

# Sintesis Metil Ester Sulfonat Dari Sulfonasi Metil Ester Minyak Sawit Dengan Agen $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$

Nur Asma Deli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Sawit, Politeknik Kampar, Riau  
Kampus Politeknik Kampar Jl. Tengku Muhammad Km. 2 Bangkinang 28461  
E-mail : [nur.asmadeli@poltek-kampar.ac.id](mailto:nur.asmadeli@poltek-kampar.ac.id)

**Intisari**—Surfaktan adalah bahan aktif permukaan yang berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan suatu cairan. Umumnya surfaktan disintesis dari turunan minyak bumi dan gas alam, namun dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan tidak terbarukan, sehingga diperlukan bahan baku alternatif yaitu minyak sawit. Salah satu jenis surfaktan yang dapat dihasilkan dari minyak sawit adalah metil ester sulfonat (MES). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kondisi optimum proses serta karakteristik surfaktan MES yang dihasilkan dari metil ester minyak sawit dengan agen sulfonasi  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ . Pembuatan metil ester dilakukan dengan dua tahap reaksi esterifikasi dan transesterifikasi menggunakan metanol sebagai sumber alkohol dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sebagai katalis asam dan NaOH sebagai katalis basa. Sulfonasi diselenggarakan pada temperatur 80, 90 dan 100 °C, rasio metil ester dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  1:0,5; 1:0,75; 1:1 dan waktu reaksi 5 jam. Proses optimum diperoleh dengan perlakuan temperatur 90 °C rasio mol  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  dengan metil ester 1:1 dengan waktu reaksi 5 jam. Karakteristik MES yang dihasilkan dari kondisi tersebut memiliki pH 1,45, bilangan asam 10,6 mgKOH/g, densitas 0,886 g/cm<sup>3</sup> dan nilai absorbansi sulfonat 0,290.

**Kata kunci**—Metil Ester Sulfonat, Sulfonasi,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , Metil Ester, Minyak Sawit

**Abstract**—Surfactants are surface active ingredients that function to reduce the surface tension of a liquid. In general, surfactants are synthesized from petroleum and natural gas derivatives, but they can cause environmental pollution and are not renewable, so an alternative raw material is needed, namely palm oil. One type of surfactant that can be produced from palm oil is methyl ester sulfonate (MES). This study aims to obtain the optimum process conditions and the characteristics of the MES surfactant produced from palm oil methyl ester with the sulfonating agent  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ . The preparation of methyl esters was carried out in two stages of esterification and transesterification reactions using methanol as a source of alcohol with  $\text{H}_2\text{SO}_4$  as an acid catalyst and NaOH as a base catalyst. Sulfonation was carried out at temperatures of 80, 90 and 100 °C, the ratio of methyl ester to  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  was 1:0.5; 1:0.75; 1:1 and 5 hours reaction time. The optimum process was obtained by treating the temperature of 90 °C with a mole ratio of  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  to methyl ester 1:1 with a reaction time of 5 hours. The MES characteristics resulting from these conditions had a pH of 1.45, an acid number of 10.6 mgKOH/g, a density of 0.886 g/cm<sup>3</sup> and a sulfonate absorbance value of 0.290.

**Keywords**—Methyl Ester Sulfonate, Sulfonation,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , Methyl Ester, Palm Oil

## I. PENDAHULUAN

Surfaktan adalah bahan aktif permukaan yang dapat diproduksi secara sintesis kimia maupun biokimia. Umumnya surfaktan disintesis dari turunan minyak bumi dan gas alam. Proses pembuatan surfaktan dari minyak bumi dan gas alam dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan tidak terbarukan, sehingga diperlukan bahan baku alternatif seperti minyak sawit.

Salah satu jenis surfaktan yang dapat dihasilkan dari minyak sawit adalah metil ester sulfonat (MES). Sebagai turunan minyak nabati, surfaktan MES bersifat terbarukan sehingga dapat berpotensi mensubsitusi peran surfaktan berbasis petroleum, ramah lingkungan karena mudah terdegradasi, tahan salinitas tinggi dan bekerja baik dalam air bersadah tinggi serta biaya produksi lebih murah (Watkins, 2001). MES merupakan salah satu jenis surfaktan yang banyak diperlukan di industri, khususnya industri deterjen.

