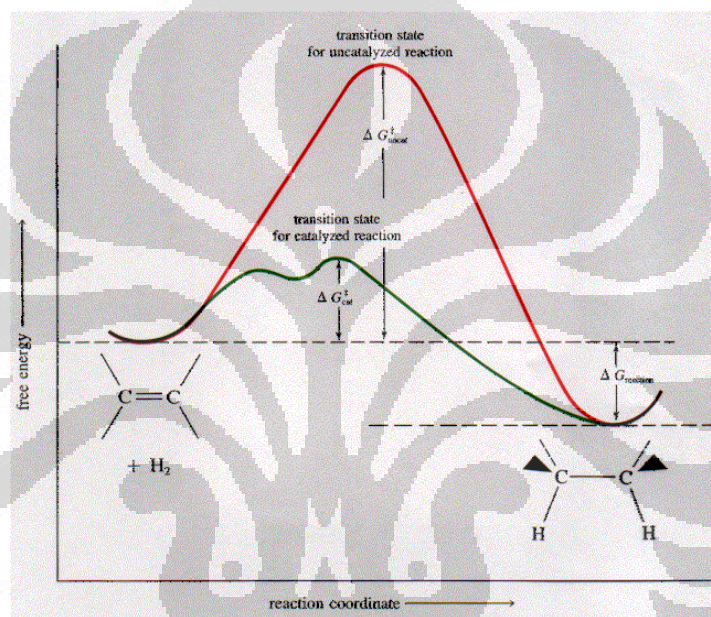


Gambar 2. 3. Mekanisme reaksi hidrogenasi pada permukaan katalis (cem.msu.edu, 2008)

Reaksi hidrogenasi berlangsung pada suhu dan tekanan yang beragam, tergantung pada reaktan atau yang direaksikan. Hidrogenasi merupakan reaksi yang sangat eksotermis (wikipedia.com, 2008). Berdasarkan tekanannya, proses hidrogenasi dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu:

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

Semua reaksi hidrogenasi terhadap senyawa organik harus menggunakan logam sebagai katalis. Tanpa katalis logam, maka reaksi antara senyawa organik dengan hidrogen tidak akan terjadi pada suhu 480°C . Logam golongan platinum seperti platinum, palladium, dan rhodium merupakan katalis yang sangat tinggi keefektifannya. Akan tetapi karena harganya yang sangat mahal, maka sering juga digunakan katalis berbasis nikel sebagai katalis alternatif yang lebih ekonomis dalam proses hidrogenasi (wikipedia.com, 2008). Selain itu penggunaan nikel juga dikarenakan sifatnya yang *inert* terhadap minyak (fst.osu.edu, 2008)



Gambar 2. 4. Energi aktivasi reaksi hidrogenasi dengan dan tanpa katalis (library-tedankara.k12.tr, 2008)

Reaksi hidrogenasi menggunakan katalis logam 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 sulfasi (*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 (Gervajio, 2005).

Persamaan reaksi pada peristiwa hidrogenasi pada metil ester adalah sebagai berikut (Gervajio, 2005):



Dalam proses hidrogenasi ester menjadi produk alkohol, terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi hasil reaksi (fst.ag.ohio-state.edu, 2008), 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 (*fatty alcohol*) yang dihasilkan.

b. Laju Alir H₂

Laju alir H₂ berbanding lurus dengan konsentrasi *fatty alcohol* yang dihasilkan, sehingga semakin besar laju alir H₂ yang terjadi maka semakin banyak konsentrasi produk yang dihasilkan.

c. Waktu Reaksi

Waktu reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi *fatty alcohol* yang dihasilkan, sehingga semakin besar waktu reaksi yang digunakan maka semakin banyak *fatty alcohol* 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

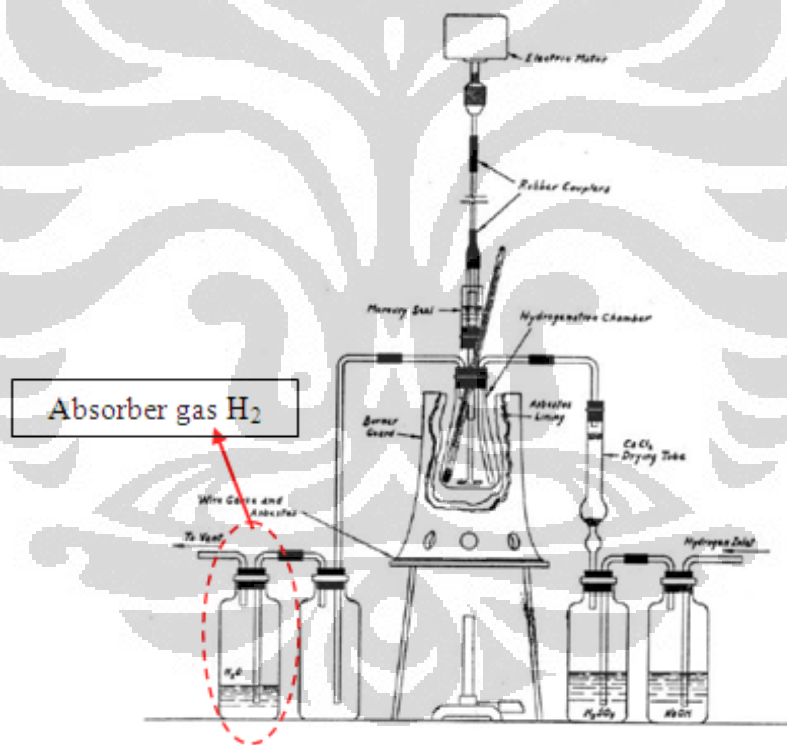
Semakin tinggi kereaktifan katalis, maka reaksi hidrogenasi yang terjadi akan semakin cepat pada suhu yang lebih rendah.

	Selectivity Ratio	<i>Trans</i> -Content	Reaction Rate
Temperature	↑	↑	↑
Pressure	↑	↓	↑
Agitation	↑	↓	↑
Catalyst	↑	↑	↑

Gambar 2. 5. Hubungan antara kondisi proses dan pengaruhnya terhadap rasio selektivitas, kandungan *trans fatty acid* serta laju reaksi (fst.ag.ohio-state.edu, 2008)

2.5 Perangkat Hidrogenasi

Reaksi hidrogenasi bersifat eksotermis, sehingga perangkat yang digunakan haruslah dapat mengakomodir hal tersebut. Oleh karena itu biasanya pada reactor hidrogenasi selalu diinsulasi menggunakan bahan yang tahan panas (media.wyle.org, 2008). Selain itu dengan adanya penggunaan gas H_2 yang mudah terbakar, biasanya perangkat hidrogenasi ditambahkan sebuah perangkap gas H_2 menggunakan botol atau labu yang berisi pelarut pada pipa gas buang dari reactor hidrogenasi (Kercheval, 1944). Hal ini dilakukan sebagai upaya pencegahan terjadinya kebakaran atau ledakan akibat gas H_2 yang keluar setelah reaksi. Selain itu perangkap ini juga dapat difungsikan untuk melarutkan zat yang terbawa keluar oleh gas buang dari reactor dengan menyesuaikan kelarutan zat terhadap pelarut yang tidak mudah terbakar.



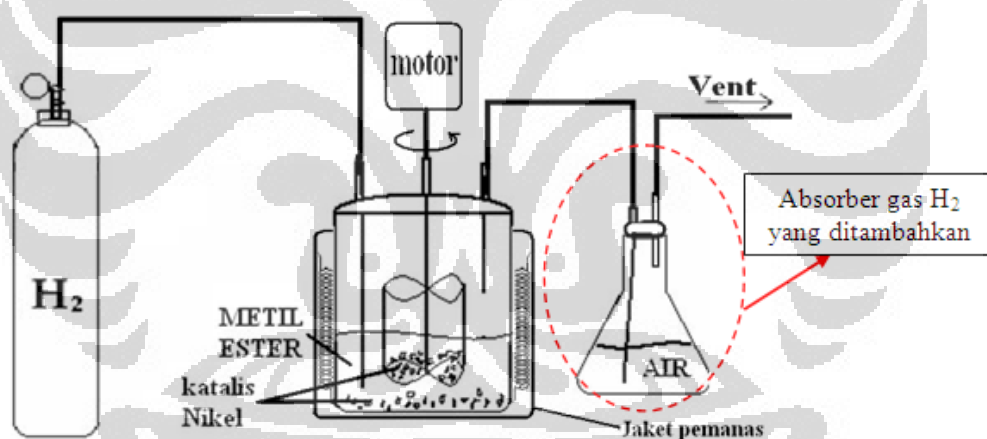
Gambar 2. 6. Perangkat hidrogenasi dengan perangkap gas H_2 (Kercheval, 1944)

Dalam hidrogenasi menggunakan katalis nikel, reaksi harus berlangsung pada tekanan sekitar 50 atm. Namun apabila perangkat yang digunakan tidak mampu mengakomodir pada tekanan tersebut maka perlu dilakukan penyesuaian untuk mendapatkan kondisi yang lebih selektif. Untuk dapat menghidrogenasi sampai 50% *trans fatty acid* pada tekanan 1-6 atm maka perlu adanya penggunaan

katalis lebih banyak dengan agitasi lebih sedikit dan suhu dinaikkan dalam reaktor tertutup (personal.ksu.edu, 2008).

Pada penelitian sebelumnya, perangkat yang digunakan berupa reactor tanpa menggunakan perangkat gas H₂. Suhu yang digunakan pada hidrogenasi metil laurat lebih tinggi daripada titik didih lauril alkohol yaitu 270°C, sedangkan titik didih lauril alkohol adalah 259°C. Dari analisis yang dilakukan dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dan GC MS (*Gas Chromatography Mass Spectrum*) tidak menunjukkan adanya produk yang diinginkan yaitu *fatty alcohol* (Andani, 2007).

Keterbatasan alat yang digunakan menyebabkan produk *fatty alcohol* ikut terbawa oleh gas H₂ keluar dari reactor. Untuk itu dalam penelitian ini perlu ditambahkan perangkat gas H₂ dalam susunan perangkat yang akan digunakan. Susunan perangkat yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 7. Perangkat hidrogenasi yang akan digunakan pada penelitian

2.6. Nikel

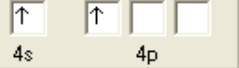
Nikel ditemukan oleh A. F. Cronstedt pada tahun 1751, namun penggunaan nikel telah banyak dilakukan jauh sebelum itu yaitu pada 3500 SM. Perunggu di Siria pada zaman itu diketahui mengandung nikel sebanyak 2%. Pada tahun 1400-1700 SM, di Cina orang-orang menyebut nikel sebagai tembaga putih karena keliru membedakan bijih perak dengan bijih nikel.


Name: NICKEL

List of properties:

Atomic number	28
Symbol	Ni
Name	NICKEL
Avg. atomic mass	58.6934
Electronegativity	2.0
Ionization energy	735
Density	8.91
Mass of most stable isotope	59
No. of stable isotopes	5
No. of isotopes	16
Discoverer	A.F. Cronstedt
Half-life of most stable isotope	75000 years
Year of discovery	1751
Melting point	1453
Boiling point	2732
Earth crust content	0.0099

Valence electrons:
Valence energy level: 4
Valence orbital: 4s
No. of valence electrons: 2

Orbital box diagram:

 4s 4p

Electron dot diagram:


Electron configuration:
 2 2 6 2 6 2 8
 1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d

Gambar 2. 8. Properti nikel (Jastrzebski, 1999)

Nikel merupakan logam berwarna putih keperak-perakan yang berkilat, keras dan mudah dibentuk (*ductile*). Karena sifatnya yang fleksibel dan mempunyai karakteristik-karakteristik yang unik seperti tidak berubah sifatnya bila terkena udara, ketahanannya terhadap oksidasi dan kemampuannya untuk mempertahankan sifat-sifat aslinya di bawah suhu yang ekstrim, nikel lazim digunakan dalam berbagai aplikasi komersial dan industri. Penggunaan nikel dilakukan secara besar-besaran untuk pembuatan baja tahan karat dan alloy lain yang bersifat tahan korosi, seperti Invar®, Monel®, Inconel®, dan Hastelloys®. Alloy tembaga-nikel berbentuk tabung banyak digunakan untuk pembuatan instalasi proses penghilangan garam untuk mengubah air laut menjadi air segar (chem-is-try.org, 2008).

Nikel banyak ditemukan dalam meteorit dan menjadi ciri komponen yang membedakan meteorit dari mineral lainnya. Meteorit besi atau siderit, dapat mengandung alloy besi dan nikel berkadar 5-25%. Nikel diperoleh secara komersial dari pentlandit dan pirotit di kawasan Sudbury Ontario, sebuah daerah yang menghasilkan 30% kebutuhan dunia akan nikel. Deposit nikel lainnya ditemukan di Kaledonia Baru, Australia, Cuba, Indonesia (tekmira.esdm.go.id, 2008).

Bijih nikel laterit merupakan salah satu sumber bahan logam nikel yang banyak terdapat di Indonesia, diperkirakan mencapai 11% cadangan nikel dunia. Bijih nikel yang kandungan nikelnya lebih kecil dari 2% belum dimanfaatkan dengan baik. Proses pengolahan bijih nikel laterit kadar rendah pada bijih nikel laterit jenis limonit dan jenis saprolit telah berhasil dilakukan.

Proses pengolahan dilakukan untuk menghasilkan nikel *matte* yaitu produk dengan kadar nikel di atas 75 persen. Tahap-tahap utama dalam proses pengolahan adalah sebagai berikut (pt-inco.co.id, 2008):

- Pengeringan di tanur pengering bertujuan untuk menurunkan kadar air bijih laterit yang dipasok dari bagian Tambang dan memisahkan bijih yang berukuran +25 mm dan – 25 mm.
- Kalsinasi dan reduksi di tanur pereduksi untuk menghilangkan kandungan air di dalam bijih, mereduksi sebagian nikel oksida menjadi nikel logam, dan sulfidasi.
- Peleburan di tanur listrik untuk melebur kalsin hasil kalsinasi/reduksi sehingga terbentuk fasa lelehan *matte* dan terak.
- Pengkayaan di tanur pemurni untuk menaikkan kadar Ni di dalam *matte* dari sekitar 27 persen menjadi di atas 75 persen.
- Granulasi dan pengemasan untuk mengubah bentuk *matte* dari logam cair menjadi butiran-butiran yang siap diekspor setelah dikeringkan dan dikemas.

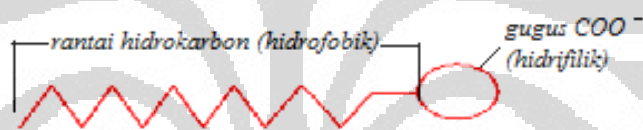
Bijih nikel dipanggang di udara menghasilkan NiO, yang kemudian direduksi dengan C menjadi Ni. Nikel biasanya dimurnikan dengan elektrodeposisi, namun dalam nikel yang tinggi kemurniannya tetap dibuat dengan proses karbonil. CO bereaksi dengan Ni yang tidak murni pada suhu 50°C dan tekanan biasa. Selain itu dengan anyaman nikel tembaga dalam keadaan yang lebih kuat dapat menghasilkan Ni(CO)₄ yang mudah menguap, di mana logam dengan kemurnian 99,90-99,99 % diperoleh pada komposisi termal 200 ° C.

2.7. Surfaktan

Surfaktan berasal dari kata *surfactant* (*surface-active agent* atau zat aktif-permukaan). Pada konsentrasi rendah, surfaktan mempunyai sifat teradsorpsi pada permukaan atau antarmuka sistem (dan mengubah sifat permukaan atau antarmuka sistem tersebut). Adsorpsi surfaktan mengubah sifat-sifat permukaan atau antarmuka sistem, seperti tegangan permukaan dan tegangan antarmuka.

Istilah permukaan digunakan untuk antarmuka antara gas dengan padatan atau cairan, sedangkan istilah antarmuka digunakan bila tidak terdapat gas sebagai salah satu fasa. Molekul surfaktan mengandung suatu ujung hidrofobik (satu rantai karbon atau lebih) dan satu ujung hidrofilik (Gambar 2.9). Bagian yang bersifat hidrofobik larut dalam zat-zat non-polar, sedangkan bagian yang hidrofilik larut dalam air. Struktur surfaktan ini dikenal dengan struktur amphifatik.

Surfaktan memiliki kemampuan untuk mengemulsi kotoran berminyak sehingga dapat dibuang dengan pembilasan. Kemampuan ini disebabkan oleh dua sifat surfaktan. Pertama, bagian hidrofobik surfaktan ini larut dalam zat non-polar, seperti tetesan-tetesan minyak. Kedua, ujung yang hidrofilik yang tertarik pada air, ditolak oleh ujung hidrofobik surfaktan yang menyembul dari tetesan minyak lain. Karena tolak-menolak antara tetes-tetes surfaktan-minyak, maka minyak itu tidak dapat saling bergabung, tetapi tetap tersuspensi.

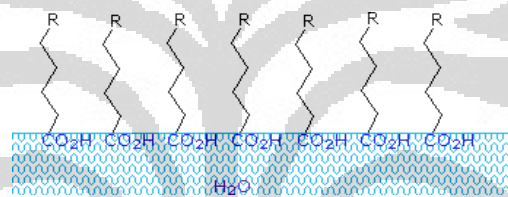


Gambar 2. 9. Skema umum surfaktan

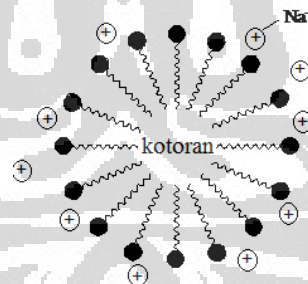
Surfaktan merupakan bahan utama dalam pembuatan sabun dan deterjen. Sabun merupakan garam-garam sodium atau natrium asam lemak. Sabun memiliki kemampuan untuk membersihkan dan juga berfungsi sebagai pengemulsi. Salah satu ujung molekul sabun, yaitu gugus karboksilat yang hidrofilik (misalnya -COO^- yang terikat dengan Na^+ or K^+) larut di dalam air sementara rantai hidrokarbon yang hidrofobik (misalnya $\text{C}_{17}\text{H}_{35}$ -) larut dalam lemak (kotoran). Molekul-molekul seperti ini disebut amfiphilik atau amfipatik. Asam lemak yang terdiri atas atom karbon nomor sepuluh atau lebih hampir tidak larut di dalam air dan karena densitasnya yang rendah, maka asam lemak akan terapung ketika bercampur dengan air. Asam lemak-asam lemak ini menyebar secara merata di seluruh permukaan air dan membentuk lapisan monomolekular dimana gugus karbonilnya yang polar yaitu hidrogen, terikat pada permukaan air, dan rantai hidrokarbon bergabung bersama dan menjauhi air. Substansi-substansi yang terakumulasi pada permukaan air dan mengubah sifat-sifat permukaan

tersebut disebut sebagai surfaktan. Hampir semua partikel kotoran yang menempel pada kulit maupun pakaian terdispersi di dalam minyak yang tidak larut di dalam air. Sabun memindahkan partikel-partikel lemak dan kotoran dengan cara mengemulsi lemak dan kotoran tersebut (dengan rantai hidrokarbon yang dimilikinya). Setelah itu, partikel-partikel teremulsi yang mengandung lemak dan kotoran tersebut dilepaskan oleh air (Gambar 2.10).

Molekul-molekul surfaktan berkumpul secara reversibel membentuk kumpulan polimolekular yang disebut dengan *micelles*/misel (Gambar 2.11), dengan rantai karbon yang nonpolar dan molekul-molekul kotoran di pusatnya dan gugus COO^- pada bagian luarnya. Singkatnya, keberadaan sabun atau deterjen pada air membersihkan objek yang basah dan melepaskan kotoran yang tidak larut dalam air dengan mengumpulkannya dalam misel (media.wiley.org, 2008).



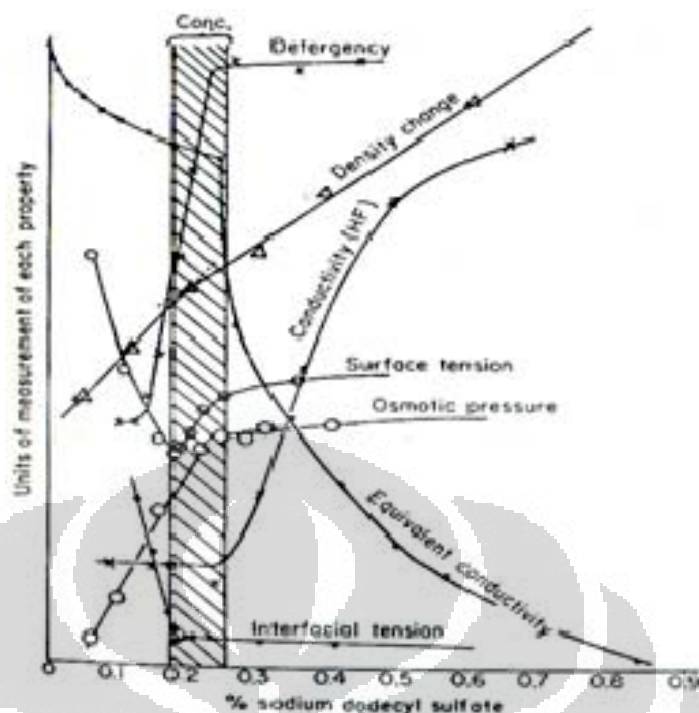
Gambar 2. 10. Molekul sabun pada permukaan air



Gambar 2. 11. Molekul sabun membentuk misel

Larutan surfaktan dalam air menunjukkan perubahan sifat fisik yang mendadak pada daerah konsentrasi yang tertentu. Perubahan yang mendadak ini disebabkan oleh pembentukan agregat atau penggumpalan dari beberapa molekul surfaktan menjadi satu, yaitu pada konsentrasi kritik misel (CMC) .

Pada konsentrasi kritik misel terjadi penggumpalan atau agregasi dari molekul-molekul surfaktan membentuk misel. Misel biasanya terdiri dari 50 sampai 100 molekul asam lemak dari sabun Sifat-sifat koloid dari larutan elektrolit sodium lauril sulfat dapat dilihat pada Gambar 2.12, dibawah ini:



Gambar 2. 12. Sifat-sifat koloid larutan elektrolit sodium lauril sulfat (Adamsons, 1982)

Surfaktan dapat dikelompokkan berdasarkan kepolaran bagian hidrofiliknya. Jenis-jenisnya adalah sebagai berikut (Salager, 2002):

1. 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).
2. Kationik, yaitu surfaktan dengan bagian aktif-permukaan mengemban muatan positif. Contohnya adalah $\text{RNH}_3^+\text{Cl}^-$ (garam amina rantai-panjang).
3. 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).
4. 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).

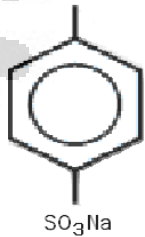
Sedangkan berdasarkan sifat gugus hidrofobiknya surfaktan terdiri dari:

- 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

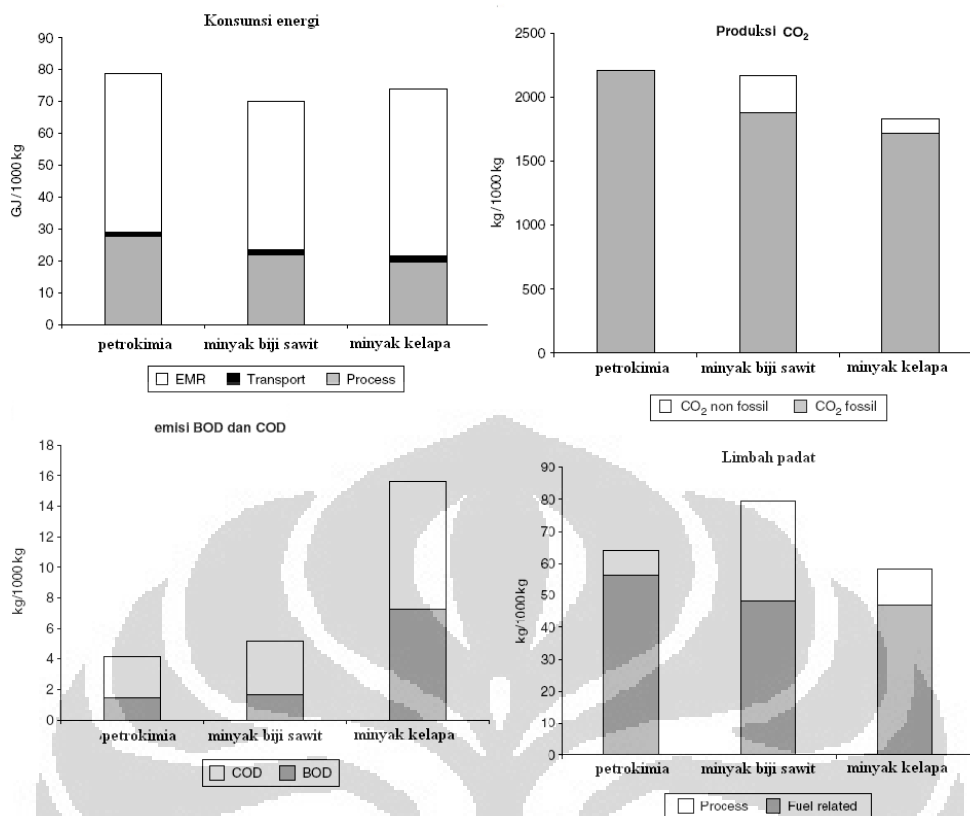
- f) Polimer propilen oksida dengan bobot molekul tinggi
- g) Gugus perfluoroalkil rantai panjang
- h) Gugus polisiloksan

Berdasarkan bahan baku pembuatannya, 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 dapat dilihat dari Tabel 2.5.

