

**ANALISIS PENGUJIAN GUGUS FUNGSI SURFAKTAN
METHYL ESTER SULFONATE (MES) BERBASIS MINYAK
GORENG BEKAS UNTUK PRODUKSI MINYAK TAHAP
LANJUT**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh
FEBY KURNIADI PUTRA
NPM 163210513



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2022**

**ANALISIS PENGUJIAN GUGUS FUNGSI SURFAKTAN
METHYL ESTER SULFONATE (MES) BERBASIS MINYAK
GORENG BEKAS UNTUK PRODUKSI MINYAK TAHAP
LANJUT**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

FEBY KURNIADI PUTRA

NPM 163210513



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun oleh :

Nama : Feby Kurniadi Putra

NPM : 163210513

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Penelitian : Analisis Pengujian Gugus Fungsi Surfaktan *Methyl Ester Sulfonate* (MES) Berbasis Minyak Goreng Bekas Untuk Produksi Minyak Tahap Lanjut.

Telah berhasil dipertahankan di depan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh Gelar`Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Novia Rita, S.T., M.T. (.....)

Penguji I : Richa Melysa, S.T., M.T. (.....)

Penguji II : Muhammad Ariyon, S.T., M.T. (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 18 Maret 2022

Disahkan Oleh :

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**

NOVIA RITA, S.T., M.T.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, 18 Maret 2022



Feby Kurniadi Putra

NPM 163210513



KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Novia Rita, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Ketua Prodi Teknik Perminyakan yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir.
2. Bapak Idham Khalid, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik saya yang telah banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
3. Orang tua saya Bapak H. Jama'ardi (Alm), Ibu Endrawati, Kakak, Abang dan ponakan saya yang selalu memberikan semangat dan doa serta bantuan materil dan moral sehingga terselesaikan nya tugas akhir ini.
4. Teman – teman saya Aii, Rahmad, Aisyah, Desi, Ketrinida, Mila, Farid, Basyid, Teddy dan Gilang yang selalu memberikan semangat dan menemani saya dari awal kuliah hingga saat ini.
5. Seluruh teman – teman Teknik Perminyakan UIR angkatan 16 terutama teman – teman kelas D

Teriring doa, semoga Allah SWT memberikan balasan atas segala kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu saya. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 18 Maret 2022



Feby Kurniadi Putra

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
DAFTAR SIMBOL.....	xi
ABSTRAK.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Injeksi surfaktan (<i>surfactant flooding</i>).....	4
2.2 Surfaktan Metil Ester Sulfonat (MES).....	5
2.3 Minyak Goreng Bekas Sebagai Surfaktan MES	5
2.4 State of The Art.....	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Uraian Metode Penelitian.....	10
3.2 Diagram Alir Tugas Akhir	11
3.3 Alat dan Bahan	11
3.3.1 Alat	11
3.3.2 Bahan	12
3.4 Prosedur Penelitian.....	12
3.4.1 Pembuatan surfaktan MES dari minyak goreng bekas	12
3.4.2 Pengujian gugus fungsi menggunakan FTIR.....	13

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Pengujian Karakteristik Minyak Goreng Bekas.....	14
4.2 Pembuatan Produk <i>Methyl Ester Sulfonate</i> dari Minyak Goreng Bekas.....	15
4.3 Pembacaan Spektrum FTIR	17
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	20
DAFTAR PUSTAKA.....	21



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Reaksi transesterifikasi antara trigliserida menjadi metil ester.....	6
Gambar 2. 2 Metil ester dan reaksi sulfonasi menghasilkan MES menggunakan natrium bisulfit.....	6
Gambar 2. 3 Metil ester dan reaksi sulfonasi menghasilkan MES menggunakan asam sulfat.....	6
Gambar 2. 4 Spektrum analisa spektrofotometer FTIR MES komersial.....	7
Gambar 3. 1 Diagram Alir Tugas akhir.....	11
Gambar 4.1 1 Hasil Reaksi Transesterifikasi, Metil Ester (lapisan atas) dan gliserol (lapisan bawah).....	16
Gambar 4.1 2 Metil Ester Minyak Goreng Bekas Hasil Transesterifikasi..	16
Gambar 4.1 3 MES Minyak Goreng Bekas.....	17
Gambar 4.1 4 Hasil FTIR MES Minyak Goreng Bekas.....	18

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR TABEL

Table 2. 1 <i>State Of The Art</i>	7
Table 3. 1 Jadwal penelitian.....	10
Table 4.1 1 Perbandingan Karakteristik Minyak Goreng Murni Dengan Minyak Goreng Bekas.....	14



DAFTAR SINGKATAN

EOR	<i>Enhanced Oil Recovery</i>
OOIP	<i>Original Oil In Place</i>
MES	<i>Methyl Ester Sulfonate</i>
FTIR	<i>Fourier- Transform Infrared Spectroscopy</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscopy</i>
IFT	<i>Interfacial Tension</i>
NaHSO ₃	Natrium Bisulfit
H ₂ SO ₄	Asam Sulfat
CH ₃	Metil
SO ₃ H	Asam Sulfonat
NaOH	Natrium Hydroxide
H ₂ SO ₄	Asam Sulfat
CH ₃ OH	Metanol
ME	Metil Ester
ml	Mililiter
gr	Gram
rpm	<i>Revolutions Per Minute</i>
pH	<i>Power Of Hydrogen</i>



DAFTAR SIMBOL

°C	Derajat Celcius
%	Persen
cm	Centimeter



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

ANALISIS PENGUJIAN GUGUS FUNGSI SURFAKTAN *METHYL ESTER SULFONATE* (MES) BERBASIS MINYAK GORENG BEKAS UNTUK PRODUKSI MINYAK TAHAP LANJUT

FEBY KURNIADI PUTRA

NPM 163210513

ABSTRAK

Metode EOR dilaksanakan ketika *secondary Recovery* tidak efektif lagi dilakukan. Metode EOR sangat efektif dilakukan di sumur- sumur minyak Indonesia karena dapat meningkatkan hingga 70% dari OOIP dibandingkan dengan *secondary recovery* yang hanya berkisar 25 - 40%. Dalam metode EOR umumnya menggunakan surfaktan, surfaktan yang digunakan biasanya jenis anionik yang diproduksi menggunakan bahan kimia. Jika hal tersebut terus berlanjut maka akan mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan. Oleh karena itu perlu dikembangkan surfaktan yang ramah lingkungan dan mudah didapatkan di Indonesia. Dalam penelitian ini menggunakan surfaktan anionik berjenis Metil Ester Sulfonat (MES) yang dapat dibuat dari bahan berbasis minyak goreng bekas yang mudah ditemukan dan mudah terurai .Hal tersebutlah yang melatar belakangi pemilihan minyak goreng bekas sebagai bahan dalam pembuatan surfaktan MES.). Hasil pengujian gugus fungsi MES minyak goreng bekas menggunakan FTIR menunjukkan bahwa proses sintesa berhasil dilakukan, dilihat dari adanya gugus metil ester sulfonat yang terkandung di dalam MES minyak goreng bekas.

