

PROSIDING
SEMINAR
NASIONAL
& KONGRES
MAKSI

2012

Akselerasi Inovasi Industri Kelapa Sawit *untuk Meningkatkan Daya Saing Global*

Editor:

Ani Suryani

Khaswar Syamsu

Dede Saputra

Kartika Sari Suparman

Iman Sulaeman

Yuli Sukmawati

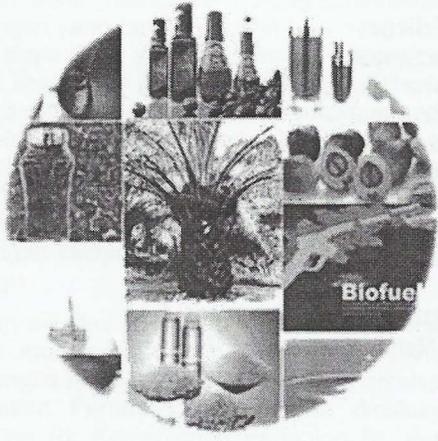
ISBN
978-979-96096-9-4



Yandi



**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
DAN KONGRES MAKSI 2012
AKSELERASI INOVASI INDUSTRI KELAPA SAWIT UNTUK
MENINGKATKAN DAYA SAING GLOBAL**



Editor :
Ani Suryani
Khaswar Syamsu
Dede Saputra
Kartika Sari Suparman
Iman Sulaeman
Yuli Sukmawati

DISELENGGARAKAN OLEH :



DIDUKUNG OLEH :



2012

AKSELERASI INOVASI INDUSTRI KELAPA SAWIT UNTUK MENINGKATKAN DAYA SAING GLOBAL

Prosiding Seminar Nasional & Kongres MAKSI
Bogor, 26 Januari 2012

Editor:

Ani Suryani
Khaswar Syamsu
Dede Saputra
Kartika Sari Suparman
Iman Sulaeman
Yuli Sukmawati

Design Cover:

Nurwandi Nanda Cahyana

Diterbitkan oleh:

Masyarakat Perkelapa-Sawitan Indonesia (MAKSI)
Bogor-Indonesia, 2012

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan
ISBN 978-979-96096-9-4

Copyright©2012

Masyarakat Perkelapa-Sawitan Indonesia (MAKSI)

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	i
Daftar Isi.....	ii
Sekilas Tentang Masyarakat Perkelapa-Sawitan Indonesia (MAKSI)	1
Susunan Acara	5
Sambutan Ketua Umum MAKSI	8
Sambutan Rektor IPB	11
<i>Keynote Speech</i> Menteri Pertanian RI	14
<i>Keynote Speech</i> KIN	17
<i>Keynote Speech</i> Kementerian Riset dan Teknologi RI	26
Sidang Pleno	30
Pengembangan Klaster Industri Hilir Kelapa Sawit Melalui Insentif Inovasi (<i>Ir. Arya Wargadalam, MA- KEMENPERIN RI</i>)	31
Peranan Dewan Minyak Sawit Indonesia (DMSI) dalam Aplikasi Inovasi dan Manajemen Kelapa Sawit yang Berorientasi Kelestarian Lingkungan (<i>Ir. Derom Bangun- DMSI</i>).....	38
Kiat PT Perkebunan Nusantara III Dalam Membangun Industri Kelapa Sawit Sesuai MP3EI (<i>Ir. Amri Siregar- PT PN III</i>)	44
<i>Success Story</i> Peran Bank Mandiri Dalam Penguatan Industri Kelapa Sawit Nasional (<i>Rafjon Yahya- Bank Mandiri</i>)	55
Rangkuman Diskusi.....	60
Sidang Paralel Bidang Hulu Kelapa Sawit.....	72
Sidang Paralel Bidang Hilir Kelapa Sawit.....	188
Sidang Paralel Sosial, Ekonomi, Bisnis dan Manajemen Kelapa Sawit.....	293
Makalah Poster	411
Susunan Panitia.....	478