Tabel 2. 6. Perbedaan Surfaktan Oleokimia dan Surfaktan Petrokimia (visdatin.com, 2008)

	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 surfaktan	SLS (<i>Sodium Lauryl Sulfate</i>) $R-O-SO_3^- Na^+$	LAS (<i>Linear Alkylbenzene Sulfonate</i>) $CH_3-(CH_2)_m-CH-(CH_2)_n-CH_3$ 

Dari grafik pada Gambar 2.13 dibawah ini dapat dilihat bagaimana perbandingan dari siklus pembuatan surfaktan petrokimia dan oleokimia ditinjau dari segi konsumsi energi, produksi CO₂, emisi BOD & COD serta limbah padat yang dihasilkan.

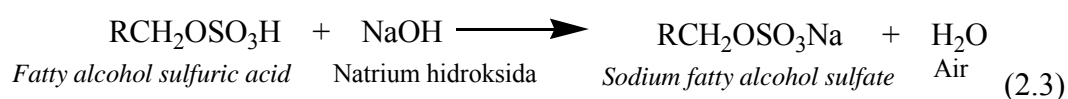


Gambar 2. 13 Perbandingan dari siklus pembuatan surfaktan petrokimia dan oleokimia ditinjau dari segi konsumsi energi, produksi CO₂, emisi BOD & COD serta limbah padat yang dihasilkan. (Stalmans dkk, 1995)

2.7.1 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 *biodegradable* (Gervajio, 2005). Surfaktan merupakan bahan dasar beberapa produk pembersih seperti sabun mandi, sabun pencuci muka, dan sabun cair.

FAS biasanya diproduksi dengan mereaksikan *fatty alcohol* dengan sulfur trioksida (SO₃), kemudian dinetralsir dengan natrium hidroksida (NaOH), dengan persamaan reaksi sebagai berikut (Gervajio, 2005) :



Produk antara dari reaksi ini biasanya campuran antara ester dan asam sulfur. Produk antara ini cukup tidak stabil sehingga harus dinetralkan segera. Produk akhir mengandung 1,5 % natrium sulfat, 1-1,5 % alkohol yang tidak bereaksi dan kurang dari 0,5 % alkali bebas.

Pada proses sulfasi, sumber SO_3 lain dapat digunakan seperti oleum ataupun asam klorosulfonat (Gervajio, 2005).

2.7.2 Tegangan Permukaan (Antarmuka) 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-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 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.

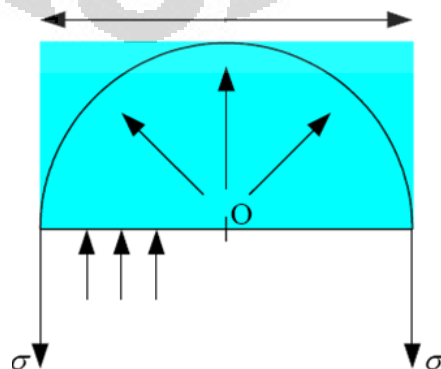
Tabel 2. 7. Nilai tipikal tegangan permukaan dan antar muka (mN/m) (Holmberg, 2003)

udara-air	72-73
udara-10% larutan NaOH	78
udara-larutan surfaktan	40-50
hidrokarbon alifatik-air	28-30
hidrokarbon aromatik-air	20-30
hidrokarbon-larutan surfaktan	1-10

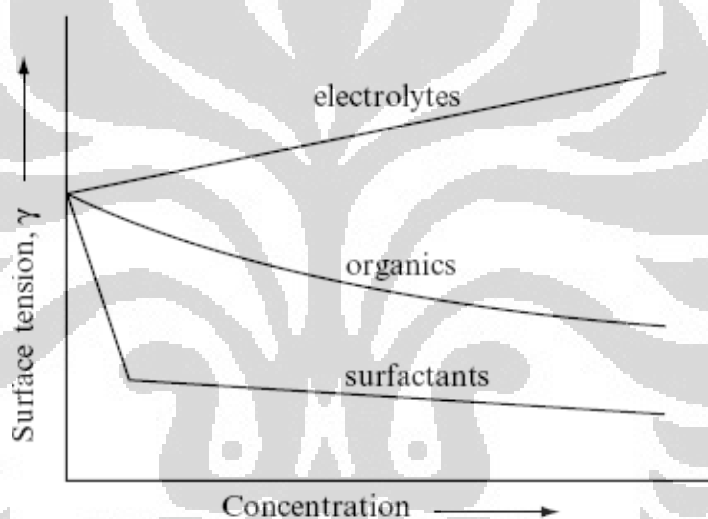
Ketika dua zat yang tidak saling bercampur bersentuhan, bidang kontak antara dua zat tersebut disebut antarmuka. Tegangan antarmuka merupakan jenis tegangan permukaan yang terjadi pada antarmuka kedua zat tersebut, sehingga kedua zat masih bisa dipisahkan satu sama lain. Ketika tegangan antarmuka meningkat maka gaya untuk memisah dari kedua zat juga semakin kuat (rikenvitamin.com, 2008).

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.

Adanya tegangan permukaan tersebut menaikkan tekanan didalam suatu tetesan cairan. Untuk suatu tetesan cairan dengan diameter D , tekanan internal p diperlukan untuk mengimbangi gaya tarik karena tegangan permukaan (σ), dihitung berdasarkan gaya yang bekerja pada suatu belahan tetesan cairan seperti pada Gambar 2.14.

**Gambar 2. 14.** Gaya-gaya yang bekerja pada tetesan air

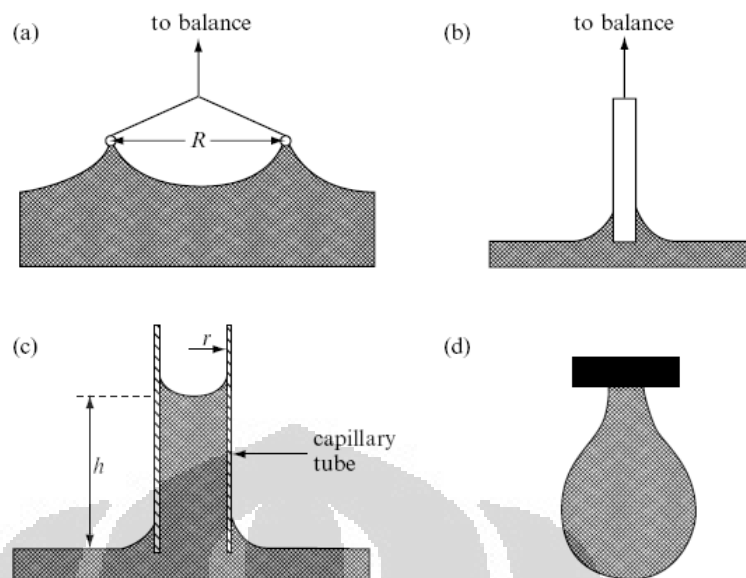
Bila dalam air terkandung surfaktan, molekul-molekul surfaktan mengalami orientasi dan teradsorpsi pada permukaan larutan dengan gugus hidrofobik menghadap ke udara. Dengan demikian permukaan larutan tertutupi dengan gugus hidrofobik surfaktan. Seperti telah disebutkan sebelumnya, tegangan permukaan 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 (media.wiley.org, 2008)



Gambar 2. 15. Pengaruh penambahan komponen terhadap tegangan permukaan dalam sistem cairan (Holmberg, 2003)

Tegangan permukaan cairan merupakan kerja yang dilakukan untuk memperluas permukaan cairan dalam satuan luas. Metode yang digunakan untuk mengukur tegangan permukaan, antara lain (Holmberg, 2003):

1. metode du Nouy
2. metode plat Wilhelmy
3. metode kenaikan kapiler
4. metode *pendant drop*



Gambar 2. 16. Pengukuran tegangan permukaan menggunakan (a) metode du Nouy, (b) metode plat Wilhelmy, (c) metode kenaikan kapiler, (d) metode *pendant drop* (Holmberg, 2003)

2.7.3 Stabilitas Emulsi Surfaktan

Emulsi adalah dispersi koloid zat cair dalam zat cair lain yang tidak bercampur. Koloid ini dapat dibuat dengan mengaduk campuran dua zat cair tersebut. Agar stabil, perlu diberikan emulgator, seperti macam-macam sabun, alkana sulfonat, atau sulfat yang panjang atau koloid liofil.

Emulsi dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Minyak dalam air apabila emulsi mengandung butir-butir minyak dalam air. Minyak berfungsi sebagai fasa terdispersi sementara air sebagai fasa kontinu.
2. Air dalam minyak apabila emulsi mengandung butir-butir air di dalam minyak.

Minyak merupakan zat cair yang tidak bercampur dalam air. Adanya penambahan ion-ion logam berat mengubah emulsi jenis pertama ke jenis kedua. Keduanya dapat dibedakan dengan dua cara:

1. Penambahan air atau minyak.
Bila air segera bercampur, emulsinya adalah minyak dalam air. Bila tidak emulsinya adalah air dalam minyak.
2. Penambahan elektrolit
Bila menambah daya hantar, emulsinya adalah minyak dalam air. Bila tidak emulsinya adalah air dalam minyak.

Bila dua larutan murni yang tidak saling campur/ larut seperti minyak dan air, dicampurkan, lalu dikocok kuat-kuat, maka keduanya akan membentuk sistem dispersi yang disebut emulsi. Secara fisik terlihat seolah-olah salah satu fasa berada di sebelah dalam fasa yang lainnya. Bila proses pengocokkan dihentikan, maka dengan sangat cepat akan terjadi pemisahan kembali, sehingga kondisi emulsi yang sesungguhnya muncul dan teramati pada sistem dispersi terjadi dalam waktu yang sangat singkat . Kestabilan emulsi ditentukan oleh dua gaya, yaitu (Kleinvelter, 1991):

- Gaya tarik-menarik yang dikenal dengan gaya London-Van Der Waals. Gaya ini menyebabkan partikel-partikel koloid berkumpul membentuk agregat dan mengendap,
- Gaya tolak-menolak yang disebabkan oleh pertumpang-tindihan lapisan ganda elektrik yang bermuatan sama. Gaya ini akan menstabilkan dispersi koloid

Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas emulsi, adalah (Holmberg, 2003):

1. Tegangan antarmuka rendah
2. Kekuatan mekanik dan elastisitas lapisan antarmuka
3. Tolakkan listrik double layer
4. Relatifitas phase pendispersi kecil
5. Viskositas tinggi.

Secara umum, sebuah emulsi dianggap tidak stabil secara fisik jika:

1. Fase internal atau fase terdispersi selama penyimpanan cenderung membentuk kumpulan bulatan (glubule),
2. bulatan-bulatan besar atau kumpulan dari bulatan tersebut naik ke permukaan atau turun ke dasar emulsi membentuk sebuah lapisan fase internal yang pekat, dan
3. Apabila semua atau sebagian cairan dari faase internal menjadi “tidak-teremulsi” dan membentuk lapisan berbeda pada bagian atas atau bawah emulsi sebagai akibat dari penggabungan butiran-butiran fase internal.

Disamping hal tersebut, emulsi bisa dipengaruhi oleh kontaminasi dan pertumbuhan mikroba dan perubahan-perubahan kimia dan fisik lainnya. 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 (Winarno, 1997).

Aturan umum dalam teknologi emulsi yaitu emulsifier yang terlarut dalam air akan cenderung menghasilkan emulsi minyak dalam air, sedangkan emulsifier yang terlarut dalam minyak akan menghasilkan emulsi air dalam minyak. Konsep ini disebut sebagai aturan Bancroft. Namun demikian, konsep ini lebih bersifat kualitatif. Untuk mengetahui secara kuantitatif hubungan antara sifat hidrofilik surfaktan dengan fungsinya dalam larutan, seorang ahli kimia bernama William C. Griffin pada tahun 1971 memperkenalkan konsep HLB (*Hydrophile Lipophile Balance*). Nilai HLB untuk surfaktan non-ionik dapat ditentukan melalui perhitungan secara sederhana sebagai berikut:

1. Untuk alcohol etoksilat dan alkilfenol etoksilat

$$HLB = \frac{\text{wt\% ethylene oxide}}{5} \quad (2.4)$$

2. Untuk polyol etoksilat

$$HLB = \frac{\text{wt\% ethylene oxide} + \text{wt\% polyol}}{5} \quad (2.5)$$

3. Untuk ester asam lemak atau polyol

$$HLB = 20 \left(1 - \frac{\text{saponification number}}{\text{acid number}} \right) \quad (2.6)$$

Konsep ini kemudian dikembangkan lagi menjadi konsep Davies yang mengenalkan skema penggunaan nilai HLB untuk kelompok bahan kimia penyusun surfaktan.

Tabel 2. 8. Penentuan nilai HLB berdasarkan konsep Davies (Holmberg, 2003)

Kelompok	Nilai HLB
Hidrofilik	
-SO ₄ Na	35,7
-CO ₂ K	21,1
-CO ₂ Na	19,1
N (amina tersier)	9,4
Ester (cincin sorbitan)	6,3
Ester bebas	2,4
-CO ₂ H	2,1
-OH bebas	1,9
-O	1,3
-OH(cincin sorbitan)	0,5
Lipofilik	
-CH ₃	- 0,475
-CH ₂ -	- 0,475
-CH-	- 0,475
-CH-	
HLB = 7 + Σ (nilai grup hidrofilik) + Σ (nilai grup lipofilik)	

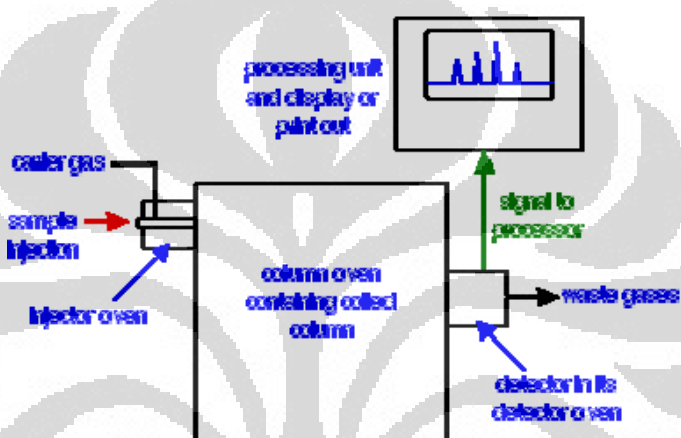
Tabel 2. 9. Nilai HLB yang dibutuhkan berdasarkan fungsi (Holmberg, 2003)

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

2.8 Kromatografi Gas

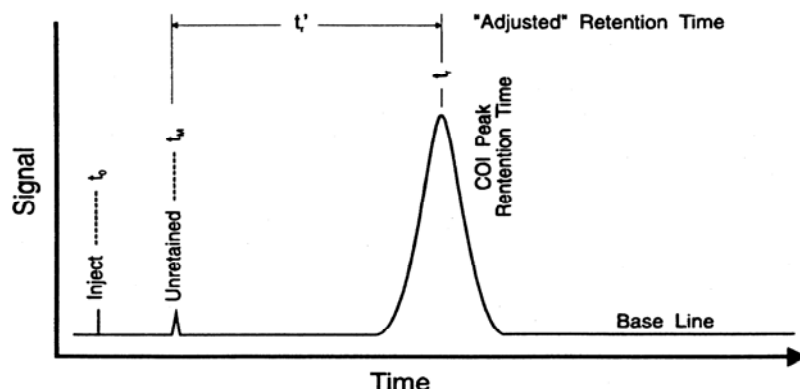
Kromatografi gas merupakan salah satu peralatan yang sangat penting di bidang kimia. Alat ini digunakan untuk untuk menganalisa suatu campuran secara kuantitatif juga secara kualitatif. Dengan demikian, gas kromatografi dapat digunakan untuk menganalisis komposisi campuran asam lemak.

Kromatografi gas merupakan teknik yang digunakan untuk 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.



Gambar 2. 17. Diagram alir kromatografi gas (chem-is-try.org, 2008)

Saat fasa bergerak melalui kolom, komponen dari sampel bersentuhan (kontak) dengan fasa stasioner. 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. 18. Kromatogram hasil GC secara umum (chem-is-try.org)

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 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). Identifikasi dapat dilakukan 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. Sedangkan diperkirakan konsentrasi komponen tersebut dalam sampel yang diuji dilakukan dengan mengukur luas area di bawah *peaks* tunggal dalam sebuah komponen sampel dan membandingkan tiap area dengan area total (Melvin, 1999).

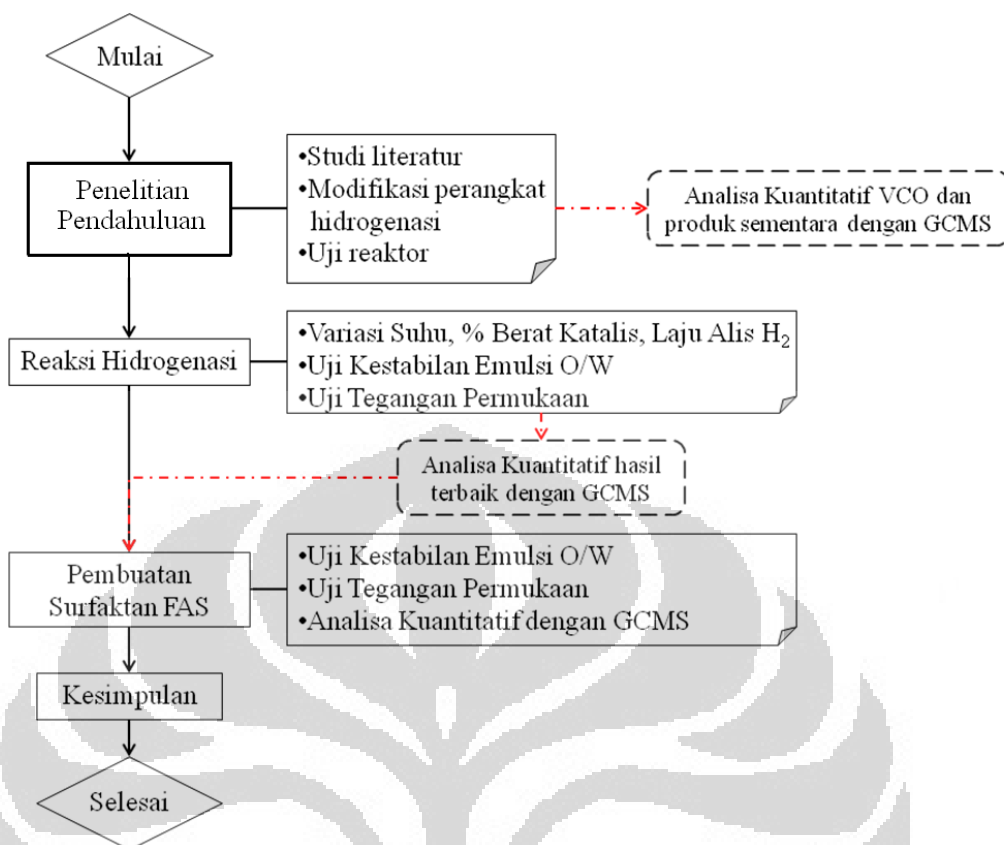
BAB III METODOLOGI PERANCANGAN

3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian terdiri atas delapan pekerjaan utama, yaitu:

1. Melakukan penelitian pendahuluan berupa studi literatur, modifikasi perangkat hidrogenasi dan pengetesan reaktor terhadap reaksi hidrogenasi .
2. Menganalisis komposisi hasil hidrogenasi pada blank test dengan menggunakan GCMS.
3. Melakukan proses hidrogenasi terhadap VCO melalui proses hidrogenasi menggunakan katalis Ni.
4. Melakukan pengujian produk hidrogenasi dengan uji kestabilan emulsi dan uji tegangan permukaan.
5. Menganalisis konsentrasi produk hidrogenasi dengan menggunakan GCMS
6. Melakukan reaksi sulfatasi menggunakan H_2SO_4 dan netralisasi menggunakan NaOH untuk memperoleh produk surfaktan.
7. Pengujian produk akhir sebagai surfaktan
8. Menganalisis komposisi senyawa surfaktan hasil hidrogenasi dengan menggunakan GCMS

Diagram alir rencana penelitian keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3. 1. Bagan alir rancangan penelitian

3.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini akan mengkaji reaksi hidrogenasi dengan melihat pengaruh variable berupa suhu, persen berat katalis Ni dan laju alir H_2 . Adapun variable bebas dan terikat pada reaksi hidrogenasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut :

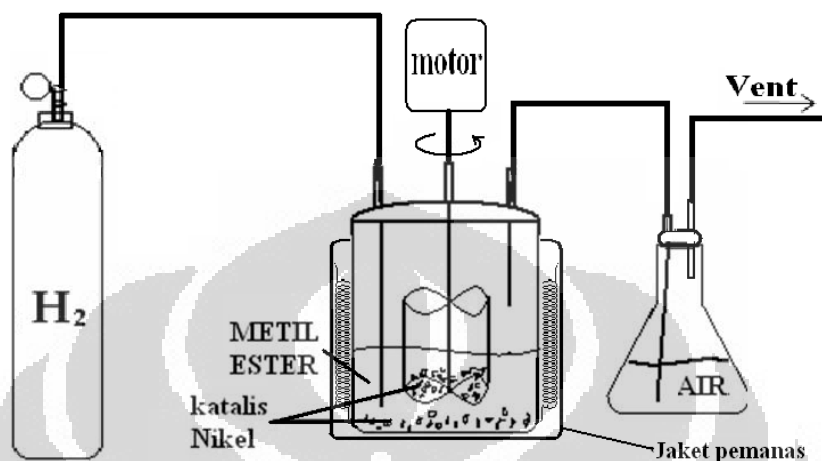
Tabel 3. 1. Variabel bebas dan terikat reaksi hidrogenasi

Variabel Bebas	Variabel Terikat
Suhu 160, 190, 220, 250, 280 ($^{\circ}C$)	Rasio H_2 /metil ester (50/1) Laju alir gas H_2 (1 mL/s) Persen berat katalis Ni (30% berat VCO)
Persen Berat Katalis 20, 25, 30, 35, 40 (% berat VCO)	Suhu ($250^{\circ}C$) Laju alir gas H_2 (1 mL/s) Rasio H_2 /metil ester (50/1)
Laju alir gas H_2 0,5; 1; 2; 3; 4 (mL/s)	Suhu ($250^{\circ}C$) Rasio H_2 /metil ester (50/1) Persen berat katalis Ni (30% VCO)

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pemodifikasian susunan perangkat hidrogenasi dengan memberikan penambahan perangkat gas H_2 menggunakan

labu erlenmeyer berisi air. Hal ini dilakukan terkait dengan masalah tidak diperolehnya lauril alkohol dari hasil reaksi hidrogenasi pada penelitian sebelumnya. Susunan perangkat hidrogenasi yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini :



Gambar 3. 2. Skema sederhana perangkat hidrogenasi

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 dengan skema sederhana dari perangkat hidrogenasi yang digunakan yaitu:

Tabel 3. 2. Peralatan yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Kegunaan
1.	Pipet tetes	Digunakan untuk pengambilan sampel larutan
2.	Timbangan	Untuk menimbang semua reaktan dan produk
3.	Kaca arloji	Tempat untuk menimbang katalis Nikel
4.	Spatula	Digunakan untuk mengambil Nikel dari wadahnya
5.	Beaker glass	Sebagai wadah untuk uji emulsi
6.	Corong pemisah	Wadah yang digunakan untuk pencucian metil ester
7.	Gelas ukur	Mengukur volume larutan
8.	Cawan penguap	Wadah untuk menguapkan surfaktan setelah proses sifonasi & netralisasi
9.	Stopwatch	Menghitung waktu yang diperlukan untuk setiap reaksi yang dilakukan dan durasi kestabilan emulsi
10.	Reaktor hidrogenasi	Untuk melakukan reaksi hidrogenasi Methyl Esther
11.	Termometer	Digunakan untuk mengukur suhu reaksi

12.	Tensiometer	Untuk melakukan pengukuran tegangan permukaan pada uji surfaktan
13.	Oven	Sebagai pemanas dalam regenerasi katalis nikel dan pemanasan surfaktan setelah proses sulfatasi & netralisasi
14.	Desikator	Mendinginkan surfaktan yang telah dipanaskan di oven untuk penghitungan kadar air

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian dapat terlihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 3. Bahan bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Bahan	Kegunaan
1.	Aquades	Bahan dalam uji kestabilan emulsi
2.	VCO	Reaktan pada reaksi hidrogenasi dan bahan untuk uji kestabilan emulsi surfaktan SLS hasil hidrogenasi
3.	NaOH p.a. pelet	zat untuk menetralkan hasil sulfatasi dengan H ₂ SO ₄
4.	H ₂ SO ₄	Reaktan pada reaksi sulfatasi
5.	Gas hidrogen	Reaktan untuk reaksi hidrogenasi
6.	Katalis Ni	Katalis pada reaksi hidrogenasi
7.	<i>Sodium lauryl sulfate</i> standar	Sebagai surfaktan FAS pembanding
8.	Indicator PP	Sebagai indikator asam basa

3.4. Lokasi Penelitian

- Laboratorium Dasar Proses Kimia (DPK) Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia, Depok
- Tempat pengujian GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrofotometry*) di PUSLABFOR MABES POLRI

3.5. Rancangan Percobaan

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

3.5.1. Reaksi hidrogenasi

Adapun tahap-tahap proses hidrogenasi adalah sebagai berikut:

1. Menimbang metil ester dan katalis Ni yang akan digunakan dalam reaksi hidrogenasi.
2. Menempatkan katalis Ni di dalam pengaduk besi berpori dan di dasar reaktor.
3. Menutup rapat reaktor dengan mengencangkan mur dan baut yang terdapat pada penutup reaktor.
4. Menutup rapat reaktor dengan mengencangkan mur dan baut yang terdapat pada penutup reaktor
5. Menyambungkan pipa gas H₂ keluar reaktor dengan labu erlenmeyer yang sudah diisi air.
6. Mengatur laju alir H₂ masuk dan mengecek kebocoran menggunakan air sabun.
7. Mengukur laju alir 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. Perangkat hidrogenasi dibongkar, produk hidrogenasi dikeluarkan, lalu isinya dituang ke dalam beaker glass untuk reaksi berikutnya.