Kata kunci :Surfaktan, metil ester sulfonat (MES), minyak goreng bekas, FTIR.

**ANALYSIS OF FUNCTIONAL GROUP OF SURFACTAN METHYL ESTER
SULFONATE (MES) BASED ON USED COOKING OIL FOR ADVANCED
OIL PRODUCTION**

FEBY KURNIADI PUTRA

NPM 163210513

ABSTRACT

The EOR method is implemented when secondary recovery is no longer effective. The EOR method is very effective in Indonesia's oil wells because it can increase up to 70% of OOIP compared to secondary recovery which is only around 25 - 40%. In the EOR method generally using surfactants, the surfactants used are usually anionic types produced using chemicals. If this continues, it will result in environmental pollution. Therefore, it is necessary to develop surfactants that are environmentally friendly and easily available in Indonesia. In this study, an anionic surfactant with the type of Methyl Ester Sulfonate (MES) is used which can be made from used cooking oil-based materials that are easy to find and easy to decompose. This is the reason for choosing used cooking oil as an ingredient in the manufacture of MES surfactants.). The test results of the used cooking oil MES functional group using FTIR showed that the synthesis process was successful, seen from the presence of methyl ester sulfonate groups contained in the used cooking oil MES.

Keywords : *surfactant, Methyl Ester Sulfonate (MES), used cooking oil, FTIR*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penemuan cadangan baru sangat minim jika dibandingkan dengan kebutuhan konsumsi minyak bumi yang sangat besar di Indonesia, salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan melakukan metode tahap lanjut (EOR) yang dilakukan terhadap sumur tua yang sudah tidak mampu lagi diproduksi dengan menggunakan metode *primary recovery* dan *secondary recovery* (Sakinah, 2019). Injeksi kimia merupakan salah satu metode dalam EOR, dimana injeksi kimia terbagi atas injeksi surfaktan, polimer dan alkali. Surfaktan diketahui mampu menurunkan tegangan antar muka minyak (IFT) dan mempunyai kemampuan mengangkat minyak yang tertinggal di reservoir atau sebagai detergensi (Eris & Erliza, 2016).

Dalam kegiatan migas penggunaan surfaktan berbahan kimia apabila digunakan untuk jangka panjang akan berakibat pada tercemarnya lingkungan (Bhardwaj, 2013). Surfaktan anionik merupakan salah satu jenis surfaktan yang sering digunakan dalam dunia perminyakan. Surfaktan anionik memiliki karakteristik hidrofilik dikarenakan mengandung komposisi campuran sulfonat atau sulfat (Nursalim et al., 2014). Surfaktan anionik yang berbasis alam (*bio surfactant*) dimana bahan dasarnya yang dapat diperbaharui serta dapat terurai oleh lingkungan (Wang et al., 2009). Salah satu jenis surfaktan anionik yang berbasis alam yaitu dengan *methyl ester sulfonate* (MES) yang didapat dari minyak goreng bekas.

Jumlah minyak goreng bekas di Indonesia tahun 2019 menurut data The International Council And Clean Transportation mencapai 13 juta ton/tahun (Sinaga et al., 2014). Hal ini tentu saja sangat mencemaskan apabila berlanjut terus menerus tanpa adanya upaya alternatif memanfaatkan kembali minyak goreng bekas tersebut, minyak goreng bekas bisa menyebabkan polusi lingkungan pada tanah (Mujdalipah et al., 2015).

Salah satu alternatif dan upaya yang bisa dilakukan dalam meminimalisir limbah minyak goreng bekas yaitu dengan memanfaatkannya sebagai alternatif untuk produksi biodiesel dan surfaktan jenis *Methyl Ester Sulfonate* (MES) yang dilakukan pada penelitian (Hossain, 2015). Minyak goreng biasanya berasal dari tumbuh-tumbuhan yang menghasilkan minyak seperti tumbuhan kelapa, jagung, dan sawit serta tumbuhan lainnya.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fajri (2020) tentang studi laboratorium pemanfaatan limbah minyak goreng sebagai alternatif surfaktan pada metode tahap lanjut dan juga penelitian Bayu (2020) tentang analisis penentuan stabilitas dan wettabilitas surfaktan berbahan dasar minyak goreng bekas sebagai fluida injeksi untuk *chemical* EOR, atas dasar ini peneliti melanjutkan penelitian untuk menentukan gugus fungsi surfaktan berbahan dasar minyak goreng bekas untuk produksi minyak tahap lanjut. Minyak goreng memiliki komposisi trigliserida yang tinggi (>90%) lalu digliserida (2-7%), monogliserida (<1%) (Markom et al., 2001) dan minyak goreng bekas memiliki komposisi asam lemak (asam oleat atau linoleat) sebagai penyusun minyak goreng (Hidayati, 2011). Atas dasar kandungan tersebut, pada penelitian ini peneliti memanfaatkan minyak goreng bekas sebagai alternatif bahan pembuatan surfaktan jenis *Methyl Ester Sulfonate* (MES) untuk produksi minyak tahap lanjut.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dari penelitian ini yaitu :

- Mengetahui gugus fungsi dari surfaktan jenis *Methyl Ester Sulfonate* (MES) dari minyak goreng bekas dengan pengujian FTIR.

1.3 Manfaat Penelitian

Berdasarkan dari penulisan proposal penelitian kali ini terdapat beberapa manfaat antara lain sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui gugus fungsi dari surfaktan jenis *Methyl Ester Sulfonate* (MES) dari minyak goreng bekas.
2. Dapat meminimalisir terjadinya pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh minyak goreng bekas.

3. Menjadikan publikasi ilmiah berupa paper atau jurnal Nasional maupun Internasional sehingga bisa dijadikan sebagai referensi atau acuan untuk penelitian selanjutnya.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak keluar dari tujuan yang diharapkan, maka penelitian ini hanya membatasi mengenai beberapa hal sebagai berikut:

1. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan surfaktan MES berasal dari minyak goreng bekas
2. Tidak menganalisis nilai keekonomian dari penelitian ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini didasari dari perintah Allah SWT untuk terus berusaha dalam mendapatkan suatu bermanfaat dari segala sesuatu yang disediakan oleh-Nya yang tercatat di dalam QS An Nahl ayat 14 yang artinya : “Dan Dialah yang menundukkan lautan (untukmu) agar kamu dapat memakan daging yang segar (ikan) darinya, dan (dari lautan itu) kamu mengeluarkan perhiasan yang kamu pakai. Kamu (juga) melihat perahu berlayar padanya, dan agar kamu mencari sebagian karunia-Nya, dan agar kamu bersyukur”.

