

**PENENTUAN *FOAMING*, BILANGAN ASAM,
PENYABUNAN, *HYDROPHYLIC LIPOPHYLIC BALANCE* DAN
TINGKAT STABILITAS EMULSI DARI SURFAKTAN *CITRUS
SINENSIS* SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF *CHEMICAL EOR***

TUGAS AKHIR

Diajukan guna penyusunan tugas akhir Program Studi Teknik Perminyakan

Oleh

DESI PURNAMA SARI

NPM 163210632



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2021

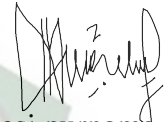
KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanna wa ta'ala karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan proposal penelitian 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. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Novia Rita, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan Ketua Prodi Teknik Perminyakan, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ali Musnal, S.T., M.T. selaku penasehat akademik saya dan seluruh dosen-dosen Teknik Perminyakan yang telah banyak membantu terkait perkuliahan dan ilmu pengetahuan.
3. Pihak Laboratorium *Reservoir* Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau, Bapak Dr. Eng. Adi Novriansyah, S.T.,M.T dan Ibu Eka Kusuma Wati, S.T yang telah memberikan kesempatan dan bantuan di Laboratorium selama penelitian tugas akhir ini.
4. Kedua Orang tua saya, Ayah Jumari dan ibu Rodiah (Alm), kakak saya Endang Sutanti S.kep dan ponakan saya Feliyanda thalia Ramadhani yang selalu memotivasi dan memberi dukungan berupa doa, moril, materi maupun finansial hingga saat ini.
5. Kakak, abang dan sahabat-sahabat terbaik saya yang telah memberikan semangat serta sarana bertukar pikiran sehingga penelitian ini berjalan lancar.
6. seluruh temen-teman teknik Perminyakan UIR yang telah memberikan saya semangat dari pertama kuliah sampai sekarang.

Teriring doa, semoga Allah melindungi dan membalas kebaikan semua pihak yang sudah membantu saya. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 19 Agustus 2021



Desi Purnama Sari



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

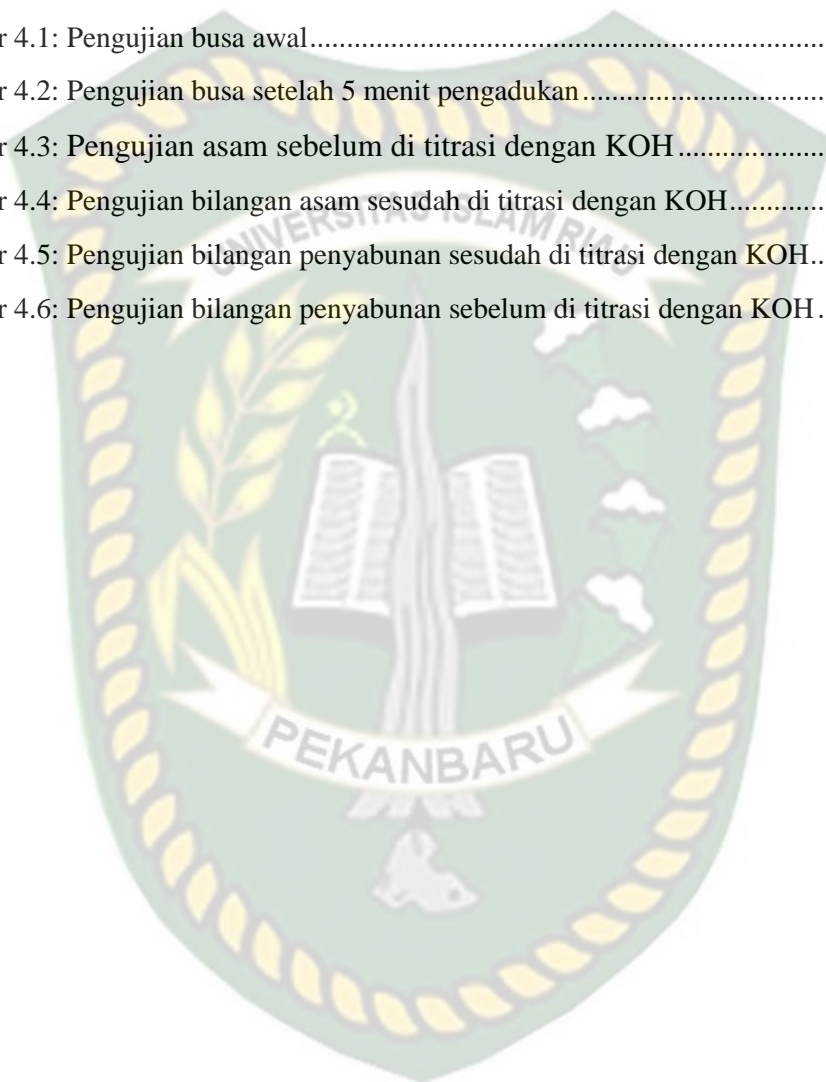
DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
DAFTAR SIMBOL	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat penelitian	3
1.4 Batasan masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Injeksi surfaktan (<i>surfaktan flooding</i>).....	4
2.2 Surfaktan dari bahan baku lain dan terbarukan	5
2.3 Surfaktan alternatif dari minyak atsiri kulit jeruk manis (<i>citrus sinensis</i>)	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Uraian Metode Penelitian	10
3.2 <i>Flow chart</i>	11
3.3 Alat dan Bahan	12
3.3.1 Alat.....	12
3.3.2 Bahan	13
3.4 Prosedur penelitian	15
3.4.1 Pengujian karakteristik produk surfaktan MES dari minyak atsiri kulit jeruk manis.	15
1. Uji busa (<i>foamy test</i>).....	15
2. Pengujian bilangan asam	16