Kondisi yang digunakan pada reaksi hidrogenasi ini adalah:

- | | | |
|--|---|-------------------------|
| a. Variasi temperatur reaksi (°C) | : | 160, 190, 220, 250, 280 |
| b. Persen berat katalis (%) | : | 20, 25, 30, 35, 40 |
| c. Laju alir gas H ₂ (mL/s) | : | 0.5, 1, 2, 3, 4 |

3.5.2. Gas Chromatography (GC)

Komposisi asam lemak dalam minyak kelapa, metil ester yang diperoleh dari transesterifikasi dan konsentrasi *fatty alcohol* hasil hidrogenasi dianalisis dengan menggunakan *gas chromatography mass spectrofotometry* (GC). Spesifikasi GCMS yang digunakan untuk analisis VCO dan hasil reaksi hidrogenasi adalah sebagai berikut:

Instrumen	: Agilent Technologies 6890 GC dan 5973 Inert Mass Selective Detector
Kolom	: HP 5 MS 30 m x 250 μ m x 0,25 μ m
Suhu Kolom	
Injektor	: 280 °C
Detektor	: 290 °C
Gas carrier	: N ₂
Volume Injeksi	: 1 μ L

3.5.3. Uji Produk Hasil Hidrogenasi

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

3.5.3.1 Pengukuran tegangan permukaan

1. Menyiapkan aquades dan menuangnya pada wadah sampel (*sample vessel*). Mengukur besar tegangan permukaan aquades.
2. Membuat campuran aquades dengan produk hasil hidrogenasi sebesar 20% berat aquades, menuangnya 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:

- a) Mengatur *buble 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: + 80 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.

3.5.3.2 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
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.
3. Menambahkan produk hasil hidrogenasi sebanyak 20% berat dari total liquid.
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.

3.5.4. Pembuatan surfaktan dari produk hidrogenasi

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

1. Mengambil 3 tetes larutan fatty alkohol hasil reaksi hidrogenasi ke dalam tabung reaksi.
2. Mereaksikan fatty 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).

3.5.5 Uji Surfaktan

3.5.5.1 Pengukuran tegangan permukaan

Prosedur yang diperlukan dalam pengukuran tegangan permukaan adalah sebagai berikut:

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

3.5.5.2 Penentuan durasi kestabilan emulsi

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

1. Menyiapkan erlenmeyer.
2. Mencampurkan aquades (senyawa polar) dan minyak (senyawa nonpolar) ke dalam erlenmeyer dengan perbandingan 4:1.
3. Menambahkan produk FAS sebanyak 20% berat dari total liquid.
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 penambahan surfaktan jenis lainnya yaitu SLS dan LAS komersil sebanyak 20% dari total aquades yang digunakan.

3.5.8. Hasil yang Diharapkan

- Mampu mendapatkan konsentrasi *fatty alcohol* dari reaksi hidrogenasi VCO.
- Pada reaksi hidrogenasi data yang didapat diharapkan dapat membentuk grafik fungsi variabel (suhu, persen berat katalis, dan laju alir gas H₂) terhadap konsentrasi fatty alkohol.
- Pada proses akhir, didapatkan surfaktan yang dapat menurunkan tegangan permukaan maupun antarmuka, serta dapat menstabilkan emulsi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan sebagai studi untuk mendapatkan kondisi optimum reaksi hidrogenasi VCO menggunakan katalis Ni pada reactor yang sudah mengalami modifikasi dengan menambahkan perangkat hidrogen. Pada reaksi hidrogenasi akan diamati beberapa variabel yang mempengaruhi reaksi hidrogenasi yaitu suhu, persen berat katalis, dan laju alir gas H₂. Produk hidrogenasi yang akan dihasilkan berupa fatty alcohol yang kemudian akan dibuat menjadi surfaktan oleokimia melalui proses sulfatasi dan netralisasi. Selanjutnya pada bagian ini akan ditampilkan data-data hasil penelitian yang dilakukan beserta analisisnya.

4.1 Perubahan Susunan Perangkat Hidrogenasi

Pada perubahan susunan perangkat hidrogenasi dilakukan penambahan perangkat gas H₂ pada perangkat hidrogenasi. Adanya penambahan ini dimaksudkan untuk melarutkan komponen yang terbawa oleh gas hidrogen yang keluar dari reactor karena pada penelitian sebelumnya, diketahui bahwa produk laurel alkoholyang diinginkan juga ikut terbawa gas hydrogen keluar hydrogen karena titik uapnya berada dibawah suhu reaksi (Andani, 2007). Dari hasil yang diperoleh selama penelitian ini dilakukan tidak terlihat adanya indikasi bahwa hasil reaksi hidrogenasi tidak ikut terbawa oleh gas hidrogen yang keluar. Hal ini terlihat dengan tidak terdapatnya komponen dua fasa pada air di dalam Erlenmeyer yang ditambahkan pada perangkat hidrogenasi sebagai perangkat H₂. Selain itu kondisi air di dalam erlenmeyer tidak berubah secara signifikan dalam hal perubahan warna maupun bau. Dengan demikian dapat dipastikan bahwa selama reaksi hidrogenasi berlangsung, tidak terdapat senyawa maupun komponen apapun yang ikut terbawa oleh gas H₂ dalam reaksi.

4.2 Reaksi Hidrogenasi

Dalam penelitian ini, terdapat 3 variabel dengan 5 variasi untuk tiap variabel yang diamati pengaruhnya terhadap konsentrasi fatty alcohol pada reaksi hidrogenasi, yaitu suhu reaksi, persen berat katalis, dan laju alir H₂. Nilai yang

ditetapkan pada setiap variabel ditentukan bervariasi agar nantinya dapat diketahui kondisi operasi optimum yang dapat menghasilkan konsentrasi fatty alcohol terbanyak. Nilai variabel tersebut ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1. Variabel bebas dan terikat

Variabel Bebas	Variabel Terikat
Suhu 160, 190, 220, 250, 280 (°C)	Rasio H ₂ /ester (50/1) Laju alir gas H ₂ (1 mL/s) Persen berat katalis Ni (30% berat VCO)
Persen berat katalis 20, 25, 30, 35, 40 (%)	Suhu (250°C) Laju alir gas H ₂ (1 mL/s) Rasio H ₂ /ester (50/1)
Laju alir gas H ₂ 0.5, 1, 2, 3, 4 (mL/s)	Suhu (250°C) Rasio H ₂ /ester (50/1) Persen berat katalis Ni (30% berat VCO)

Suhu 250°C dipilih sebagai variabel tetap pada reaksi hidrogenasi karena berdasarkan literatur yang ada, suhu hidrogenasi metil ester menggunakan katalis Ni yang memiliki *support* berkisar antara 170°C hingga 250°C pada tekanan 50 bar (≈ 49.3 atm) dengan rasio volume H₂/ester sebesar 50/1. Persen berat katalis ditetapkan sebesar 30% berat VCO (Zuzaniuk, 2006).

Sebelum dilakukan reaksi hidrogenasi untuk mencari kondisi optimum pada hidrogenasi VCO, terdapat percobaan pendahuluan berupa pengetesan reaktor untuk melihat hasil dari reaksi hidrogenasi VCO menggunakan kondisi sesuai literatur. Setelah dilakukan analisis secara kuantitatif menggunakan GC MS (*Gas Chromatography Mass Spectrofotometry*), VCO yang telah dihidrogenasi tidak menunjukkan adanya senyawa fatty alcohol. Hal ini menandakan tidak adanya reaksi yang menyebabkan reduksi gugus karbonil alkil ester yang terdapat pada VCO selama dilakukan reaksi hidrogenasi. Perbandingan hasil analisa kuantitatif VCO sebelum di hidrogenasi dan sesudah di hidrogenasi dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4. 2. Hasil perbandingan analisa kuantitatif VCO sebelum dan sesudah hidrogenasi menggunakan GCMS

Komponen senyawa VCO	Kuantitas dalam senyawa*	
	VCO	Hasil Hidrogenasi
Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	65.18%	53.78%
GLYCERYL TRIDODECANOATE	7.23%	1.63%
Lauric anhydride	4.92%	7.97%
Dodecanoic acid, ethenyl ester	1.51%	1.88%
Dodecanoic acid	0.44%	0.25%
1,4-Dioxaspiro[4,5]decane-7-butanoic acid, 2,3,6-trimethyl-, methyl ester	0.00%	0.76%
Dodecanoic acid, 1-(hydroxymethyl)-1,2-ethanediyl ester	0.00%	6.48%
Dodecanoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester	0.00%	2.51%
Dodecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester (CAS)	0.00%	0.14%
Nonanoic acid, 2-oxo-, methyl ester	0.00%	1.82%
Pentadecane, 2-methyl- (CAS)	0.00%	4.31%

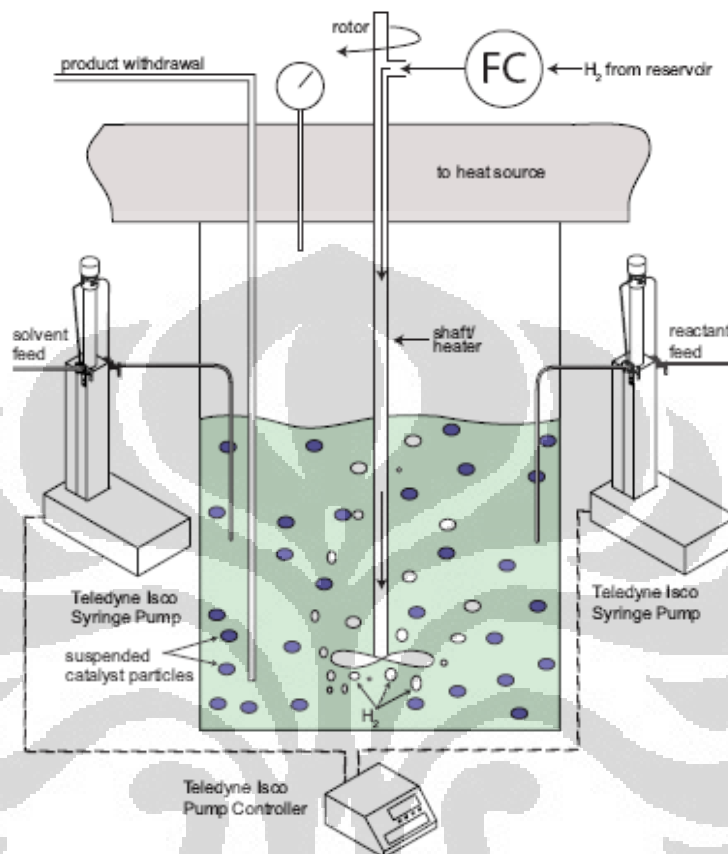
*) berdasarkan jumlah luas permukaan seluruh peak yang didapat, hasil analisa kuantitatif menggunakan GCMS dapat dilihat pada lampiran B.

Pada Tabel 4. 2 dapat terlihat bahwa pada kandungan utama pada VCO yang digunakan adalah *dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester*. Setelah mengalami reaksi hidrogenasi, senyawa ini mengalami penurunan jumlah kandungan yang paling besar, selain itu juga terjadi pembentukan alkil ester.

Berdasarkan penelitian ini, penyebab tidak terjadinya reaksi pembentukan fatty alkohol tersebut dapat dikarenakan oleh beberapa hal, yaitu pengaruh desain reaktor yang tidak tepat dan kondisi operasi yang tidak sesuai.

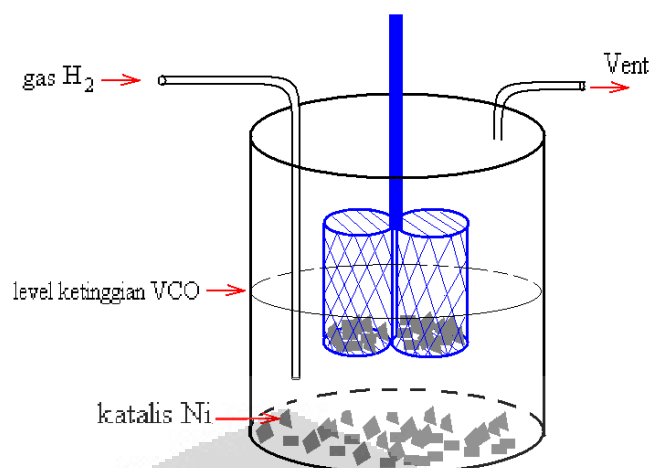
Pada reaksi hidrogenasi fasa cair dengan katalis heterogen dibutuhkan reaktor yang memungkinkan terjadinya kontak antara reaktan dan katalis secara merata. Katalis yang digunakan harus dijaga supaya tetap tersuspensi dengan cara pengadukan. Metode yang digunakan dalam pengadukan harus dapat memastikan terjadinya tumbukan yang merata antara ketiga fasa tersebut (Smith, 2000). Pada hidrogenasi menggunakan reaktor batch dengan aliran yang kontinu, gas

hidrogen dialirkan melalui pipa yang masuk melalui lubang pada shaft stirrer. Dengan demikian saat terjadi pengadukan, gas yang keluar melalui lubang stirrer akan tersebar lebih merata (isco.com, 2009).



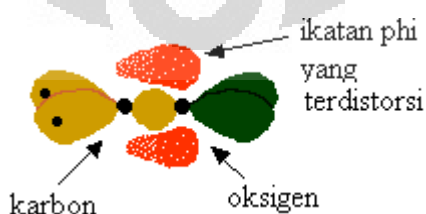
Gambar 4. 1. Sistem reaktor hidrogenasi skala laboratorium (isco.com, 2009)

Pengadukan yang kurang merata pada reaksi hidrogenasi fasa cair akan menyebabkan masalah dalam perpindahan massa pada reaksi yang terjadi. Hal ini terjadi karena apabila gas H_2 dalam reaksi tidak mengalami kontak dengan katalis, maka gas H_2 tidak akan teradsorp pada permukaan inti aktif katalis sehingga tidak terjadi transfer atom hidrogen dengan alkil ester pada VCO. Dengan demikian maka akan menyebabkan tidak terbentuknya fatty alcohol dari hasil reaksi hidrogenasi pada penelitian ini. Hal ini dapat dilihat berdasarkan skema reaktor pada Gambar 4.2 dimana posisi pipa gas masuk gas hidrogen tidak memungkinkan terjadinya kontak yang merata antara gas hidrogen dengan katalis nikel yang digunakan.



Gambar 4. 2. Skema reaktor hidrogenasi yang digunakan dalam penelitian ini

Selain karena faktor desain reaktor, tidak terjadinya pembentukan fatty alcohol juga dapat disebabkan karena reaksi hidrogenasi dilakukan pada kondisi tekanan yang atmosferik. Pada kondisi ini, gugus karbonil tidak dapat terhidrogenasi secara katalitik seperti pada alkena. Hal ini dikarenakan pada gugus karbonil, distribusi elektron pada ikatan pi lebih terdistorsi ke arah oksigen dari pada karbon karena oksigen lebih elektronegatif daripada karbon (chem-is-try.org, 2009). Dengan demikian maka dibutuhkan tekanan yang lebih besar untuk meningkatkan energy kinetik molekul dalam alkil ester VCO sehingga mampu memenuhi energi aktivasi yang dibutuhkan untuk mereduksi gugus karbonil pada ester. Hidrogenasi pada gugus fungsi karbonil ester tergolong sulit, biasanya dibutuhkan suhu dan tekanan yang tinggi supaya terjadi reaksi. Hidrogenasi gugus fungsi ini dapat dilakukan dengan difasilitasi adanya asam kuat. Hal ini dimaksudkan supaya terjadi protonasi karabonil oksigen sebagai langkah awal (Smith, 2000).



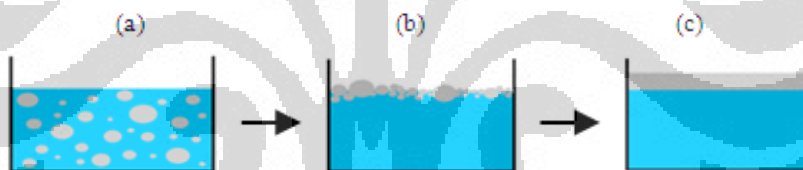
Gambar 4. 3. Distribusi elektron pada ikatan phi gugus karbonil (chem-is-try.org, 2009)

Dengan demikian analisis GC MS tidak dapat digunakan, sehingga dalam menentukan kondisi hidrogenasi yang optimum hanya melalui uji aktivitas terhadap larutan yang dihasilkan dari reaksi hidrogenasi tersebut. Uji aktivitas

yang dilakukan adalah kemampuan larutan menurunkan tegangan permukaan air serta menstabilkan emulsi minyak dalam air (O/W). Hal ini karena alkil ester juga memiliki kemampuan seperti surfaktan yaitu sifat hidrofobik pada rantai karbon panjangnya dan bersifat hidrofilik pada gugus esternya (Fessenden, 1986)

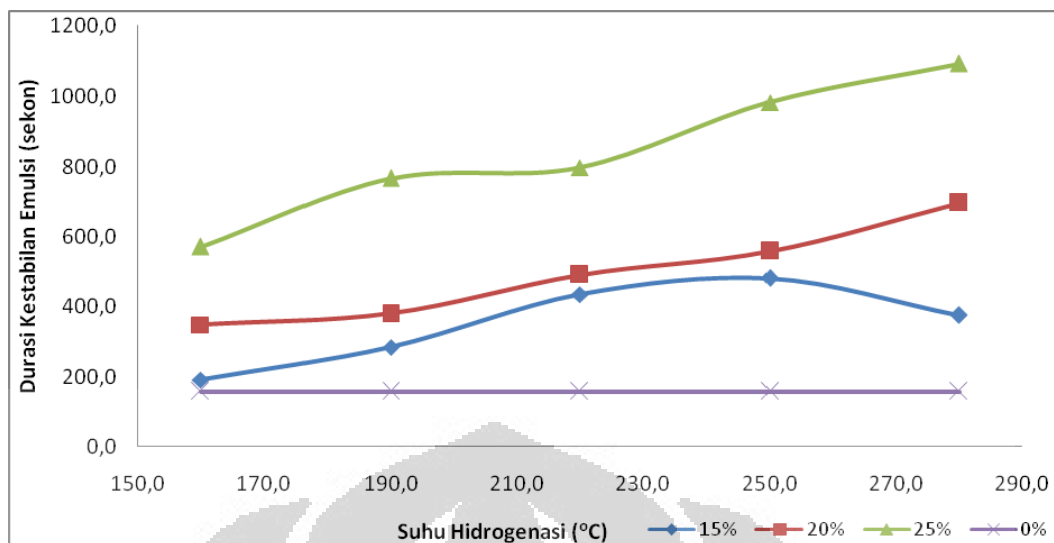
4.2.1 Pengaruh variasi suhu reaksi hidrogenasi terhadap kemampuan menstabilkan emulsi O/W dan menurunkan tegangan permukaan air

Pada bagian ini diamati bagaimana pengaruh suhu dalam reaksi hidrogenasi terhadap kemampuan produk hasil hidrogenasi untuk menstabilkan emulsi dan menurunkan tegangan permukaan. Variasi suhu dilakukan dengan rentang interval 30°C yaitu 160°C , 190°C , 220°C , 250°C dan 280°C . Pengukuran kemampuan produk hidrogenasi yang pertama dilakukan yaitu dengan menghitung durasi terbentuknya homogenisasi emulsi minyak dalam air sampai emulsi tersebut menjadi heterogen. Sebagai pembandingan, pada saat dilakukan pengadukan minyak dan air tanpa penambahan larutan hasil hidrogenasi memerlukan waktu 2 menit 38 detik (158 s).



Gambar 4. 4. Tahap perhitungan durasi kestabilan emulsi (a) fasa minyak terdispersi dalam air, (b) mulai terjadi demulsifikasi, (c) terbentuk dua fasa yang saling tidak bercampur

Dalam pengukuran durasi kestabilan emulsi ini, dilakukan penambahan larutan hasil hidrogenasi sebesar 15, 20 & 25 %. Hasil dari pengukuran ini kemudian diplot sehingga diperoleh kurva pengaruh suhu pada reaksi hidrogenasi terhadap durasi kestabilan emulsi yang dihasilkan melalui penambahan hasil hidrogenasi tersebut.



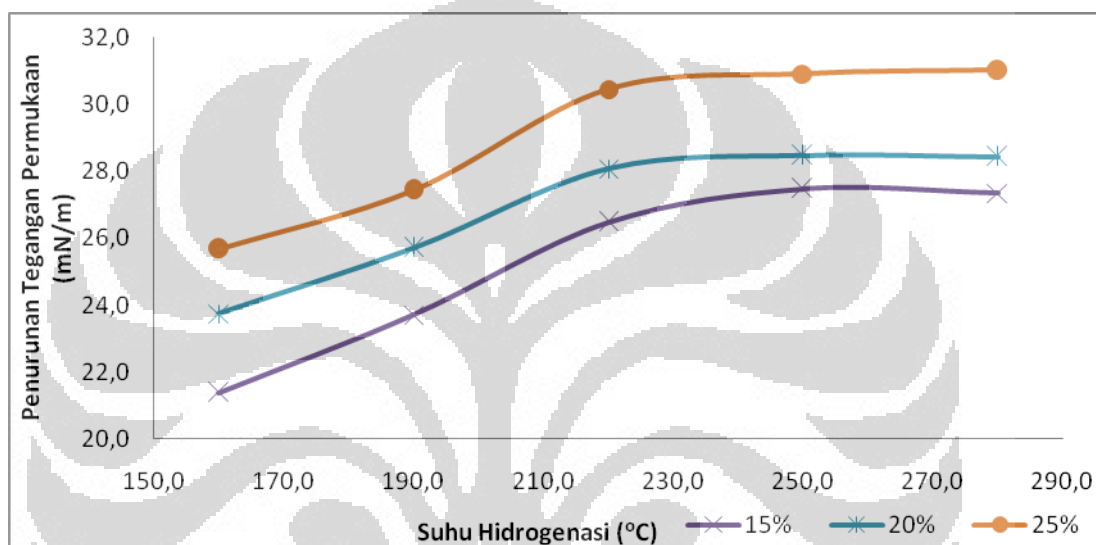
Gambar 4. 5. Pengaruh suhu dalam hidrogenasi terhadap kemampuan larutan hasil hidrogenasi untuk menstabilkan emulsi

Durasi emulsi yang paling baik ditunjukkan pada produk hidrogenasi dengan suhu reaksi 280°C yaitu 376,0-1094,0 detik. Hal ini menunjukkan bahwa larutan hidrogenasi yang dihasilkan mampu menambah durasi kestabilan emulsi selama 218,0-936,7 detik (3 menit 38 detik - 15 menit 36 detik) untuk penambahan larutan hasil hidrogenasi 15-25%. Dengan demikian semakin banyak penambahan larutan hasil hidrogenasi maka durasi kestabilan emulsi yang terbentuk juga akan semakin lama. Penyebab hal ini yaitu karena semakin banyak larutan hasil hidrogenasi yang ditambahkan maka gugus hidrofilik yang mengikat air juga akan semakin banyak begitu juga dengan jumlah gugus hidrofobik yang mengikat minyak.