2.1 Injeksi surfaktan (*surfactant flooding*)

Dalam proses produksi, minyak tidak akan dapat diangkat sepenuhnya ke permukaan karena terdapat berbagai macam fenomena yang terjadi dilapangan, salah satu penyebabnya ialah adanya variasi dari fluida dan sifat fisik batuan yang ada di reservoir minyak tersebut (Rita, 2012). Usaha yang dapat dilakukan agar minyak dapat terangkat lebih optimal pada produksi minyak tahap lanjut (EOR) yaitu dengan penginjeksian kimia (*chemical injection*)(Rita et al., 2019). *Chemical injection* memiliki beberapa metode salah satunya yaitu injeksi surfaktan yang digunakan untuk meningkatkan nilai kumulatif minyak (Negin et al., 2017).

Penggunaan surfaktan berbahan baku *chemical* umumnya akan merusak lingkungan dan akhirnya akan menjadi limbah yang sulit terdegradasi apabila surfaktan berbahan *chemical* digunakan terus menerus (Kesuma & Kamungin, 2015). Perkembangan metode penginjeksian *chemical* pada saat ini banyak menggunakan surfaktan berbasis alam (*bio surfactant*) yang lebih ramah lingkungan dan mudah terurai (Metil et al., 2018). Surfaktan umumnya merupakan senyawa amphifilik organik yang terdiri dari rantai hidrokarbon kelompok hidrofobik, molekul surfaktan bagian non-polar atau hidrofobik dapat larut dalam hidrokarbon sedangkan bagian hidrofiliknya dapat larut dalam air (Sheng, 2013).

Berdasarkan gugus muatan ion dan struktur molekulnya ada beberapa jenis surfaktan antara lain anionik, kationik, nonionik, dan amfoterik (Andriyan et al., 2018). Jenis surfaktan yang paling umum digunakan dalam bidang migas yaitu surfaktan anionik karena adsorpsi yang relatif lebih rendah pada batuan pasir dan stabil pada suhu yang tinggi (Sheng, 2013). Surfaktan memiliki kemampuan untuk menurunkan tegangan antarmuka (IFT) minyak atau air, menstabilkan emulsi, menstabilkan dispersi butiran minyak, mengecilkan droplet minyak dalam air sehingga minyak mudah dialirkan ke permukaan (Eris & Erliza, 2016). Selain itu, surfaktan juga memiliki kemampuan sebagai detergensi yang dapat membersihkan batuan dari minyak yang menempel sehingga dapat mengubah permukaan batuan *oil wet* menjadi batuan *water wet* dengan mengikis permukaan minyak pada batuan sampai ke bagian pori-pori batuan (Babu et al., 2015).

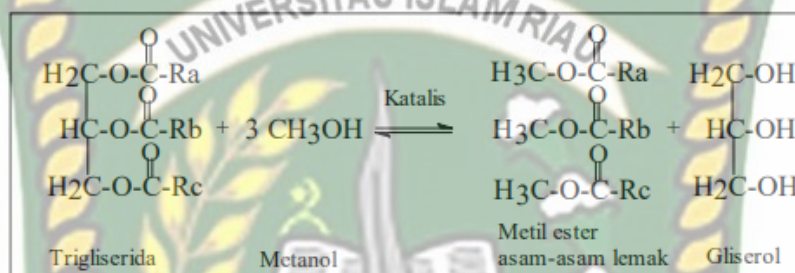
2.2 Surfaktan Metil Ester Sulfonat (MES)

Methyl Ester Sulfonate (MES) merupakan golongan surfaktan anionik yang diproduksi dengan proses esterifikasi dan proses trans- esterifikasi. Pada umumnya fungsi dari surfaktan yaitu sebagai *surface active agent* yang berguna untuk mengikat air ataupun mengikat lemak yang sering disebut hidrofilik dan lipofilik (Sheats & MacArthur, 2001). MES mempunyai keunggulan disperse dan detergensi yang baik, terutama pada air yang mempunyai tingkat kesadahan tinggi (*hard water*) dan tidak memiliki kandungan fosfat, ester asam lemak C14, C16, dan C18. MES merupakan salah satu pilihan yang dapat dikembangkan karena memiliki karakteristik yang mudah terurai oleh lingkungan (*biodegradable*) dan bahan baku MES sangat melimpah di Indonesia (Saharan et al., 2011).

2.3 Minyak Goreng Bekas Sebagai Surfaktan MES

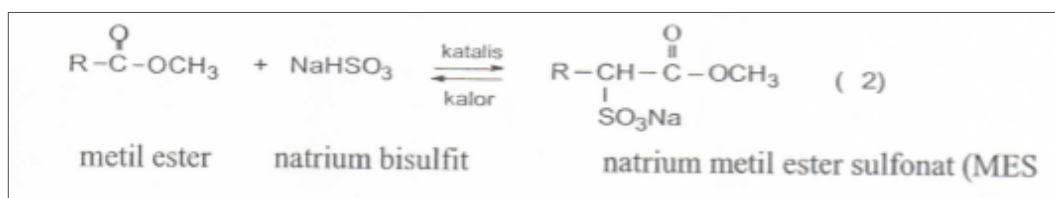
Minyak goreng yang ketika telah digunakan berkali-kali dalam penggorengan maka kualitas dekomposisi senyawa dari minyak tersebut akan menurun dan ini bisa membahayakan bagi tubuh jika dikonsumsi. Jika limbah tersebut dibuang ke lingkungan juga akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti memanfaatkan minyak goreng bekas sebagai alternatif pembuatan surfaktan jenis *Methyl Ester Sulfonate* (MES) untuk produksi minyak tahap lanjut.

Proses sintesa metil ester dilakukan melalui proses transesterifikasi dan sulfonasi. Pada proses transesterifikasi menggunakan methanol yang berfungsi sebagai pereaksi pemberi gugus CH₃ dan berperan sebagai pemurnian MES. Transesterifikasi merupakan tahap dimana minyak nabati (trigliserida) dikonversi menjadi alkil ester dengan cara mereaksikannya dengan alkohol dan menghasilkan produk samping berupa gliserol. Katalis yang umumnya digunakan pada proses ini ialah katalis basa yang kegunaannya dapat mempercepat proses reaksi. Reaksi tersebut dijelaskan pada gambar 2.1.

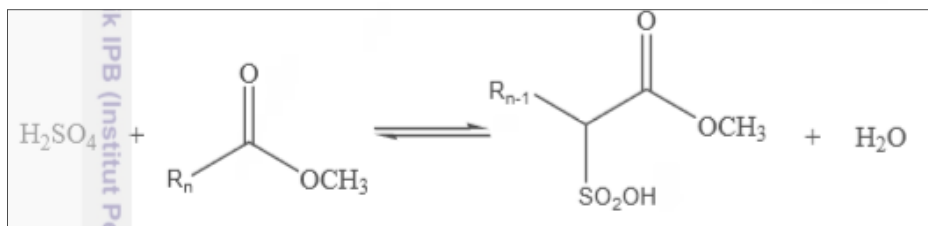


Gambar 2. 1 Reaksi transesterifikasi antara trigliserida menjadi metil ester (Supriningsih, 2010)

Setelah menghasilkan senyawa metil ester, langkah selanjutnya adalah melakukan proses konversi dari metil ester menjadi MES yang dilakukan melalui proses sulfonasi dengan menggunakan reaktan seperti natrium bisulfit (NaHSO₃) atau asam sulfat (H₂SO₄). Proses sulfonasi merupakan suatu reaksi substitusi elektrofilik dengan menggunakan agen pensulfonasi yang bertujuan untuk mensubstitusi atom H dengan gugus -SO₃H pada molekul organik melalui ikatan kimia pada atom karbonnya (Supriningsih, 2010). Reaksi sulfonasi dapat dilihat pada gambar 2.2 dan 2.3.