DESAIN FORMULASI *HEAVY DUTY CLEANER* MENGGUNAKAN *METHYL ESTER SULFONIC ACID* DARI METIL ESTER OLEIN

Rachmania Widyastuti¹, Ani Suryani¹, Erliza Hambali¹

¹Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Industri yang berkaitan dengan bahan-bahan yang sangat sulit dihilangkan dalam proses pembersihannya, seperti minyak mentah, gemuk, oli, atau bahan lainnya membutuhkan produk pembersih yang mampu menangani kesulitan dalam pembersihannya. Produk pembersih yang memiliki tugas berat untuk membersihkan kotoran-kotoran tersebut pada umumnya disebut dengan *heavy duty cleaner*. Produk ini efektif untuk membersihkan tangki timbun, tangki penerimaan, pipa, lantai, peralatan ataupun mesin. Sama seperti produk pembersih lainnya, dalam formulasi *heavy duty cleaner* dibutuhkan surfaktan.

Methyl ester sulfonic acid (MESA) merupakan produk antara yang dihasilkan selama proses sulfonasi untuk menghasilkan metil ester sulfonat (MES). Pada proses sulfonasi secara kontinyu, sebelum mencapai kondisi *steady state* produk yang dihasilkan belum dapat diaplikasikan. Jika kondisi *steady state* dicapai pada jam ke-6, maka MESA sebelum jam ke-6 akan terbuang dan produk ini disebut MESA *off grade*. Oleh karena itu diperlukan upaya efisiensi, salah satunya yaitu mencoba mengaplikasikan MESA sebagai *cleaning agent*.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi *heavy duty cleaner* terbaik sehingga memiliki kinerja yang tinggi. Formulasi *heavy duty cleaner* terbaik ditentukan berdasarkan sifat fisikokimia dan kinerja dari *heavy duty cleaner* yang dihasilkan. Pengukuran sifat fisikokimia dan kinerja dari *heavy duty cleaner* yang dihasilkan. Pengukuran sifat fisikokimia meliputi viskositas, bobot jenis dan stabilitas emulsi. Pengukuran kinerja dari *heavy duty cleaner* yang dihasilkan meliputi daya pembusaan, stabilitas busa dan daya cuci.

Penelitian ini diawali dengan pembuatan surfaktan MESA, dengan mereaksikan metil ester dengan SO_3 pada reaktor *falling-film*, lalu karakterisasi MESA. Selanjutnya dilakukan formulasi dan karakterisasi *heavy duty cleaner*. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap faktorial dengan dua faktor, yaitu jenis MESA dan konsentrasi NaOH. Jenis MESA terdiri dari empat taraf, yaitu MESA olein *steady state*, MESA olein dominan C_{16} *off grade* dan MESA olein dominan C_{16} *steady state*. Konsentrasi NaOH terdiri dari empat taraf, yaitu 35%, 40%, 45% dan 50%.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *heavy duty cleaner* yang menggunakan jenis MESA olein dominan C_{16} *steady state* dengan konsentrasi NaOH 50% memiliki nilai daya cuci tertinggi (94,73%), namun konsentrasi NaOH tidak memberi pengaruh nyata terhadap daya cuci, sehingga konsentrasi NaOH 35% sudah dapat digunakan dalam formulasi *heavy duty cleaner*.

PENDAHULUAN

Industri yang berkaitan dengan bahan-bahan yang sangat sulit dihilangkan dalam proses pembersihannya, seperti minyak mentah, gemuk, oli, atau bahan lainnya membutuhkan produk pembersih yang mampu menangani kesulitan dalam pembersihannya. Produk pembersih yang memiliki tugas berat untuk membersihkan kotoran-kotoran tersebut pada umumnya disebut dengan *heavy duty cleaner*. Produk ini efektif untuk membersihkan tangki timbun, tangki penerimaan, pipa, lantai, peralatan ataupun mesin. Sama seperti produk pembersih lainnya, dalam formulasi *heavy duty cleaner* dibutuhkan surfaktan.