Penelitian pembuatan surfaktan MES berbahan baku minyak sawit telah dilakukan dengan menggunakan  $\text{NaHSO}_3$  sebagai agen sulfonasi (Hidayati, 2006). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi sulfonasi dengan rasio mol metil ester: $\text{NaHSO}_3$  1:1,5 waktu reaksi 4,5 jam

dan temperatur 108,9 °C menghasilkan MES dengan kualitas terbaik, sedangkan sulfonasi yang pada temperatur di atas 120 °C dengan waktu lebih dari 6 jam dapat menurunkan kinerja surfaktan MES. Penelitian Helianty dan Zulfansyah (2011) menunjukkan bahwa sulfonasi palm stearin dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  berhasil dilakukan dengan temperatur terbaik 80 °C.

Penelitian ini bertujuan untuk menjajaki kemungkinan pembuatan MES dari minyak sawit dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  sebagai agen sulfonasi dan melihat pengaruh temperatur reaksi dan rasio reaktan terhadap karakteristik MES yang dihasilkan.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan metil ester yaitu; minyak sawit dan metanol,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sebagai katalis pada proses esterifikasi dan NaOH sebagai katalis pada proses transesterifikasi. Pada proses sulfonasi metil ester digunakan metil ester sebagai sumber ester dan natrium metabisulfit ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) sebagai agen sulfonasi, metanol digunakan pada proses pemurnian dan NaOH digunakan pada proses netralisasi.

Peralatan yang digunakan untuk proses produksi metil ester dan sulfonasi adalah yaitu satu unit reaktor yang berkapasitas 1 L terdiri dari labu leher tiga sebagai tempat terjadinya reaksi, kondensor sebagai pendingin balik, *hot plate* sebagai pemanas, *magnetic stirer* untuk pengadukan dan termometer untuk mengukur temperatur reaksi.

**B. Metode**

**1) Karakterisasi Minyak Sawit**

Bahan baku minyak sawit dikarakterisasi untuk menentukan kadar air dan kadar asam lemak bebas. Penentuan kadar air dilakukan secara gravimetri (metode oven) dengan pemanasan pada 105 °C sampai berat konstan, sedangkan penentuan kadar asam lemak bebas dilakukan dengan metode titrimetri

**2) Pembuatan Metil Ester dari Minyak Sawit**

Metil ester diproduksi melalui dua tahapan reaksi yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Esterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak sawit dengan metanol dan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Perbandingan mol metanol terhadap massa minyak adalah 6:1 dan konsentrasi katalis 1% dari minyak sawit. Proses esterifikasi dilangsungkan pada temperatur 65 °C selama 45 menit. Minyak hasil reaksi kemudian dicuci dengan air pada temperatur 60°C sampai air sisa cucian netral. Selanjutnya sisa air dalam produk diuapkan dengan pemanasan pada 120°C selama 15 menit. Produk kemudian dianalisa untuk menentukan kadar asam lemak bebas dalam minyak.

Hasil dari esterifikasi dilanjutkan dengan proses transesterifikasi. Proses transesterifikasi dilakukan dengan mereaksikan metanol dengan produk hasil esterifikasi. Perbandingan mol metanol terhadap minyak adalah 6:1 dengan penambahan katalis NaOH sebanyak 1% dari minyak sawit. Reaksi transesterifikasi dilakukan pada temperatur 65 °C selama 1 jam. Hasil reaksi transesterifikasi dipisahkan di corong pisah untuk pemurnain metil ester. Setelah metil ester dipisahkan, dilakukan pencucian dengan air 60°C sampai air cucian netral. Metil Ester hasil reaksi transesterifikasi selanjutnya dianalisis untuk menentukan kadar air, bilangan asam dan kadar ester

**3) Pembuatan Surfaktan MES**

MES dibuat melalui beberapa tahap proses yaitu sulfonasi, pengendapan, pemurnian, penguapan metanol dan penetralan. Reaksi sulfonasi antara metil ester dengan reaktan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> merupakan tahapan utama proses pembuatan MES. Proses sulfonasi dilangsungkan selama 5 jam pada temperatur 80, 90, dan 100 °C dengan nisbah mol metil ester terhadap Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sebesar 1:0.5, 1:0.75 dan 1:1.

