

PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN ALTERNATIF METIL ESTER DARI MINYAK JELANTAH PADA SINTESIS METIL ESTER SULFONAT (MES) SEBAGAI *OIL WELL STIMULATION AGENT* (OWSA)

Anisa Intanika Sari Klatatiana, Wario Gusti Widodo, Bambang Kusmartono

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
Jl Kalisahak No. 28 Kompleks Balapan Yogyakarta
E-mail: anisaintanika.ak@yahoo.com

INTISARI

Penggunaan minyak jelantah guna penggorengan yang dilakukan berulang-ulang semakin dibatasi oleh Dinas Kesehatan karena memacu adanya bibit penyakit kanker dari minyak jelantah tersebut. Padahal di dalam minyak jelantah masih banyak terkandung senyawa trigliserida dan asam lemak bebas yang dapat dikonversikan menjadi metil ester. Seiring perkembangan ilmu pengetahuan, banyak penelitian yang telah mempelajari proses pemanfaatan minyak jelantah menjadi metil ester yang selanjutnya digunakan sebagai biodiesel. Namun yang terjadi saat ini, industri migas lebih membutuhkan metil ester sebagai *Oil Well Stimulation Agent* dalam proses recovery minyak bumi dengan mengubah metil ester menjadi metil ester sulfonat (MES).

Penelitian ini dilakukan dengan memvariasi empat variabel yaitu variabel suhu proses sulfonasi 80°C, 90°C, 100°C, 110°C, dan 120°C, lama proses sulfonasi pada 4 jam, 4,5 jam, 5 jam, 5,5 jam, dan 6 jam, rasio mol (1,07 ; 1,29 ; 1,50 ; 1,73 ; 1,95) dan kecepatan pengadukan (200 rpm, 300 rpm, 400 rpm, 500 rpm, 600 rpm). Metil ester yang dihasilkan dari minyak jelantah dicampur dengan natrium bisulfat sebagai bahan pensulfonasi yang dimasukkan kedalam labu leher tiga kemudian dipisahkan dengan *vacuum filter* lalu di lakukan proses pemurnian dan penetralan.

Dari percobaan yang dilakukan tercapai kondisi terbaik pada suhu 100-110°C dengan lama reaksi sulfonasi 4-4,5 jam. Pada kondisi terbaik didapatkan nilai angka asam dan bilangan penyabunan berturut-turut sebesar 2,6215-3,4752 mg KOH/ 1 g MES dan 30-40 mg KOH/ 1 g MES. Sedangkan kualitas MES ditinjau dari parameter analisis tegangan antar muka (IFT) sebesar 15,32 mN/m dan 16,82 mN/m hasil ini sesuai dengan kualitas MES di pasaran. Kondisi terbaik pada rasio mol 1:1,5 dengan kecepatan pengadukan yang tinggi 600 rpm. Pada kondisi rasio mol terbaik didapatkan nilai angka asam dan bilangan penyabunan sebesar 2,884 mg KOH/ 1 g lemak MES dan 13-64 mg KOH/ 1 g lemak MES. Dan kondisi terbaik dari kecepatan pengadukan didapat nilai angka asam 2,8-3,6 mg KOH/ 1 g lemak dan 13-28 mg KOH/ 1 g lemak.

Kata kunci : Minyak jelantah, Metil Ester, MES, OWSA

PENDAHULUAN

Dewasa ini penggunaan minyak jelantah guna penggorengan yang dilakukan berulang-ulang semakin dibatasi oleh Dinas Kesehatan karena memacu adanya bibit penyakit kanker dari minyak jelantah tersebut. Padahal di dalam minyak jelantah masih banyak terkandung senyawa trigliserida dan asam lemak bebas yang dapat dikonversikan menjadi metil ester. Seiring perkembangan ilmu pengetahuan, banyak penelitian yang telah mempelajari proses pemanfaatan minyak jelantah menjadi metil ester yang selanjutnya digunakan sebagai biodiesel. Namun yang terjadi saat ini, industri migas lebih membutuhkan metil ester sebagai *Oil Well Stimulation Agent* dalam proses

recovery minyak bumi dengan mengubah metil ester menjadi metil ester sulfonat (MES). Perlu diketahui bahwa untuk mengubahnya hanya dilakukan proses sulfonasi terhadap metil ester. Dengan mengubah minyak jelantah menjadi MES, maka diharapkan mampu memberikan nilai guna dan ekonomi yang lebih tinggi terhadap minyak jelantah, serta mengurangi jumlah limbah minyak jelantah yang biasanya hanya dibuang ke lingkungan sekitar.

Penelitian ini diharapkan mempunyai target luaran yaitu mempelajari pengaruh penggunaan bahan alternatif metil ester dari minyak jelantah pada sintesis metil ester sulfonat sebagai *Oil Well Stimulation Agent* (OWSA).