Surfaktan yang populer digunakan adalah linear alkilbenzen sulfonat (LAS). Surfaktan ini diproduksi dari minyak bumi. Mengingat minyak bumi bersifat tidak terbarukan (*non renewable*) dan tidak ramah lingkungan, maka perlu dimanfaatkan bahan baku lain yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Di Indonesia olein sawit memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku surfaktan. Produk surfaktan yang dihasilkan akan memiliki kelebihan, yaitu lebih ramah lingkungan, tahan terhadap salinitas tinggi dan air sadah. Olein sawit mengandung asam lemak dominan C_{16} dan C_{18} . Hui (1996) menyatakan bahwa alkil ester asam lemak C_{14} , C_{16} dan C_{18} baik digunakan untuk bahan baku surfaktan karena mampu memberikan tingkat detergensi yang terbaik, mampu mempertahankan aktivitas enzim dan memiliki toleransi terhadap ion Ca^{2+} lebih baik. Watkins (2001) menyatakan bahwa metil ester palmitat (C_{16}) merupakan salah satu komponen metil ester yang sangat baik apabila digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan surfaktan MES. Asam lemak C_{16} dan C_{18} mampu memberikan tingkat detergensi yang tinggi sehingga potensial sebagai bahan baku pembuatan surfaktan. Berdasarkan penelitian, MES C_{16} memperlihatkan daya detergensi terbaik, kemudian diikuti oleh C_{18} dan C_{14} . Salah satu pendekatan yang dapat diaplikasikan untuk mendapatkan metil ester olein dominan C_{16} antara lain melalui fraksinasi metil ester minyak sawit. Melalui aplikasi teknologi tersebut maka dapat memperbaiki karakteristik metil ester, terutama sebagai bahan baku surfaktan.

Methyl ester sulfonic acid (MESA) merupakan produk antara yang dihasilkan selama proses sulfonasi untuk menghasilkan metil ester sulfonat (MES). Pada proses sulfonasi secara kontinyu, sebelum mencapai kondisi *steady state* produk yang dihasilkan belum dapat diaplikasikan. Jika kondisi *steady state* dicapai pada jam ke-6, maka MESA sebelum jam ke-6 akan terbuang dan produk ini disebut MESA *off grade*. Oleh karena itu diperlukan upaya efisiensi, salah satunya yaitu mencoba mengaplikasikan MESA sebagai *cleaning agent*.

Mujdalipah (2010) telah melakukan kajian terhadap proses produksi *Methyl Ester Sulfonic Acid* dari metil ester olein dengan kondisi proses sulfonasi terbaik menggunakan STFR slaka 5 L pada suhu proses sulfonasi $90^{\circ}C$ dan lama proses sulfonasi 90 menit. Kondisi terbaik ini menghasilkan MESA yang memiliki karakteristik bahan aktif 31,44%, pH 2,66, bilangan asam 24,88 ml NaOH/g sampel, bilangan iod 11,95 mg I/g sampel dan kadar air 0,49%. MESA yang dihasilkan memiliki kinerja menurunkan tegangan permukaan air dari 61,22 dyne/cm menjadi 37,08 dyne/cm serta menurunkan IFT antara minyak dan air formasi dari 30 dyne/cm menjadi 2,99 dyne/cm atau menurunkan IFT air – minyak sebesar 90,03%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk formulasi *heavy duty cleaner* terbaik sehingga memiliki kinerja yang tinggi.

METODOLOGI

1. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah metil ester olein, gas SO_3 , dan NaOH . Bahan kimia yang digunakan untuk analisa antara lain KOH , H_2SO_4 95%, metanol, HCl , penolphtalein, Na_2SO_4 , pati, air suling (aquades), sikloheksan, asam asetat glasial 96%, kalium iodida, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, larutan Wijs, toluene dan khloroform.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini merupakan peralatan proses dan peralatan analisa. Alat proses yang digunakan adalah reaktor sulfonasi STFR (*Single Tube Falling Film Reactor*) dan *hotplate stirrer*. Peralatan analisa yang digunakan antara lain yaitu *viscometer* Brookfield dan tensiometer du Nouy.