Setelah waktu reaksi tercapai maka reaksi dihentikan dan campuran hasil reaksi diendapkan selama 24 jam. Selanjutnya pemurnian dilakukan dengan menambahkan metanol sebanyak 30 % (v/v) dengan pemanasan pada temperatur 50 °C selama 1,5

jam. Setelah reaksi selesai, temperatur larutan dinaikkan hingga mencapai 70 – 80 °C selama 10 menit untuk menguapkan metanol dari larutan. Metanol yang menguap kemudian dikondensasi dan ditampung dalam erlenmeyer. Proses selanjutnya adalah penetralan MES dengan menggunakan NaOH sehingga pH MES mencapai 6 – 8. MES netral dipanaskan hingga mencapai temperatur 55 °C sambil diaduk selama 30 menit. Setelah proses pengadukan dan pemanasan selesai, MES dipindahkan ke dalam wadah yang terbuat dari kaca dan ditutup. Selanjutnya MES yang dihasilkan di analisis untuk menentukan karakteristiknya meliputi bilangan asam, densitas dan nilai absorbansi.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Karakteristik Minyak Sawit**

Karakteristik bahan baku yang digunakan untuk produksi metil ester sangat mempengaruhi tahapan proses yang akan dilalui dan kualitas produk yang dihasilkan. Karakteristik bahan baku yang diuji meliputi kadar air dan kadar asam lemak bebas. Proses pembuatan metil ester dapat dilakukan melalui reaksi esterifikasi atau transesterifikasi. Proses transesterifikasi memerlukan bahan baku dengan kemurnian tinggi yaitu kadar air dan asam lemak bebas masing-masing maksimal 1.9% dan 2% (Wang *et al.* 2007; Sharma *et al.* 2008; Qian *et al.* 2008). Adanya air dalam bahan baku dapat menyebabkan terjadinya proses hidrolisis trigliserida menjadi asam-asam lemak bebas, sedangkan adanya asam lemak bebas akan mengurangi keefektifan katalis basa dalam reaksi transesterifikasi.

Karakterisasi minyak sawit yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan dalam Tabel 1. Kadar air minyak sawit telah memenuhi persyaratan untuk melangsungkan reaksi, namun kadar asam lemak bebas masih cukup tinggi. Dengan demikian proses pembuatan metil ester dilakukan melalui dua tahap reaksi yaitu esterifikasi dan transesterifikasi.

TABEL I  
KARAKTERISTIK MINYAK SAWIT

Parameter	Nilai
Kadar air (%)	0,23
Kadar asam lemak bebas (%)	6,7

Menurut Gerpen *et al.* (2004) kandungan air dalam bahan baku maksimal sebesar 1 %. Adanya air dapat menyebabkan terjadinya hidrolisis minyak menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Ma dan Hanna (1999) menambahkan adanya kandungan air dan asam lemak bebas pada minyak dapat berpengaruh terhadap pembentukan sabun selama reaksi, menurunkan efisiensi katalis, meningkatkan viskositas, dan menyebabkan kesulitan dalam pemisahan gliserol.

Kadar asam lemak bebas minyak sebagai bahan baku pembuatan metil ester diatas 2% mengharuskan minyak diesterifikasi terlebih dahulu dan dilanjutkan dengan proses transesterifikasi. Proses transesterifikasi

terhadap minyak dengan kadar asam lemak bebas diatas 2 % tidak efektif karena akan terbentuk sabun akibat reaksi yang terjadi antara katalis basa dengan asam lemak bebas. Hal ini dapat mengurangi kinerja katalis basa sehingga menurunkan perolehan metil ester, selain itu sabun yang terbentuk akan mengganggu proses pemisahan antara gliserol dan metil ester.

**B. Metil Ester**

TABEL II  
KARAKTERISTIK METIL ESTER

Parameter	Nilai	
	Hasil penelitian	SNI (04-7182-2006)
Kadar air (%)	0,07	maks. 0,05
Kadar asam lemak bebas (%)	0,07	-
Bilangan asam mgKOH/g	0,14	Maks. 0,8
Kadar ester (%)	97,86	min. 96,5

Kadar air metil ester yang dihasilkan dari penelitian ini adalah 0,07 %, nilai ini relatif lebih tinggi dari syarat mutu berdasarkan SNI 04-7182-2006 yaitu maksimal 0,05 %. Kadar air yang tinggi ini kemungkinan disebabkan oleh proses pengeringan metil ester yang kurang sempurna.