Beberapa faktor yang menentukan kualitas MES, diantaranya adalah rasio mol, suhu reaksi, lama reaksi, konsentrasi gugus sulfonat yang ditambahkan (NaHSO_3 , H_2SO_4 , oleum, gas SO_3), waktu netralisasi, jenis dan konsentrasi katalis, pH, dan suhu netralisasi (Foster, 1996). Untuk mengetahui kondisi proses, dalam penelitian ini hanya dilakukan dengan variasi dua variabel yaitu variabel suhu (T) dan lama reaksi (t) dalam proses sulfonasi. Variabel suhu dilakukan pada 5 taraf yaitu pada suhu proses 80°C ; 90°C ; 100°C ; 110°C dan 120°C serta variabel lama reaksi dilakukan pada 4 jam; 4,5 jam; 5 jam; 5,5 jam dan 6 jam. Dengan dua variabel tersebut, diharapkan diperoleh kondisi suhu reaksi dan lama waktu proses yang optimum untuk memperoleh MES dengan nilai IFT yang rendah dan diharapkan dapat diaplikasikan untuk OWSA. Sedangkan parameter untuk pengujian produk MES yang dihasilkan meliputi analisis angka asam, bilangan penyabunan, dan tegangan antar muka (IFT).

DASAR TEORI

1. Minyak Jelantah

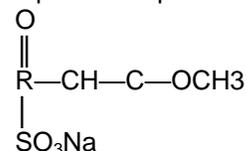
Asal minyak jelantah mungkin adalah minyak sisa penggorengan atau biasa disebut minyak goreng bekas. Contohnya, minyak bekas penggorengan dari rumah makan cepat saji, minyak bekas dari industri pangan, dan sebagainya. Minyak jelantah mempunyai kandungan peroksida yang tinggi, perihal ini dapat berlangsung di antaranya dipicu oleh pemanasan yang melebihi standar. standar sistem penggorengan wajarnya ada didalam kisaran suhu $177\text{-}221^\circ\text{C}$. namun umumnya orang justru menggunakan minyak goreng pada suhu pada $200\text{-}300^\circ\text{C}$.

2. Metil Ester

Berdasarkan proses pembuatannya, Metil ester dapat dihasilkan dengan dua cara yaitu : (1) esterifikasi asam lemak dan (2) transesterifikasi trigliserida. Esterifikasi adalah reaksi antara asam lemak dengan alkohol dengan bantuan katalis untuk membentuk ester. Sedangkan transesterifikasi adalah penggantian gugus alkohol dari suatu ester dengan alkohol lainnya dalam suatu proses yang menyerupai hidrolisis, dalam hal ini alkohol menggantikan air. Reaksi transesterifikasi memisahkan ester dari alkohol. Reaksi ini biasa disebut juga alkoholisis.

3. Metil Ester Sulfonat

Metil ester sulfonat (MES) merupakan salah satu jenis surfaktan yang berfungsi untuk menurunkan tegangan antarmuka/interfacial tension (IFT) minyak dan air sehingga dapat bercampur dengan homogen. Surfaktan banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti industri sabun, detergen, farmasi, kosmetika, cat, dan industri perminyakan. Metil ester sulfonat (MES) merupakan golongan surfaktan anionik. Bagian aktif permukaan (*surface-active*) surfaktan MES mengandung gugus sulfonat. Formula umum surfaktan MES adalah RSO_3Na , dimana gugus R merupakan grup hidrokarbon yang dapat didegradasi pada struktur molekul surfaktan. Grup hidrokarbon R berupa alkil dan produk tersebut dapat dicampur secara acak dengan isomer lainnya selama isomer tersebut tidak mengandung rantai bercabang yang dapat mengganggu sifat *biodegradable* gugus sulfonat (Watkins, 2001). Struktur kimia metil ester sulfonat (MES) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Kimia Metil Ester Sulfonat (Watkins, 2001)

Menurut Watkins (2001), jenis minyak yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan metil ester sulfonat (MES) adalah kelompok minyak nabati seperti minyak kelapa, minyak sawit, minyak kedelai, atau tallow. Selanjutnya menurut Matheson (1996b), MES berbahan minyak nabati memiliki kinerja yang sangat menarik, diantaranya adalah karakteristik dispersi dan sifat detergensi yang baik terutama pada air dengan tingkat kesadahan yang tinggi (*hard water*), tidak mengandung ion fosfat, ester asam lemak C14, C16, dan C18 memberikan tingkat detergensi terbaik, serta bersifat mudah didegradasi (*good biodegradability*).

Metil ester sulfonat (MES) yang berbentuk *concentrated pasta*, *solid flake*, atau granula telah mulai dimanfaatkan sebagai bahan aktif pada produk-produk pembersih (*washing and cleaning products*). MES dari minyak nabati yang mengandung atom karbon C10, C12, dan C14 biasa digunakan untuk *light duty dishwashing detergent*, sedangkan MES dari minyak nabati dengan atom karbon C16-18 dan tallow biasa digunakan untuk deterjen bubuk dan

deterjen cair (*liquid laundry detergent*) (Matheson, 1996b).

4. Proses Produksi Metil Ester Sulfonat (MES)

Proses sulfonasi dapat juga dikatakan sebagai proses oksidasi. Proses sulfonasi dengan menggunakan senyawa bisulfit sangat menguntungkan karena senyawa bisulfit merupakan sulfometil agen. Natrium bisulfit (NaHSO_3) merupakan sulfur padat yang mengandung gugus natrium. Natrium bisulfit tidak bersifat racun meskipun serbuknya dapat menyebabkan iritasi mata dan juga menyesakkan bila terhirup. Natrium bisulfit harus disimpan dalam kondisi sejuk, bersih, di tempat kering dan harus dijauhkan dari bahan-bahan yang bersifat korosif. Dengan penggunaan natrium bisulfit, maka produk MES yang dihasilkan telah berikatan dengan gugus natrium tanpa perlu dilakukan proses netralisasi terlebih dahulu, sehingga penggunaan natrium bisulfit dapat mempersingkat waktu proses pembentukan MES walaupun masih menghasilkan *di-salt* sebagai produk samping dari reaksi.