2. Metode Penelitian

Tahapan proses yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu analisis sifat fisikokimia bahan baku sulfonasi, proses produksi *Methyl Ester Sulfonic Acid* (MESA), analisis sifat fisikokimia *Methyl Ester Sulfonic Acid* yang dihasilkan, proses formulasi *heavy duty cleaner* dan analisis sifat fisik serta kinerja *heavy duty cleaner* yang dihasilkan. Tahapan pada proses produksi *Methyl Ester Sulfonic Acid* (MESA) dan proses formulasi *heavy duty cleaner* masing-masing dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

3. Rancangan Percobaan

Dalam proses produksi *heavy duty cleaner* variabel yang diujikan yaitu formulasi surfaktan MESA (MESA olein *off grade*, MESA olein *steady state*, MESA olein dominan C16 *off grade*, MESA olein dominan C16 *steady state*) dan konsentrasi NaOH (35%, 40%, 45%, 50%).

Eksperimen variabel proses yang berpengaruh dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan tiga kali pengulangan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Anova. Untuk mengetahui perbedaan perlakuan dilakukan uji *Jarak Berganda* menurut Duncan pada taraf nyata 5%.

Model rancangan percobaannya adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + N_j + MN_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ij} = Variabel respon percobaan karena pengaruh jenis MESA taraf ke-i, konsentrasi NaOH taraf ke-j dan ulangan ke-k dengan $i = 1, 2, 3, 4$; $j = 1, 2, 3, 4$ dan $k = 1, 2, 3$