Pada penelitian ini meningkatnya kemampuan menstabilkan emulsi pada larutan hasil hidrogenasi cenderung berbanding lurus dengan kenaikan suhu reaksi yang dilakukan pada proses hidrogenasi larutan tersebut. Hal ini disebabkan oleh pembentukan gugus alkil yang semakin pendek pada larutan hasil hidrogenasi sehingga sifat larutan semakin hidrofilik dan mampu mengikat kedua fasa yang saling tidak larut secara lebih merata. Dengan demikian gaya tarik-menarik partikel-partikel koloid semakin besar dan emulsi yang terbentuk juga cenderung lebih stabil (Holmberg, 2003).

Uji kemampuan larutan hasil hidrogenasi selanjutnya yaitu pengukuran kemampuan menurunkan tegangan permukaan pada air. Berdasarkan hasil

pengukuran yang dilakukan, tegangan permukaan air tanpa penambahan larutan hasil hidrogenasi adalah 74,5 mN/m. Setelah dilakukan penambahan larutan hasil hidrogenasi, tegangan permukaan mengalami penurunan paling besar dengan kisaran 27,5-30,9 mN/m pada penambahan larutan hidrogenasi yang diperoleh dari reaksi hidrogenasi dengan suhu 250°C. Hasil dari pengukuran ini kemudian diplot sehingga diperoleh kurva pengaruh suhu pada reaksi hidrogenasi terhadap penurunan tegangan permukaan air dengan menambahkan hasil hidrogenasi tersebut. Kurva ini dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6. Pengaruh suhu dalam hidrogenasi terhadap kemampuan larutan hasil hidrogenasi menurunkan tegangan permukaan (tegangan permukaan air = 74,5 mN/m)

Dari Gambar 4.6 di atas dapat terlihat bahwa penurunan tegangan permukaan yang terjadi mulai mengalami kenaikan yang tidak signifikan pada penambahan larutan hasil hidrogenasi dengan suhu 220°C serta mengalami stagnansi dengan penambahan larutan hasil hidrogenasi pada suhu 250°C dan 280°C, dimana penurunan tegangan permukaan yang terjadi cenderung bernilai sama. Hal ini disebabkan karena terjadinya reaksi hidrogenasi baru dapat dilakukan pada kisaran suhu 160-250°C dengan tekanan 50 bar (Zuzaniuk, 2006). Saat reaksi hidrogenasi dilakukan dalam fasa cair, ketika tekanan dinaikkan maka suhu reaksi juga mengalami kenaikan dan sebaliknya (Smith, 2000).

Pada penelitian ini reaksi hidrogenasi dilakukan pada tekanan yang atmosferik, sehingga dengan variasi suhu yang dilakukan pada 220°C, 250°C, 280°C selektivitas yang dihasilkan dari reaksi hidrogenasi menggunakan katalis

nikel cenderung sama pada suhu tersebut. Dengan demikian gaya kohesif yang dihasilkan untuk menurunkan tegangan permukaan air juga cenderung sama.

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 surfaktan, maka molekul-molekul surfaktan mengalami orientasi dan teradsorpsi pada permukaan larutan dengan bagian nonpolar (gugus hidrofobik) menghadap ke udara. Dengan demikian permukaan larutan tertutupi dengan gugus hidrofobik surfaktan. Pada kondisi setimbang, senyawa dengan tegangan permukaan yang lebih rendah akan cenderung teradsorpsi pada permukaan. Oleh karena itu, maka komposisi permukaan akan kelebihan senyawa dengan tegangan permukaan yang lebih rendah. Dengan demikian tegangan permukaan pada larutan juga akan menjadi lebih rendah.

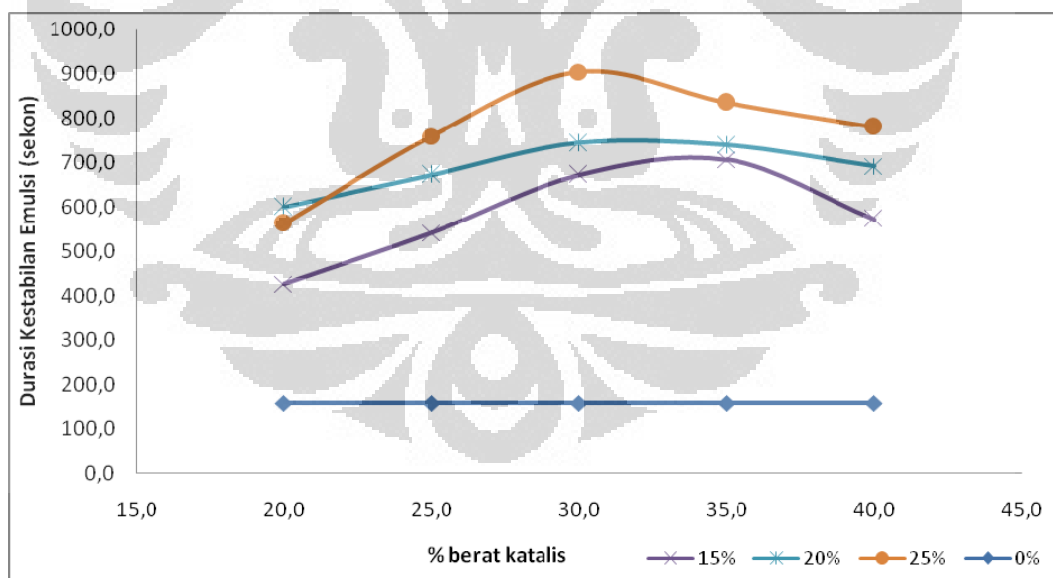
Berdasarkan pengujian yang dilakukan, peningkatan stabilitas emulsi dan kemampuan menurunkan tegangan permukaan memberikan pola yang berbeda. Walaupun kestabilan emulsi meningkat seiring dengan adanya perlakuan variasi suhu yang meningkat pada reaksi hidrogenasi yang dilakukan, penurunan tegangan permukaan paling besar dengan penambahan larutan hasil hidrogenasi yang sama dihasilkan pada penambahan larutan hasil hidrogenasi dengan suhu reaksi 250⁰C. Hal ini disebabkan karena, pada pengukuran emulsi dilakukan pengadukan secara cepat sehingga terdapat kemungkinan terciptanya mikroemulsi yang menyebabkan emulsi menjadi lebih stabil (Holmberg, 2003).

Kestabilan emulsi yang terjadi menyebabkan turunnya energi antarmuka minyak-air serta menurunkan energi yang dibutuhkan untuk membentuk permukaan baru. Sedangkan, pada pengukuran penurunan tegangan permukaan yang dilakukan larutan hidrogenasi hanya ditambahkan ke dalam air tanpa adanya pengadukan sehingga hasil pengukuran yang didapat bukanlah hasil dari pengukuran tegangan antarmuka air-surfaktan karena larutan hasil hidrogenasi yang ditambahkan tidak terlarut di dalam air. Dengan demikian dalam pengukuran tegangan permukaan ini yang terukur hanyalah tegangan permukaan air yang mengalami penurunan karena adanya penambahan komponen asing.

Dari keseluruhan hasil pengujian kemampuan larutan hasil hidrogenasi sebagai surfaktan maka didapat suhu optimal pada reaksi hidrogenasi yang dilakukan yaitu 250⁰C. Dengan catatan bahwa kondisi optimal diperoleh ketika penurunan tegangan permukaan air dan durasi kestabilan emulsi yang dihasilkan sama-sama mengalami peningkatan. Berdasarkan hasil pengujian ini, maka suhu 250⁰ akan digunakan untuk reaksi hidrogenasi berikutnya sebagai variabel terikat.

4.2.2 Pengaruh variasi persen berat katalis Ni pada reaksi hidrogenasi terhadap kemampuan menstabilkan emulsi O/W dan menurunkan tegangan permukaan air

Pada bagian ini diamati bagaimana pengaruh persen berat katalis dalam reaksi hidrogenasi terhadap kemampuan produk hasil hidrogenasi tersebut dalam menurunkan tegangan permukaan dan menstabilkan emulsi. Variasi persen berat katalis dilakukan dengan rentang interval 5% yaitu 20%, 25%, 30%, 35%, dan 40%. Dari penelitian yang dilakukan, data yang diperoleh dalam pengukuran durasi kestabilan emulsi ditampilkan sebagai plot antara pengaruh % berat katalis Ni pada reaksi hidrogenasi terhadap durasi kestabilan emulsi yang dihasilkan melalui penambahan hasil hidrogenasi tersebut seperti terlihat pada Gambar 4.7

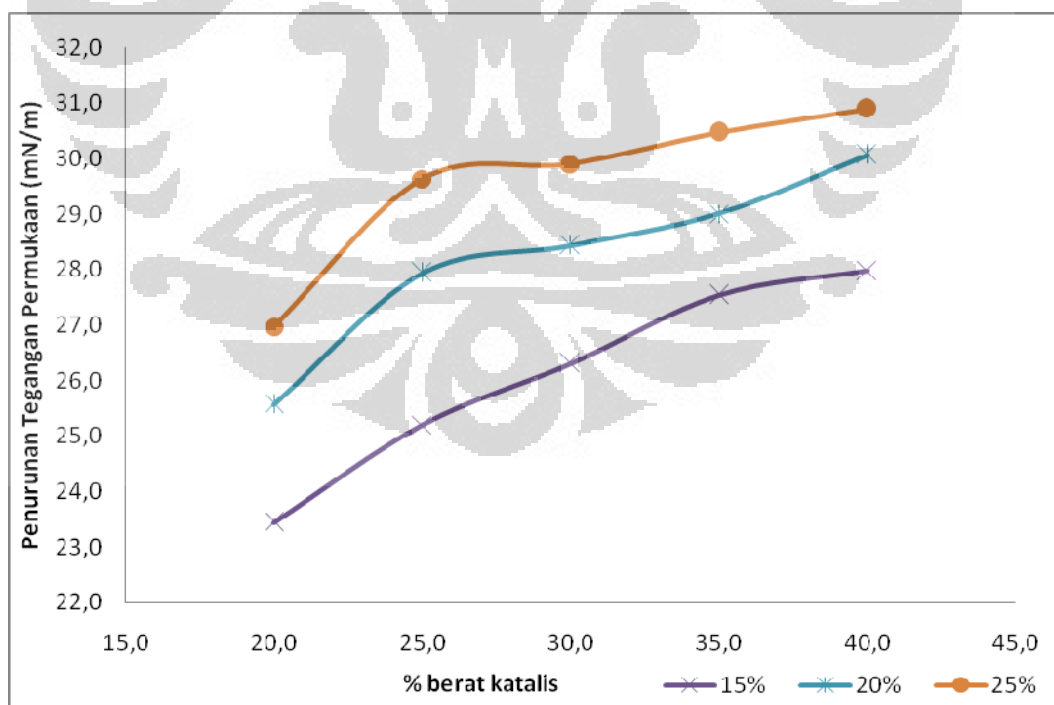


Gambar 4. 7. Pengaruh %berat katalis dalam hidrogenasi terhadap kemampuan larutan hasil hidrogenasi untuk menstabilkan emulsi

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, emulsi paling stabil dihasilkan dengan melakukan penambahan larutan hasil hidrogenasi yang menggunakan katalis sebanyak 30% pada saat reaksi hidrogenasi. Durasi

kestabilan emulsi yang dihasilkan yaitu dalam kisaran 672,3 - 903,7 detik. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan mampu menambah durasi kestabilan emulsi selama 514,3 - 745,7 detik (8 menit 34 detik - 12 menit 25 detik). Kestabilan emulsi ini diperoleh pada penambahan larutan hasil hidrogenasi dengan persen berat katalis Ni saat hidrogenasi sebanyak 30% berat VCO. Namun, kestabilan ini kemudian menurun setelah persen berat katalis yang digunakan saat reaksi hidrogenasi menjadi 35% dan 40%. Kemungkinan terjadinya penurunan kestabilan emulsi ini dapat disebabkan oleh tidak terjadinya kestabilan elektrostatis dari interaksi repulsif pada molekul-molekul minyak dan air saat dilakukan penambahan larutan hasil hidrogenasi (Holmberg, 2003).

Pengukuran yang selanjutnya dilakukan yaitu kemampuan larutan hasil hidrogenasi dalam menurunkan tegangan permukaan. Pada Gambar 4.8 dapat dilihat hasil pengukuran penurunan tegangan permukaan yang dilakukan dalam penelitian ini. Penurunan tegangan permukaan yang paling besar yaitu pada penambahan larutan hasil reaksi hidrogenasi yang menggunakan katalis sebanyak 40% berat VCO. Hasil yang diperoleh yaitu terjadi penurunan dengan kisaran 28,0-30,9 mN/m.



Gambar 4. 8. Pengaruh %berat katalis dalam hidrogenasi terhadap kemampuan larutan hasil hidrogenasi untuk menurunkan tegangan permukaan (tegangan permukaan air = 74,5 mN/m)

Pada pengukuran tegangan permukaan yang dilakukan, dapat terlihat bahwa semakin besar penambahan jumlah katalis pada reaksi hidrogenasi maka penurunan tegangan permukaan dengan penambahan larutan hasil hidrogenasi tersebut juga semakin besar. Katalis merupakan senyawa yang dapat meningkatkan laju reaksi sampai terjadi kesetimbangan tanpa terlibat dalam reaksi tersebut secara permanen. Adanya penambahan katalis dalam suatu reaksi akan mempercepat laju reaksi yang terjadi dengan cara menurunkan energi aktivasi katalis tersebut (Smith, 2000).

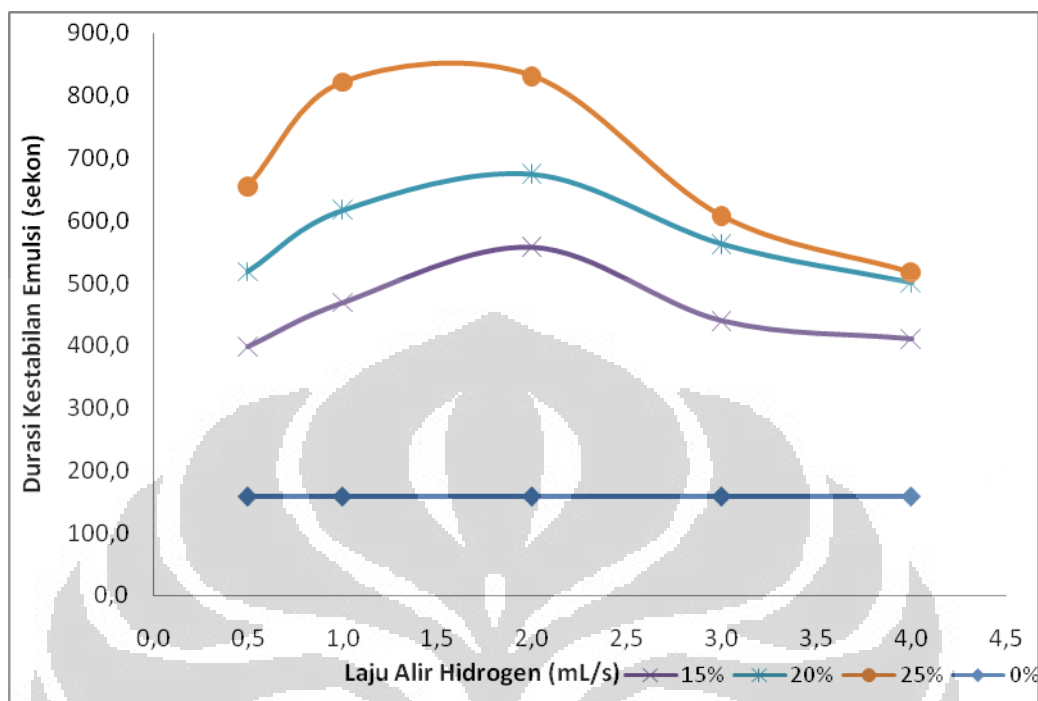
Banyaknya jumlah katalis yang digunakan dalam reaksi memungkinkan luas permukaan kontak yang tercipta supaya terjadi adsorpsi gas hidrogen pada katalis semakin besar sehingga mengaktifkan ikatan hidrogen-hidrogen. Selain itu, jumlah katalis yang digunakan juga mengakibatkan naiknya derajat terdispersi katalis tersebut sehingga selektivitas yang dihasilkan juga semakin tinggi (Shigeo, 2001).

Dari keseluruhan hasil pengujian kemampuan larutan hasil hidrogenasi sebagai surfaktan maka didapat jumlah penambahan katalis Ni yang optimal pada reaksi hidrogenasi yaitu 30%. Hal ini karena hasil pengukuran penurunan tegangan permukaan terus meningkat dengan penambahan larutan hasil hidrogenasi dengan meningkatnya persen berat katalis Ni pada reaksi hidrogenasi larutan tersebut sedangkan kestabilan emulsi mengalami penurunan setelah penambahan larutan hidrogenasi dengan katalis sebanyak 30%. Berdasarkan hasil pengujian ini, maka penambahan katalis Ni sebanyak 30% akan digunakan dalam reaksi hidrogenasi berikutnya sebagai variabel terikat.

4.2.3 Pengaruh Variasi Laju Alir Gas Hidrogen pada reaksi hidrogenasi terhadap kemampuan menstabilkan emulsi O/W dan menurunkan tegangan permukaan air

Pada bagian ini diamati bagaimana pengaruh laju alir H_2 dalam reaksi hidrogenasi terhadap kemampuan produk hasil hidrogenasi tersebut dalam menurunkan tegangan permukaan dan menstabilkan emulsi. Variasi persen berat katalis dilakukan yaitu 0,5 mL/s, 1,0 mL/s, 2,0 mL/s, 3,0 mL/s dan 4,0 mL/s. Dari penelitian yang dilakukan, data yang diperoleh dalam pengukuran durasi kestabilan emulsi ditampilkan pada Gambar 4.9 sebagai plot antara laju alir H_2

pada reaksi hidrogenasi terhadap durasi kestabilan emulsi yang dihasilkan melalui penambahan hasil hidrogenasi tersebut.

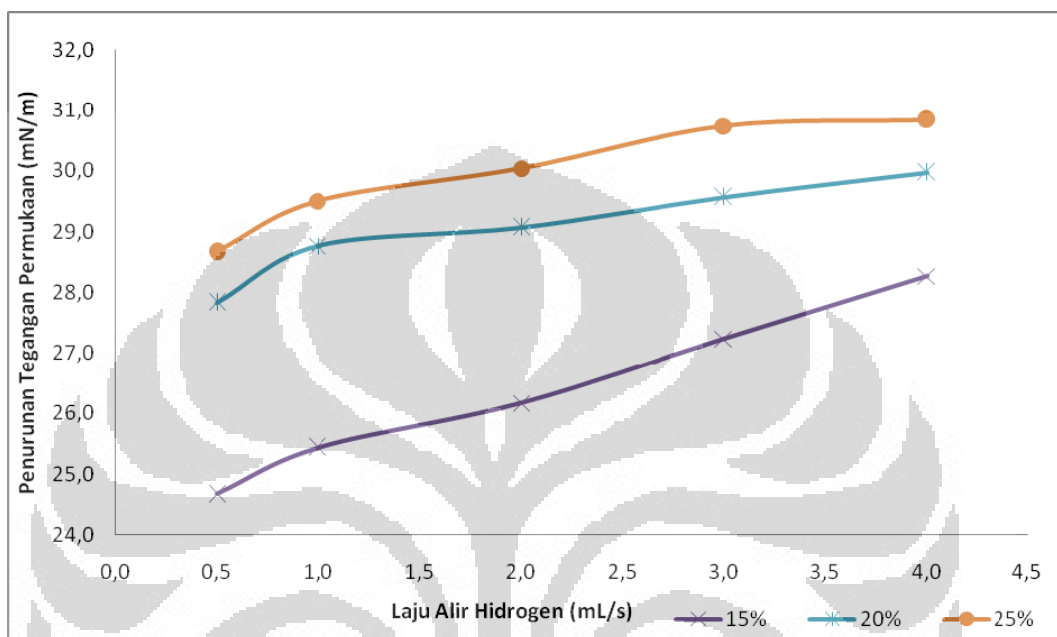


Gambar 4. 9. Pengaruh laju alir H_2 dalam hidrogenasi terhadap kemampuan larutan hasil hidrogenasi untuk menstabilkan emulsi

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, emulsi paling stabil dihasilkan melalui penambahan larutan hasil hidrogenasi dengan reaksi hidrogenasi menggunakan laju alir sebesar 2 mL/s. Durasi kestabilan emulsi yang dihasilkan yaitu dalam kisaran 558,0 – 831,3 detik. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan larutan hasil hidrogenasi mampu menambah durasi kestabilan emulsi selama 400,0 – 673,3 detik (6 menit 40 detik - 11 menit 13 detik). Namun, kestabilan ini kemudian menurun setelah penambahan larutan hasil hidrogenasi dengan laju alir gas H_2 yang digunakan saat reaksi hidrogenasi menjadi 3 mL/s dan 4 mL/s. Dengan tingginya laju alir yang digunakan, walaupun tidak terjadi hidrogenasi gugus karbonil tetapi sebagian gas H_2 yang direaksikan mengalami absorpsi kimia pada VCO, sehingga menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan mekanik dan elastisitas lapisan yang terbentuk saat pembentukan emulsi serta terjadinya tolakan listrik lapisan ganda pada molekul yang teremulsi (Holmberg, 2003).

Selanjutnya dilakukan pengukuran kemampuan larutan hasil hidrogenasi dalam menurunkan tegangan permukaan. Pada pengukuran ini diperoleh hasil

penurunan tegangan permukaan yang paling besar yaitu pada kisaran 28,3-30,8 mN/m. Hasil keseluruhan untuk pengukuran kemampuan menurunkan tegangan permukaan ditunjukkan oleh Gambar 4.10 sebagai plot antara penurunan tegangan permukaan dengan penambahan larutan hasil hidrogenasi terhadap laju alir H_2 dalam reaksi hidrogenasi larutan tersebut.



Gambar 4. 10. Pengaruh laju alir H_2 dalam hidrogenasi terhadap kemampuan larutan hasil hidrogenasi untuk menurunkan tegangan permukaan (tegangan permukaan air = 74,5 mN/m)

Dari Gambar 4.10 dapat terlihat bahwa kemampuan larutan hasil hidrogenasi untuk menurunkan tegangan permukaan yang paling besar yaitu pada penambahan larutan hasil hidrogenasi dengan laju alir H_2 saat hidrogenasi sebesar 4 mL/s. Hal ini karena besarnya laju alir hidrogen dalam reaktor menyebabkan terjadinya *bubbling* dalam reaktor semakin banyak. Dengan demikian tumbukan antar fasa yang terjadi selama reaksi juga semakin besar dan kemungkinan terjadinya adsorpsi H_2 pada katalis nikel semakin besar (Smith, 2000). Selain itu, adanya penambahan laju alir gas hidrogen akan menyebabkan kesetimbangan reaksi akan bergeser ke arah produk karena gas hidrogen tersebut merupakan reaktan di dalam reaksi.

Dari keseluruhan hasil pengujian kemampuan larutan hasil hidrogenasi sebagai surfaktan maka didapat laju alir optimal pada reaksi hidrogenasi yang dilakukan yaitu 2 mL/s. Hal ini karena hasil pengukuran penurunan tegangan permukaan terus meningkat dengan penambahan larutan hasil hidrogenasi dengan

meningkatnya laju alir H₂ pada reaksi hidrogenasi larutan tersebut sedangkan kestabilan emulsi mengalami penurunan setelah penambahan larutan hidrogenasi dengan laju alir H₂ 2 mL/s. dengan demikian maka diperoleh kondisi optimal dalam reaksi hidrogenasi yaitu dengan suhu 250⁰, penambahan katalis Ni sebanyak 30% dan penggunaan laju alir H₂ sebanyak 2 mL/s.

4.3 Pembuatan Surfaktan FAS

Surfaktan yang akan dibuat dari hidrogenasi VCO pada penelitian ini adalah surfaktan *fatty alcohol sulphate* (FAS). Produk hasil hidrogenasi yang dianggap sebagai fatty alkohol ini direaksikan dengan asam sulfat pekat, sehingga diharapkan dapat menghasilkan *alkyl ester monosulfiric acid*. Kemudian senyawa tersebut dinetralkan dengan larutan NaOH sehingga menghasilkan FAS. Pembuatan surfaktan FAS ini seharusnya dilakukan menggunakan larutan dengan kondisi reaksi hidrogenasi paling optimal yaitu dengan suhu 250⁰, penambahan katalis Ni sebanyak 30% dan penggunaan laju alir H₂ sebanyak 2 mL/s. Namun, karena keterbatasan sampel maka hal ini tidak dapat dilakukan. Oleh karena itu dilakukan pembuatan surfaktan dilakukan dengan menggunakan larutan hasil hidrogenasi dengan laju alir 1 mL/s dan 4 mL/s (250⁰C, Ni 30%) untuk melihat kecenderungan data yang diperoleh.