5. Oil Well Stimulation Agent (OWSA)

Proses recovery minyak bumi dapat dikelompokkan menjadi 3 fase, yaitu fase primer (*primary phase*), fase sekunder (*secondary phase*) dan fase tersier (*tertiary phase*). Metode pada fase tersier sering juga disebut sebagai metode *enhanced oil recovery* (EOR). Tujuan utama dari penginjeksian surfaktan ke dalam reservoir adalah untuk menurunkan tegangan antar muka minyak dengan air, sehingga minyak dapat larut dalam air dan mudah didesak keluar. Konsentrasi surfaktan yang umum diinjeksikan adalah sekitar 2-3 % berdasarkan volume di dalam air atau minyak (Allen dan Roberts, 1993). Efektifitas surfaktan dalam menurunkan tegangan antar permukaan minyak-air dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu jenis surfaktan, konsentrasi surfaktan dan kosurfaktan yang digunakan, kadar garam lautan, dan adsorpsi larutan kosurfaktan (Mulyadi, 2000).

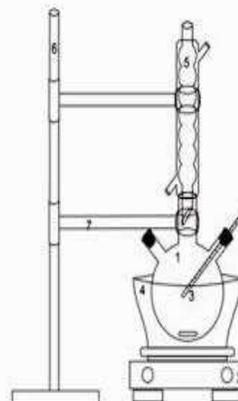
METODE PENELITIAN

1. Bahan Penelitian

Bahan penelitian ini adalah metil ester, metanol, NaOH pekat, NaHSO_3 teknis, aquades.

2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah pendingin balik, *hot plate*, gelas ukur, stirrer, labu leher tiga, thermometer, neraca analitik, pipet gondok, *stopwatch*, gelas beaker



Gambar 3. Rangkaian Alat Sulfonasi

Keterangan :

1. Labu leher tiga
2. *Magnetic stirrer* dan pemanas
3. Termometer
4. Penangas Minyak
5. Pendingin balik
6. Statif
7. Klem

3. Cara Kerja

- a. Tahap Analisis Bahan Baku
Karakterisasi metil ester minyak jelantah meliputi Angka asam, dan Bilangan Penyabunan.
- b. Tahap pengolahan
Tahap ini adalah tahap dimana produk dihasilkan. Proses pengolahan MES yang dilaksanakan meliputi :
 - a) Metil ester dan natrium bisulfit sebagai bahan pensulfonasi dimasukkan ke dalam labu leher tiga sekaligus dengan perbandingan berat NaHSO_3 : metil ester 1:1,25 dengan kecepatan pengadukan 600 rpm serta variabel suhu dan lama proses sulfonasi yang telah ditentukan.
 - b) Metil ester sulfonat yang dihasilkan dipisahkan dengan padatan Natrium bisulfit menggunakan vacuum filter.
 - c) Setelah itu dilakukan proses pemurnian dengan menambahkan 32,5 mL methanol 35% pada suhu 60°C selama

1,5 jam lalu methanol sisa dari hasil pemurnian ini diuapkan pada suhu 80°C selama 20 menit.

- d) Kemudian dilanjutkan dengan pemanasan menggunakan NaOH 20% hingga diperoleh pH 7 selama 5 menit pada suhu 60°C sebagai proses penetralan.
 - e) Hasil yang diperoleh merupakan metil ester sulfonat yang kemudian dianalisis.
- c. Tahap Analisis Hasil
 Karakterisasi metil ester sulfonat meliputi angka asam, Bilangan Penyabunan dan analisis IFT (Tegangan antar muka).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, luaran yang diharapkan adalah dapat mengetahui pengaruh penggunaan minyak jelantah sebagai bahan baku pembuatan metil ester sulfonat ditinjau dari beberapa parameter yaitu analisis angka asam, bilangan penyabunan, dan tegangan antar muka. Selain itu tujuan penelitian ini adalah mengetahui kondisi proses sulfonasi yang baik dalam pembuatan metil ester sulfonat yang berbahan baku minyak jelantah. Berikut ini adalah hasil analisis yang diperoleh mulai dari bahan baku hingga produk.

1. Analisis Bahan Baku

Bahan baku dari penelitian ini adalah metil ester yang berasal dari minyak jelantah. Sebelum melakukan penelitian lebih lanjut, metil ester minyak jelantah dianalisis terlebih dahulu. Analisis bahan baku meliputi :

- a. Analisis FFA (*Free Fatty Acid*)
- b. Analisis angka asam
- c. Analisis Bilangan Penyabunan

Dari hasil analisis awal didapatkan bahwa nilai FFA sebesar 1,5689%, angka asam sebesar 1,668 mg KOH/ 1 g MES, dan bilangan penyabunan 210,321 mg KOH/ 1 g MES. Hasil analisis metil ester minyak jelantah dapat dilihat pada Tabel 1.