3.	Pengujian bilangan penyabunan	16
4.	Pengujian HLB	17
3.4.2	Pembuatan larutan brine sintetik	17
3.4.3	Penentuan konsentrasi larutan surfaktan	18
3.4.4	Perhitungan sifat fisik <i>crude oil</i>	19
3.4.5	Pengujian fasa (<i>phase behaviour test</i>).....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1`	Analisis Uji busa atau <i>Foaming</i>	22
4.2	Analisis uji bilangan asam	23
4.3	Analisis uji penyabunan	24
4.4	Analisis uji <i>Hydrophylic-Lipophylic Balance</i> (HLB)	25
4.5	Analisis Uji fasa	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		30
5.1	Kesimpulan	30
5.2	Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA		31
LAMPIRAN.....		35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Reaksi transesterifikasi antara trigliserida dengan metanol	8
Gambar 2.2: Metil ester dan reaksi sulfonasi menghasilkan MES menggunakan natrium bisulfit.....	9
Gambar 3.1: <i>Flow chart</i>	11
Gambar 4.1: Pengujian busa awal.....	25
Gambar 4.2: Pengujian busa setelah 5 menit pengadukan.....	19
Gambar 4.3: Pengujian asam sebelum di titrasi dengan KOH.....	25
Gambar 4.4: Pengujian bilangan asam sesudah di titrasi dengan KOH.....	25
Gambar 4.5: Pengujian bilangan penyabunan sesudah di titrasi dengan KOH.....	25
Gambar 4.6: Pengujian bilangan penyabunan sebelum di titrasi dengan KOH.....	25



DAFTAR TABEL

Table 3.1: Jadwal Penelitian	10
Table 3.2: Skala Numerik <i>Hydrophylic-Lipophylic Balance</i> surfaktan	17
Table 4.1: Hasil pengujian karakteristik surfaktan dari bahan minyak atsiri kulit jeruk manis	21
Table 4.2: Hasil pengujian karakteristik surfaktan komersil dan surfaktan <i>Sodium Lauryl Sulfate</i>	21
Table 4.3: skema konsentrasi surfaktan	28