Pemilihan laju alir 1 mL/s dilakukan karena hasil yang diperoleh dalam pengukuran kestabilan emulsi dan kemampuan menurunkan tegangan permukaan air tidak terlalu jauh berbeda dengan larutan hasil surfaktan pada laju alir 2 mL/s. sedangkan pemilihan laju alir 4 mL/s dilakukan karena dari pengukuran kestabilan emulsi, larutan hasil hidrogenasi dengan laju alir 4 mL/s mengalami penurunan durasi dibandingkan larutan hasil hidrogenasi dengan laju alir 2 mL/s. Selain itu pada pengukuran kemampuan menurunkan tegangan permukaan air, larutan hasil hidrogenasi dengan laju alir 4 mL/s merupakan larutan hasil hidrogenasi dengan penurunan tegangan permukaan yang paling besar.

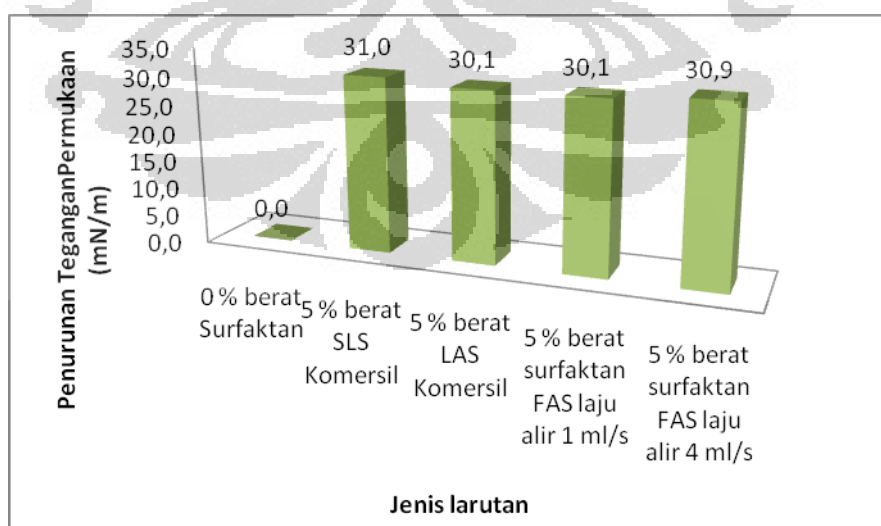
Dengan melihat kecenderungan data yang sama pada uji kemampuan surfaktan maka dapat diasumsikan bahwa data untuk larutan hasil hidrogenasi dengan laju alir 2 mL/s cenderung sama. Dengan demikian dapat dipastikan hasil reaksi hidrogenasi pada laju alir 2 mL/s benar-benar hasil yang optimal.

Surfaktan yang diperoleh adalah surfaktan anionik fasa padat, yang dianggap sebagai FAS. Pada penelitian ini tidak dilakukan uji untuk membuktikan senyawa yang terbentuk adalah FAS. Namun, hanya dilakukan uji kemampuan senyawa tersebut sebagai surfaktan.

4.4 Uji Surfaktan

Terdapat dua jenis pengujian surfaktan yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu uji tegangan permukaan dan uji stabilitas emulsi.

Tegangan permukaan air diukur dengan menggunakan tensiometer. Uji dilakukan terhadap air, tanpa atau dengan penambahan surfaktan sebanyak 5% berat surfaktan hasil hidrogenasi dengan laju alir 1 mL/s dan 4 mL/s. Penambahan surfaktan hanya 5% disebabkan karena sedikitnya jumlah surfaktan yang dihasilkan berdasarkan sampel yang tersisa. Apabila dilakukan pengukuran dengan penambahan surfaktan sebanyak 20% maka tegangan permukaan dan emulsi yang terbentuk tidak dapat terukur karena jumlah larutan dalam wadah sampel tensiometer terlalu sedikit. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengenceran lagi supaya pengukuran tegangan permukaan air dapat dilakukan. Pada Gambar 4.10 dapat dilihat perbandingan antara surfaktan yang dihasilkan dari penelitian ini dengan surfaktan komersil SLS dan juga LAS (*Lauryl Alkylbenzene Sulfonate*) dalam kemampuannya menurunkan tegangan permukaan air.



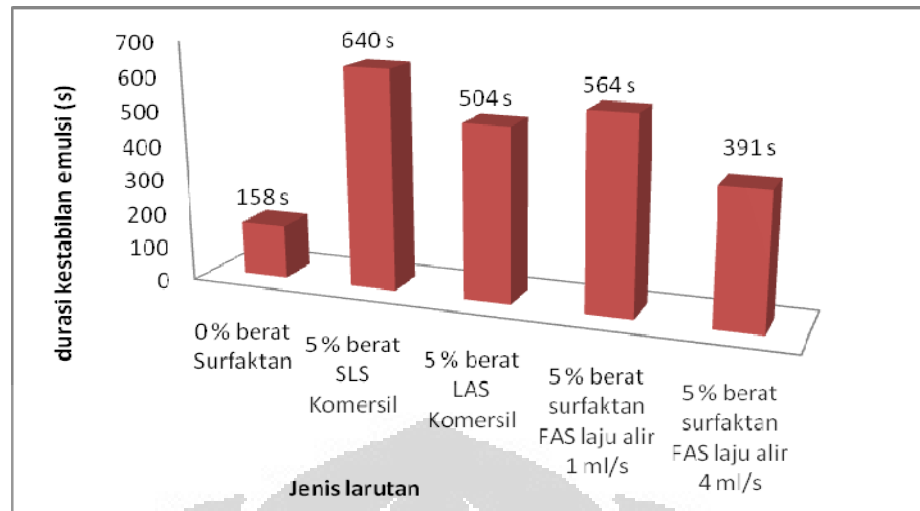
Gambar 4. 11. Perbandingan kemampuan tiap larutan menurunkan tegangan permukaan air (tegangan permukaan air = 74,5 mN/m)

Berdasarkan grafik di atas maka dapat diketahui bahwa kemampuan surfaktan yang dihasilkan dapat menurunkan tegangan permukaan sebesar 30,1 mN/m dan 30,9 mN/m untuk surfaktan dari hasil hidrogenasi dengan laju alir 1 mL/s dan 4 mL/s berturut-turut. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan yang dihasilkan dapat menyamai kemampuan surfaktan yang sudah komersil.

Pada sistem cairan, surfaktan dapat menurunkan penurunan tegangan permukaan yang sangat besar dengan konsentrasi surfaktan yang sangat rendah yaitu pada konsentrasi kritis misel (CMC). Penurunan tegangan permukaan yang besar ini berdasarkan pada adsorpsi yang kuat oleh surfaktan pada permukaan air-udara. Pada kondisi setimbang, komponen dengan tegangan permukaan yang rendah akan lebih mudah ter-adsorb pada permukaan dan oleh sebab itu maka komposisi permukaan akan berlebihan dengan komponen yang memiliki tegangan permukaan lebih rendah sehingga tegangan permukaan pada larutan juga akan turun. Oleh karena itulah, tegangan permukaan air menurun dengan penambahan surfaktan.

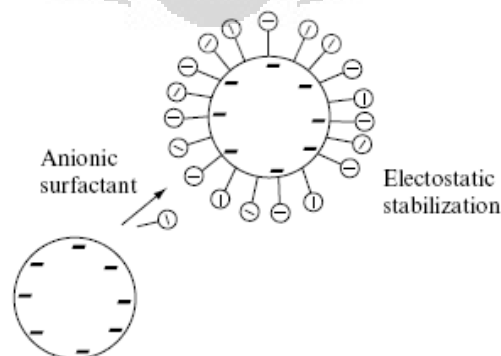
Uji kemampuan surfaktan yang kedua yaitu dengan mengukur durasi kestabilan emulsi. Uji ini dilakukan dengan penambahan surfaktan sebanyak 5% berat surfaktan hasil hidrogenasi dengan laju alir 1 mL/s dan 2 mL/s. Penambahan surfaktan hanya 5% disebabkan karena sedikitnya jumlah surfaktan yang dihasilkan berdasarkan sampel yang tersisa. Apabila dilakukan pengukuran dengan penambahan surfaktan sebanyak 20% maka tegangan permukaan dan emulsi yang terbentuk tidak dapat terukur karena jumlah larutan dalam wadah sampel tensiometer terlalu sedikit.

Hasil yang diperoleh dari pengukuran ini yaitu pada penambahan surfaktan hasil hidrogenasi dengan laju alir 1 mL/s sebesar 564 sekon (9 menit 24 detik) sedangkan dengan laju alir 4 mL/s sebesar 511 sekon (6 menit 31 detik). Sementara dengan penambahan SLS komersil sebanyak 5% adalah 640 sekon (10 menit 40 detik) sedangkan LAS komersil kestabilan akan dicapai hingga waktu 504 sekon (8 menit 24 detik).



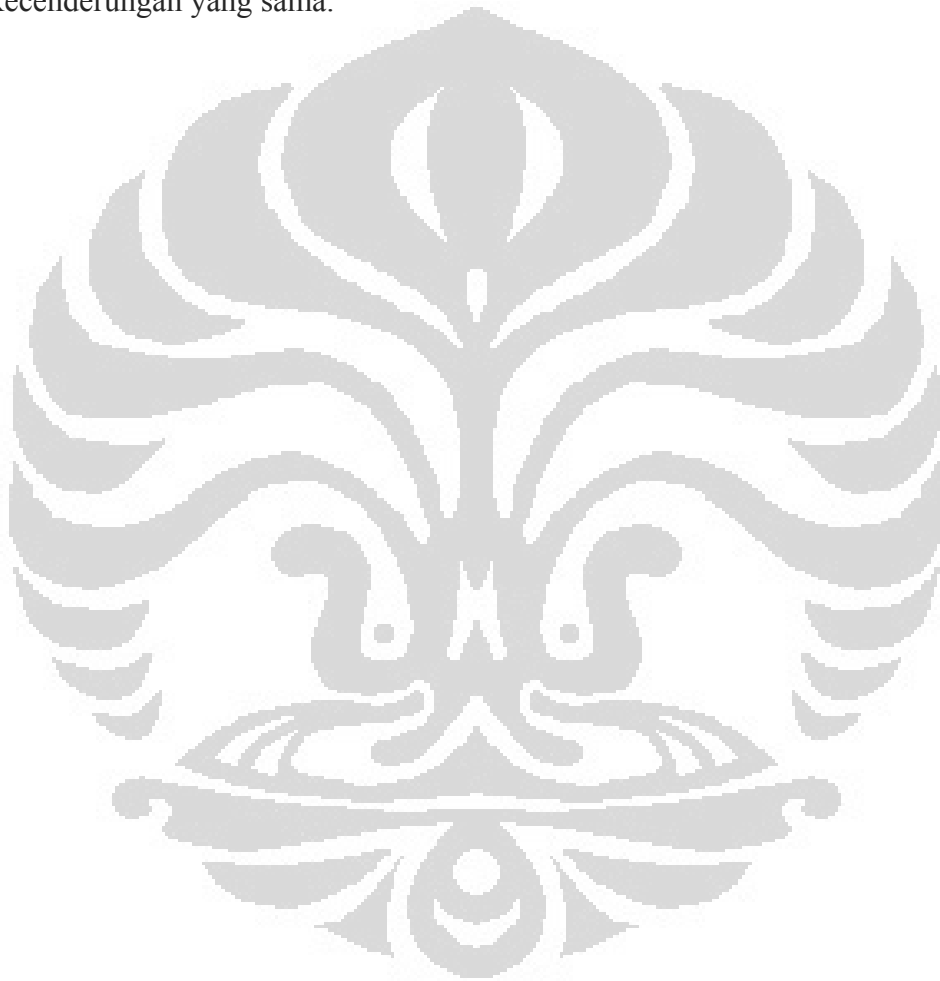
Gambar 4. 12. Perbandingan kemampuan tiap larutan menstabilkan emulsi

Daya kerja surfaktan sebagai pengemulsi terutama disebabkan oleh bentuk molekulnya yang dapat terikat baik pada minyak maupun air. Pada suatu emulsi, penambahan surfaktan anionik akan menyebabkan terbentuk kestabilan elektrostatis. Dengan adanya penambahan surfaktan, maka molekul-molekul surfaktan mengalami orientasi dan teradsorpsi pada permukaan larutan dengan bagian nonpolar (gugus hidrofobik) menghadap ke udara. Dengan demikian di sekeliling butiran-butiran yang terdispersi tertutupi dengan lapisan gugus hidrofobik surfaktan. Kestabilan elektrostatis ini berdasarkan pada interaksi repulsif yang dihasilkan ketika difusi lapisan ganda pada partikel mulai saling mendahului. Peristiwa ini menyebabkan peningkatan konsentrasi ion sehingga menghasilkan kehilangan dalam entropi. Agar emulsi yang terbentuk dapat bertahan, maka diperlukan penambahan bahan yang mampu membentuk selaput (film), sehingga mencegah bersatunya kembali butir-butir tersebut (Holmberg, 2003).



Gambar 4. 13. Kestabilan elektrostatis emulsi oleh surfaktan (Holmberg, 2003)

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari kedua uji surfaktan yang dilakukan dapat dilihat bahwa data yang dihasilkan memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil pengujian kemampuan larutan hasil hidrogenasi pada pengaruh variasi laju alir yang dilakukan. Dengan demikian apabila nantinya dilakukan pembuatan surfaktan FAS menggunakan parameter operasi berupa suhu 250°C , tekanan atmosferik, laju alir sebesar 2 mL/s dengan menambahkan katalis nikel sebanyak 30% berat VCO yang digunakan maka hasil yang didapat akan memiliki kecenderungan yang sama.



BAB V KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan analisis yang didapatkan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Reaksi hidrogenasi pada tekanan atmosferik tidak dapat digunakan sebagai untuk menghasilkan fatty alcohol karena desain reaktor yang digunakan tidak dapat memfasilitasi terjadinya reaksi hidrogenasi.
2. Durasi kestabilan emulsi paling maksimal yang didapat yaitu selama 376,0-1094,7 detik pada penambahan larutan hasil hidrogenasi dengan variasi suhu dalam reaksi hidrogenasi VCO, 672,3-903,7 detik pada penambahan larutan hasil hidrogenasi dengan variasi persen berat katalis Ni dalam reaksi hidrogenasi VCO dan 558,0-831,3 detik pada penambahan larutan hasil hidrogenasi dengan variasi laju alir gas hidrogen dalam reaksi hidrogenasi VCO.
3. Kemampuan penurunan tegangan permukaan air paling maksimal yang didapat yaitu sebesar 27,5-30,9 mN/m pada penambahan larutan hasil hidrogenasi dengan variasi suhu dalam reaksi hidrogenasi VCO, 28,0-30,9 mN/m pada penambahan larutan hasil hidrogenasi dengan variasi persen berat katalis Ni dalam reaksi hidrogenasi VCO dan 28,3-30,8 mN/m pada penambahan larutan hasil hidrogenasi dengan variasi laju alir gas hidrogen dalam reaksi hidrogenasi VCO.
4. Hasil optimal yang didapatkan dari pengukuran kemampuan produk hidrogenasi untuk menstabilkan emulsi dan menurunkan tegangan permukaan yaitu pada suhu reaksi 250⁰C jumlah katalis yang digunakan sebanyak 30% berat VCO dan laju alir hydrogen sebesar 2 mL/s.
5. Kemampuan surfaktan yang didapat dalam menstabilkan emulsi dan menurunkan tegangan permukaan air sudah mampu menyamai surfaktan komersil yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Andani, Desti. (2007). *Pengaruh Kondisi Reaksi Hidrogenasi Metil Laurat Terhadap Aktivitas Dari Surfaktan Berbahan Baku Minyak Kelapa*. Depok : Departemen Teknik Kimia UI.
- Anonim. (2007). *Penelitian – Surfaktan*. Mei 18, 2008. [http://sbrc-
ipb.com/Penelitian_Surfaktan.htm](http://sbrc-ipb.com/Penelitian_Surfaktan.htm)
- Anonim. (n.d) *Teknologi Tanaman Industri Kelapa (Cocos nucifera)*. Mei 20, 2008. <http://agrolink.moa.my>
- Anonim. (n.d) The Ohio State University. *Hydrogenation*. Diakses Mei 18, 2008. <http://www.fst.ag.ohio-state.edu>
- Anonim. (n.d). *Coconut Oil Specification*. Mei 18, 2008. <http://www.tis-gdv.de>
- Anonim. (n.d). *Coconut Oil*. Mei 18, 2008. <http://www.ibiblio.org>
- Anonim. (n.d). *Hydrogenation of Alkenes*. Mei 4, 2008. <http://www.wou.edu/las/physci/ch334/ch334syl.htm>
- Anonim. (n.d). *Hydrogenation*. Mei 18, 2008. <http://fst.osu.edu/olympiad/home.htm>
- Anonim. (n.d). *Kromatografi Gas-Cair*. Mei 18, 2008. [http://chem-is-
try.org/Situs_Web|Kimia_Indonesia_Belajar_Online.htm](http://chem-is-try.org/Situs_Web|Kimia_Indonesia_Belajar_Online.htm)
- Anonim. (n.d). *Notes on the Reactions of Alkenes Part II*. Mei 18, 2008. <http://www.cem.msu.edu/~reusch/VirtualText/intro1.htm>
- Anonim. (n.d). *o21*. Mei 18, 2008. <http://library.tedankara.k12.tr/chemistry/o21.gif>
- Anonim. (n.d). *Surface Active Agent*. Mei 18, 2008. <http://www.rikenvitamin.jp/int/emulsifier/index.html>
- Anonym. (n.d) *Fatty Acids*. Mei 21, 2008. <http://www.cyberlipid.org//fame1>.
- Arbianti, Rita. (2007). *Buku Panduan Praktikum Kimia Organik*. Depok: Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia UI.
- Atmoyuwono, Siswadi. (2005). *Industri Deterjen dan Permasalahannya di Indonesia*. Mei 15, 2008. http://visdatin.com/htm/aturan_deterjen_ind.htm
- Basuki, Atastina S., dan Setijo Bismo. (2003). *Buku Panduan Praktikum Kimia Fisika*. Depok: Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen TGP UI.
- Boitiaux, J.P. J.Cosyns, Q. Debuisschert, L. Savary, P. Travers. (2003). *Getting the Maximum out of Selective Hydrogenation Catalysts*. France: Axens European Petrochemical Seminar

- Cornils, Boy, et al. *Introduction to Surfactants*. Mei 20, 2008. http://media.wiley.com/product_data/excerpt
- Dewulf ,J. dan H. Van Langenhove. (2006). *Renewables-Based Technology: Sustainability Assessment*. England: John Wiley & Sons Ltd,
- Drive, Sandy. (n.d) *Fatty Acid Profiling by Gas Chromatography*. Mei 21, 2008. <http://www.microbialid.com>.
- F.G. Winarno. (1997). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Fessenden, Ralp J. dan Joan S. Fessenden. (1986). *Organic Chemistry, Third Edition*. Massachuset: Wadsworth, Inc.
- Fleckenstein, Theo, Joachim Pohl dan Franz J. Carduck. (1991). *Process for the hydrogenation of fatty acid methyl ester mixtures*. Mei 30, 2008. <http://www.patentstorm.us/patents/5043485-fulltext.html>.
- Gervajio Gregorio C., (2005). *Fatty Acids and Derivatives from Coconut Oil*, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, Six Volume Set, Edited by Fereidoon Shahidi. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Gunstone, D. Frank. (2004). *The Chemistry of Oils and Fats*. Inggris : Blackwell Publishing Ltd.
- Hatcher, David B . (1957). *Fatty alcohol sulphate*. Chicago: Stepan Chemical Company
- Haubr, Hattie D. F. (1857). *A Novel High School Experiment in Hydrogenation of Oils*. California: Roosevelt Highschool
- Holmberg, Krister, et al.(2003). *Surfactants and Polymers in Aqueous Solution*. Inggris: John Wiley & Sons, Inc.
- Hyde, J., blood, P. (2004). *Hydrogenation of Organic Compounds*. Mei 20, 2008. http://www.nottingham.ac.uk/Hydrogenation_Organic_Compounds.htm
- Jang, Eun Seok , Jung, Mun Yhung dan David B. Min. (2005). *Hydrogenation for Low Trans and High Conjugated Fatty Acids*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety Vol. 1.
- Kerchevalp, James W., Armbruster, Lloyd A. (1941). *Hydrogenation: A Demonstration for the Classroom1*. Michigan: Michgan State Normal College
- Kevan, Peter. (n.d). *Coconut Oil Quality*. Mei 20, 2008. <http://ecoport.org>
- Kirk, Othmer. (1992). *Encyclopedia of Chemical Technology Volume 1, 4th ed*. New York: John Wiley and Sons, Inc.,
- Knothe, Gerhard, et al. (n.d). *The Use of Vegetable Oils and Their Derivatives as Alternative Diesel Fuels*. Mei 20, 2008. <http://journeytoforever.org>.

- KSV Instruments LTD. (n.d) *Surface and Interfacial Tension*. Mei 30, 2008. www.ksvinc.com/surface_tension1.htm
- Marash, R.Gubler, and K. Yagi. (2001). *Fats and Oils Industry Overview*. Chemical Handbook, SRI, Menlo Park, California.
- Maria, Daniela, dan Navarro, Marcelo. (2004). *Catalytic Hydrogenation of Organic Compounds without H₂ Supply: An Electrochemical System* Journal of Chemical Education Vol. 81 No. 9
- Maron, H. Samuel, Lando, B. Jerome. (1974) *Fundamentals Of Physical Chemistry*. London: Case Western Reserve University, Macmillan Publishing Co., Inc.
- Media Wiki. (n.d). *Hydrogenation*. Mei 21, 2008. <http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogenation.html>
- Media Wiki. (n.d) *cocconut*. Mei 20, 2008. <http://en.wikipedia.org>.
- Media Wiki. (n.d) *Emulsi*. Mei 20, 2008. <http://id.wikipedia.org/wiki/Emulsi.htm>
- Media Wiki. (n.d). *Acid Value*. Mei 20, 2008. http://en.wikipedia.org/wiki/Acid_value.htm
- Nave, R. (n.d). *Surface Tension*. Mei 23, 2008. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/surten.html>.
- Perry, Scott S. (2005) *Reduction*. Mei 18, 2008. <http://www.chem.uh.edu/Courses/Thummel.pdf>
- Ritonga, Ir. M. Yusuf. (2002). *Destilasi Asam Lemak*. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Salager, Jean Louis. (2002). *Surfactants Types and Uses*. Mei 30, 2008. <http://nanoparticles.org/pdf/salager/>
- Schick, Martin J. (2009). *Handbook of Detergents: Production*. Boca Raton: CRC Press.
- Shigeo Nishimura, (2001). *Handbook of Heterogenous Catalytisc Hydrogenation for Organic Synthesis*. Kanada : John Wiley & Sons, Inc.
- Shurtleff, W., Aoyagi, A. (n.d) Mei 18, 2008. <http://www.thesoydailyclub.com/SFC/MSPproducts501.asp>
- Smith, Gerard V. dan Notheisz, Ferenc. *Heterogeneous Catalysis in Organic Chemistry*.
- Story, P. R., DePuy, C. H. (1997) *A Convenient Atmospheric Pressure Hydrogenation Apparatus*. Journal of Chemical Education pg.48
- Tambun, Rondang. (2007). *Buku Ajar Teknologi Oleokimia*. Medan : Kimia Departemen Teknik Kimia USU.