Spesifikasi	Hasil Pengukuran	Satuan
Bilangan Penyabunan	210,321	mg KOH/1g MES
FFA	1,5689	%
Angka asam	1,668	mg KOH/1g MES

Tabel 1. Hasil Analisis Metil Ester Minyak Jelantah

Angka asam adalah ukuran dari jumlah asam lemak bebas, sedangkan besarnya bilangan penyabunan adalah menunjukkan banyaknya ikatan rangkap atau ikatan tidak jenuh. Semakin tinggi angka asam suatu minyak menunjukkan bahwa minyak tersebut telah mengalami kerusakan dimana trigliserida minyak terdegradasi membentuk asam lemak bebas dan semakin tinggi bilangan penyabunan yang diperoleh maka ikatan tidak jenuh atau ikatan rangkap pada minyak semakin banyak.

2. Analisis Hasil dan Pembahasan dengan Variabel Suhu Proses Sulfonasi.

Pada variabel pertama, proses sulfonasi dilakukan dengan memvariasikan suhu proses sulfonasi pada lama proses reaksi yang sama. Lama proses reaksi sulfonasi ditetapkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sri Hidayati sebelumnya, dengan judul pengaruh rasio mol, suhu, dan lama reaksi terhadap tegangan permukaan dan stabilitas emulsi metil ester sulfonat dari CPO. Kondisi optimum didapatkan yaitu pada lama sulfonasi 4,5 jam. Selain itu ada beberapa variabel tetap lainnya yang ditentukan pada proses sulfonasi ini yaitu perbandingan mol antara metil ester dengan NaHSO₃ sebesar 1,25 : 1 dan kecepatan pengadukan 600 rpm (Hidayati, 2009). Dalam penelitian dengan variabel suhu proses sulfonasi, diambil 5 taraf / titik yang digunakan yaitu pada suhu 80°C, 90°C, 100°C, 110°C, dan 120°C.

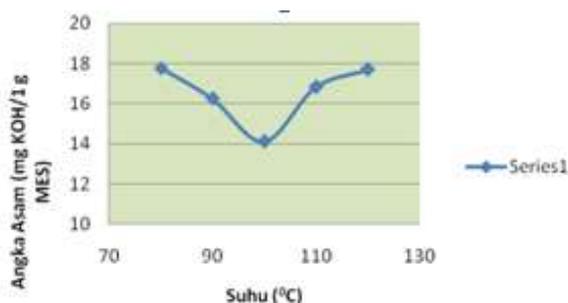
Analisis dengan parameter angka asam, dilakukan dengan menggunakan metode titimetri yaitu dengan jalan titrasi menurut petunjuk AOAC, 1995 (Sudarmadji, dkk. 1984). Berikut ini adalah hasil analisis MES dengan variabel suhu parameter angka asam.

Tabel 2. Variabel Suhu dengan Parameter Uji Angka Asam

Suhu °C	Berat Sampel Gr	Volume Titrasi KOH 0,1 N mL	Angka Asam mg KOH/1 gram MES
80	1,20	3,8	17,765
90	1,14	3,3	16,2395
100	1,43	3,6	14,1231
110	1,20	3,6	16,8300
120	1,30	4,1	17,6931

Suhu (°C)	Berat Sampel (gram)	Volume titrasi HCl 0,5 N (mL)	Bilangan Penyabunan (mg KOH/1 gram MES)
80	1,23	50,6	165,3354
90	1,02	52,55	145,75
100	1	52,9	138,8475
110	1	55,3	71,5275
120	1,02	54,7	103,95

Berdasarkan tabel diatas dapat dibuat grafik hubungan suhu dengan angka asam sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik Hubungan Variabel Suhu vs Angka Asam

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa pada suhu 80°C angka asam sekitar 18 mg KOH/ 1g MES, kemudian terjadi penurunan pada suhu 90-100°C dengan nilai angka asam berkisar 16 mg KOH/ 1 g MES dan 14 mg KOH/ 1 g MES pada suhu tersebut, dilanjutkan kenaikan angka asam pada suhu sulfonasi 110-120°C dengan nilai angka asam berkisar pada 16 mg KOH/ 1 g MES dan 17 mg KOH/ 1 g MES bahkan hampir 18 mg KOH/ 1 g MES. Secara keseluruhan nilai angka asam yang didapat pada suhu sulfonasi 80-120°C berkisar 14-18 mg KOH/ 1 g MES.

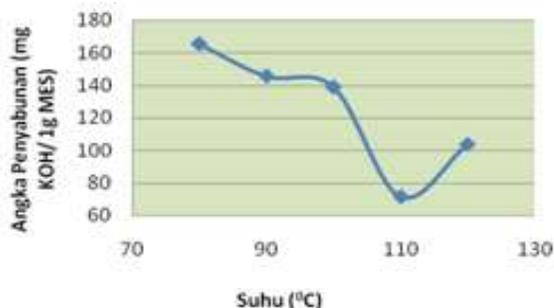
Angka asam menyatakan ukuran dari jumlah asam lemak bebas. Semakin banyak asam lemak bebas yang terkandung dalam MES menyatakan berarti semakin tinggi pula nilai angka asamnya. MES yang bersifat asam dapat mengganggu kinerja MES sebagai OWSA dalam proses *recovery* minyak bumi. Sehingga MES seharusnya mempunyai nilai angka asam yang kecil atau di bawah standar yang ditetapkan.