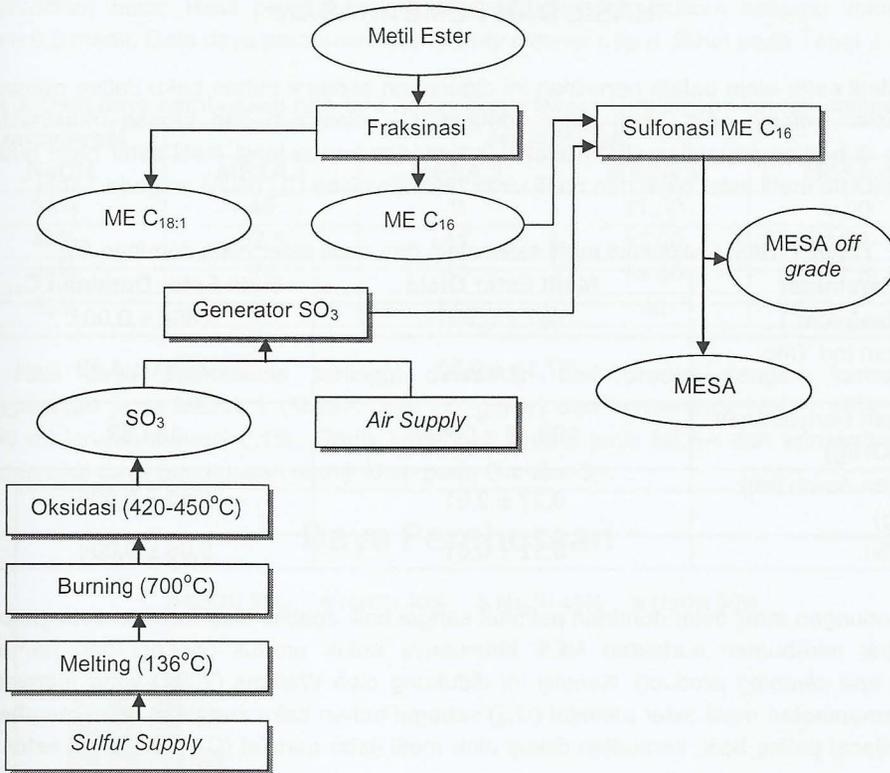
μ = Pengaruh rata-rata yang sebenarnya

M_i = Pengaruh jenis MESA pada taraf ke-i

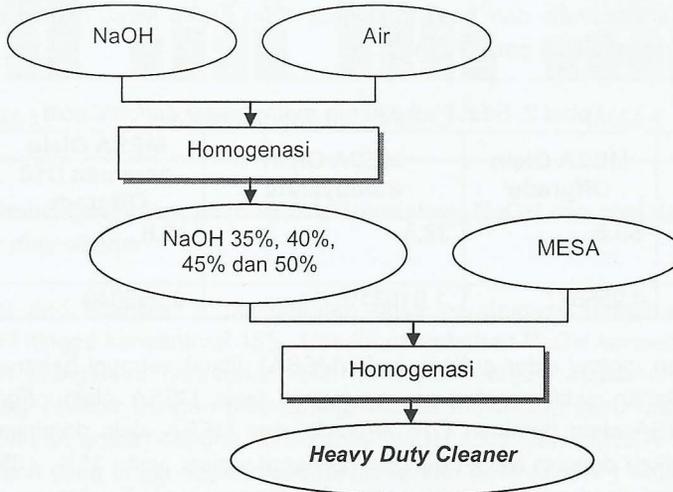
N_j = Pengaruh konsentrasi NaOH pada taraf ke-j

MN_{ij} = Interaksi antara jenis MESA dan konsentrasi NaOH

ϵ_{ijk} = Pengaruh galat dari faktor M taraf ke-i, faktor N taraf ke-j dan ulangan ke-k



Gambar 1. Diagram alir pengolahan metil ester olein menjadi MESA



Gambar 2. Diagram alir pengolahan metil ester olein menjadi MESA

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metil ester olein dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan *methyl ester sulfonic acid*. Metil ester dominan C₁₆ diperoleh dari proses fraksinasi, yang kemudian di berikan pengujian sifat fisikokimia terhadap kedua jenis metil ester olein tersebut. Sifat fisikokimia metil ester olein dan metil ester olein dominan C₁₆ disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisikokimia metil ester olein dan metil ester olein dominan C₁₆

Parameter	Metil Ester Olein	Metil Ester Dominan C ₁₆
Densitas(g/cm ³)	0,87 ± 0,001	0,864 ± 0,001
Bilangan Iod (mg Iod/g)	57,14 ± 0,33	26,61 ± 4,59
Bilangan Penyabunan (mg KOH/g)	192,46 ± 0,46	184,33
Bilangan Asam (mg KOH/g)	0,27 ± 0,01	0,12 ± 0,009
FFA (%)	0,12 ± 0,01	0,06 ± 0,004

Kandungan metil ester dominan palmitat sangat baik apabila diaplikasikan sebagai bahan baku untuk pembuatan surfaktan MES khususnya untuk produk pencuci dan pembersih (*washing and cleaning product*). Kondisi ini didukung oleh Watkins (2001) yang menyatakan bahwa pemanfaatan metil ester palmitat (C₁₆) sebagai bahan baku surfaktan akan memberikan sifat deterjensi paling baik, kemudian diikuti oleh metil ester miristat (C₁₄) dan metil ester oleat (C₁₈).

Surfaktan *methyl ester sulfonic acid* pada penelitian ini dibuat sebagai bahan aktif dalam *heavy duty cleaner*. *Methyl ester sulfonic acid* yang digunakan merupakan hasil sulfonasi metil ester olein tanpa fraksinasi dan hasil fraksinasi. Sifat Fisiko kimia *methyl ester sulfonic acid* yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat Fisiko kimia *methyl ester sulfonic acid*

Parameter	MESA Olein Offgrade	MESA Olein Steadystate	MESA Olein dominan C16 Offgrade	MESA Olein dominan C16 steadystate
Tegangan Permukaan	50,6	38,8	35,8	35,0
Densitas	0,955527	1,010319	0,955049	0,956745

Surfaktan *methyl ester sulfonic acid* (MESA) dibuat sebagai bahan aktif dalam *heavy duty cleaner*. Bahan aktif tersebut menggunakan jenis MESA olein *offgrade*, MESA olein *steadystate*, MESA olein dominan C16 *offgrade*, dan MESA olein dominan C16 *steadystate* yang diformulasikan dengan NaOH dengan berbagai variasi, yaitu 35%, 40%, 45%, dan 50%. Formulasi tersebut dicampur hingga homogen dan mencapai pH 7 sehingga membentuk *Heavy Duty Cleaner*.