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Perhitungan sifat fisik <i>Crude Oil</i>	36
Lampiran II Perhitungan pengujian karakteristik surfaktan MES minyak atsiri kulit jeruk manis.....	37



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SINGKATAN

MES	<i>Methyl Ester Sulfonate</i>
IFT	<i>Interfacial tension</i>
EOR	<i>Enhanced oil recovery</i>
LAS	<i>Linear Alkylbenzene Sulfonate</i>
AOS	<i>Alpha Olefin Sulfonate</i>
HLB	<i>Hydrophilic-Lipophilic Balance</i>
NaOH	Natrium Hidroksida
KOH	kalium hidroksida
mg/KOH	Milligram/kalium hidroksida
ppm	Part per million
gr	Gram
ml	Milliliter
NaCl	Natrium Chloride
API	<i>American Petroleum Institute</i>
PH	<i>Power Of Hydrogen</i>
SG	<i>Specific Gravity</i>
FTIR	<i>fourier transform-infrared spectroscopy</i>

DAFTAR SIMBOL

$^{\circ}$	Derjat
%	Persen
$^{\circ}\text{C}$	Derjat celsius
$^{\circ}\text{API}$	Derjat kualitas minyak
H	Tinggi busa mula-mula
H_0	Pengukuran tinggi busa selama 5 menit pengadukan
A	Jumlah ml KOH untuk titrasi
N	Normalitas larutan KOH
G	Bobot contoh (gram)
V_b	Volume HCl untuk titrasi blanko (ml)
V_s	Volume HCl untuk titrasi sampel (ml)
m	Massa labu volumetrik kosong (gr)
m'	Massa labu volumetrik setelah ditambahkan crude oil
ρ_o	Berat jenis minyak
ρ_w	Berat jenis air
A	Konstanta
μ	Viskositas (Cp)
<i>O/W</i>	<i>Oil In Water</i>
<i>W/O</i>	<i>Water In Oil</i>
<i>Cp</i>	<i>Centipoise</i>

Penentuan *Foaming*, Bilangan asam, Penyabunan, *Hydrophylic lipophylic Balance* Dan Tingkat Stabilitas Emulsi Dari Surfaktan *Citrus Sinensis* Sebagai Bahan Alternatif *Chemical EOR*.

Desi Purnama Sari

163210632

ABSTRAK

Surfaktan merupakan salah satu injeksi kimia yang dapat dilakukan disuatu lapangan minyak dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi pendesakan (*displacement efficiency*) di dalam *reservoir*. Surfaktan yang umum digunakan adalah surfaktan komersil berbasis dasar kimia yang berdampak negatif terhadap lingkungan, untuk mengurangi dampak negatifnya maka dibutuhkan pengembangan surfaktan berbasis alam (*biosurfactant*). Di dalam penelitian ini minyak nabati yang di uji sebagai alternatif bahan baku dalam membuat surfaktan yaitu minyak atsiri kulit jeruk manis (*citrus sinensis*). Kandungan bioaktif seperti pektin yang terdapat di dalam minyak atsiri kulit jeruk manis sebesar 20-35% yang tersusun dari asam pektinat yang dapat dijadikan sebagai MES (*methyl ester sulfonate*). Dalam mengetahui lebih lanjut karakteristik dari surfaktan minyak atsiri kulit jeruk manis maka pada penelitian ini dilakukan uji busa (*foaming*), uji bilangan asam, uji penyabunan, uji bilangan HLB serta menentukan stabilitas emulsi dari uji fasa MES surfaktan yang dihasilkan. Hasil pengujian karakteristik surfaktan MES minyak atsiri kulit jeruk manis memiliki stabilitas busa sebesar 84,44%, dengan bilangan asam 5,04 %. dan penyabunan 1,009 mgKOH/MES serta nilai bilangan HLB 16 yang artinya termasuk larut dalam air (*water soluble*), bisa juga dikatakan sebagai bahan emulsifier o/w (*oil in water*), dan bisa sebagai penstabil. Setelah dilakukan pengujian fasa pada surfaktan MES minyak atsiri kulit jeruk manis dengan konsentrasi 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%, 1% dan 5% dan salinitas 15.000 ppm dengan suhu 60°C, emulsi fasa yang terjadi pada masing-masing konsentrasi adalah type winson 1 atau fasa bawah yaitu surfaktan lebih larut dalam air dibandingkan dengan minyak (o/w) sehingga sifatnya sebagai *displacement* mampu mendorong minyak.