Tarigan, Juliati Br. (2002). *Ester Lemak*. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

Toreki, Rob. *The General Chemistry Demo Lab*. Mei 4, 2008. <http://www.ilpi.com/genchem/demo/tension/>

Wahid, Nur. (2006). *Makanan dan Minuman Emulsi*. Mei 4, 2008. <http://www.republika.co.id/suplemen/default.asp>

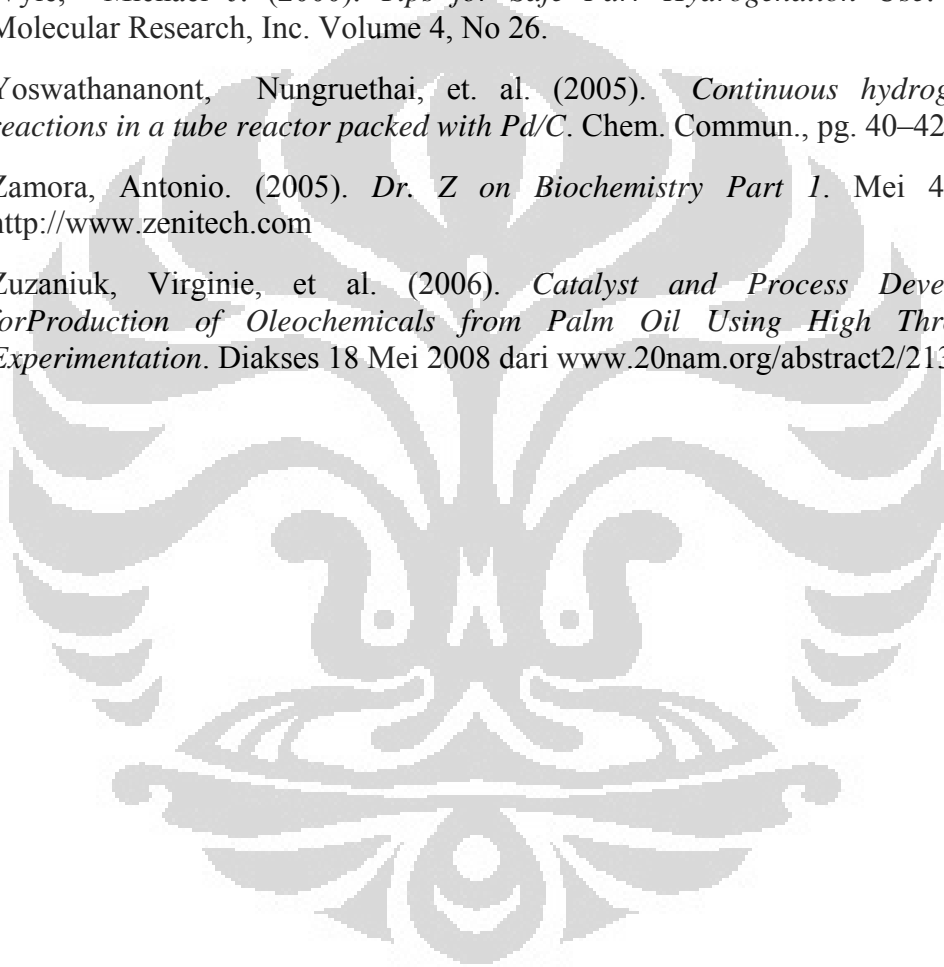
Waryaningsih. (2007). *Surfaktan Sudah Seharusnya Dikembangkan Besar-besaran*. Mei 18, 2008. <http://www.kapanlagi.com/h/0000133477.html>

Wyle, Michael J. (2000). *Tips for Safe Parr Hydrogenation Use*. Albany Molecular Research, Inc. Volume 4, No 26.

Yoswathananont, Nungruethai, et. al. (2005). *Continuous hydrogenation reactions in a tube reactor packed with Pd/C*. Chem. Commun., pg. 40–42.

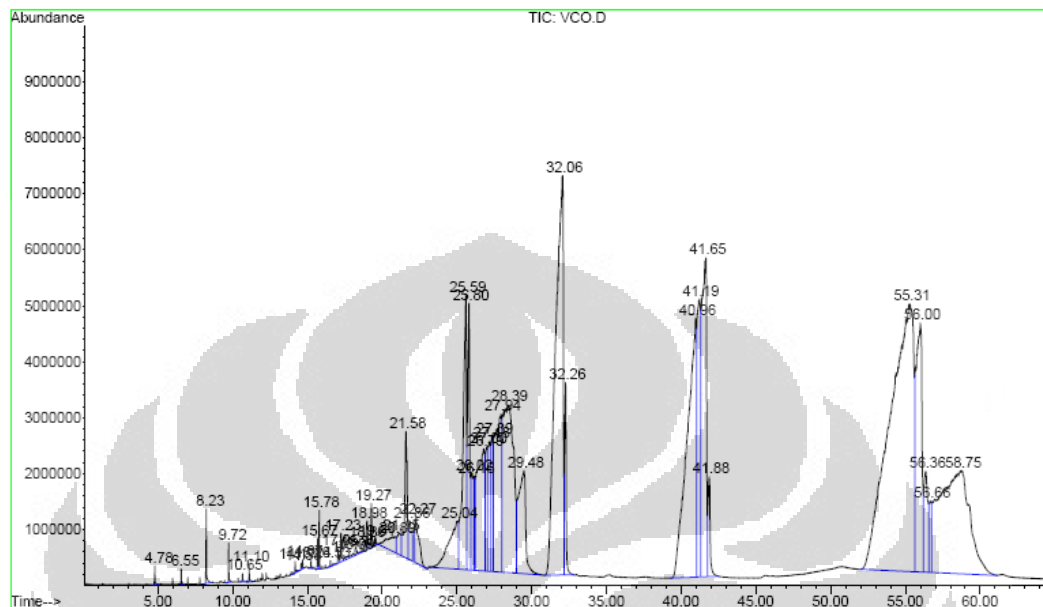
Zamora, Antonio. (2005). *Dr. Z on Biochemistry Part 1*. Mei 4, 2008. <http://www.zenitech.com>

Zuzaniuk, Virginie, et al. (2006). *Catalyst and Process Development for Production of Oleochemicals from Palm Oil Using High Throughput Experimentation*. Diakses 18 Mei 2008 dari www.20nam.org/abstract2/213.pdf.



LAMPIRAN B

B.1 Hasil analisa kuantitatif VCO menggunakan Gas Chromatography Mass Spectrofotometry (GCMS)



Gambar B. 1 Spektrum VCO

Library Search Report

Data Path : C:\MSDCHEM\1\data\
 Data File : VCO.D
 Acq On : 1 May 2009 11:03
 Operator : SUTARIYONO
 Sample : VCO
 Misc : S1 UI
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\wiley7n.1 Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum : Apex

Integration Events: Chemstation Integrator - events.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	8.23	0.25	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid	115373	000143-07-7	97
			Dodecanoic acid (CAS) \$\$ Lauric ac	115383	000143-07-7	95
			id \$\$ Abl \$\$ Neo-fat 12 \$\$ Vulvic			
			acid \$\$ Univol u-314 \$\$ Aliphatic no			
			. 4 \$\$ Neo-fat 12-43 \$\$ Dodecylic			
			acid \$\$ Ninol aa62 extra \$\$ Lauros			
			tearic acid \$\$ n-Dodecanoic acid \$			
			\$ 1-Undecanecarboxylic acid \$\$ Uni			
			vol U 314 \$\$ Luna			
			Dodecanoic acid (CAS) \$\$ Lauric ac	115379	000143-07-7	94
			id \$\$ Abl \$\$ Neo-fat 12 \$\$ Vulvic			
			acid \$\$ Univol u-314 \$\$ Aliphatic no			
			. 4 \$\$ Neo-fat 12-43 \$\$ Dodecylic			
			acid \$\$ Ninol aa62 extra \$\$ Lauros			
			tearic acid \$\$ n-Dodecanoic acid \$			
			\$ 1-Undecanecarboxylic acid			

2 9.72 0.09 C:\Database\wiley7n.1
Tetradecanoic acid \$\$ Myristic aci 157225 000544-63-8 98
d \$\$ n-Tetradecanoic acid \$\$ n-Tet
radecoic acid \$\$ Neo-Fat 14 \$\$ Uni
vol U 316S \$\$ 1-Tridecanecarboxyli
c acid \$\$ Coconut oil fatty acids
\$\$ Crodacid \$\$ Emery 655 \$\$ Hydrof
ol acid 1495 \$\$ Hystrene 9014 \$\$ n
-Tetradecan-1-oic
Tetradecanoic acid (CAS) \$\$ Myrist 157227 000544-63-8 96
ic acid \$\$ MYRISTINIC ACID \$\$ n-Te
tradecanoic acid \$\$ neo-Fat 14 \$\$
Univol U 316S \$\$ n-Tetradecoic aci
d \$\$ 1-Tridecanecarboxylic acid \$\$
n-Tetradecan-1-oic acid \$\$ methyl
tridecanoate \$\$ Coconut oil fatty
acids \$\$ Crodaci
Tetradecanoic acid (CAS) \$\$ Myrist 157226 000544-63-8 95
ic acid \$\$ MYRISTINIC ACID \$\$ n-Te
tradecanoic acid \$\$ neo-Fat 14 \$\$
Univol U 316S \$\$ n-Tetradecoic aci
d \$\$ 1-Tridecanecarboxylic acid \$\$
n-Tetradecan-1-oic acid \$\$ methyl
tridecanoate \$\$ Coconut oil fatty
acids \$\$ Crodaci

3 15.66 0.08 C:\Database\wiley7n.1
2-amino-1-methyl-5,6-dihydro-4(1H) 23451 088075-50-7 50
-pyrimidinone \$\$ 4(1H)-Pyrimidinon
e, 2-amino-5,6-dihydro-1-methyl- (
CAS)
Azacyclohexane, 1-BOC-3-formamido- 156457 000000-00-0 46
N-2,4,8-TRIMETHYLHENDECANOYL PYRRO 227146 000000-00-0 43
LIDINE

4 15.78 0.16 C:\Database\wiley7n.1
Azacyclohexane, 1-BOC-3-formamido- 156457 000000-00-0 46
Pyrrolidine, 1-(7-oxo-2,4,6-trimet 172366 000000-00-0 43
hylheptanoyl)-
3,5-Heptanedione, 2,2,6,6-tetramet 92622 001118-71-4 38
hyl-

5 17.23 0.12 C:\Database\wiley7n.1
Heptane, 4-ethyl- 25175 002216-32-2 25
Heptane, 4-ethyl- (CAS) \$\$ 4-Ethyl 25178 002216-32-2 25
heptane
Octadecanoic acid (CAS) \$\$ Stearic 231325 000057-11-4 18
acid \$\$ n-Octadecanoic acid \$\$ PD
185 \$\$ NAA 173 \$\$ Vanicol \$\$ Kam
3000 \$\$ Kam 1000 \$\$ Kam 2000 \$\$ Ne
o-Fat 18 \$\$ Steric acid \$\$ Hystren
e 80 \$\$ Industrene R \$\$ Stearex Be
ads \$\$ Hystrene S-97 \$\$ Neo-Fat 18
-53 \$\$ Neo-Fat 18

6 18.99 0.19 C:\Database\wiley7n.1
Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 50
l ester
naphtho[2,3-e]triazine-6,9-dione \$ 131479 107427-68-9 38
\$ Naphtho[2,3-e]-1,2,4-triazine-6,
9-dione (CAS)
Dodecanoic acid, ethenyl ester \$\$ 154363 002146-71-6 38
Lauric acid, vinyl ester \$\$ Vinyl
laurate \$\$ Vinyl dodecanoate

7	19.27	0.22	C:\Database\wiley7n.1				
			Lauric anhydride	321633	000645-66-9	95	
			N-acetylbutylpiperidine	91173	000000-00-0	59	
			naphtho[2,3-e]triazine-6,9-dione	\$ 131479	107427-68-9	52	
			\$ Naphtho[2,3-e]-1,2,4-triazine-6,9-dione (CAS)				
8	21.58	0.87	C:\Database\wiley7n.1				
			N-2,4,6-TRIMETHYLTRIDECA NOYL PYRROLIDINE	259711	000000-00-0	43	
			3,5-Heptanedione, 2,2,6,6-tetramethyl-	92619	001118-71-4	38	
			hyl- \$\$ Dipivaloylmethane \$\$ 2,2,6,6-Tetramethyl-3,5-heptanedione \$\$ (CH3)3CCOCH2COC(CH3)3				
			2,2,6,6-Tetramethylheptane-3,5-dione				
			2,2,6,6-Tetramethyl heptanedione				
			\$\$ Dipivaroylmethane				
			3,5-Octanedione, 2,2,7-trimethyl-	92851	069725-37-7	38	
9	21.64	0.30	C:\Database\wiley7n.1				
			5-(N-methyl-N-t-butylaminomethylene)-2,2-dimethyl-1,3-dioxane-4,6-dione	174970	096994-21-7	46	
			one \$\$ 1,3-Dioxane-4,6-dione, 5-[[(1,1-dimethylethyl)methylamino]methylene]-2,2-dimethyl-				
			(CAS)				
			1-(But-2-enyl)indole-2-carbaldehyde Tosylhydrazone	311410	116071-32-0	43	
			\$\$ Benzenesulfonic acid, 4-methyl-, [[1-(2-butenyl)-1H-indol-2-yl]methylene]hydrazide, (?E)-				
			(CAS)				
			Cyclobutane-1,2-dicarboxylic acid peroxide t-butyl ester	235378	000000-00-0	43	
10	24.81	0.07	C:\Database\wiley7n.1				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384822	000538-24-9	58	
			\$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate				
			\$\$ Glyceryl tridodecanoate				
			\$\$ Glyceryl trilaurate				
			\$\$ Lauric acid triglyceride				
			\$\$ Lauric acid triglycerin ester				
			\$\$ Trilaurin				
			\$\$ Glycerin trilaurate				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384824	000538-24-9	53	
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS)	384823	000538-24-9	38	
			\$\$ Glyceryl tridodecanoate				
			\$\$ Trilaurin				
			\$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate				
			\$\$ Glyceryl trilaurate				
			\$\$ Lauric acid triglyceride				
			\$\$ Lauric acid triglycerin ester				
			\$\$ Glycerin trilaurate				
11	25.03	0.07	C:\Database\wiley7n.1				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384824	000538-24-9	53	
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384822	000538-24-9	52	
			\$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate				
			\$\$ Glyceryl tridodecanoate				
			\$\$ Glyceryl trilaurate				
			\$\$ Lauric acid triglyceride				
			\$\$ Lauric acid triglycerin ester				
			\$\$ Trilaurin				
			\$\$ Glycerin trilaurate				
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	30	

12	25.60	3.48	C:\Database\wiley7n.1			
			1-(But-2-enyl)indole-2-carbaldehyd	311410	116071-32-0	38
			e Tosylhydrazone \$\$ Benzenesulfoni			
			c acid, 4-methyl-, [[1-(2-butenyl)			
			-1H-indol-2-yl]methylene]hydrazide			
			, (?E)- (CAS)			
			1-VANADYL-5-AZA-2,8,9-TRIOXABICYCL	134143	000000-00-0	15
			O(3:3:3)UNDECANE			
			2-Dibenzofuranamine \$\$ 2-Aminodibe	91227	003693-22-9	14
			nzofuran \$\$ 2-Aminodiphenylene oxi			
			de \$\$ 2-ADO			
13	25.81	2.27	C:\Database\wiley7n.1			
			4-Dibenzofuranamine \$\$ 4-Aminodibe	91230	050548-43-1	43
			nzofuran			
			2-Dibenzofuranamine \$\$ 2-Aminodibe	91227	003693-22-9	38
			nzofuran \$\$ 2-Aminodiphenylene oxi			
			de \$\$ 2-ADO			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	38
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero			
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca			
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La			
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a			
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin			
			\$\$ Glycerin trilaurate			
14	25.97	0.08	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384824	000538-24-9	64
			l ester			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	52
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero			
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca			
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La			
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a			
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin			
			\$\$ Glycerin trilaurate			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384823	000538-24-9	46
			l ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodec			
			anoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri			
			- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glycer			
			yl trilaurate \$\$ Lauric acid trigl			
			yceride \$\$ Lauric acid triglycerin			
			ester \$\$ Glycerin trilaurate			
15	26.03	0.10	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384824	000538-24-9	64
			l ester			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	49
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero			
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca			
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La			
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a			
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin			
			\$\$ Glycerin trilaurate			
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	43
16	26.61	0.14	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384824	000538-24-9	62
			l ester			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	62
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero			
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca			
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La			
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a			
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin			

\$\$ Glycerin trilaurate
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) 384823 000538-24-9 49
 \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri-
 \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Glycerin trilaurate

17 26.79 0.13 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester 384822 000538-24-9 49
 \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) 384823 000538-24-9 43
 \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri-
 \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Glycerin trilaurate
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 38

18 27.00 0.03 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester 384822 000538-24-9 49
 \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) 384823 000538-24-9 46
 \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri-
 \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Glycerin trilaurate
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 43

19 27.94 0.10 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester 384824 000538-24-9 70
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) 384823 000538-24-9 58
 \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri-
 \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Glycerin trilaurate
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester 384822 000538-24-9 58
 \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate

20 31.76 9.34 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester 384822 000538-24-9 47
 \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate

			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La				
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a				
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin				
			\$\$ Glycerin trilaurate				
			Lauric anhydride	321633	000645-66-9	37	
			4-Dibenzofuranamine \$\$ 4-Aminodibe	91230	050548-43-1	32	
			nzofuran				
21	31.82	1.60	C:\Database\wiley7n.1				
			4-Hydroxy-3-nitrobenzoic acid \$\$ 3	90732	000616-82-0	30	
			-Nitro-4-hydroxybenzoic acid \$\$ 3,				
			4-Nitrohydroxybenzoic acid \$\$ Benz				
			oic acid, 4-hydroxy-3-nitro- \$\$ 3-				
			Nitro-4-hydrobenzoic acid \$\$ 4-HYD				
			ROXY-3-NITROBENZOESAEURE				
			10H-Phenoxazine (CAS) \$\$ Phenoxazi	91234	000135-67-1	27	
			ne \$\$ Phenazoxine \$\$ 2,3:5,6-Diben				
			zo-1,4-oxazine \$\$ 2,3:5,6-Dibenzo-				
			1,4-oxazine \$\$ 2,3,5,6-Dibenzo-1,4				
			-oxazine \$\$ 2,3				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384824	000538-24-9	27	
			l ester				
22	31.92	3.05	C:\Database\wiley7n.1				
			10H-Phenoxazine (CAS) \$\$ Phenoxazi	91236	000135-67-1	38	
			ne \$\$ Phenazoxine \$\$ 2,3:5,6-Diben				
			zo-1,4-oxazine \$\$ 2,3:5,6-Dibenzo-				
			1,4-oxazine \$\$ 2,3,5,6-Dibenzo-1,4				
			-oxazine \$\$ 2,3				
			4-Dibenzofuranamine \$\$ 4-Aminodibe	91230	050548-43-1	38	
			nzofuran				
			3-(2-furanyl) indole \$\$ 1H-Indole,	91239	112616-94-1	38	
			3-(2-furanyl)- (CAS)				
23	32.07	6.49	C:\Database\wiley7n.1				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	43	
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero				
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca				
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La				
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a				
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin				
			\$\$ Glycerin trilaurate				
			4-Dibenzofuranamine \$\$ 4-Aminodibe	91230	050548-43-1	35	
			nzofuran				
			Lauric anhydride	321633	000645-66-9	32	
24	32.27	2.16	C:\Database\wiley7n.1				
			Lauric anhydride	321633	000645-66-9	38	
			Dodecanoic acid, ethenyl ester \$\$	154363	002146-71-6	22	
			Lauric acid, vinyl ester \$\$ Vinyl				
			laurate \$\$ Vinyl dodecanoate				
			4-Dibenzofuranamine \$\$ 4-Aminodibe	91230	050548-43-1	22	
			nzofuran				
25	40.96	15.80	C:\Database\wiley7n.1				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	30	
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero				
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca				
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La				
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a				
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin				
			\$\$ Glycerin trilaurate				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384824	000538-24-9	27	
			l ester				
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	11	

26	41.17	4.71	C:\Database\wiley7n.1				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	38	
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero				
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca				
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La				
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a				
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin				
			\$\$ Glycerin trilaurate				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384824	000538-24-9	30	
			l ester				
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	27	
27	41.25	1.56	C:\Database\wiley7n.1				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384824	000538-24-9	43	
			l ester				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	43	
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero				
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca				
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La				
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a				
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin				
			\$\$ Glycerin trilaurate				
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	22	
28	41.32	1.34	C:\Database\wiley7n.1				
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	38	
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	27	
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero				
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca				
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La				
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a				
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin				
			\$\$ Glycerin trilaurate				
			Dodecanoic acid, ethenyl ester \$\$	154363	002146-71-6	22	
			Lauric acid, vinyl ester \$\$ Vinyl				
			laurate \$\$ Vinyl dodecanoate				
29	41.39	1.51	C:\Database\wiley7n.1				
			Dodecanoic acid, ethenyl ester \$\$	154363	002146-71-6	18	
			Lauric acid, vinyl ester \$\$ Vinyl				
			laurate \$\$ Vinyl dodecanoate				
			2,5-Heptanedione, 3,3,6-trimethyl-	73938	051513-40-7	14	
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	12	
30	41.44	0.67	C:\Database\wiley7n.1				
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	27	
			1-(But-2-enyl)indole-2-carbaldehyd	311410	116071-32-0	22	
			e Tosylhydrazone \$\$ Benzenesulfoni				
			c acid, 4-methyl-, [[1-(2-butenyl)				
			-1H-indol-2-yl]methylene]hydrazide				
			, (?E)- (CAS)				
			Dodecanoic acid, ethenyl ester \$\$	154363	002146-71-6	18	
			Lauric acid, vinyl ester \$\$ Vinyl				
			laurate \$\$ Vinyl dodecanoate				
31	41.57	3.90	C:\Database\wiley7n.1				
			Nonanoic acid, 2-oxo-, methyl este	95122	056275-54-8	10	
			Dodecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydr	218390	001678-45-1	10	
			oxymethyl)ethyl ester (CAS) \$\$ 2-M				
			onolaurin \$\$ Laurin, 2-mono- \$\$.b				
			eta.-Monolaurin \$\$ Glycerol 2-laur				
			ate \$\$ Lauric acid .beta.-monoglyc				
			eride \$\$ 1,2,3-Propanetriol 2-dode				
			canoate \$\$ Glycerol .beta.-dodecan				

			oate				
			8-(2-Octanoylcyclopropyl)octanoic acid, methyl ester	275446	000000-00-0	10	
32	41.66	3.29	C:\Database\wiley7n.1				
			1,3-Dimethylpiperidin-4-one	23717	000000-00-0	10	
			Nonanoic acid, 2-oxo-, methyl ester	95122	056275-54-8	10	
			1,3,5-Triazin-2(1H)-one, 4,6-diamino-	23325	000645-92-1	10	
33	41.87	1.46	C:\Database\wiley7n.1				
			1-DEUTEROCYCLOHEXA-2-EN-1-OL (CAS)	7292	055282-88-7	35	
			3-(2',5'-Dimethylphenyl)pyridine (CAS)	91272	069299-54-3	22	
			Pyridine, 3-(2,5-dimethylphenyl)- (CAS)				
			10H-Phenoxazine (CAS) Phenoxazine (CAS)	91235	000135-67-1	22	
			Phenazoxine (CAS) 2,3:5,6-Dibenzo-1,4-oxazine (CAS)				
			2,3:5,6-Dibenzo-1,4-oxazine (CAS)				
34	53.24	2.33	C:\Database\wiley7n.1				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS)	384822	000538-24-9	90	
			Laurin, tri- (CAS) Glycerol trilaurate (CAS)				
			Glycerol trilaurate (CAS) Lauric acid triglyceride (CAS)				
			Lauric acid triglyceride (CAS) Trilaurin (CAS)				
			Trilaurin (CAS) Glycerin trilaurate (CAS)				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384824	000538-24-9	90	
			Lauric anhydride	321633	000645-66-9	53	
35	54.02	6.39	C:\Database\wiley7n.1				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS)	384822	000538-24-9	93	
			Laurin, tri- (CAS) Glycerol trilaurate (CAS)				
			Glycerol trilaurate (CAS) Lauric acid triglyceride (CAS)				
			Lauric acid triglyceride (CAS) Trilaurin (CAS)				
			Trilaurin (CAS) Glycerin trilaurate (CAS)				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384824	000538-24-9	90	
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS)	384823	000538-24-9	46	
			Glycerol trilaurate (CAS) Glycerol trilaurate (CAS)				
			Lauric acid triglyceride (CAS) Lauric acid triglyceride (CAS)				
			Lauric acid triglyceride (CAS) Glycerin trilaurate (CAS)				
36	54.54	6.31	C:\Database\wiley7n.1				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS)	384822	000538-24-9	91	
			Laurin, tri- (CAS) Glycerol trilaurate (CAS)				
			Glycerol trilaurate (CAS) Lauric acid triglyceride (CAS)				
			Lauric acid triglyceride (CAS) Trilaurin (CAS)				
			Trilaurin (CAS) Glycerin trilaurate (CAS)				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS)	384823	000538-24-9	53	
			Glycerol trilaurate (CAS) Glycerol trilaurate (CAS)				
			Lauric acid triglyceride (CAS) Lauric acid triglyceride (CAS)				

yceride \$\$ Lauric acid triglycerin
 ester \$\$ Glycerin trilaurate
 Pyrrolizin-1-thione, 7-propyl- 91127 000000-00-0 46

37 54.63 1.23 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 93
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 80
 l ester
 Lauric anhydride 321633 000645-66-9 78

38 54.79 2.51 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 93
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 Lauric anhydride 321633 000645-66-9 78
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384823 000538-24-9 53
 l ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodec
 anoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri
 - \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glycer
 yl trilaurate \$\$ Lauric acid trigl
 yceride \$\$ Lauric acid triglycerin
 ester \$\$ Glycerin trilaurate

39 54.91 1.81 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 74
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 46
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 43
 l ester

40 55.03 2.54 C:\Database\wiley7n.1
 Lauric anhydride 321633 000645-66-9 89
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 83
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 47
 l ester

41 55.11 0.67 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 87
 l ester
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 74
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a

cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 Lauric anhydride 321633 000645-66-9 70

42 55.24 2.31 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 68
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 Lauric anhydride 321633 000645-66-9 64
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 58
 l ester

43 55.31 1.67 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 87
 l ester
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 74
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 Lauric anhydride 321633 000645-66-9 64