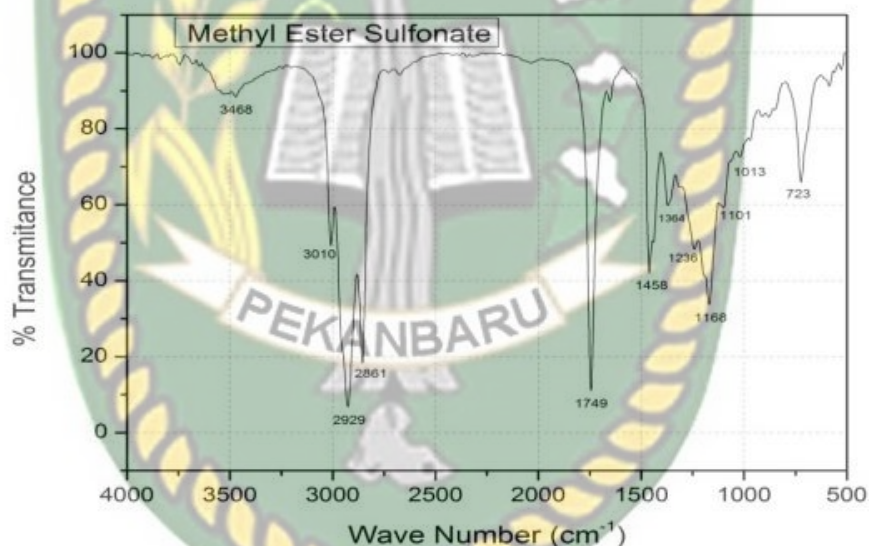


Gambar 2. 2 Metil ester dan reaksi sulfonasi menghasilkan MES menggunakan natrium bisulfit (Murni et al., 2015).



Gambar 2. 3 Metil ester dan reaksi sulfonasi menghasilkan MES menggunakan asam sulfat (Eni, 2017)

Selanjutnya, hasil sintesis metil ester sulfonat (MES) dianalisis secara kualitatif menggunakan Spektrofotometer Inframerah FTIR. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi dari MES minyak goreng bekas sehingga dapat dipastikan apakah proses sulfonasi berhasil atau tidak dalam mengkonversi metil ester dari minyak goreng bekas menjadi MES.



Gambar 2. 4 Spektrum analisa spektrofotometer FTIR MES komersial

2.4 State of The Art

Dalam penelitian ini peneliti mendapatkan beberapa referensi yang membahas sesuai topik yang diangkat dengan konsep yang hampir sama dan sejalan sesuai dengan panduan atau acuan untuk menghasilkan sesuatu yang baru untuk menghindari pengulangan penelitian yang sama dilihat pada tabel 2.2.

Table 2. 1 *State Of The Art*

No	Judul Penelitian	BahanBaku	Metode	Hasil dan Kegunaan
----	------------------	-----------	--------	--------------------

1.	Studi Laboratorium Pemanfaatan Limbah Minyak Goreng Sebagai Alternatif Surfaktan Pada Metode Tahap Lanjut. (Fajri, 2020)	Limbah minyak goreng	Menggunakan metode esterifikasi dan sulfonasi, setelah itu pengujian karakteristik awal surfaktan seperti uji Ph, densitas, bilangan asam, bilangan penyabunan, dan HLB, serta pengujian kompatibilitas untuk screening awal.	Hasilnya menunjukkan surfaktan yang diperoleh termasuk kedalam surfaktan yang larut dalam minyak dan hasil kompatibilitasnya pada air formasi menunjukkan MES dapat diimplementasikan pada metode tahap lanjut.
2.	Analisis Penentuan Stabilitas dan Wettabilitas Surfaktan Berbahan Dasar Minyak Goreng Bekas Sebagai Fluida Injeksi Untuk <i>Chemical EOR</i> (Bayu, 2020)	Minyak goreng bekas	Melakukan uji kompatibilitas, uji fasa, uji busa, dan uji wettabilitas.	Uji stabilitas menunjukkan hasil yang baik pada konsentrasi 0,1% salinitas 5.000 rpm dan konsentrasi 0,5% pada salinitas 30.000 rpm. Untuk uji sudut kontak wettabilitas diperoleh nilai sudut kontak range 70,8° sampai 33,7° hal ini menunjukkan sudut kontak tersebut lebih kecil dari 90° dan bersifat <i>water wet</i> .
3.	Analisa Spektrum <i>Infra Red</i> Pada Proses Sintesa Lignin Ampas Tebu Menjadi Surfaktan Lignosulfonat (Setiati et al., 2016)	Ampas Tebu	Metode pemisahan ampas tebu menggunakan NaOH, proses sulfonasi dan setelah itu uji FTIR.	Komponen pembentuk surfaktan lignosulfonat diketahui dari uji FTIR terhadap sampel surfaktan dan dapat menentukan hasil terbaik dari beberapa alternatif percobaan yang telah dilakukan dengan mengevaluasi komponen yang terbentuk.
4.	Pengaruh Penambahan Surfaktan	Surfaktan Sodium Anionik	Metode yang dilakukan dengan metode inversi fasa	Hasil uji FTIR menunjukkan adanya spektra sulfonat pada

	Anionik Sodium Dodesil Sulfat Terhadap Karakteristik Membran Selulosa. (Buana et al., 2014)	Sodium Dodesil Sulfat.	dengan teknik pencelupan untuk pembuatan membrane selulosa, uji kerapatan, uji FTIR, dan uji kinerja.	panjang gelombang 1323,08 dan 1319,22 untuk 2% dan 4% SDS.
5.	Analisis Morfologi dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (<i>Dendrocalamus Asper</i>) Hasil Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara. (Pambudi et al., 2017)	Serat Bambu Betung	Metode penelitian yang dilakukan yaitu metode pengumpulan material, preparasi specimen, pengujian FTIR, pengujian <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).	Hasil uji FTIR menunjukkan perlakuan alkalisasi masih terdapat sisa lignin daerah serapan sekitar 1600 cm^{-1} dengan gugus aromatic C=C yang ditunjukkan dari peak pada grafik FTIR.

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Uraian Metode Penelitian

Penelitian ini berjudul Analisis Pengujian Gugus Fungsi Dan Morfologi Surfaktan *Methyl Ester Sulfonate* (MES) Berbasis Minyak Goreng Bekas Untuk Produksi Minyak Tahap Lanjut. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium *Reservoir* Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau dan Laboratorium Mineral dan Material Maju Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang dengan metode *Experiment Research*. Jadwal kegiatan selama penelitian berlangsung dapat dilihat pada table 3.1.