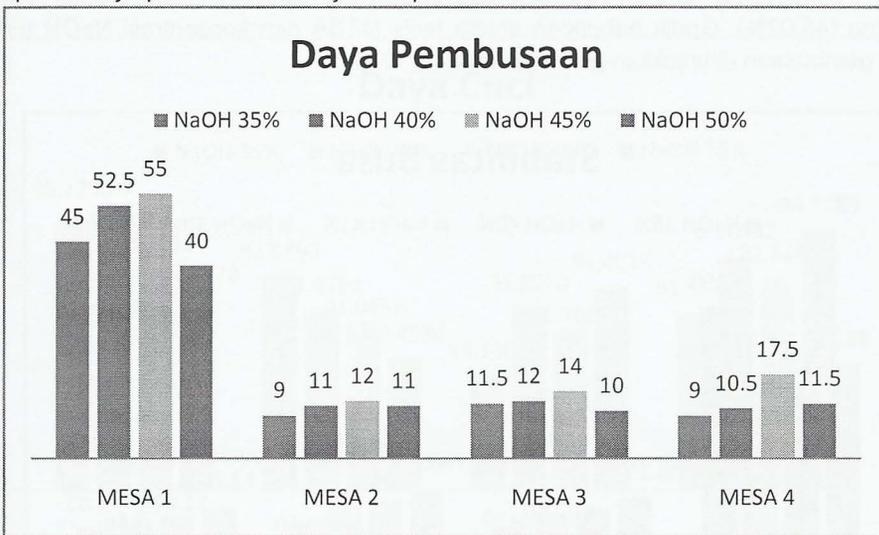
Beberapa pengujian kinerja dilakukan pada tahap akhir untuk mengetahui sifat produk akhir. Analisis daya pembusaan bertujuan mengetahui kemampuan *heavy duty cleaner* untuk

menghasilkan busa. Hasil pengukuran daya pembusaan dinyatakan sebagai volume busa selama 0,5 menit. Data daya pembusaan *heavy duty cleaner* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data daya pembusaan rata-rata *heavy duty cleaner* (ml/200 ml larutan sampel 0,1%)

Konsentrasi NaOH	Jenis MESA			
	MESA 1	MESA 2	MESA 3	MESA 4
35%	45	9	11,50	9,00
40%	52,5	11	12,00	10,5
45%	55	12	14,00	17,5
50%	40	17,5	40	11

Nilai daya pembusaan tertinggi dihasilkan dari produk dengan formula yang menggunakan jenis MESA 1 (MESA olein *off grade*) dan konsentrasi NaOH 40%, yaitu 52 ml/200 ml larutan sampel 0,1%. Grafik hubungan antara jenis MESA dan konsentrasi NaOH terhadap nilai daya pembusaan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan antara jenis MESA, konsentrasi NaOH dan nilai daya pembusaan *heavy duty cleaner*

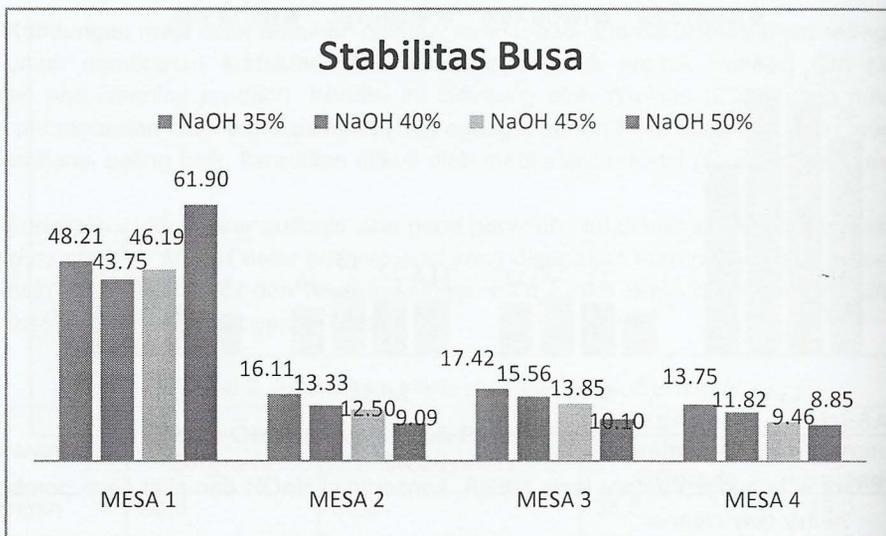
Dapat dilihat dari Gambar 3, peningkatan daya pembusaan terjadi sejalan dengan penambahan NaOH hingga konsentrasi 45%. Untuk penambahan NaOH konsentrasi 50% pada setiap jenis MESA mengalami penurunan. Hal ini dapat menjadi acuan untuk melakukan formulasi *heavy duty cleaner* dengan pertimbangan busa melimpah, yaitu menggunakan jenis MESA 1 (MESA olein *off grade*) dengan konsentrasi NaOH 45%. Jenis MESA 1 menghasilkan nilai daya pembusaan yang tinggi dapat disebabkan karena jenis MESA 1 tidak mendapatkan perlakuan fraksinasi, sehingga masih banyak mengandung metil ester selain palmitat yang lebih dominan.