Kata kunci: surfaktan, *biosurfactant*, *methyl ester sulfonate*, *citrus sinensis*, *displacement*.

Determination of Foaming, Acid Number, Saponification, Hydrophylic Lipophilic Balance and Emulsion Stability Level of Citrus Sinensis Surfactant as an Alternative Chemical EOR.

Desi Purnama Sari

163210632

ABSTRACT

Surfactant is a chemical injection that can be used in an oil field with the aim of increasing the displacement efficiency in the reservoir. Surfactants that are commonly used are chemical-based commercial surfactants that have negative impacts on the environment. In this study, vegetable oil was tested as an alternative raw material in making surfactants, namely the essential oil of sweet orange peel (citrus sinensis). The bioactive content such as pectin contained in sweet orange peel essential oil is 20-35% which is composed of pectinic acid which can be used as MES (methyl ester sulfonate). In order to find out more about the characteristics of the essential oil surfactant of sweet orange peel, a research such as foaming test, acid number test, saponification test and HLB number test are conducted. Also to determine the stability of the emulsion from the MES phase test of the resulting surfactant. The results of the MES surfactant characteristic test of sweet orange peel essential oil have a foam stability of 84.44%, with an acid number of 5.04%. and the saponification of 1.009 mgKOH/MES as well as the HLB number 16, which means it is water soluble (water soluble), can also be said to be an o/w emulsifier (oil in water), and can act as a stabilizer. After testing the phase on the MES surfactant sweet orange peel essential oil with concentrations of 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%, 1% and 5% and salinity of 15,000 ppm at 60°C, the emulsion phase that occurs at each concentration is Winsor I type or lower phase, namely the surfactant is more soluble in the water than oil (o/w) therefore its nature as a displacement is able to push oil.

Keywords: *surfactant, biosurfactant, methyl ester sulfonate, citrus sinensis, displacement.*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dilihat dari kebutuhan konsumsi minyak bumi yang jauh lebih besar di bandingkan penemuan cadangan baru di Indonesia, maka di butuhkan usaha untuk meningkatkan produksi minyak pada lapangan tua yang tidak dapat diproduksi dengan metode *primary recovery* dan *secondary recovery*, cara untuk memproduksi minyak yang tersisa tersebut yaitu dengan melakukan pengurasan minyak tahap lanjut atau *enhanced oil recovery* (EOR) (Sakinah 2019). Metode EOR yang sering digunakan di industri migas menggunakan injeksi kimia (pauhesti 2017).

Surfaktan adalah salah satu jenis injeksi kimia yang digunakan dalam meningkatkan *oil recovery*. Diketahui bahwa surfaktan mampu menurunkan tegangan antar muka minyak (IFT) dan mampu mengangkat minyak yang menempel di batuan *reservoir* atau sebagai detergen (Hambali, Rukmana, and Nurfitri 2012; Zhang et al. 2016). Selain itu surfaktan juga mampu mencegah dan memecah emulsi serta mengecilkan *droplet* minyak dalam air (Fitria Riany Eris, Erliza Hambali, Ani Suryani 2016a).

Surfaktan yang umum digunakan adalah surfaktan berbasis *petroleum sulfonate* contohnya *Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS)* dan *Alpha Olefin Sulfonate*, dimana *chemical surfactant* berdampak negatif terhadap lingkungan karena sulit terurai secara alami (Hope and Gideon 2015). Oleh karena itu diperlukan pengembangan surfaktan berbasis alam yang disebut dengan *biosurfactant*.