Table 3. 1 Jadwal penelitian

TAHAP PENELITIAN	TAHUN 2021												TAHUN 2022							
	Oktober				November				Desember				Januari				Februari			
	1	2	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur																				
Pembuatan proposal penelitian																				
Persiapan alat dan bahan																				
Proses pembuatan surfaktan MES dari minyak goreng bekas																				
Uji FTIR																				
Analisis hasil dan pembahasan																				

3.2 Diagram Alir Tugas Akhir



Gambar 3. 1 Diagram Alir Tugas akhir

3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk pengujian dijelaskan di bawah ini:

3.3.1 Alat

Adapun alat yang digunakan didalam penelitian kali ini diantaranya sebagian berikut :

1. Neraca analitis
2. Pengaduk
3. Gelas ukur
4. Pipet volume
5. Pipet tetes
8. Tabung Reaksi.
9. Gelas Kimia(*Beaker Glass*)
10. *Thermometer*
11. Corong gelas
12. Labu volumetrik

- | | |
|-------------------|--|
| 6. Oven` | 13. Labu leher tiga |
| 7. Alumunium Foil | 14. <i>Magnetic stirrer & hotplate</i> |

3.3.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan didalam penelitian kali ini diantaranya sebagian berikut :

1. Minyak goreng bekas
2. Natrium hydroxide (NaOH)
3. Asam sulfat (H_2SO_4)
4. Metanol (CH_3OH)

3.4 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang digunakan dijelaskan di bawah ini:

3.4.1 Pembuatan surfaktan MES dari minyak goreng bekas

1. Proses Transesterifikasi (Murni et al., 2015)
 - a. Masukkan 200 ml minyak goreng bekas ke dalam labu leher tiga dilengkapi pengaduk, panaskan pada suhu $60^{\circ}C$.
 - b. Larutkan NaOH 0,5% kedalam 44 ml *methanol* pada suhu $60^{\circ}C$ dalam wadah yang berbeda.
 - c. Masukkan larutan *methanol* dan NaOH 0.5% tersebut ke dalam labu leher tiga berisi minyak goreng bekas yang telah dipanaskan dengan suhu $60^{\circ}C$.
 - d. Aduk menggunakan motor pengaduk dengan kecepatan putar 800 rpm selama 90 menit.
 - e. Keluarkan produk dari labu leher tiga dan masukkan ke dalam corong pisah lalu diamkan beberapa saat hingga terbentuk dua lapisan.
 - f. Pisahkan kedua lapisan tersebut.
 - g. Bilas produk dengan 150 ml aquades yang telah dipanasi pada suhu $80^{\circ}C$.
 - h. Setelah 150 menit, pisahkan gliserol, *methanol* dan air (lapisan bawah) dan metil ester serta trigliserida (lapisan atas) di corong pemisah.

- i. Cuci kembali lapisan atas hasil pemisahan langkah 7 menggunakan 200 ml aquades yang telah dipanasi pada suhu 80°C hingga produk jernih.
 - j. Setelah 60 menit, pisahkan air yang berasal dari campuran metil ester dan trigliserida menggunakan corong pemisah.
2. Proses Sulfonasi (Supriningsih, 2010).
- a. Campurkan metil ester minyak goreng bekas sebanyak 100 gram dengan H_2SO_4 dengan konsentrasi 80% tetes demi tetes kedalam labu leher tiga.
 - b. Panaskan campuran tersebut dengan suhu 65°C menggunakan *hotplate stirrer* dengan pengadukan konstan dalam waktu 90 menit.
 - c. Murnikan MES dengan menambahkan methanol sebesar 30% (% wt terhadap total wt ME dan H_2SO_4).
 - d. Netralkan MES dengan menambahkan NaOH 30% hingga mencapai pH netral.

3.4.2 Pengujian gugus fungsi menggunakan FTIR

Pengujian karakteristik surfaktan MES berbasis minyak goreng bekas menggunakan *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Mineral dan Material Maju Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang. Spektroskopi FTIR merupakan teknik yang digunakan untuk menentukan gugus fungsi sampel dengan mengukur spectrum serapan infra merah. Spectrum FTIR direkam pada spektrometri FTIR dengan rentang bilangan gelombang antara 400 dan 4000 cm^{-1} . Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *attenuated total reflecting* (ATR) dalam hubungannya dengan spektroskopi *infrared*, yang memungkinkan sampel untuk diperiksa langsung (Amran et al., 2020).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Karakteristik Minyak Goreng Bekas

Minyak goreng yang telah digunakan beberapa kali penggorengan menjadi dekomposisi senyawa yang kualitasnya menurun. Sehingga jika masih digunakan akan menimbulkan penyakit dan apabila dibuang ke lingkungan akan menyebabkan pencemaran. Berdasarkan hal tersebut peneliti melihat perbandingan karakteristik minyak goreng bekas yang dapat dilihat dari table 4.1

Table 4.1 1 Perbandingan Karakteristik Minyak Goreng Murni Dengan Minyak Goreng Bekas(Ulfindrayani & A'yuni, 2018)(Permadani et al., 2018)

Parameter pengujian	Minyak goreng murni	Minyak goreng bekas
Warna	Kuning jernih	Cokelat kekuningan
Bau dan rasa	Tidak ada	Berbau
Densitas (gr/ml)	0.9	0.92
Ph	8	9
Bilangan asam	0.6 mg NaOH/minyak	1.68 mg NaOH/minyak
Kadar air %	Min 0.1 % - max 0.3%	1,371 %
Kadar kotoran %	-	3,253 %
Viskositas	1.3 Cp	2,79 Cp
Bilangan penyabunan	196-206 mgKOH/minyak	124 mgKOH/minyak

Sebagian besar lemak dalam minyak goreng, berbentuk trigliserida. Jika trigliserida terurai maka akan berubah menjadi molekul gliserol atau molekul asam lemak bebas. Semakin besar trigliserida maka akan semakin banyak asam lemak bebas yang dihasilkan pada proses oksidasi tahap lanjut, asam lemak bebas

ini akan menyebabkan minyak menjadi bau tengik, karena asam lemak didalam minyak menunjukkan adanya kerusakan minyak goreng akibat terurainya trigliserida, dimana minyak tersebut sudah tidak layak atau tidak baik untuk dikonsumsi kembali (Khuzaimah, 2016).