Kadar asam lemak bebas metil ester jauh lebih rendah dibandingkan dengan kadar asam lemak bebas pada bahan baku minyak sawit. Kadar asam lemak bebas minyak sawit 6,7% menurun menjadi 0,07%. Hal ini menunjukkan bahwa proses esterifikasi dan transesterifikasi mampu menurunkan keasaman pada metil ester.

Bilangan asam metil ester yang dihasilkan dari penelitian ini adalah 0,14 mgKOH/g, nilai ini telah memenuhi standar SNI untuk metil ester yaitu maksimal 0,8 mgKOH/g.

Keberhasilan produksi metil ester ditandai dengan besarnya kadar ester. Kadar ester yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebesar 97,86%, nilai ini jauh lebih tinggi dari standar SNI yaitu 96,5%.

**C. Sulfonasi Metil Ester**

MES dihasilkan melalui beberapa tahap yaitu reaksi sulfonasi, pengendapan, pemurnian, penguapan metanol dan penetralan. Reaksi sulfonasi adalah tahapan utama dalam proses pembuatan MES.

Kucera (2001) menyebutkan bahwa gugus sulfonat bersifat reaktif sehingga memungkinkan terjadinya reaksi crosslinking pada produk hasil reaksi dan struktur produk menjadi lebih kompleks dan lebih stabil. Mekanisme reaksi crosslinking sendiri masih belum diketahui secara pasti, walaupun telah diketahui bahwa reaksi crosslinking akan meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur reaksi.

Menurut Speight (2002), reaksi sulfonasi bersifat eksoterm tetapi tidak bersifat korosif. Adanya muatan negatif pada surfaktan mengindikasikan bahwa surfaktan tersebut adalah anionik. Penelitian ini konsisten dengan hasil yang dilaporkan oleh MacArthur *et al.* (2002), Hovda (2002), Sheats dan Foster (2002), Sheats dan MacArthur (2002), dan Foster (1997) bahwa MES merupakan surfaktan anionik.

Produksi metil ester dilakukan melalui dua tahap proses yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Reaksi esterifikasi adalah reaksi asam lemak bebas dengan alkohol menghasilkan alkil ester dan air. Selanjutnya dilakukan proses transesterifikasi untuk menyempurnakan konversi trigliserida menjadi alkil ester dengan penambahan larutan metoksida. Karakteristik metil ester yang dihasilkan dari reaksi dua tahap esterifikasi dan transesterifikasi minyak sawit ditampilkan pada Tabel 2.

Dengan mempertimbangkan jumlah  $Na_2S_2O_5$  yang berlebih dalam reaksi, terjadinya reaksi crosslinking dan kondisi proses lainnya, maka produk yang dihasilkan tidak 100% MES.  $Na_2S_2O_5$  sisa karena tidak bereaksi dengan metil ester dan produk samping lainnya perlu dipisahkan dari MES. Proses untuk memisahkan MES dari pengotornya adalah dengan cara diendapkan. Pengendapan dapat dilakukan dengan cara presipitasi dan bila perlu dilakukan sentrifus. Menurut MacArthur *et al.* (2002) produk yang terbentuk dari reaksi sulfonasi metil ester adalah MES, garam dinatrium karboksi sulfonat (di-salt), Natrium karboksilat ( $RCOONa$ ), Natrium sulfat ( $Na_2SO_4$ ), dan Natrium metil sulfat ( $CH_3OSO_3Na$ ). Produk selain MES kemungkinan merupakan hasil dari reaksi crosslinking seperti yang diutarakan oleh Kucera (2001).