Sifat *biosurfactant* mirip dengan surfaktan komersil tetapi memiliki keunggulan seperti dapat terurai dengan lingkungan (*biodegradable*), pembusaan yang rendah dan sifat detergen yang baik (M. Chasani , V.H. Nursalim , S. Widyaningsih , I.N. Budiasih 2019). Minyak nabati berpotensi dijadikan sebagai alternatif bahan baku pembuatan surfaktan terbarukan karena mudah didapatkan dan lebih ramah lingkungan (Sinulingga, Saleh, and Magdaleni 2020). Minyak nabati yang di gunakan dalam penelitian ini adalah minyak atsiri kulit jeruk manis (*citrus sinensis*). Minyak atsiri kulit jeruk manis memiliki kandungan bioaktif

seperti pektin yaitu 20-35% serta kandungan D-Lemonen lebih dari 90%,terdapat Pula 5% campuran sitral, *sitronel* dan metil ester (Dewi 2011; Widiastuti 2015). Dengan kandungan bioaktif seperti pektin yang tersusun dari asam pektinat bagian dari asam galakturonat yang mengandung sejumlah metil ester yang mendasari minyak atsiri kulit jeruk berpotensi dijadikan sebagai surfaktan alternatif yang berjenis anionik (Farida Hanum, Irza Menka Deviliany Kaban, and Martha Angelina Tarigan 2012; Sri Hidayati, Ani Suryani , Puji Permadi, Erliza Hambali 2019).

Karakteristik surfaktan alternatif ini sangat penting untuk di analisa terlebih dahulu, sehingga diketahui mampu dipakai pada suatu lapangan dengan kondisi tertentu. Karakteristik yang harus diketahui seperti kadar pH, tingkat *foamy* surfaktan, densitas, dan viskositas surfaktan tersebut. Selain itu stabilitas surfaktan juga penting untuk diketahui agar mengetahui ketahanan surfaktan pada suhu *reservoir* tertentu (Pillai et al. 2019).

Pemanfaatan Minyak atsiri kulit jeruk sudah pernah diteliti oleh Nata and Nurul (2014) untuk pembuatan sabun. Selanjutnya studi laboratorium awal tentang pengujian karakteristik surfaktan metil ester sulfonat yang berasal dari minyak atsiri kulit jeruk manis (*cistrus sinensis*) ini juga telah dilakukan di laboratorium teknik perminyakan Universitas Islam Riau. Pada penelitian tersebut parameter yang diteliti diantaranya uji densitas, uji viskositas, uji pH, uji bilangan asam dan uji kompatibilitas dari surfaktan berbasis minyak atsiri kulit jeruk manis. Pada penelitian ini akan diuji lebih lanjut tentang karakteristik surfaktan dari minyak atsiri kulit jeruk manis meliputi penentuan uji busa, uji bilangan asam, uji penyabunan dan uji bilangan HLB serta menentukan stabilitas emulsi dari MES surfaktan yang dihasilkan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Menentukan karakteristik surfaktan minyak atsiri kulit jeruk manis yaitu dengan uji busa, uji bilangan asam, uji penyabunan dan uji bilangan HLB.
2. Menentukan tingkat stabilitas emulsi melalui pengujian fasa dari MES surfaktan yang di hasilkan.