Dari hasil karakteristik terdapat perbedaan yaitu wujud minyak goreng bekas lebih berwarna kecokelatan sedangkan standar mutu minyak goreng berwarna kuning muda jernih, bau dan rasa pada minyak goreng bekas lebih tengik sedangkan minyak goreng sesuai standar mutu tidak berbau. Densitas minyak goreng bekas 0.92 gr/ml sedangkan densitas pada minyak goreng murni sebesar 0.9 gr/ml. bilangan asam pada minyak goreng bekas termasuk tinggi sebesar 1,68 mgNaOH/minyak dibandingkan dengan minyak goreng murni sebesar 0,6 mgNaOH/minyak. Kadar air minyak goreng bekas 1,371 % sedangkan pada minyak goreng murni memiliki kadar air minimal 0,1 % dan maksimal 0,3 %. Kadar kotoran pada minyak goreng bekas sebesar 3,253 % tetapi pada minyak goreng sesuai standar mutu tidak memiliki kotoran. Viskositas pada minyak goreng bekas 2,79 Cp sedangkan pada minyak goreng murni berkisar 1,3 Cp. Angka bilangan penyabunan pada minyak goreng bekas 124 mgKOH/minyak sedangkan minyak goreng sesuai standar mutu berkisar 196 – 206 mgKOH/minyak.

Dari hasil pengujian karakteristik bisa disimpulkan bahwa minyak goreng bekas tersebut tidak layak untuk dikonsumsi, untuk proses selanjutnya minyak goreng bekas akan mempengaruhi pengolahan produksi menjadi surfaktan MES, karena bilangan asam dan bilangan penyabunan yang ada pada minyak goreng bekas masih berpotensi menghasilkan surfaktan MES.

4.2 Pembuatan Produk *Methyl Ester Sulfonate* dari Minyak Goreng Bekas

a) Proses transesterifikasi

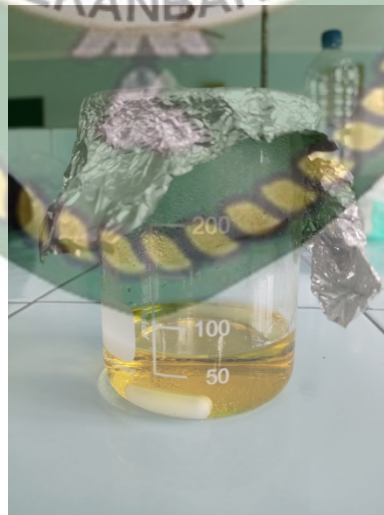
Proses transesterifikasi menggunakan 200 ml minyak goreng bekas berlangsung selama 60 menit dengan suhu pemanasan dipertahankan stabil pada suhu 55° C – 60° C dengan menggunakan katalis basa. Gliserol (lapisan bawah) kemudian dipisahkan dari metil ester (lapisan atas) dan didapatkan total metil ester sebesar 110 ml. Pada saat proses transesterifikasi, terjadi reaksi antara

alkohol dan trigliserida yang menyebabkan terlepasnya tiga rantai ester dan gliserin dari tiap trigliserida sehingga terjadi perubahan rantai hidrokarbon trigliserida dari minyak goreng bekas menjadi metil ester asam lemak.



Gambar 4.1 1 Hasil Reaksi Transesterifikasi, Metil Ester (lapisan atas) dan gliserol (lapisan bawah)

Kemudian mencuci metil ester yang telah didapatkan menggunakan aquadest untuk menghilangkan sisa gliserol yang ada. Proses pencucian dilakukan sebanyak dua kali agar menghasilkan 2 lapisan dimana lapisan atas ialah metil ester dan lapisan bawah merupakan sisa gliserol dan air.



Gambar 4.1 2 Metil Ester Minyak Goreng Bekas Hasil Transesterifikasi

b) Proses Sulfonasi

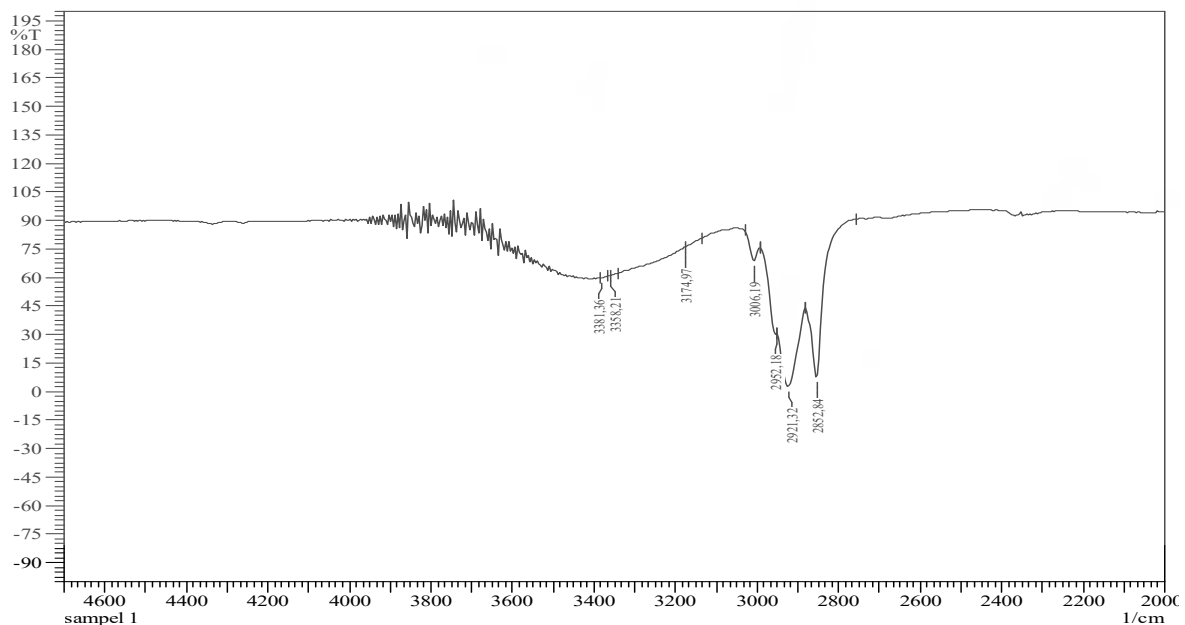
Dalam penelitian ini digunakan H_2SO_4 . Metil ester sulfonat yang telah diperoleh dari proses sulfonasi umumnya masih mengandung *di-salt* (disodium karboksil sulfonat). *Di-salt* bersifat tidak larut dalam air yang berdampak pada naiknya tegangan permukaan sehingga dengan adanya *di-salt* tersebut, kinerja dari surfaktan pun akan turun. Oleh karena itu, perlu dilakukan proses pemurnian menggunakan metanol yang berperan untuk mengurangi pembentukan *di-salt*. Setelah itu melakukan penetralan dengan menambahkan NaOH sampai pH netral dan didapatkan produk MES sebanyak 70 ml.