**Pemurnian MES**

Garam dinatrium karboksi sulfonat (di-salt) merupakan pengotor pada produk MES. Menurut MacArthur *et al.* (2002) keberadaan garam cenderung menurunkan kinerja MES dan dapat membuat MES berwarna gelap. Pemurnian untuk mengurangi terbentuknya garam dan warna gelap dilakukan dengan cara menambahkan alkohol. Dalam penelitian ini alkohol yang digunakan adalah metanol ( $CH_3OH$ ). Metanol dipilih karena sifatnya yang reaktif dan mengurangi terjadinya substitusi gugus metil pada struktur MES. Menurut Hovda (2002), selain mengurangi terbentuknya garam, alkohol akan mengikat air yang terdapat pada MES. Penambahan alkohol juga memberikan pengaruh besar pada viskositas larutan sehingga menjadi lebih encer. Karena reaksi sulfonasi merupakan reaksi eksoterm, maka penambahan metanol memberikan keuntungan lain yaitu mampu meningkatkan pindah panas selama reaksi berlangsung. Setelah tahap pemurnian selesai, metanol diuapkan untuk digunakan kembali. Tahap ini disebut tahap penguapan metanol. MES yang dihasilkan masih bersifat asam dengan pH berkisar 4,5-5,5.

**Netralisasi MES**

Proses netralisasi MES bertujuan untuk menghasilkan MES dengan kisaran nilai pH 6 – 8 sehingga diperoleh produk yang stabil dan tidak mudah memadat. MES yang dihasilkan dari proses sulfonasi masih mengandung produk samping berupa sabun yang tersulfonasi (*Sulfonated Soap*) yang biasa disebut *disalt*. MES dinetralkan dengan menggunakan NaOH 20 %.

Pada proses netralisasi harus dihindari pH yang ekstrim untuk menghindari terjadinya hidrolisis MES menjadi *disalt*. Menurut Roberts *et al.* (2008) pada pH 3 – 9,5 hidrolisis berlangsung lambat, sementara pH MES hasil penelitian rata-rata kurang dari 2,00 sehingga memungkinkan terjadinya hidrolisis asam yang akan menambah gugus COOCH<sub>3</sub> pada MES menjadi COOH. Sementara jika pH terlalu alkali melebihi 9,5 maka hidrolisis merubah COOCH<sub>3</sub> menjadi COONa. MES yang dihasilkan berwujud cair dengan warna kuning cerah. Menurut Hovda (2002) semakin tinggi temperatur reaksi dalam reaksi sulfonasi maka produk yang dihasilkan menjadi semakin gelap warnanya.

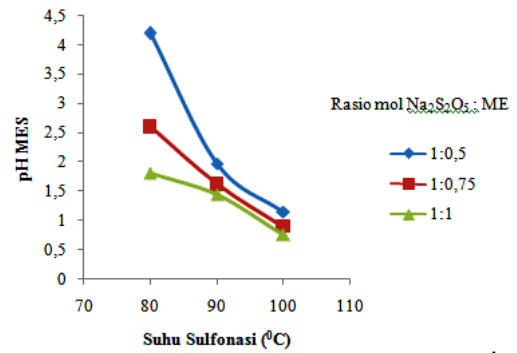
**D. Karakteristik MES**

Sulfonasi metil ester minyak sawit menjadi MES pada penelitian ini dilangsungkan pada beberapa temperatur pemanasan dan rasio mol reaktan dengan metil ester. MES yang dihasilkan kemudian diuji untuk menentukan parameter kualitasnya. Karakteristik MES yang diuji meliputi pH, bilangan asam, densitas dan nilai absorbansi.

**Derajat Keasaman**

Derajat keasaman atau pH merupakan ukuran tingkat keasaman suatu larutan. pH MES yang dihasilkan dari penelitian ini berkisar antara 0,76 – 4,20. Nilai tertinggi diperoleh dari kondisi temperatur 80 0C dan rasio mol Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1:0,5 sedangkan terendah pada kondisi temperatur 100 0C dan rasio mol Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dengan metil ester 1:1. Kurva pengaruh rasio mol reaktan dan metil ester pada berbagai temperatur pemanasan terhadap pH MES dapat dilihat pada Gambar 1.

Peningkatan temperatur reaksi dan rasio mol Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> terhadap metil ester dapat menurunkan nilai pH MES. Hal ini disebabkan oleh reaksi sulfonasi yang terjadi antara metil ester dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bersifat asam. Semakin tinggi temperatur reaksi, viskositas metil ester semakin rendah sehingga kontak antara Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dengan metil ester semakin baik dan semakin meningkatkan konversi metil ester menjadi MES. Banyaknya MES yang terbentuk akan meningkatkan keasaman produk yang dihasilkan. Menurut Petrucci (1992) dan Saeni (1989), laju reaksi berkaitan erat dengan terjadinya reaksi kimia dari suatu zat membentuk hasil reaksi. Reaksi kimia terjadi sebagai akibat adanya tumbukan antara molekul-molekul dari zat yang bereaksi. Peningkatan fraksi molekul yang memiliki energi kinetik melebihi energi aktivasi dilakukan dengan meningkatkan temperatur.