Meningkatnya nilai asam dimungkinkan terjadi karena reaksi hidrolisis sebagian kecil metil ester (ME) menjadi asam-asam lemaknya, karena adanya H₂O. Hidrolisis ME menghasilkan produk samping berupa asam karboksilat

sulfonat. Pembentukan produk samping tersebut menyebabkan semakin tingginya nilai angka asam. Sehingga dapat disimpulkan pada proses sulfonasi dengan variabel suhu nilai angka terendah didapatkan pada suhu sebesar 100°C dengan angka asam sebesar 14,1231 mg KOH/ 1 g MES.

Tabel 3. Variabel Suhu dengan Parameter Uji Angka Penyabunan

Dari hasil pada tabel di atas, dapat dilihat hubungan jelas antara suhu sulfonasi dengan bilangan penyabunan, yang ditunjukkan pada grafik berikut.



Gambar 5. Grafik Hubungan Variabel Suhu vs Angka Penyabunan

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa angka penyabunan yang didapatkan berkisar antara 110-160 mg KOH/ 1 g MES. Hasil ini masih sesuai dengan kadar maksimal angka penyabunan yaitu sebesar 207,39 mg KOH/ 1 g MES (Moretti dan Adami, 2001). Bilangan penyabunan menunjukkan jumlah ikatan rangkap yang terdapat dalam sampel.

Berdasarkan dua parameter analisis yang digunakan yaitu angka asam dan bilangan penyabunan, dapat dilihat bahwa kondisi proses yang baik terjadi pada suhu 110°C. Hal ini terjadi karena pada suhu tersebut, didapatkan nilai angka asam yang relatif rendah meskipun sedikit tinggi dibandingkan dengan MES pada suhu sulfonasi 100°C. Namun demikian pada analisis bilangan penyabunan, angka paling rendah terdapat MES pada proses sulfonasi dengan suhu 110°C, sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu yang baik digunakan pada proses sulfonasi MES sebesar 110°C dengan nilai angka asam dan bilangan penyabunan berturut-turut sebesar 16,8300 mg KOH/ 1gram MES dan 71,5275 mg KOH/ 1gram MES.

3. Analisis Hasil dan Pembahasan Penelitian dengan Variabel Lama Proses Sulfonasi

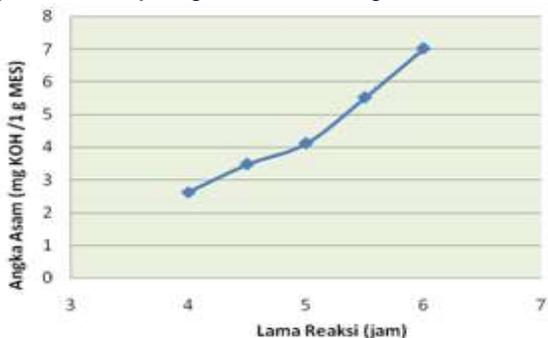
Pada variabel kedua proses sulfonasi dilakukan dengan memvariasikan lama proses sulfonasi pada suhu sulfonasi yang sama. Suhu sulfonasi yang digunakan sebagai variabel tetap, didapatkan dari kondisi optimum variabel pertama berdasarkan hasil pengujian terhadap angka asam dan bilangan penyabunan. Selain itu variabel tetap yang dipertahankan konstan adalah perbandingan mol antara metil ester dengan NaHSO₃ dan kecepatan pengadukan. Perbandingan mol yang diambil sebesar 1 : 1,25 dan kecepatan pengadukan 600 rpm (Hidayati, 2009). Dalam penelitian dengan variabel lama proses sulfonasi diambil 5 taraf sebagai patokan yaitu pada lama proses sulfonasi 4 jam, 4,5 jam, 5 jam, 5,5 jam, dan 6 jam.

Hasil penelitian pengaruh lama reaksi dengan parameter uji angka asam dapat terlihat dari tabel hasil pengamatan berikut.

Lama Reaksi (Jam)	Berat Sampel (gram)	Volume Titrasi HCl 0,5 N (mL)	Bilangan Penyabunan (mg KOH / 1g MES)
4	1,39	8,9	38,3417
4,5	1,41	8,8	39,7872
5	1,28	8,5	50,4023
5,5	1,38	8	56,9130
6	1,3	7,8	64,7308

Tabel 4. Variabel Lama Reaksi dengan Parameter Uji Angka Asam

Dari tabel data diatas dapat diperoleh grafik hubungan antara lama proses dengan parameter uji angka asam sebagai berikut.



Gambar 6. Grafik Hubungan Variabel Lama Reaksi vs Angka Asam

Analisis bilangan asam metil ester sulfonat dinyatakan dalam mg KOH yang diperlukan untuk menetralisasi 1 g MES. Analisa bilangan asam dilakukan untuk mengukur tingkat konversi metil ester. Peningkatan bilangan asam dari MES menunjukkan semakin banyak asam lemak bebas. Seharusnya semakin lama proses maka reaksi sulfonasi yang membentuk MES akan semakin sempurna. Tentunya MES yang dihasilkan juga akan lebih banyak karena bereaksi sempurna.