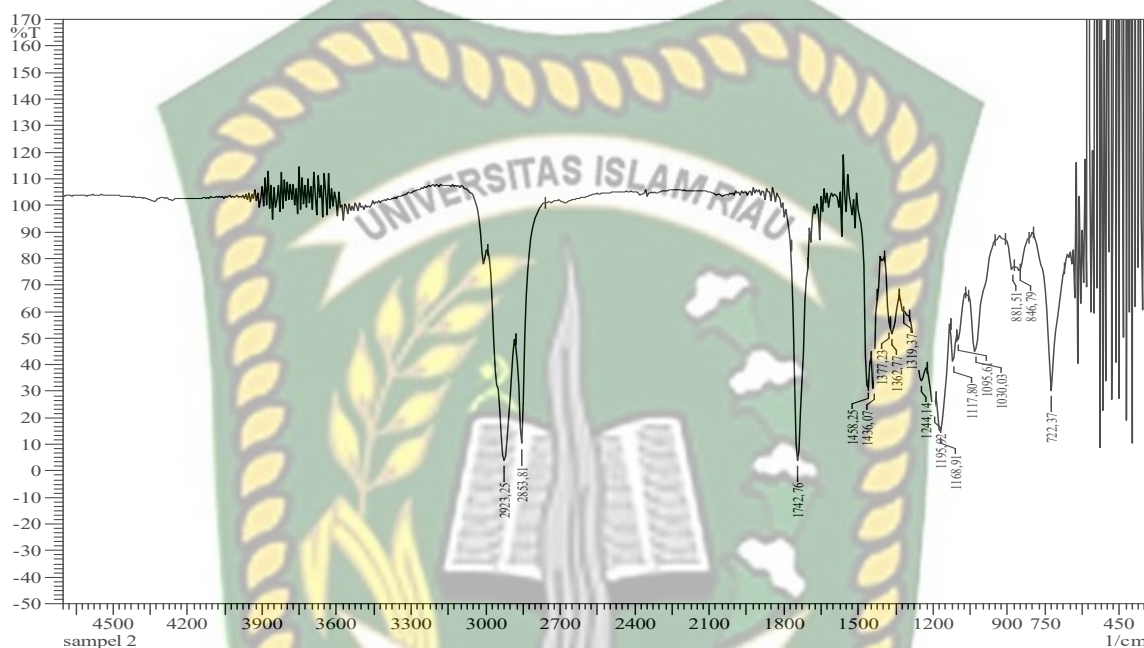
Gambar 4.1 3 MES Minyak Goreng Bekas

4.3 Pembacaan Spektrum FTIR

Hasil uji FTIR digunakan untuk mengidentifikasi perubahan dan kelompok struktural yang baru setelah dilakukan proses pembuatan MES dari minyak goreng bekas (Dupuy et al., 1997)(Agi et al., 2020). Berikut hasil dari pembacaan FTIR dari minyak goreng bekas dan MES surfaktan minyak goreng bekas :



Hasil analisa menunjukkan telah terbentuknya puncak gelombang pada 2921 cm^{-1} dan 2852 cm^{-1} puncak serapan dari gugus C-H yang merupakan senyawa alkana. juga terdapat puncak gelombang pada 3381 cm^{-1} dan 3358 cm^{-1} puncak serapan dari gugus O-H yang merupakan hidroksil digunakan sebagai substitusi dari senyawa organik eter.



Gambar 4.1 5 Hasil FTIR MES Minyak Goreng Bekas

Hasil analisa menunjukkan telah terbentuk puncak gelombang 1168 cm^{-1} , yang merupakan puncak serapan untuk vibrasi stretching gugus -C-O dari suatu senyawa ester yang mencirikan keberadaan MES sebagai suatu senyawa ester (may budiono 2017). Terdapat juga puncak serapan dari vibrasi stretching gugus -CH alifatik yang muncul pada bilangan 2853 cm^{-1} dan 2923 cm^{-1} . Puncak serapan pada bilangan 1742 cm^{-1} merupakan daerah khas untuk vibrasi stretching gugus C=O yang mencirikan adanya senyawa karbonil ester. Pada puncak serapan gelombang 1458 cm^{-1} dan 1436 cm^{-1} merupakan puncak serapan vibrasi bending gugus C=C yang menunjukkan adanya olefin/ alkena. Dan pada puncak serapan gelombang 722 cm^{-1} merupakan puncak serapan vibrasi rocking gugus $\text{-(CH}_2\text{)}_n$ yang merupakan gugus rantai dari hidrokarbon molekul sulfonat. Hal ini memperkuat analisis data yang ada, karena dapat dipastikan bahwa proses

sulfonasi yang dilakukan telah berhasil mengkonversi metil ester menjadi metil ester sulfonat (MES).



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan judul “ Analisis Pengujian Gugus Fungsi Surfaktan *Methyl Ester Sulfonate* Berbasis Minyak Goreng Bekas Untuk Produksi Minyak Tahap Lanjut”, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Hasil Pengujian FTIR menunjukkan telah terbentuknya gugus C=O sebagai karbonil ester, gugus C-O senyawa ester yang mencirikan keberadaan MES, dan gugus $-(CH_2)_n$ sebagai hidrokarbon molekul sulfonat. Ini menunjukkan bahwa proses sulfonasi yang dilakukan telah berhasil mengkonversi metil ester menjadi metil ester sulfonat (MES) berbasis minyak goreng bekas.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti diharapkan penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian kompatibilitas terhadap air formasi, uji adsorpsi, dan pengujian nilai IFT (*interfacial tension*).

DAFTAR PUSTAKA

- Agi, A., Junin, R., Abbas, A., Gbadamosi, A., & Azli, N. B. (2020). *Effect of dynamic spreading and the disperse phase of crystalline starch nanoparticles in enhancing oil recovery at reservoir condition of a typical sarawak oil field. Applied Nanoscience (Switzerland)*, 10(1), 263–279.
- Amran, T., Mohd, T., Fairuz, S., Manaf, A., Naim, M. A., Shafiq, M., Shayuti, M., & Jaafar, M. Z. (2020). *Properties of Biodegradable Polymer from Terrestrial Mushroom for Potential Enhanced Oil Recovery*. 20(6), 1382–1391.
- Andriyan, R., Setiati, R., Kasmungin, S., & Pratiwi, R. (2018). Pengaruh Tes Uji Fasa dan Interfacial Tension (IFT) terhadap Kinerja Surfaktan dalam Proses EOR. *Seminar Nasional Cendekiawan Ke 4, 2015*, 695–700.
- Babu, K., Maurya, N. K., Mandal, A., & Saxena, V. K. (2015). *Synthesis And Characterization Of Sodium Methyl Ester Sulfonate For Chemically-Enhanced Oil Recovery. Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 32(3), 795–803.
- Bayu, Y. A. (2020). Analisis Penentuan Stabilitas Dan Wettabilitas Surfaktan Berbahan Dasar Minyak Goreng Bekas Sebagai Fluida Injeksi Untuk *Chemical EOR* Tugas Akhir.
- Bhardwaj, G. (2013). *Biosurfactants from Fungi: A Review. Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology*, 04(06), 1–6.
- Buana, E. S., Indarti, D., & Kalimantan, J. (2014). Pengaruh Penambahan Surfaktan Anionik Sodium Dodesil(*Effect Of Addition Anionic Surfactant Sodium Dodecyl Sulphate On The 1*, 49–53.
- Dupuy, N., Wojciechowski, C., Ta, C. D., Huvenne, J. P., & Legrand, P. (1997). *Mid-Infrared Spectroscopy And Chemometrics In Corn Starch Classification. Journal of Molecular Structure*, 410–411(96), 551–554.