3. Membandingkan hasil pengujian surfaktan minyak atsiri kulit jeruk manis dengan surfaktan komersil.

1.3 Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memanfaatkan limbah kulit jeruk manis sebagai bahan baku pembuatan surfaktan serta membantu pemerintah dalam mengurangi masalah sampah.
2. Mengidentifikasi alternatif surfaktan berbasis alam yang ramah lingkungan dan terbarukan.
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 di harapkan maka penelitian ini hanya membatasi mengenai beberapa hal sebagai berikut:

1. Memakai surfaktan yang berasal dari minyak atsiri kulit jeruk manis pada studi laboratorium awal penelitian sebelumnya.
2. Proses dan tahapan hanya pada penentuan karakteristik surfaktan, penentuan tingkat stabilitas emulsi dan membandingkan hasil pengujian surfaktan minyak atsiri kulit jeruk manis dengan surfaktan komersil.
3. Surfaktan yang digunakan memiliki konsentrasi 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7% 1% dan 5%.
4. Salinitas *brine* yang digunakan adalah *brine* sintetik sebesar 15.000 ppm.
5. Dalam penelitian ini tidak membahas keekonomian.

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 ialah 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”. Meneliti hal baru yaitu pembuatan surfaktan alternatif dari minyak atsiri kulit jeruk yang bisa diperbaharui dan mudah didapatkan bahan bakunya, yang nantinya akan dimanfaatkan untuk memproduksi minyak bumi yang tersisa di dalam *reservoir* yang tidak dapat diproduksi dengan *primary recovery* dan *secondary recovery* sehingga harus diterapkan EOR, dimana meneliti dahulu tentang karakteristik dari surfaktan alternatif yang ingin dipakai sangatlah penting untuk dilakukan.

2.1 Injeksi surfaktan (*surfaktan flooding*)

Sejalan dengan perkembangan industri yang makin pesat menyebabkan permintaan terhadap minyak bumi semakin bertambah. Sedangkan penemuan cadangan baru sangat sulit ditemukan. Salah satu upaya untuk mengantisipasi masalah tersebut adalah dengan mengoptimalkan sumur-sumur yang telah ada. Dalam tahap produksi, minyak tidak dapat sepenuhnya terkuras habis karena terdapat berbagai macam fenomena yang terjadi di lapangan. Salah satu penyebabnya adalah variasi sifat fisik batuan dan fluida yang ada di *reservoir* minyak tersebut (Rita 2012). Usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan minyak pada tahap lanjut (*enhanced oil recovery*) tersebut salah satunya dengan *chemical injection* (Rita, Erfando, and Munandar 2019).

Injeksi surfaktan merupakan salah satu metode *chemical injection* yang digunakan dalam meningkatkan nilai kumulatif minyak (Negin, Ali, and Xie 2017). Injeksi surfaktan sangat berpotensi untuk meningkatkan produksi minyak secara signifikan dibanding dengan metode EOR lainnya (Nugroho and Buchori 2019). Surfaktan merupakan suatu zat yang memiliki molekul berbeda yang

terdiri dari gugus polar hidrofilik (yang suka air) dan gugus non polar lipofilik (yang suka minyak) sekaligus (Olajire 2014).

Berdasarkan gugus polar muatan ion dan struktur molekulnya terdapat empat jenis surfaktan yaitu anionik, kationik, nonionik dan amfoterik (Andriyan et al. 2018). Kelompok surfaktan yang sering digunakan dalam dunia perminyakan adalah jenis surfaktan anionik karena menunjukkan adsorpsi yang relatif rendah pada batuan pasir dan stabil pada suhu yang tinggi (Sheng. 2013).

Selain itu, surfaktan mampu menurunkan tegangan antarmuka (IFT), memecahkan emulsi yang terbentuk sebelumnya dan mencegah pembentukan emulsi, menstabilkan dispersi butiran minyak mengecilkan droplet minyak dalam air, sehingga memudahkan proses pengaliran minyak kelubang sumur (Fitria Riany Eris, Erliza Hambali, Ani Suryani 2016a). Surfaktan juga memiliki kemampuan sebagai detergen atau membersihkan batuan dari minyak yang menempel sehingga dapat mengubah pembentukan permukaan batuan *oil wet* menjadi batuan *water wet* dengan cara mengikis permukaan minyak pada batuan sampai ke bagian pori-pori batuan (Babu et al. 2015).