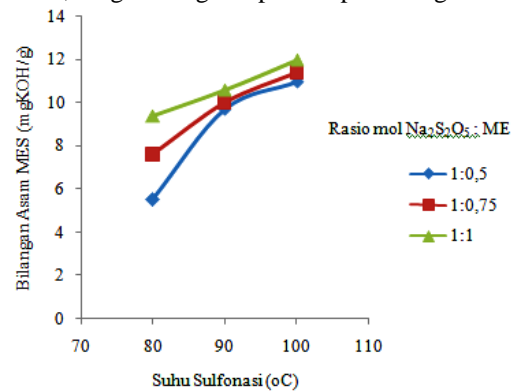


**Gambar 1.** Kurva pengaruh temperatur pemanasan pada berbagai rasio mol reaktan dan metil ester terhadap pH MES

Peningkatan rasio mol Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> terhadap metil ester dapat menurunkan pH MES yang dihasilkan. Meningkatnya rasio mol berarti meningkatkan jumlah metil ester dalam campuran reaksi sehingga meningkatkan kesempatan terjadinya reaksi sulfonasi oleh Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan meningkatkan jumlah MES yang terbentuk..

**Bilangan Asam**

Produk MES bersifat asam akibat terikatnya Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang bersifat asam. Hasil analisis bilangan asam MES pada berbagai kondisi proses menunjukkan kisaran nilai 5,5 mg KOH/g sampel sampai 12 mg KOH/g sampel.



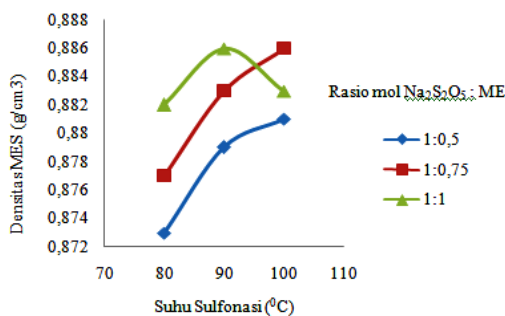
**Gambar 2.** Kurva pengaruh temperatur pemanasan pada berbagai rasio mol reaktan dengan metil ester terhadap bilangan asam MES

Perlakuan temperatur pemanasan yang lebih tinggi cenderung meningkatkan bilangan asam MES. Kurva pengaruh temperatur pemanasan pada berbagai rasio mol reaktan dan metil ester terhadap bilangan asam MES dapat dilihat pada Gambar 2. Temperatur proses sulfonasi pada berbagai rasio mol reaktan dengan metil ester cenderung meningkatkan bilangan asam. Kurva dengan peningkatan paling tajam pada awal proses sulfonasi diperoleh pada kurva temperatur sulfonasi 100 0C.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bilangan asam MES berkorelasi dengan nilai pH MES dimana keduanya berkaitan dengan keberadaan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang bersifat asam dalam struktur molekul produk tersulfonasi. Dengan meningkatnya jumlah sulfonat dalam MES, maka bilangan asam yang terukur akan meningkat dan pH semakin menurun, hal ini disebabkan oleh bertambahnya keasaman yang disebabkan oleh Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**Densitas MES**

Densitas MES yang dihasilkan pada berbagai kondisi proses menunjukkan kisaran nilai antara 0,873 g/cm<sup>3</sup> sampai 0,886 g/cm<sup>3</sup>. Kurva pengaruh temperatur pemanasan pada berbagai rasio mol reaktan dengan metil ester terhadap densitas MES dapat dilihat pada Gambar 3. Peningkatan temperatur reaksi dan rasio mol cenderung meningkatkan densitas MES, namun pada temperatur 100 °C, peningkatan rasio mol dari 1:0,75 menjadi 1:1 menurunkan densitas MES. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi temperatur akan meningkatkan kecepatan reaksi sehingga meningkatkan jumlah MES yang terbentuk. Mekanisme reaksi bertahap akan mempengaruhi penambahan jumlah gugus sulfonat (SO<sub>3</sub>H) yang terbentuk. Penambahan gugus SO<sub>3</sub>H yang terjadi pada hidrokarbon dapat menambah berat molekul senyawa dan meningkatkan nilai densitas.