Analisis stabilitas busa dilakukan untuk mengetahui kemampuan deterjen cair dalam mempertahankan busa yang dihasilkan. Analisis ini dilakukan berurutan dengan analisis daya pembusaan. Data stabilitas busa *heavy duty cleaner* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data stabilitas busa rata-rata *heavy duty cleaner* (%)

Konsentrasi NaOH	Jenis MESA			
	MESA 1	MESA 2	MESA 3	MESA 4
35%	48,21	16,11	17,42	13,75
40%	43,75	13,33	15,56	11,82
45%	46,19	12,50	13,85	9,46
50%	61,90	9,09	10,10	8,85

Nilai stabilitas busa tertinggi dihasilkan dari produk dengan formula yang menggunakan jenis MESA 1 (MESA olein *off grade*) dan konsentrasi NaOH 50%, yaitu 61,90%. Nilai ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai stabilitas busa yang dihasilkan oleh produk komersial pembeding (46,02%). Grafik hubungan antara jenis MESA dan konsentrasi NaOH terhadap nilai daya pembusaan ditunjukkan pada Gambar 4.



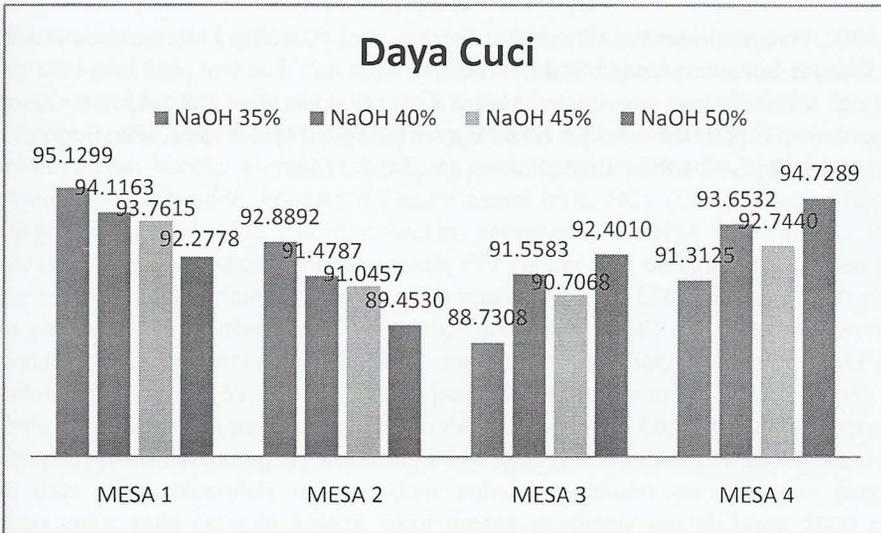
Gambar 4. Grafik hubungan antara jenis MESA, konsentrasi NaOH dan nilai stabilitas busa *heavy duty cleaner*