2.2 Surfaktan dari bahan baku lain dan terbarukan

Penelitian yang dilakukan terinspirasi dari beberapa penelitian sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya juga melakukan penelitian terhadap surfaktan berbahan organik yang juga diuji di laboratorium dengan menggunakan konsep dan metode yang hampir sama serta dengan berbagai parameter yang diuji, dapat di lihat pada tabel 2.1

Table 2.1 State Of The Art

No	Judul Penelitian	Bahan Baku	Metode Penelitian	Hasil penelitian
1	Pembuatan Surfaktan Metil Ester Sulfonat Dari Minyak Kelapa Untuk Teknologi EOR (Murni, Widiyati, and Sulstyawati 2015)	Minyak kelapa	Pada penelitian ini akan dilakukan sintesa metil ester sulfonat (MES) dari minyak kelapa dengan menggunakan variabel waktu dan rasio MES.	Nilai <i>Inter Facial Tension</i> (IFT) dari MES yang dihasilkan adalah sebesar 1,012 dyne/cm. maka MES tersebut belum dapat diaplikasikan untuk teknologi

					EOR karena nilai IFT yang dihasilkan lebih besar dari 10^{-3} dyne/cm.
2	Formulasi Dan Uji Kinerja <i>Asphaltene Dissolver</i> Dengan Penggunaan Surfaktan Anionik Dari minyak Sawit (Felga Zulfia Rasdiana, Erliza Hambali 2017)	Minyak sawit	Formulasi yang diujikan adalah surfaktan <i>methyl ester sulfonate acid</i> (MESA) dan <i>methyl ester sulfonate</i> (MES) dengan variasi konsentrasi yang dicampurkan pada suhu 40°C selama 30 menit		Hasilnya menunjukkan kinerja yang baik dalam mengubah sudut kontak batuan, meningkatkan sifat kebasahan pada permukaan logam, serta memperlihatkan performa dispersi, desorpsi, dan filtrasi yang baik pada masing-masing surfaktan.
3	Pembuatan <i>surfactant</i> berbahan baku dari Terminalia Cattapa (Ravensca and Saleh 2017)	Biji ketapang	Pengujian sifat fisik dari esteramin		untuk uji IFT nilainya sebesar 34,947 dyne/cm. Pada uji sifat kimia nilai bilangan asam sebesar 5,61 mg KOH/gr, dengan bilangan penyabunan 98,175 mg KOH/gr dan nilai HLB yang di dapat 5,25.
4	Sintesis Ester Sulfonat melalui Sulfonasi Metil Ester Minyak Kedelai untuk Aplikasi <i>Chemical Flooding</i> . (Putra, Ismayanti, and Kalista 2018)	Minyak kedelai	dilakukan uji FT-IR untuk melihat terbentuknya gugus sulfonat, kemudian MES diuji dengan pengujian IFT menggunakan bahan pembanding <i>light oil</i> lapangan X		Surfaktan yang dihasilkan mampu menurunkan tegangan permukaan dari 3,36 (dyne/cm) menjadi 1,54 (dyne/cm) pada suhu 100°C, 210 menit dengan perbandingan mol 1:2.

5	Saponifikasi- Netralisasi Asam Oleat Minyak Sawit Menjadi <i>Foaming Agent</i> Ramah Lingkungan (Dhora 2019)	Minyak sawit	Pengamatan dilakukan terhadap kualitas dan kinerja <i>foaming</i> <i>agent</i> sebagai produk.	Berdasarkan hasil uji stabilitas busa dan stabilitas emulsi, surfaktan yang di dihasilkan memiliki kinerja baik pada suhu 50°C dimana busa mampu bertahan selama 3 hari pada suhu ruang.
6	Sintesa Metil Ester Sulfonat dari Minyak <i>Jathropa Curcas</i> dan Aplikasinya pada Proses <i>Enhanced Oil</i> <i>Recovery</i> (Nugroho and Buchori 2019)	Minyak jarak pagar	Proses pembuatan MES dari minyak biji jarak dilakukan melalui 2 tahapan yaitu proses esterifikasi dan transesterifikasi dengan katalis batu dolomite	Dari hasil penelitian ini di dapat konsentrasi surfaktan anionik yang paling baik sebesar 55,464 mg/L pada reaksi sulfonasi 90 menit.