Berdasarkan hasil analisis parameter angka asam di atas menunjukkan bahwa semakin lama proses akan meningkatkan nilai angka asam. Namun nilai angka asam yang diperoleh ini masih dalam keadaan standar untuk OWSA yang berkisar antara 2-7 mg KOH/ 1 g MES.

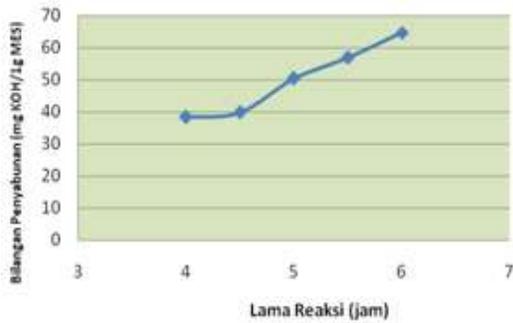
Sedangkan pada parameter uji bilangan penyabunan, dapat diperoleh hasil yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Lama Reaksi (jam)	Berat Sampel (gram)	Volume Titrasi KOH 0,1 N (mL)	Angka Asam (mg KOH/1 gram MES)
4	1,07	0,5	2,6215
4,5	1,13	0,7	3,4752
5	1,09	0,8	4,1174
5,5	1,12	1,1	5,5098
6	1,08	1,35	7,0125

Tabel 5. Variabel Lama Reaksi dengan Parameter Uji Bilangan Penyabunan

Bedasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa semakin lama reaksi semakin tinggi pula angka penyabunannya. Angka penyabunan dalam analisa ini dinyatakan dalam mg KOH yang dibutuhkan unuk menyabunkan lemak secara sempurna dari 1g MES. Berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap variabel lama reaksi proses sulfonasi, diperoleh bilangan penyabunan pada lama waktu 4-6 jam berkisar antara 38-64 mg KOH/ 1 g MES. Standar Angka Penyabunan tidak lebih dari 207,39 mg KOH/ 1 g lemak (Moretti dan Adami dan MacArthur, 2002).

Grafik hubungan antara lama proses sulfonasi dengan bilangan penyabunan dapat terlihat di bawah ini.



Gambar 7. Grafik Hubungan Variabel Lama Reaksi vs Bilangan Penyabunan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada variabel lama reaksi, didapatkan bahwa semakin lama reaksi maka nilai angka asam dan bilangan penyabunannya pun semakin tinggi. Hal ini terlihat pada grafik 4.3 dan 4.4. Oleh karena itu, pada variabel ini dapat ditarik kesimpulan bahwa pada lama reaksi 4-4,5 jam reaksi sulfonasi dapat berjalan dengan baik, ditinjau dari nilai angka asam dan bilangan penyabunannya. Pada lama reaksi 4-4,5 jam didapatkan nilai angka asam sebesar 2,6-3,5 mg KOH/ 1 g MES sedangkan bilangan penyabunan sebesar 39-40 mg KOH/ 1 g MES.

Berikut ini tabel perbandingan MES yang ada di pasaran dengan MES dari minyak jelantah dilihat dari parameter angka asam dan bilangan penyabunan

MES	Angka Asam		Bilangan Penyabunan	
	Nilai	Satuan	Nilai	Satuan
MES di Pasaran	2,0- 7,0	mg KOH / 1g MES	<207,39	mg KOH/ 1 g MES
MES Minyak Jelantah	2,6215- 3,4752	mg KOH / 1 g MES	30-40	mg KOH/ 1 g MES

Tabel 6. Perbandingan MES di Pasaran dengan MES dari Minyak Jelantah

4. Analisis Hasil dan Pembahasan dengan Variabel Rasio Mol terhadap Nilai Angka Asam dan Bilangan Penyabunan

Pada penelitian ini dilakukan optimasi terhadap rasio mol reaktan Na bisulfite, dengan menggunakan NaHSO₃ sebagai bahan pensulfonasi. Perlakuan yang digunakan adalah rasio mol reaktan (1:1,07–1:1,95) (Sheats dan Mac Arthur, 2002). Adapun variasi rasio mol yang digunakan yaitu (1,07 ;1,29 ; 1,50 ; 1,73 ;

1,95) yang dilakukan pada proses sulfonasi. Pengaruh rasio mol terhadap angka asam dan bilangan penyabunan dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9 melalui data di Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9.

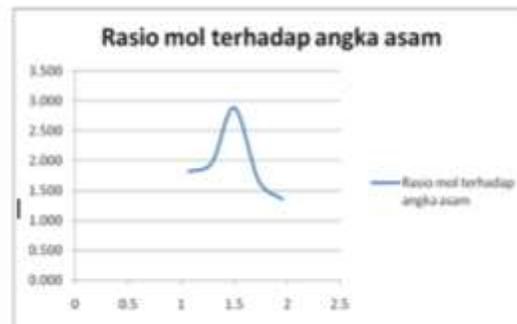
Rasio Mol	Gram
X1	1 : 1,07
X2	1 : 1,29
X3	1 : 1,50
X4	1 : 1,73
X5	1 : 1,95

Tabel 7. Variabel Rasio Mol

Analisis dengan parameter angka asam, dilakukan dengan menggunakan metode titimetri yaitu dengan jalan titrasi menurut petunjuk AOAC, 1995 (Sudarmadji, dkk. 1984). Analisis bilangan asam metil ester sulfonat dinyatakan dalam mg KOH yang diperlukan untuk menetralkan 1 g MES. Analisa bilangan asam dilakukan untuk mengukur tingkat konversi metil ester. Peningkatan bilangan asam dari MES menunjukkan semakin banyak asam lemak bebas yang tersulfonasi membentuk MES. Nilai bilangan asam yang diperoleh dalam keadaan standar untuk OWSA berkisar antara 2-7 mg KOH/ 1 g MES.