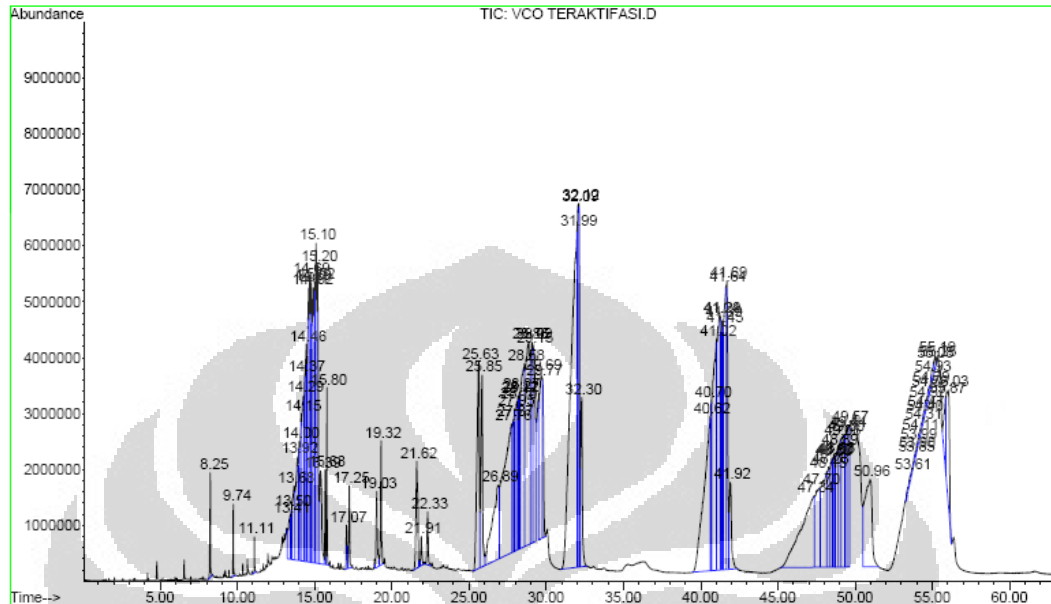
44 55.39 1.39 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 59
 l ester
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 53
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 43

45 55.82 1.32 C:\Database\wiley7n.1
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 49
 Dodecanoic acid, ethenyl ester \$\$ 154363 002146-71-6 25
 Lauric acid, vinyl ester \$\$ Vinyl
 laurate \$\$ Vinyl dodecanoate
 Dodecanoic acid, 2,3-dihydroxyprop 218387 000142-18-7 25
 yl ester \$\$ Laurin, 1-mono- \$\$.al
 pha.-Monolaurin \$\$ Glycerin 1-mono
 laurate \$\$ Glycerol .alpha.-monola
 urate \$\$ Glycerol 1-monolaurate \$\$
 Glyceryl monododecanoate \$\$ Glyce
 ryl monolaurate

46 56.00 3.89 C:\Database\wiley7n.1
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 49
 Dodecanoic acid, 2,3-dihydroxyprop 218387 000142-18-7 10
 yl ester \$\$ Laurin, 1-mono- \$\$.al
 pha.-Monolaurin \$\$ Glycerin 1-mono
 laurate
 Acetic acid, 6-iodo-9-oxabicyclo[3 259896 000000-00-0 10
 .3.1]non-2-yl ester

UMUM.M Fri Jun 26 06:31:57 2009

B.2 Hasil analisa kuantitatif produk hidrogenasi menggunakan Gas Chromatography Mass Spectrofotometry (GCMS)



Gambar B. 2 Spektrum produk hasil hidrogenasi

Library Search Report

Data Path : C:\MSDCHEM\1\data\
 Data File : VCO TERAKTIFASI.D
 Acq On : 30 Apr 2009 13:32
 Operator : SUTARIYONO
 Sample : PRODUK HIDROGENASI
 Misc : FTUI
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\wiley7n.1 Minimum Quality: 0

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	8.26	0.25	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid (CAS)	115375	000143-07-7	96
			id \$\$ Abl \$\$ Neo-fat 12 \$\$ Vulvic acid \$\$ Univol u-314 \$\$ Aliphat no . 4 \$\$ Neo-fat 12-43 \$\$ Dodecylic acid \$\$ Ninol aa62 extra \$\$ Laurostearic acid \$\$ n-Dodecanoic acid \$ \$ 1-Undecanecarboxylic acid \$\$ Univol U 314 \$\$ Luna			
			Dodecanoic acid	115373	000143-07-7	93
			Dodecanoic acid \$\$ n-Dodecanoic acid \$\$ Neo-fat 12 \$\$ Aliphat no. 4 \$\$ Abl \$\$ Dodecylic acid \$\$ Lauric acid \$\$ Laurostearic acid \$\$ Neo-fat 12-43 \$\$ Ninol aa62 extra \$\$ Univol u-314 \$\$ Vulvic acid \$\$ 1-Undecanecarboxylic acid \$\$ Duodecyli			
			Dodecanoic acid	115374	000143-07-7	91

c acid \$\$ C-1297

- 2 9.74 0.11 C:\Database\wiley7n.1
Tetradecanoic acid \$\$ Myristic aci 157225 000544-63-8 99
d \$\$ n-Tetradecanoic acid \$\$ n-Tet
radecoic acid \$\$ Neo-Fat 14 \$\$ Uni
vol U 316S \$\$ 1-Tridecanecarboxyli
c acid \$\$ Coconut oil fatty acids
\$\$ Crodacid \$\$ Emery 655 \$\$ Hydrof
ol acid 1495 \$\$ Hystrene 9014 \$\$ n
-Tetradecan-1-oic
Tetradecanoic acid (CAS) \$\$ Myrist 157233 000544-63-8 98
ic acid \$\$ MYRISTINIC ACID \$\$ n-Te
tradecanoic acid \$\$ neo-Fat 14 \$\$
Univol U 316S \$\$ n-Tetradecoic aci
d \$\$ 1-Tridecanecarboxylic acid \$\$
n-Tetradecan-1-oic acid \$\$ methyl
tridecanoate \$\$ Coconut oil fatty
acids \$\$ Crodaci
Tetradecanoic acid (CAS) \$\$ Myrist 157232 000544-63-8 97
ic acid \$\$ MYRISTINIC ACID \$\$ n-Te
tradecanoic acid \$\$ neo-Fat 14 \$\$
Univol U 316S \$\$ n-Tetradecoic aci
d \$\$ 1-Tridecanecarboxylic acid \$\$
n-Tetradecan-1-oic acid \$\$ methyl
tridecanoate \$\$ Coconut oil fatty
acids \$\$ Crodaci
- 3 11.10 0.05 C:\Database\wiley7n.1
Hexadecanoic acid (CAS) \$\$ Palmiti 195440 000057-10-3 98
c acid \$\$ Palmitinic acid \$\$ n-Hex
adecoic acid \$\$ n-Hexadecanoic aci
d \$\$ Pentadecanecarboxylic acid \$\$
1-Pentadecanecarboxylic acid \$\$ P
rifrac 2960 \$\$ Coconut oil fatty a
cids \$\$ Cetylic acid \$\$ Emersol 14
0 \$\$ Emersol 143
n-Hexadecanoic acid 195430 000057-10-3 98
Hexadecanoic acid (CAS) \$\$ Palmiti 195444 000057-10-3 98
c acid \$\$ Palmitinic acid \$\$ n-Hex
adecoic acid \$\$ n-Hexadecanoic aci
d \$\$ Pentadecanecarboxylic acid \$\$
1-Pentadecanecarboxylic acid \$\$ P
rifrac 2960 \$\$ Coconut oil fatty a
cids \$\$ Cetylic acid \$\$ Emersol 14
0 \$\$ Emersol 143
- 4 13.41 0.35 C:\Database\wiley7n.1
Lauric anhydride 321633 000645-66-9 78
Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 53
l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
\$\$ Glycerin trilaurate
GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 53
- 5 13.50 0.21 C:\Database\wiley7n.1
naphtho[2,3-e]triazine-6,9-dione \$ 131479 107427-68-9 46
\$ Naphtho[2,3-e]-1,2,4-triazine-6,
9-dione (CAS)
N-acetylbutylpiperidine 91173 000000-00-0 43
Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 43
l ester

6	13.69	0.72	C:\Database\wiley7n.1				
			Lauric anhydride	321633	000645-66-9	70	
			Dodecanoic acid, 1-(hydroxymethyl)-1,2-ethanediyl ester	356874	017598-94-6	55	
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate	384822	000538-24-9	55	
7	13.92	1.03	C:\Database\wiley7n.1				
			Lauric anhydride	321633	000645-66-9	46	
			naphtho[2,3-e]triazine-6,9-dione \$ \$ Naphtho[2,3-e]-1,2,4-triazine-6,9-dione (CAS)	131479	107427-68-9	43	
			Uracil, 6-amino-1,3-diethyl-	90853	041740-15-2	38	
8	13.99	0.50	C:\Database\wiley7n.1				
			Lauric anhydride	321633	000645-66-9	64	
			1-Phenyl-3-methyl-4-cyanopyrazole	91148	000000-00-0	47	
			naphtho[2,3-e]triazine-6,9-dione \$ \$ Naphtho[2,3-e]-1,2,4-triazine-6,9-dione (CAS)	131479	107427-68-9	38	
9	14.15	0.85	C:\Database\wiley7n.1				
			Dodecanoic acid, 1-(hydroxymethyl)-1,2-ethanediyl ester	356874	017598-94-6	58	
			Lauric anhydride	321633	000645-66-9	55	
			1-Phenyl-3-methyl-4-cyanopyrazole	91148	000000-00-0	47	
10	14.30	1.35	C:\Database\wiley7n.1				
			Lauric anhydride	321633	000645-66-9	64	
			Dodecanoic acid, 1-(hydroxymethyl)-1,2-ethanediyl ester	356874	017598-94-6	46	
			1-Phenyl-3-methyl-4-cyanopyrazole	91148	000000-00-0	43	
11	14.37	0.61	C:\Database\wiley7n.1				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate	384822	000538-24-9	38	
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	27	
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384824	000538-24-9	22	
12	14.46	1.19	C:\Database\wiley7n.1				
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	27	
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384824	000538-24-9	25	
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Glycerin trilaurate	384823	000538-24-9	11	
13	14.61	1.72	C:\Database\wiley7n.1				
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384822	000538-24-9	30	

1 ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 1 trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 27
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384823 000538-24-9 15
 1 ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodec
 anoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri
 - \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glycer
 yl trilaurate \$\$ Lauric acid trigl
 yceride \$\$ Lauric acid triglycerin
 ester \$\$ Glycerin trilaurate

14 14.69 1.38 C:\Database\wiley7n.1
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 27
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384823 000538-24-9 27
 1 ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodec
 anoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri
 - \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glycer
 yl trilaurate \$\$ Lauric acid trigl
 yceride \$\$ Lauric acid triglycerin
 ester \$\$ Glycerin trilaurate
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 25
 1 ester

15 14.79 1.30 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 43
 1 ester
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 22
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 12
 1 ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 1 trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate

16 14.92 1.88 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, ethenyl ester \$\$ 154363 002146-71-6 22
 Lauric acid, vinyl ester \$\$ Vinyl
 laurate \$\$ Vinyl dodecanoate
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 16
 Urea, N-(2-chlorophenyl)-N'-methyl 91706 015500-96-6 10
 - \$\$ Urea, 1-(o-chlorophenyl)-3-me
 thyl- \$\$ N-Methyl-N1-(2-chlorophen
 yl)urea \$\$ 1-(2-Chlorophenyl)-3-me
 thylurea \$\$ 1-Methyl-3-(2-chloroph
 enyl)urea

17 15.02 0.85 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 2,3-dihydroxyprop 218387 000142-18-7 12
 yl ester \$\$ Laurin, 1-mono- \$\$.al
 pha.-Monolaurin \$\$ Glycerin 1-mono
 laurate \$\$ Glycerol .alpha.-monola
 urate \$\$ Glycerol 1-monolaurate \$\$
 Glyceryl monododecanoate \$\$ Glyce
 ryl monolaurate \$\$ Lauric acid .al
 pha.-monoglycerid
 Nonanoic acid, 2-oxo-, methyl este 95122 056275-54-8 10
 2,2,6,6-Tetramethylheptane-3,5-dio 92621 000000-00-0 10
 ne, enol form

18 15.10 1.82 C:\Database\wiley7n.1

			Nonanoic acid, 2-oxo-, methyl este	95122	056275-54-8	10
			2,2,6,6-Tetramethylheptane-3,5-dio	92621	000000-00-0	10
			ne, enol form			
			Heptanoic acid, 6-oxo-, phenyl est	144154	000000-00-0	10
			er			
19	15.20	1.57	C:\Database\wiley7n.1			
			Pentadecane, 2-methyl- (CAS) \$\$	14	154923	001560-93-6
			-METHYLPENTADECANE \$\$ 2-Methylpent			12
			adecane			
			Dodecanoic acid, 2,3-dihydroxyprop	218387	000142-18-7	12
			yl ester \$\$ Laurin, 1-mono- \$\$.al			
			pha.-Monolaurin \$\$ Glycerin 1-mono			
			laurate \$\$ Glycerol .alpha.-monola			
			urate \$\$ Glycerol 1-monolaurate \$\$			
			Glyceryl monododecanoate \$\$ Glyce			
			ryl monolaurate \$\$ Lauric acid .al			
			pha.-monoglycerid			
			2,4-Dioxo-6-methyl-2H-1,3-oxazine	23441	000000-00-0	10
20	15.39	0.80	C:\Database\wiley7n.1			
			Lauric anhydride	321633	000645-66-9	50
			1-(But-2-enyl)indole-2-carbaldehyd	311410	116071-32-0	38
			e Tosylhydrazone \$\$ Benzenesulfoni			
			c acid, 4-methyl-, [[1-(2-butenyl)			
			-1H-indol-2-yl]methylene]hydrazide			
			, (? ,E)- (CAS)			
			Tetracontane, 3,5,24-trimethyl-	382447	055162-61-3	30
21	15.68	0.18	C:\Database\wiley7n.1			
			3,5-Heptanedione, 2,2,6,6-tetramet	92622	001118-71-4	41
			hyl-			
			3,5-Heptanedione, 2,2,6,6-tetramet	92619	001118-71-4	41
			hyl- \$\$ Dipivaloylmethane \$\$ 2,2,6			
			,6-Tetramethyl-3,5-heptanedione \$\$			
			(CH3)3CCOCH2COC(CH3)3 \$\$ 2,2,6,6-			
			Tetramethylheptane-3,5-dione \$\$ 2,			
			2,6,6-Tetramethyl heptanedione \$\$			
			Dipivaroylmethane			
			3,5-Heptanedione, 2,2,6,6-tetramet	92620	001118-71-4	38
			hyl-			
22	15.80	0.30	C:\Database\wiley7n.1			
			BORINIC ACID, DIETHYL-, 2-NAPHTHAL	133810	055848-44-7	38
			ENYL ESTER			
			Borinic acid, diethyl-, naphthalen	133809	061249-74-9	38
			yl ester			
			1,4,5,6-TETRAHYDRO-1,3,5-TRIMETHYL	23599	000000-00-0	35
			-AS-TRIAZINE			
23	17.07	0.10	C:\Database\wiley7n.1			
			2-Naphthuric acid	158183	069826-63-7	50
			Methanone, phenyl-2-pyridinyl- (CA	91210	000091-02-1	50
			S) \$\$ Phenyl 2-pyridyl ketone \$\$ 2			
			-Benzoylpyridine \$\$ Ketone, phenyl			
			2-pyridyl \$\$ phenyl 2-pyridinyl k			
			etone \$\$ Pyridine, 2-benzoyl- \$\$ 2			
			-Pyridyl phenyl ketone			
			Dodecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydr	218390	001678-45-1	27
			oxymethyl)ethyl ester (CAS) \$\$ 2-M			
			onolaurin \$\$ Laurin, 2-mono- \$\$.b			
			eta.-Monolaurin \$\$ Glycerol 2-laur			
			ate \$\$ Lauric acid .beta.-monoglyc			
			eride \$\$ 1,2,3-Propanetriol 2-dode			
			canoate \$\$ Glycerol .beta.-dodecan			

oate

24	17.25	0.27	C:\Database\wiley7n.1 naphtho[2,3-e]triazine-6,9-dione \$ 131479 107427-68-9 83 \$ Naphtho[2,3-e]-1,2,4-triazine-6, 9-dione (CAS) Methanone, phenyl-2-pyridinyl- (CA 91210 000091-02-1 50 S) \$\$ Phenyl 2-pyridyl ketone \$\$ 2 -Benzoylpyridine \$\$ Ketone, phenyl 2-pyridyl \$\$ phenyl 2-pyridinyl k etone \$\$ Pyridine, 2-benzoyl- \$\$ 2 -Pyridyl phenyl ketone 10-Nonadecanone 228918 000504-57-4 35
25	19.04	0.38	C:\Database\wiley7n.1 Dodecanoic acid, 1-(hydroxymethyl) 356874 017598-94-6 91 -1,2-ethanediyl ester 4-Dibenzofuranamine \$\$ 4-Aminodibe 91230 050548-43-1 52 nzofuran Lauric anhydride 321633 000645-66-9 43
26	19.32	0.47	C:\Database\wiley7n.1 Dodecanoic acid, 1-(hydroxymethyl) 356874 017598-94-6 90 -1,2-ethanediyl ester Lauric anhydride 321633 000645-66-9 53 Dodecanoic acid, ethenyl ester \$\$ 154363 002146-71-6 43 Lauric acid, vinyl ester \$\$ Vinyl laurate \$\$ Vinyl dodecanoate
27	21.62	0.76	C:\Database\wiley7n.1 1,4-Dioxaspiro[4,5]decane-7-butano 230854 000000-00-0 50 ic acid, 2,3,6-trimethyl-, methyl ester 3,5-Heptanedione, 2,2,6,6-tetramet 92622 001118-71-4 45 hyl- 3,5-Heptanedione, 2,2,6,6-tetramet 92620 001118-71-4 45 hyl-
28	21.91	0.14	C:\Database\wiley7n.1 Dodecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydr 218390 001678-45-1 43 oxymethyl)ethyl ester (CAS) \$\$ 2-M onolaurin \$\$ Laurin, 2-mono- \$\$.b eta.-Monolaurin \$\$ Glycerol 2-laur ate \$\$ Lauric acid .beta.-monoglyc eride \$\$ 1,2,3-Propanetriol 2-dode canoate \$\$ Glycerol .beta.-dodecan oate 2-(METHYL-D3)-CYCLODECANONE 71367 032454-56-1 38 1-(But-2-enyl)indole-2-carbaldehyd 311410 116071-32-0 38 e Tosylhydrazone \$\$ Benzenesulfoni c acid, 4-methyl-, [[1-(2-butenyl -1H-indol-2-yl]methylene]hydrazide , (?E)- (CAS)
29	22.33	0.24	C:\Database\wiley7n.1 Lauric anhydride 321633 000645-66-9 47 1-Methyl-3H-phenoxazin-3-one \$\$ 3H 131725 074683-32-2 47 -Phenoxazin-3-one, 1-methyl- (CAS) Hexadecanoic acid, 1-(hydroxymethy 378934 000761-35-3 46 l)-1,2-ethanediyl ester \$\$ Palmiti n, 1,2-di- \$\$ Dipalmitin \$\$ Glycer ol 1,2-dipalmitate \$\$ 1,2-Dipalmit in \$\$ 1,2-Dipalmitoylglycerol
30	25.62	1.96	C:\Database\wiley7n.1

			1-Naphthalenecarboxamide, N-(1-met	155732	031609-18-4	22
			hylpropyl)-			
			Dodecanoic acid, ethenyl ester \$\$	154363	002146-71-6	14
			Lauric acid, vinyl ester \$\$ Vinyl			
			laurate \$\$ Vinyl dodecanoate			
			N-Acetylpyrrolidone	23520	000932-17-2	14
31	25.85	1.36	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	43
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero			
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca			
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La			
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a			
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin			
			\$\$ Glycerin trilaurate			
			Dodecanoic acid, ethenyl ester \$\$	154363	002146-71-6	35
			Lauric acid, vinyl ester \$\$ Vinyl			
			laurate \$\$ Vinyl dodecanoate			
			2,4-Diamino-6-hydroxy-5-thiocyanat	90656	022288-75-1	35
			opyrimidine \$\$ Thiocyanic acid, 2,			
			6-diamino-1,4-dihydro-4-oxo-5-pyri			
			midinyl ester (CAS) \$\$ Thiocyanic			
			acid, 2,4-diamino-6-hydroxy-5-pyri			
			midinyl ester			
32	26.89	2.01	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384824	000538-24-9	90
			l ester			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	80
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero			
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca			
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La			
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a			
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin			
			\$\$ Glycerin trilaurate			
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	70
33	27.76	4.26	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	91
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero			
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca			
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La			
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a			
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin			
			\$\$ Glycerin trilaurate			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384824	000538-24-9	87
			l ester			
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	70
34	27.87	0.68	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	91
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero			
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca			
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La			
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a			
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin			
			\$\$ Glycerin trilaurate			
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	76
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384824	000538-24-9	62
			l ester			
35	27.96	0.68	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	90
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero			
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca			

				noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La uric acid triglyceride \$\$ Lauric a cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate				
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester	384824	000538-24-9	80	
				GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	58	
36	28.09	1.08	C:\Database\wiley7n.1	Lauric anhydride	321633	000645-66-9	83	
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La uric acid triglyceride \$\$ Lauric a cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate	384822	000538-24-9	83	
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester	384824	000538-24-9	62	
37	28.17	0.55	C:\Database\wiley7n.1	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La uric acid triglyceride \$\$ Lauric a cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate	384822	000538-24-9	91	
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester	384824	000538-24-9	87	
				GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	70	
38	28.22	0.37	C:\Database\wiley7n.1	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La uric acid triglyceride \$\$ Lauric a cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate	384822	000538-24-9	91	
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester	384824	000538-24-9	86	
				Lauric anhydride	321633	000645-66-9	83	
39	28.27	0.57	C:\Database\wiley7n.1	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La uric acid triglyceride \$\$ Lauric a cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate	384822	000538-24-9	91	
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester	384824	000538-24-9	90	
				Lauric anhydride	321633	000645-66-9	83	
40	28.58	2.65	C:\Database\wiley7n.1	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester	384824	000538-24-9	83	
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La uric acid triglyceride \$\$ Lauric a cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin	384822	000538-24-9	68	

				\$\$ Glycerin trilaurate			
				Lauric anhydride	321633	000645-66-9	64
41	28.86	3.80	C:\Database\wiley7n.1				
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384824	000538-24-9	87
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate	384822	000538-24-9	74
				Lauric anhydride	321633	000645-66-9	70
42	29.08	1.49	C:\Database\wiley7n.1				
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate	384822	000538-24-9	53
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Glycerin trilaurate	384823	000538-24-9	46
				GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	45
43	29.15	1.83	C:\Database\wiley7n.1				
				GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	53
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Glycerin trilaurate	384823	000538-24-9	52
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate	384822	000538-24-9	52
44	29.68	1.93	C:\Database\wiley7n.1				
				GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	43
				Dodecanoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester \$\$ Laurin, 1-mono- \$\$.alpha.-Monolaurin \$\$ Glycerin 1-monolaurate \$\$ Glycerol .alpha.-monolaurate \$\$ Glycerol 1-monolaurate \$\$ Glyceryl monododecanoate \$\$ Glycerol monolaurate \$\$ Lauric acid .alpha.-monoglycerid	218387	000142-18-7	16
				Dodecanoic acid, ethenyl ester \$\$ Lauric acid, vinyl ester \$\$ Vinyl laurate \$\$ Vinyl dodecanoate	154363	002146-71-6	10
45	29.77	0.73	C:\Database\wiley7n.1				
				GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	38

noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 10

53 41.25 3.07 C:\Database\wiley7n.1
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 27
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 25
 l ester
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 12
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate

54 41.29 0.95 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1-(hydroxymethyl) 356874 017598-94-6 50
 -1,2-ethanediyl ester
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 43
 l ester
 1-(But-2-enyl)indole-2-carbaldehyd 311410 116071-32-0 35
 e Tosylhydrazone \$\$ Benzenesulfoni
 c acid, 4-methyl-, [[1-(2-butenyl)
 -1H-indol-2-yl]methylene]hydrazide
 , (? ,E)- (CAS)

55 41.39 1.07 C:\Database\wiley7n.1
 1-(But-2-enyl)indole-2-carbaldehyd 311410 116071-32-0 27
 e Tosylhydrazone \$\$ Benzenesulfoni
 c acid, 4-methyl-, [[1-(2-butenyl)
 -1H-indol-2-yl]methylene]hydrazide
 , (? ,E)- (CAS)
 Dodecanoic acid, ethenyl ester \$\$ 154363 002146-71-6 22
 Lauric acid, vinyl ester \$\$ Vinyl
 laurate \$\$ Vinyl dodecanoate
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 14
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate

56 41.45 0.51 C:\Database\wiley7n.1
 2,5-Heptanedione, 3,3,6-trimethyl- 73938 051513-40-7 14
 Dodecanoic acid, ethenyl ester \$\$ 154363 002146-71-6 12
 Lauric acid, vinyl ester \$\$ Vinyl
 laurate \$\$ Vinyl dodecanoate
 Pentadecane, 2-methyl- (CAS) \$\$ 14 154923 001560-93-6 12
 -METHYLPENTADECANE \$\$ 2-Methylpent
 adecane

57 41.64 2.74 C:\Database\wiley7n.1
 Pentadecane, 2-methyl- (CAS) \$\$ 14 154923 001560-93-6 22
 -METHYLPENTADECANE \$\$ 2-Methylpent
 adecane
 Nonanoic acid, 2-oxo-, methyl este 95122 056275-54-8 10
 2,2,6,6-Tetramethylheptane-3,5-dio 92621 000000-00-0 10
 ne, enol form

58 41.69 1.64 C:\Database\wiley7n.1
 1-Methyl-6,6-diphenyl-2,7-dioxabic 226004 085623-59-2 12

yclo[3.2.0]heptan-3-one \$\$ 2,7-Di
 oxabicyclo[3.2.0]heptan-3-one, 1-m
 ethyl-6,6-diphenyl- (CAS)
 (+-)-4-hydroxynon-2-ynal diethyl a 156896 125130-78-1 10
 cetal \$\$ 2-Nonyn-4-ol, 1,1-diethox
 y-, (.+-.)- (CAS)
 Nonanoic acid, 2-oxo-, methyl este 95122 056275-54-8 10

59 41.93 0.81 C:\Database\wiley7n.1
 4-Dibenzofuranamine \$\$ 4-Aminodibe 91230 050548-43-1 30
 nzofuran
 naphtho[2,3-e]triazine-6,9-dione \$ 131479 107427-68-9 27
 \$ Naphtho[2,3-e]-1,2,4-triazine-6,
 9-dione (CAS)
 Methyl 2-[(3aRS,4RS,6aSR)-(2'-eth 156648 000000-00-0 22
 oxyhexahydro-2'H-cyclopenta[b]fura
 n-4'-yl]acetate

60 47.34 3.76 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 50
 l ester
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 49
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 46

61 47.71 1.47 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 70
 l ester
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384823 000538-24-9 49
 l ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodec
 anoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri
 - \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glycer
 yl trilaurate \$\$ Lauric acid trigl
 yceride \$\$ Lauric acid triglycerin
 ester \$\$ Glycerin trilaurate
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 49
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate

62 48.14 1.92 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 62
 l ester
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384823 000538-24-9 46
 l ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodec
 anoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri
 - \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glycer
 yl trilaurate \$\$ Lauric acid trigl
 yceride \$\$ Lauric acid triglycerin
 ester \$\$ Glycerin trilaurate
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 43

63 48.28 0.84 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 60
 l ester
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 45
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero

1 trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 38

64 48.50 1.06 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 64
 l ester
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 47
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384823 000538-24-9 46
 l ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodec
 anoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri
 - \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glycer
 yl trilaurate \$\$ Lauric acid trigl
 yceride \$\$ Lauric acid triglycerin
 ester \$\$ Glycerin trilaurate

65 48.57 0.36 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 70
 l ester
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 55
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 43

66 48.60 0.16 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 62
 l ester
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 58
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384823 000538-24-9 49
 l ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodec
 anoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri
 - \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glycer
 yl trilaurate \$\$ Lauric acid trigl
 yceride \$\$ Lauric acid triglycerin
 ester \$\$ Glycerin trilaurate

67 48.69 0.57 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384822 000538-24-9 55
 l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero
 l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca
 noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La
 uric acid triglyceride \$\$ Lauric a
 cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin
 \$\$ Glycerin trilaurate
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy 384824 000538-24-9 49
 l ester

Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) 384823 000538-24-9 38
 1 ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Glycerin trilaurate

68 48.88 1.23 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester 384824 000538-24-9 53
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate 384822 000538-24-9 46
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 38

69 49.06 1.12 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester 384824 000538-24-9 47
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate 384822 000538-24-9 46
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) 384823 000538-24-9 43
 1 ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Glycerin trilaurate

70 49.30 1.69 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester 384824 000538-24-9 49
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate 384822 000538-24-9 46
 GLYCERYL TRIDODECANOATE 389989 000000-00-0 25

71 49.44 1.00 C:\Database\wiley7n.1
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester 384824 000538-24-9 60
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate 384822 000538-24-9 49
 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) 384823 000538-24-9 46
 1 ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride

yceride \$\$ Lauric acid triglycerin
ester \$\$ Glycerin trilaurate

72	49.56	1.15	C:\Database\wiley7n.1 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La uric acid triglyceride \$\$ Lauric a cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate GLYCERYL TRIDODECANOATE	384824	000538-24-9	53
				384822	000538-24-9	49
				389989	000000-00-0	30
73	50.96	2.61	C:\Database\wiley7n.1 2H-Azepin-2-one, 5-(1,1-dimethylet hyl)hexahydro-	72208	032741-89-2	9
74	53.62	0.07	C:\Database\wiley7n.1 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La uric acid triglyceride \$\$ Lauric a cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester GLYCERYL TRIDODECANOATE	384822	000538-24-9	90
				384824	000538-24-9	87
				389989	000000-00-0	64
75	53.85	0.05	C:\Database\wiley7n.1 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La uric acid triglyceride \$\$ Lauric a cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate GLYCERYL TRIDODECANOATE	384824	000538-24-9	90
				384822	000538-24-9	90
				389989	000000-00-0	64
76	53.90	0.02	C:\Database\wiley7n.1 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La uric acid triglyceride \$\$ Lauric a cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate GLYCERYL TRIDODECANOATE	384824	000538-24-9	90
				384822	000538-24-9	90
				389989	000000-00-0	45
77	53.99	0.02	C:\Database\wiley7n.1 Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La uric acid triglyceride \$\$ Lauric a cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy l ester	384822	000538-24-9	90
				384824	000538-24-9	90

			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	55
78	54.11	0.05	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	90
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero			
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca			
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La			
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a			
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin			
			\$\$ Glycerin trilaurate			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384824	000538-24-9	53
			l ester			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384823	000538-24-9	43
			l ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodec			
			anoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri			
			- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glycer			
			yl trilaurate \$\$ Lauric acid trigl			
			lyceride \$\$ Lauric acid triglycerin			
			ester \$\$ Glycerin trilaurate			
79	54.30	0.06	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	90
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero			
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca			
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La			
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a			
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin			
			\$\$ Glycerin trilaurate			
			Lauric anhydride	321633	000645-66-9	50
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384824	000538-24-9	49
			l ester			
80	54.41	0.03	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	90
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero			
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca			
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La			
			uric acid triglyceride			
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	60
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384824	000538-24-9	53
			l ester			
81	54.47	0.02	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	91
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero			
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca			
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La			
			uric acid triglyceride \$\$ Lauric a			
			cid triglycerin ester \$\$ Trilaurin			
			\$\$ Glycerin trilaurate			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384824	000538-24-9	90
			l ester			
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	49
82	54.57	0.05	C:\Database\wiley7n.1			
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384822	000538-24-9	90
			l ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycero			
			l trilaurate \$\$ Glyceryl tridodeca			
			noate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ La			
			uric acid triglyceride			
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	55
			Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriy	384823	000538-24-9	45
			l ester (CAS) \$\$ Glyceryl tridodec			
			anoate \$\$ Trilaurin \$\$ Laurin, tri			
			- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glycer			

yl trilaurate

83	54.73	0.06	C:\Database\wiley7n.1	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate	384822	000538-24-9	93
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384824	000538-24-9	87
				Lauric anhydride	321633	000645-66-9	78
84	54.79	0.04	C:\Database\wiley7n.1	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384824	000538-24-9	90
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate	384822	000538-24-9	90
				Lauric anhydride	321633	000645-66-9	64
85	54.92	0.04	C:\Database\wiley7n.1	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate	384822	000538-24-9	90
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384824	000538-24-9	83
				naphtho[2,3-e]triazine-6,9-dione \$ \$ Naphtho[2,3-e]-1,2,4-triazine-6,9-dione (CAS)	131479	107427-68-9	43
86	55.08	0.10	C:\Database\wiley7n.1	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate	384822	000538-24-9	93
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384824	000538-24-9	90
				Lauric anhydride	321633	000645-66-9	78
87	55.19	0.07	C:\Database\wiley7n.1	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384824	000538-24-9	87
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glycerin trilaurate	384822	000538-24-9	83
				Lauric anhydride	321633	000645-66-9	70
88	55.25	0.01	C:\Database\wiley7n.1	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester \$\$ Laurin, tri- \$\$ Glycerol trilaurate \$\$ Glyceryl tridodecanoate \$\$ Glyceryl trilaurate \$\$ Lauric acid triglyceride \$\$ Lauric acid triglycerin ester \$\$ Trilaurin \$\$ Glycerin trilaurate	384822	000538-24-9	68
				Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	384824	000538-24-9	58

			l ester				
			Lauric anhydride	321633	000645-66-9	46	
89	55.87	0.51	C:\Database\wiley7n.1				
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	14	
			ethyl 2,2-difluoro-2-(4-propen-3'-oxyphenyl)acetate \$\$ Benzeneacetic acid, .alpha.,.alpha.-difluoro-4-(2-propenyloxy)-, ethyl ester (CAS 2,4-Dioxo-6-methyl-2H-1,3-oxazine	194646	125575-29-3	12	
				23441	000000-00-0	10	
90	56.03	1.30	C:\Database\wiley7n.1				
			Dodecanoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester \$\$ Laurin, 1-mono- \$\$.alpha.-Monolaurin \$\$ Glycerin 1-monolaurate \$\$ Glycerol .alpha.-monolaurate \$\$ Glycerol 1-monolaurate \$\$ Glyceryl monododecanoate \$\$ Glyceryl monolaurate	218387	000142-18-7	16	
			GLYCERYL TRIDODECANOATE	389989	000000-00-0	14	
			2-Acetylthiazole	23419	024295-03-2	12	

UMUM.M Fri Jun 26 06:54:54 2009



**B.3 Data uji aktifitas produk hidrogenasi VCO di laboratorium DPK Reaksi
Hidrogenasi VCO dengan katalis Nikel**

1. Variasi suhu reaksi hidrogenasi

a) Durasi kestabilan emulsi

Tabel B. 1 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 15%

Suhu (°C)	I		II		III		Rata-rata	
160	186,0	3'06"	196,0	3'16"	192,0	3'12"	191,3	3'11"
190	267,0	4'27"	290,0	4'50"	298,0	4'58"	285,0	4'45"
220	463,0	7'43"	382,0	6'22"	460,0	7'40"	435,0	7'15"
250	489,0	8'09"	476,0	7'56"	481,0	8'01"	482,0	8'02"
280	306,0	5'06"	430,0	7'10"	392,0	6'32"	376,0	6'16"

Tabel B. 2 Durasi kestabilan emulsi dengan produk hidrogenasi 20%:

Suhu (°C)	I		II		III		Rata-rata	
160	334,0	5'34"	349,0	5'49"	364,0	6'04"	349,0	5'49"
190	371,0	6'11"	395,0	6'35"	374,0	6'14"	380,0	6'20"
220	480,0	8'00"	488,0	8'08"	508,0	8'28"	492,0	8'12"
250	560,0	9'20"	545,0	9'05"	569,0	9'29"	558,0	9'18"
280	675,0	11'15"	718,0	11'58"	698,0	11'38"	697,0	11'37"

Tabel B. 3 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 25%:

Suhu (°C)	I		II		III		Rata-rata	
160	621,0	10'21"	495,0	8'15"	597,0	9'57"	571,0	9'31"
190	772,0	12'52"	793,0	13'13"	734,0	12'14"	766,3	12'46"
220	800,0	13'20"	825,0	13'45"	768,0	12'48"	797,7	13'18"
250	946,0	15'46"	1082,0	18'02"	924,0	15'24"	984,0	16'24"
280	1024,0	17'04"	1127,0	18'48"	1133,0	18'53"	1094,7	18'15"

b) Uji tegangan permukaan

Tabel B. 4 Dengan penambahan produk hidrogenasi 15%:

Suhu (°C)	I	II	III	Rata-rata (mN/m)	Penurunan tegangan permukaan(mN/m)
160	55,6	51,1	52,5	53,1	21,4
190	51,6	51,2	49,5	50,8	23,7
220	49,2	47,8	47,0	48,0	26,5
250	47,0	46,7	47,3	47,0	27,5
280	47,8	47,4	46,2	47,1	27,3

Tabel B. 5 Dengan penambahan produk hidrogenasi 20%:

Suhu (°C)	I	II	III	Rata-rata (mN/m)	Penurunan tegangan permukaan(mN/m)
160	51,1	49,8	51,3	50,7	23,7
190	47,4	50,0	48,9	48,8	25,7
220	46,1	46,1	47,0	46,4	28,1
250	45,5	46,4	46,1	46,0	28,5
280	45,7	46,2	46,2	46,0	28,4

Tabel B. 6 Dengan penambahan produk hidrogenasi 25%:

Suhu (°C)	I	II	III	Rata-rata (mN/m)	Penurunan tegangan permukaan(mN/m)
160	48,1	47,3	51,0	48,8	25,7
190	46,3	47,0	47,8	47,0	27,4
220	43,5	43,6	45,0	44,0	30,4
250	43,5	43,5	43,7	43,6	30,9
280	43,0	43,6	43,8	43,5	31,0

2. Variasi % berat katalis

a) Durasi kestabilan emulsi

Tabel B. 7 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 15%:

% berat	I		II		III		Rata-rata	
20	398,0	6'38"	457,0	7'37"	423,0	7'03"	426,0	7'06"
25	521,0	8'41"	587,0	9'47"	516,0	8'36"	541,3	9'01"
30	684,0	11'24"	663,0	11'03"	670,0	11'10"	672,3	11'12"
35	691,0	11'31"	724,0	12'04"	703,0	11'43"	706,0	11'46"
40	578,0	9'38"	564,0	9'24"	574,0	9'34"	572,0	9'32"

Tabel B. 8 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 20%:

% berat	I		II		III		Rata-rata	
20	612,0	10'12"	587,0	9'47"	601,0	10'01"	600,0	10'00"
25	712,0	11'52"	625,0	10'25"	679,0	11'19"	672,0	11'12"
30	798,0	13'18"	697,0	11'37"	734,0	12'14"	743,0	12'23"
35	756,0	12'36"	716,0	11'56"	742,0	12'22"	738,0	12'18"
40	674,0	11'14"	688,0	11'28"	711,0	11'51"	691,0	11'31"

Tabel B. 9 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 25%:

% berat	I		II		III		Rata-rata	
20	584,0	9'44"	561,0	9'21"	541,0	9'01"	562,0	9'22"
25	792,0	13'12"	798,0	13'18"	687,0	11'27"	759,0	12'39"
30	894,0	14'54"	920,0	15'20"	897,0	14'57"	903,7	15'03"
35	726,0	12'06"	904,0	15'04"	875,0	14'35"	835,0	13'55"
40	700,0	11'40"	798,0	13'18"	842,0	14'02"	780,0	13'00"

b) Uji tegangan permukaan

Tabel B. 10 Dengan penambahan produk hidrogenasi 15%:

%berat katalis	I	II	III	Rata-rata (mN/m)	Penurunan tegangan permukaan(mN/m)
20	50,5	51,1	51,5	51,0	23,4
25	49,2	49,3	49,3	49,3	25,2
30	48,1	48,2	48,2	48,2	26,3
35	46,7	47,1	47,0	46,9	27,5
40	46,4	46,6	46,5	46,5	28,0

Tabel B. 11 Dengan penambahan produk hidrogenasi 20%:

%berat katalis	I	II	III	Rata-rata (mN/m)	Penurunan tegangan permukaan(mN/m)
20	48,5	49,2	49,0	48,9	25,6
25	46,6	46,6	46,4	46,5	27,9
30	46,3	45,7	46,1	46,0	28,4
35	46,2	45,4	44,8	45,5	29,0
40	44,3	44,5	44,4	44,4	30,1

Tabel B. 12 Dengan penambahan produk hidrogenasi 25%:

%berat katalis	I	II	III	Rata-rata (mN/m)	Penurunan tegangan permukaan(mN/m)
20	47,4	47,5	47,6	47,5	27,0
25	45,2	44,6	44,7	44,8	29,6
30	44,5	44,5	44,7	44,6	29,9
35	44,0	43,8	44,2	44,0	30,5
40	43,6	43,4	43,7	43,6	30,9

3. Variasi laju alir H₂

a) Durasi kestabilan emulsi

Tabel B. 13 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 15%:

Laju alir (ml/s)	I		II		III		Rata-rata	
0,5	353,0	5'53"	378,0	6'18"	464,0	7'44"	398,3	6'28"
1	429,0	7'19"	486,0	8'06"	492,0	8'12"	469,0	7'49"
2	608,0	10'08"	526,0	8'46"	540,0	9'00"	558,0	9'18"
3	453,0	7'33"	432,0	7'12"	435,0	7'15"	440,0	7'20"
4	323,0	5'23"	465,0	7'45"	445,0	7'25"	411,0	6'51"

Tabel B. 14 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 20%:

Laju alir (ml/s)	I		II		III		Rata-rata	
0,5	550,0	9'10"	559,0	9'49"	448,0	7'28"	519,0	8'39"
1	580,0	9'40"	662,0	11'02"	609,0	10'09"	617,0	10'17"
2	776,0	12'56"	548,0	9'08"	701,0	11'41"	675,0	11'15"
3	561,0	9'21"	584,0	9'44"	544,0	9'04"	563,0	9'23"
4	364,0	6'04"	623,0	10'23"	516,0	8'36"	501,0	8'21"

Tabel B. 15 Durasi kestabilan emulsi dengan penambahan produk hidrogenasi 25%:

Laju alir (ml/s)	I		II		III		Rata-rata	
0,5	761,0	12'41"	598,0	9'58"	606,0	10'06"	655,0	10'55"
1	925,0	15'25"	674,0	11'14"	865,0	14'25"	821,3	13'41"
2	818,0	13'38"	826,0	13'46"	850,0	14'10"	831,3	13'51"
3	616,0	10'16"	631,0	10'31"	574,0	9'34"	607,0	10'07"
4	540,0	9'00"	525,0	8'45"	485,0	8'05"	516,7	8'37"

b) Uji tegangan permukaan

Tabel B. 16 Penurunan tegangan permukaan dengan penambahan produk hidrogenasi 15%:

Laju alir (ml/s)	I	II	III	Rata-rata (mN/m)	Penurunan tegangan permukaan(mN/m)
0,5	49,6	50,2	49,6	49,8	24,7
1	49,3	48,6	49,2	49,0	25,4
2	48,3	48,5	48,1	48,3	26,2
3	47,3	47,3	47,1	47,2	27,2
4	45,9	46,3	46,4	46,2	28,3

Tabel B. 17 Penurunan tegangan permukaan dengan penambahan produk hidrogenasi 20%:

Laju alir (ml/s)	I	II	III	Rata-rata (mN/m)	Penurunan tegangan permukaan(mN/m)
0,5	47,0	46,4	46,5	46,6	27,8
1	45,7	45,9	45,5	45,7	28,8
2	45,3	45,4	45,5	45,4	29,1
3	44,9	45,0	44,8	44,9	29,6
4	44,5	44,6	44,4	44,5	30,0

Tabel B. 18 Penurunan tegangan permukaan dengan penambahan produk hidrogenasi 25%:

Laju alir (ml/s)	I	II	III	Rata-rata (mN/m)	Penurunan tegangan permukaan(mN/m)
0,5	45,6	46,1	45,7	45,8	28,7
1	45,5	44,7	44,7	45,0	29,5
2	44,4	44,5	44,4	44,4	30,0
3	43,5	44,0	43,7	43,7	30,7
4	44,4	43,2	43,3	43,6	30,8

B.1 Data perbandingan hasil uji surfaktan

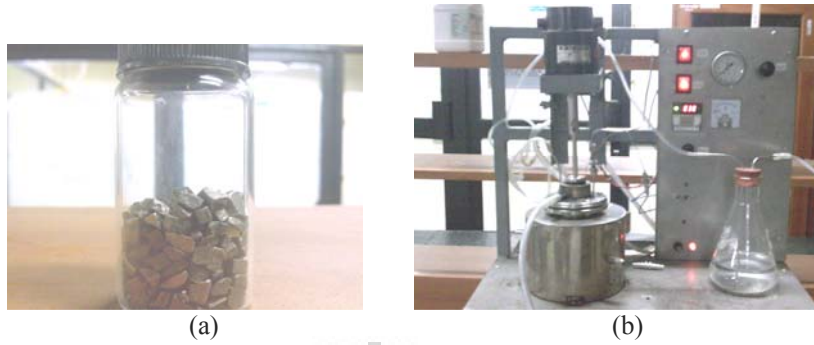
Tabel B. 19. Hasil pengukuran tegangan permukaan air tanpa dan dengan penambahan surfaktan

Pengukuran ke-	Tegangan permukaan air (mN/m)				
	0 % berat Surfaktan	5 % berat SLS Komersil	5 % berat LAS Komersil	5 % berat surfaktan FAS laju alir 1 ml/s	5 % berat surfaktan FAS laju alir 4 ml/s
1	75,2	43,4	44,2	44,6	43,4
2	72,8	43,5	44,5	44,1	43,5
3	75,4	43,4	44,4	44,5	43,7
rata-rata	74,5	43,4	44,4	44,4	43,5
penurunan tegangan permukaan	0,0	31,0	30,1	30,1	30,9

Tabel B. 20. Durasi kestabilan emulsi dari penambahan Surfaktan SLS hasil penelitian

Jenis Surfaktan	Persen Berat Surfaktan (%wt)	Durasi Terbentuk Emulsi (sekon)
-	0	158
SLS Komersil	5	640
LAS Komersil	5	504
FAS (hidrogenasi, laju alir 1 ml/s)	5	564
FAS (hidrogenasi, laju alir 4 ml/s)	5	391

LAMPIRAN C



(a) (b)
Gambar C. 1 (a) katalis nikel (b) reaktor hidrogenasi



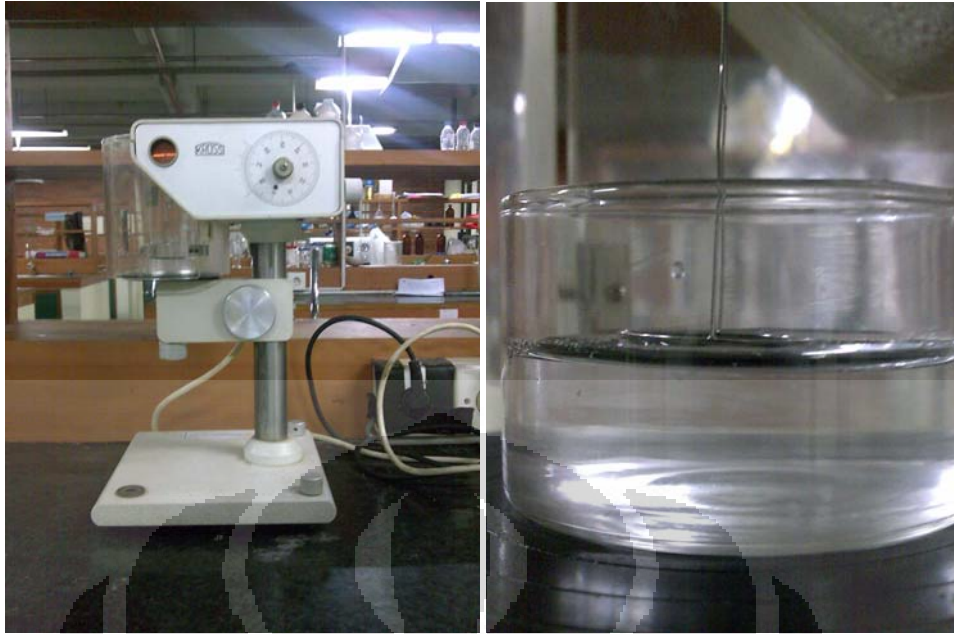
Gambar C. 2. Produk hasil hidrogenasi



Gambar C. 3. Proses pembuatan emulsi O/W



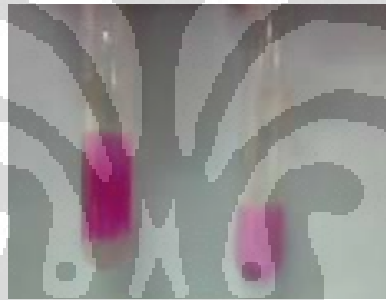
Gambar C. 4. Pengukuran kestabilan emulsi O/W



(a)

(b)

Gambar C. 5 Pengukuran tegangan permukaan air (a) tensiometer (b) cincin platina sebagai pengukur tegangan permukaan



Gambar C. 6. Hasil pembuatan surfaktan setelah proses netralisasi