**Gambar 3.** Kurva pengaruh temperatur pemanasan pada berbagai rasio mol reaktan dengan metil ester terhadap densitas MES

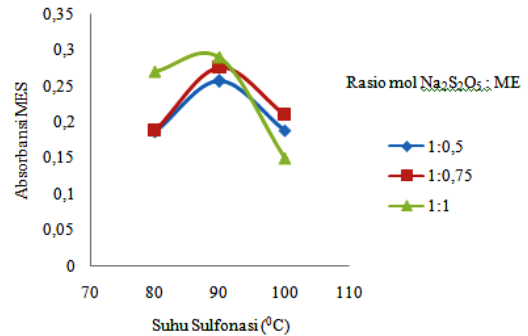
Sifat fisik densitas sangat erat kaitannya dengan viskositas yaitu tahanan aliran fluida yang merupakan gesekan antara molekul-molekul cairan satu dengan yang lain. MES yang memiliki densitas rendah mempunyai viskositas rendah. Menurut Holmberg (2002), kenaikan viskositas disebabkan karena meningkatnya konsentrasi partikel, demikian pula sifat alir bahan tergantung pada viskositas dan densitas cairan. Cairan yang mudah mengalir dikatakan memiliki viskositas yang rendah, sebaliknya bahan-bahan yang sulit mengalir memiliki viskositas yang tinggi.

**Absorbansi Sulfonat pada MES**

Semakin tinggi nilai absorbansi menunjukkan semakin banyak jumlah gugus sulfonat yang terbentuk (Hidayati, 2006 ; Edison, 2009). Absorbansi yang dihasilkan oleh proses sulfonasi metil ester pada penelitian ini berkisar 0,150 – 0,290. Nilai tertinggi yaitu 0,290 dihasilkan pada kondisi proses temperatur reaksi 90 °C, lama reaksi 5 jam pada rasio mol reaktan dengan metil ester 1:1.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan sulfonat pada MES berbasis metil ester dipengaruhi oleh temperatur dan rasio mol reaktan dengan metil ester. Kedua faktor ini mempunyai pengaruh terhadap peningkatan kandungan sulfonat. Hal ini diperkirakan karena semakin

tinggi temperatur dan rasio mol dapat mengakibatkan reaksi tumbukan antar partikel Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dengan metil ester akan semakin meningkat sehingga meningkatkan kandungan sulfonat dari MES. Kurva pengaruh temperatur pemanasan pada berbagai rasio mol reaktan dengan metil ester terhadap absorbansi sulfonat pada MES dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Kurva pengaruh temperatur pemanasan pada berbagai rasio mol reaktan dengan metil ester terhadap absorbansi sulfonat pada MES

Gambar 4 memperlihatkan nilai absorbansi sulfonat MES dengan temperatur 80 dan 90 °C pada berbagai rasio mengalami peningkatan, namun pada temperatur 100 °C mengalami penurunan. Peningkatan temperatur dapat meningkatkan kecepatan reaksi, namun pada kondisi setimbang peningkatan temperatur tidak mempengaruhi laju pembentukan produk. Untuk reaksi bolak-balik peningkatan temperatur terlalu tinggi dapat menyebabkan reaksi balik sehingga menurunkan perolehan produk.

Menurut Petrucci (1992) laju reaksi berkaitan erat dengan reaksi kimia dari suatu zat dalam membentuk hasil reaksi. Reaksi kimia terjadi akibat tumbukan antara molekul dari zat yang bereaksi. Untuk menghasilkan tumbukan, perlu energi kinetik yang lebih besar dibandingkan dengan energi aktivasi. Peningkatan fraksi molekul yang memiliki energi kinetik melebihi energi aktivasi dilakukan dengan meningkatkan temperatur. Peningkatan fraksi molekul yang teraktifkan akan menyebabkan meningkatnya laju reaksi pada pembentukan gugus sulfonat.

**IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

Metil ester sulfonat dapat diproduksi dengan reaksi sulfonasi metil ester dari minyak sawit dengan agen sulfonasi Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Proses sulfonasi terbaik dari penelitian ini adalah perlakuan temperatur 90 °C rasio mol Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dengan metil ester 1:1 dengan waktu reaksi 5 jam. Karakteristik MES yang dihasilkan dari kondisi tersebut memiliki pH 1,45, bilangan asam 10,6 mgKOH/g, densitas 0,886 g/cm<sup>3</sup> dan nilai absorbansi sulfonat 0,290.

Berdasarkan pengaruh temperatur dan rasio mol reaktan terhadap bahan baku pada penelitian ini, maka untuk penelitian lanjutan disarankan untuk meningkatkan rasio mol reaktan terhadap bahan baku pada temperatur terbaik di penelitian ini. selain MES penelitian ini juga

menghasilkan produk samping berupa *disalt*. Untuk itu diperlukan kajian tentang pemanfaatan *disalt* sehingga meningkatkan nilai tambah dan menghasilkan suatu proses yang *zero waste*.

#### REFERENSI

- ASTM. 2001. Annual Book of ASTM Standards: Soap and Other Detergents, Polishes, Leather, Resilient Floor Covering. Baltimore. American Society for Testing and Material
- AOCS. 2005. The official methods and recommended practices of the AOCS. Edisi 5. American Oil Chemists Society.
- BSN. 1998. *Standar Nasional Indonesia No. 01-3555-1998 tentang cara uji minyak dan lemak*. Badan Standarisasi Nasional
- BSN. 2006. *Standar Nasional Indonesia No. 04-7182-2006 tentang biodiesel*. Badan Standarisasi Nasional.
- Foster, N.C. 1997. *Sulfonation and Sulfation Processes*. The Chemithon Corporation.
- Gerpen JV, B Shanks, R Pruszko, D Clements and G Knothe. 2004. Biodiesel Production Technology. National Renewable Energy Laboratory. Colorado: 106.
- Helianty, S. dan Zulfansyah. 2011. *Pembuatan Ester Metil Sulfonat dari Ester Metil Palm Stearin*. Teknik Kimia Universitas Riau.
- Hidayati, Sri. 2006. *Perancangan Proses Produksi Metil Ester sulfonat Dari Minyak Sawit dan Uji Efektivitasnya Pada pendesakan Minyak Bumi*. Tesis S.2. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Holmberg K, Jonsson B, Kronberg B, dan Lindman B. 2002. Surfactants and Polymers in Aqueous Solution. England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Hovda, K. 2002. *The Challenge of Methyl Ester Sulfonation*. The Chemithon Corporation
- Kucera, F. 2001. *Homogeneous and Heterogeneous Sulfonation of Polystyrene*. Short Version of PhD Thesis. BRNO University of Technology. ISSN 1213-4198.
- Ma F. dan Hanna MA 1999. Biodiesel Production : A Review. J of Bio Tech. 70: 1-15
- MacArthur, B.W., B Brooks, W.B. Sheats dan N.C. Foster. 2002. *Meeting The Challenge of Methyl Ester Sulfonation*. The Chemithon Corporation.
- Petrucci RH. 1992. Kimia Dasar : Prinsip dan Terapan Modern. Jakarta: Erlangga.
- Qian J, Wang F, Liu S, Yun Z. 2008. In situ alkaline transesterification of cottonseed oil for production of biodiesel and nontoxic cottonseed meal. *Bioresour Technol.* 99:9009-9012.
- Roberts DW. 1998. Sulfonation Technology for Anionic Surfactant Manufacture. Organic Process Research & Development. 2: 194 – 202.
- Saeni MS. 1989. Kimia Fisik I. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sharma YC, Singh B, Upadhyay SN. 2008. Advancements in development and characterization of biodiesel: A review. *Fuel.* 87(12):2355-2373.
- Speight, J. G. 2002. *Chemical And Process Design Handbook*. McGraw-Hill. New York.
- Wang Y, Ou S, Liu P, Zhang Z. 2007. Preparation of biodiesel from waste cooking oil via two-step catalyzed process. *Energy Convers Manage.* 48:184-188.
- Watkins, C. 2001. *All Eyes are on Texas*. Inform 12: 1152-1159
- Zhang Y, Dubé MA, McLean DD, Kates M. 2003. Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment. *Bioresour Technol.* 89:1-16.