Dari grafik dapat dilihat bahwa formula yang menggunakan jenis MESA 1, MESA 2 dan MESA 3 mengalami penurunan nilai stabilitas busa sejalan dengan peningkatan konsentrasi NaOH yang ditambahkan. Nilai daya cuci merupakan parameter penting dalam penelitian ini untuk menghasilkan produk pembersih termasuk *heavy duty cleaner*. Data daya cuci *heavy duty cleaner* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data daya cuci rata-rata *heavy duty cleaner* (%)

Konsentrasi NaOH	Jenis MESA			
	MESA 1	MESA 2	MESA 3	MESA 4
35%	86,1076	92,8892	88,7308	91,3125
40%	80,1221	91,4787	91,5583	93,6532
45%	82,4477	91,0457	90,7068	92,7440
50%	81,4196	89,4530	92,4010	94,7289

Nilai daya cuci tertinggi dihasilkan dari produk dengan formula yang menggunakan jenis MESA 4 (MESA olein dominan C16 *steadystate*) dan konsentrasi NaOH 50%, yaitu 94,7289%. Proses deterjensi terjadi melalui pembentukan *micelle* oleh surfaktan yang mampu membentuk globula zat pengotor. Proses pelepasan globula zat pengotor terjadi melalui penurunan tegangan antar muka dan dibantu dengan adanya interaksi elektrostatis antar muatan (Lynn, 1996). Grafik hubungan antara jenis MESA dan konsentrasi NaOH terhadap nilai daya cuci ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan antara jenis MESA, konsentrasi NaOH dan nilai daya cuci *heavy duty cleaner*

Dari grafik dapat dilihat bahwa *heavy duty cleaner* dengan formula yang menggunakan jenis MESA 1 dan MESA 2 mengalami penurunan nilai daya cuci sejalan dengan peningkatan konsentrasi NaOH yang ditambahkan. Penurunan ini diduga terjadi karena kadar *impuritie* (bahan pengotor) dari MESA meningkat, sehingga mempengaruhi daya adsorpsi dari surfaktan. Peningkatan kadar *impurities* (bahan pengotor) juga mengganggu pembentukan *micelle* karena molekul surfaktan sudah mengadsorpsi *impurities* (bahan pengotor). Produk *heavy duty cleaner* dengan formula yang menggunakan jenis MESA 3 dan MESA 4 memiliki nilai daya cuci yang cenderung meningkat. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh nyata dari konsentrasi NaOH yang ditambahkan dalam formulasi *heavy duty cleaner* terhadap daya cuci. Oleh karena itu formulasi *heavy duty cleaner* yang menggunakan jenis MESA 4 dengan

penambahan konsentrasi NaOH 35% sudah dapat digunakan dengan pertimbangan aspek ekonomis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian diperoleh bahwa:

1. Jenis MESA memberi pengaruh nyata terhadap nilai daya cuci *heavy duty cleaner*. Jenis MESA olein dominan C16 memberikan nilai daya cuci terbaik.
2. Konsentrasi NaOH (35%, 40%, 45%, 50%) tidak memberi pengaruh nyata. Oleh karena itu NaOH 35% sudah dapat digunakan dalam formulasi *heavy duty cleaner*.
3. Formula *heavy duty cleaner* yang menggunakan jenis MESA 4 (MESA olein dominan C16 *steady state*) dengan konsentrasi NaOH 35% sudah dapat digunakan.

Saran yang dapat dilakukan untuk memaksimalkan penelitian ini yaitu mencari konsentrasi larutan *heavy duty cleaner* terbaik sehingga proses pencucian dapat lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Hui, Y.H. 1996. *Bailey's Industrial Oil and Fat Product*. Vol. 3. A Wiley Interscience Publication. John Wiley & Sons, Inc. United State.
- Mujdalipah, S. 2010. Proses aparoduksi *Methyl Ester Sulfonic Acid* (MESA) dari Olein Sawit Menggunakan *Single Tube Falling Film Reactor* (STFR). Tesis. Fateta, IPB. Bogor.
- Watkins C. 2001. *All Eyes are on Texas*. Inform 12 : 1152-1159.