- Eni, H. (2017). Surfactan Berbasis Minyak Sawit untuk Aplikasi Enhanced Oil Recovery (EOR) pada Lapangan Minyak Intermediet. Institut Pertanian Bogor.
- Eris, fitria riany, & Erliza, H. (2016). Kinerja Media Pembawa Untuk Surfactan Mes Dari Minyak Sawit Untuk Penerapannya Pada Oil Well Bore Cleaning. *Kinerja Media Pembawa Untuk Surfactan Mes Dari Minyak Sawit Untuk Penerapannya Pada Oil Well Bore Cleaning*, 26(3), 266–275.
- Fajri, U. (2020). Studi Laboratorium Pemanfaatan Limbah Minyak Goreng sebagai Alternatif Surfactan pada Metode Tahap Lanjut.
- Hidayati, S. R. I. (2011). Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ dan Lama Sulfonasi pada Pembuatan Metil Ester Sulfonat dari Minyak Kelapa *Effect of H₂SO₄ Concentration and Sulfonation on Production Time of Methyl Ester Sulphonate (MES) From Coconut Oil*. 12(1), 83–93.
- Hossain, T. (2015). *Production of Biodiesel Using Alkaline Based Catalysts From Waste Cooking Oil : A Case Study*. *Procedia Engineering*, 105(Icte 2014), 638–645. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.05.042>
- Kesuma, W. P., & Kamungin, S. (2015). Studi Laboratorium Pengaruh Konsentrasi Surfactan terhadap Peningkatan Perolehan Minyak. *Seminar Nasional Cendikawan*, ISBN: 2460, 569–575.
- Khuzaimah, S. (2016). Pembuatan Sabun Padat dari Minyak Goreng Bekas Ditinjau dari Kinetika Reaksi Kimia. *Teknik Kimia*, 2(2), 42–48.
- Markom, M., Singh, H., & Hasan, M. (2001). *Supercritical CO₂ Fractionation Of Crude Palm Oil*. *Journal of Supercritical Fluids*, 20(1), 45–53.
- Metil, S., Sulfonat, E., Sulfonasi, M., Ester, M., Kedelai, M., Aplikasi, U., Flooding, C., Metil, S., Sulfonat, E., Putra, R. A., Ismayanti, R., & Kalista, D. (2018). Sulfonasi Metil Ester Minyak Kedelai Untuk Aplikasi Chemical Flooding. 77–82.
- Mujdalipah, H. P. S., Surfactan, K., Ester, M., Mes, S., Suhu, P., Pemanasan, L.,

Konsentrasi, D. A. N., & Hcl, A. (2015). Kinerja Surfaktan Metil Ester Sulfonat (MES) Sebagai *Oil Well Stimulation Agent* Akibat Pengaruh Suhu, Lama Pemasangan, Dan Konsentrasi Asam (HCl). 9–17.

Murni, S. W., Widayati, T. W., Sulistyowati, D., & Rakhul, F. Z. (2015). Pembuatan Surfaktan Metil Ester Sulfonat dari Minyak Kelapa untuk Teknologi EOR (*Enhanced Oil Recovery*).

Negin, C., Ali, S., & Xie, Q. (2017). *Most common surfactants employed in chemical enhanced oil recovery*. *Petroleum*, 3(2), 197–211.

Nursalim, V. H., Chasani, M., Nursalim, V. H., Widyaningsih, S., Budiasih, I. N., & Kurniawan, W. A. (2014). *Synthesis, Purification and Characterization Methyl Ester Sulphonate as Core Material Detergent from Seed Oil of Calophyllum inophyllum L.* *Molekul*, 9(1), 63–72.

Pambudi, A., Farid, M., & Nurdiansah, H. (2017). *Asper*) Hasil Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara. 6(2), 441–444.

Permadani, R. L., Ibadurrohman, M., & Slamet. (2018). *Utilization Of Waste Cooking Oil As Raw Material For Synthesis Of Methyl Ester Sulfonates (MES) Surfactant*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 105(1).

Rita, N. (2012). Studi Mekanisme Injeksi Surfaktan-Polimer pada Reservoir Berlapas Lapangan NR Menggunakan Simulasi Reservoir. *Journal of Earth Energy Engineering*, 1(1), 22–36.

Rita, N., Erfando, T., & Munandar, S. A. (2019). *Effect Of Surfactant Concentration And Nanosilica Additive to Recovery Factor With Spontaneous Imbibition Test Method*. *International Journal of GEOMATE*, 17(62), 113–118.

Saharan, B. S., Sahu, R. K., & Sharma, D. (2011). *A Review on Biosurfactants : Fermentation , Applications , Current*. 2011, 1–42.

Sakinah, I. F. (2019). “Karakteristik Surfaktan Pada Proses Prolehan Minyak Dari

Air Formasi.” Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1).

Setiati, R., Wahyuningrum, D., Kasmungin, S., Perminyakan, J. T., Universitas, F., Mahasiswa, S., & Perminyakan, T. (2016). Analisa Spektrum Infra Red Pada Proses Sintesa Lignin Ampas Tebu Menjadi Surfaktan Lignosulfonat. 1–11.

Sheats, W. B., & MacArthur, B. W. (2001). *Methyl Ester Sulfonate Products*. 12.

Sheng, J. J. (2013). Chapter 12 . *Surfactant Enhanced Oil Recovery in Carbonate Reservoirs Review of Surfactant Enhanced Oil Recovery in Carbonate Reservoirs. Advances in Petroleum Exploration and Development*, 6(June), 1–10.

Sinaga, S. V., Haryanto, A., & Triyono, S. (2014). Pengaruh Suhu Dan Waktu Reaksi Pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah [*EFFECTS OF TEMPERATURE AND REACTION TIME ON THE BIODIESEL PRODUCTION USING WASTE COOKING OIL*]. 3(1), 27–34.

Supriningsih, D. (2010). Pembuatan Metil Ester Sulfonat (MES) sebagai Surfaktan untuk *Enhanced Oil Recovery (EOR)*. Tesis. Jakarta: Universitas Indonesia.

Ulfindrayani, I. F., & A’yuni, Q. (2018). Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas Dan Kadar Air Pada Minyak Goreng Yang Digunakan Oleh Pedagang Gorengan Di Jalan Manyar Sabrangan, Mulyorejo, Surabaya. *Journal of Pharmacy and Science*, 3(2), 17–22.

Wang, D., Zhang, Y., Yongjian, L., Hao, C., & Guo, M. (2009). *The application of surfactin biosurfactant as surfactant coupler in ASP flooding in Daqing oil field. SPE Middle East Oil and Gas Show and Conference, MEOS, Proceedings*, 1, 280–287.