Perbandingan Rasio Mol (gram)	Berat sampel (gram)	Volume titrasi KOH 0,1 N (mL)	Angka asam mg KOH/ 1 g lemak
1 : 1,07	3,013	1,2	1,816
1 : 1,29	3,011	1,3	1,969
1 : 1,50	3,005	1,9	2,884
1 : 1,73	3,023	1,1	1,659
1 : 1,95	3,024	0,9	1,357

Tabel 8. Variabel Rasio Mol dengan Parameter Uji Angka Asam



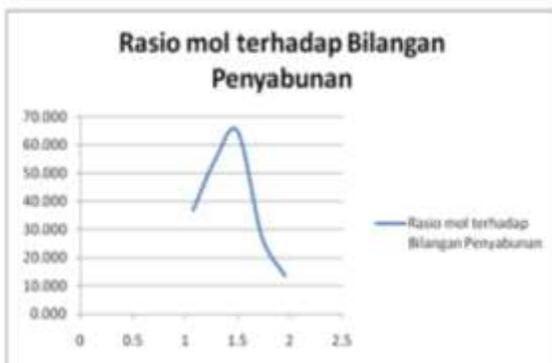
Gambar 8. Grafik Hubungan Rasio mol vs Angka asam

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa hanya pada rasio mol 1 : 1,50 dapat meningkatkan nilai tegangan permukaan. Hal ini disebabkan semakin besar rasio mol akan menghasilkan produk samping meningkat, sedangkan rasio mol yang berlebihan akan menghasilkan produk samping berupa olefin, asam sulfat dan hidrolisis ester yang menghasilkan *disalt*, hasil samping tersebut akan mengurangi pembentukan senyawa sulfonat sehingga efek kinerja dari MES menjadi berkurang termasuk kemampuan MES untuk menurunkan tegangan permukaan.

Bilangan penyabunan dalam analisa ini dinyatakan dalam mg KOH yang dibutuhkan untuk menyabun lemak secara sempurna dari 1g MES. Standar Angka Penyabunan tidak lebih dari 207,39 (Moretti dan Adami dan MacArthur, 2002).

Tabel 9. Variabel Rasio Mol dengan Parameter Uji Bilangan Penyabunan

Perbandingan Rasio Mol g	Berat Sampel Gr	Volume Titrasi HCl 0,5 N Ml	Bilangan Penyabunan mg KOH/1g lemak
1 : 1,07	3,050	33	36,787
1 : 1,29	3,045	31	55,271
1 : 1,50	3,040	30	64,589
1 : 1,73	3,068	34	27,428
1 : 1,95	3,080	35,5	13,661



Gambar 9. Grafik Hubungan Rasio Mol vs Bilangan Penyabunan.

Berdasarkan Gambar 9 dan data tabel di atas dapat dilihat bahwa angka penyabunan berkisar antara 13-64 mg KOH / 1g lemak. Nilai tersebut masih termasuk batas standar bilangan penyabunan.

5. Analisis Hasil dan Pembahasan untuk Pengaruh Kecepatan Pengadukan terhadap Nilai Angka Asam dan Bilangan Penyabunan

Adapun variasi Kecepatan Pengadukan yang digunakan yaitu (200 rpm, 300 rpm, 400 rpm, 500 rpm, 600 rpm) yang dilakukan pada proses sulfonasi. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap angka asam dan bilangan penyabunan dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11 melalui data di Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Variabel Kecepatan Pengadukan dengan Parameter Uji Bilangan Penyabunan

Kecepatan Pengadukan Rpm	Berat Sampel G	Volume Titrasi KOH 0,1 N Ml	Angka Asam mg KOH/1g lemak
200	2,901	1,8	2,830
300	2,920	2	3,121
400	3,001	2,2	3,345
500	3,012	2,4	3,634
600	3,003	2,4	3,645



Gambar 10. Grafik Hubungan Kecepatan Pengadukan terhadap Angka asam.

Dari Tabel diatas dapat kita nyatakan bahwa semakin cepat pengadukannya maka semakin tinggi pula nilai angka asamnya karena campuran cepat homogen pada kecepatan tinggi dan tercampur dengan baik karena tumbukan partikel semakin banyak.

Tabel 11. Variabel Kecepatan Pengadukan dengan Parameter Uji Bilangan Penyabunan

Kecepatan Pengadukan Rpm	Berat Sampel Gr	Volume Titrasi HCl 0,5 N Ml	Bilangan Penyabunan mg KOH/1g lemak
200	3,102	36,5	13,564
300	3,009	36	18,644
400	2,993	35,5	23,420
500	3,001	35	28,041
600	2,978	35	28,257



Gambar 11. Grafik Hubungan Kecepatan Pengadukan terhadap Bilangan Penyabunan

Dari tabel hubungan antara kecepatan pengadukan dengan parameter analisis bilangan penyabunan dapat dinyatakan bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan maka semakin tinggi pula bilangan penyabunannya. Dengan semakin tingginya pengadukan akan semakin menunjang pencampuran dari bahan-bahan pembentuk detergen.

6. Hasil Pengujian Tegangan Antar Muka (IFT)

Pengujian Analisis IFT (Tegangan Antar Muka) ini dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi (PPPTMGB) "LEMIGAS". Pada pengujian kali ini, sampel metil ester sulfonat yang diuji merupakan sampel kondisi terbaik pada variabel rasio mol dan kecepatan pengadukan yaitu pada sampel rasio mol 1,5 dan sampel kecepatan pengadukan 600 rpm. Namun demikian, meskipun pengujian hanya dilakukan pada sampel terbaik berdasarkan parameter uji angka asam dan bilangan penyabunan dengan variabel rasio mol dan pengadukan, tetap saja pada variabel tersebut dilakukan pada suhu 105-110°C dan lam reaksi

4,5 jam. Sehingga hasil yang diujikan nilai IFT nya dapat dikatakan merupakan hasil terbaik pula dari variabel suhu dan lama proses reaksi sulfonasi. Dari uji analisa IFT yang dilakukan, didapatkan hasil yang tercantum pada tabel dibawah ini.

Tabel 12. Data Hasil Analisa Tegangan Antar Muka (IFT)

Sampel	Satuan	Hasil	Metode
A	mN/m (dyne/cm)	15,32	Plate
B	mN/m (dyne/cm)	16,82	Plate

Keterangan :

Sampel A : Rasio mol 1:1,5, kecepatan pengadukan 600 rpm, lama reaksi 4,5 jam, dan suhu proses 105-110°C (dalam hal ini rasio mol sebagai variabel tidak tetapnya)

Sampel B : Rasio mol 1:1,5, kecepatan pengadukan 600 rpm, lama reaksi 4,5 jam, dan suhu proses 105-110°C (dalam hal ini kecepatan pengadukan sebagai variabel tidak tetapnya).

Dari uji sampel IFT diatas didapat nilai tegangan permukaannya 15,32 mN/m dan 16,82 mN/m. Standar untuk MES, tingkat penurunan tegangan antar muka berkisar antara 50 dyne/cm hingga kurang dari 10 dyne/cm (Noureddini dan Zhu, 1997). MES yang dihasilkan dapat digunakan sebagai emulsifier karena dapat menurunkan IFT campuran minyak-air, meningkatkan kestabilan emulsi dan meningkatkan daya deterjensi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan antara lain yaitu :

1. Kondisi terbaik pada proses pembuatan Metil Ester Sulfonat (MES) berbahan baku minyak jelantah tercapai pada suhu proses 100-110°C dan lama waktu reaksi 4-4,5 jam dengan angka asam dan bilangan penyabunan sebesar 2,6215-3,4752 mg KOH/ 1 g lemak MES dan 30-40 mg KOH/ 1 g lemak MES. Hasil tersebut sesuai dengan kualitas MES yang ada di pasaran.

2. Kondisi terbaik pada proses pembuatan Metil Ester Sulfonat (MES) berbahan baku minyak jelantah tercapai pada Rasio mol 1 : 1,5 dan kecepatan pengadukan yang tinggi pada 600 RPM
3. Pada kondisi Rasio mol terbaik didapatkan nilai angka asam dan bilangan penyabunan sebesar 2,884 mg KOH/1 g lemak MES dan 13-64 mg KOH/ 1g lemak MES. Dan kondisi terbaik dari Kecepatan pengadukan didapat nilai angka asam 2,8-3,6 mg KOH/1 g lemak dan 13-28 mg KOH/1 g lemak pada analisis bilangan penyabunan. Hasil tersebut sesuai dengan kualitas MES yang ada dipasaran.
4. Kualitas MES ditinjau dari parameter analisis tegangan antar muka (IFT), sebesar 15,32 mN/m dan 16,82 mN/m. Hasil ini sesuai dengan MES di pasaran sebesar 10-50 dyne/cm.s.

DAFTAR PUSTAKA

- Foster, N.C., 1996, *Sulfonation and Sulfation Processes In Soap and Detergents : A Theoretical and Practical Review* Spitz, L. (Ed). AOCS Pres, Champaign, Illinois.
- Hidayati, S., dkk., 2009, *Optimasi Proses Sulfonasi Untuk Memproduksi Metil Ester Sulfonat Dari Minyak Sawit Kasar*, Prosiding Seminar Nasional.Lampung, Universitas Lampung.
- Pore, J., 1993, *Oil and Fat Manual*, New York, Intercept Ltd.
- Sheats, W.B. dan B.W. Mac Arthur, 2002, *Methyl Ester Sulfonate Products*, <http://www.chemithon.com> [diakses 3 Juni 2014].
- Sudarmadji, dkk., 1984, *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*, Yogyakarta, Liberty.
- Watkins, C., 2001, *All Eyes are on Texas*, INFORM 12 : 1152-1159. [terhubung berkala]. <http://www.chemithon.com> [17 Mei 2011]