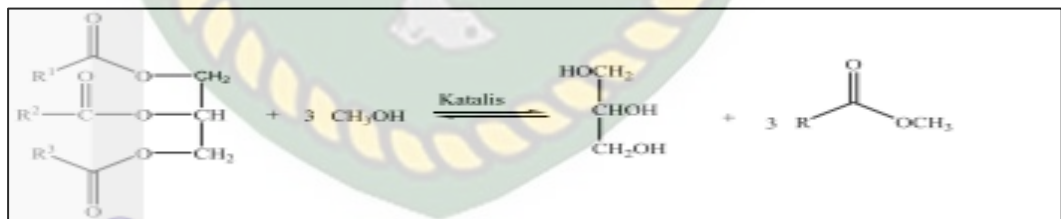
2.3 Surfaktan alternatif dari minyak atsiri kulit jeruk manis (*citrus sinensis*)

Selama ini, surfaktan yang sering digunakan berbasis *petroleum sulfonat* yang bersifat *unrenewable resource* (dari bahan yang tidak dapat diperbarui) dan *unbiodegradable* (tidak dapat diuraikan secara alami), hal ini secara tidak langsung akan menimbulkan dampak terhadap lingkungan yaitu lambat laun perairan yang terkontaminasi oleh surfaktan akan dipenuhi oleh busa, menurunkan tegangan permukaan dari air, pemecahan kembali dari gumpalan (*flock*) koloid, pemusnahan bakteri yang berguna (Hendra et al. 2016). Oleh karena itu, diperlukan surfaktan baru yang bersifat *renewable resource* (dari bahan baku yang dapat diperbarui) dan *biodegradable* (dapat terurai secara alami) seperti surfaktan metil ester sulfonat, dimana umumnya menggunakan bahan dasar minyak nabati (Murni, Widiyati, and Sulstyawati 2015).

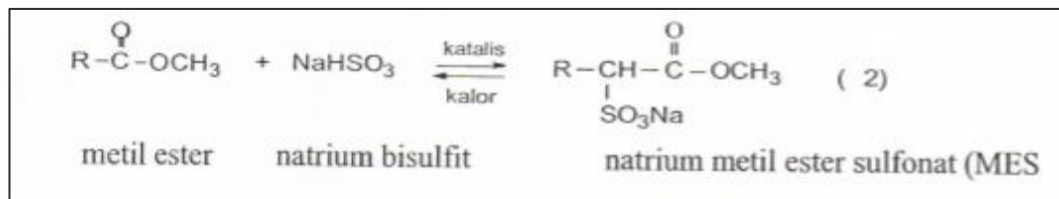
Bahan baku minyak nabati keberadaannya sangat melimpah di Indonesia dan belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga penelitian mengenai sintesis metil

ester sulfonat perlu dikembangkan. Pada penelitian ini minyak nabati yang digunakan adalah minyak atsiri kulit jeruk manis. Produksi jeruk siam di Indonesia mencapai 2,4jt ton pada tahun 2018 (Badan Pusat Statistik 2018). Pemanfaatan limbah kulit jeruk manis (*citrus sinensis*) sebagai alternatif surfaktan dengan memanfaatkan minyak atsirinya merupakan peluang yang baik dan dapat membantu Indonesia dalam menanggulangi masalah sampah (Wijana et al. 2016).

Pemanfaatan minyak atsiri kulit jeruk sudah pernah diteliti oleh Nata and Nurul (2014) namun fokusnya pada pembuatan sabun. Minyak atsiri kulit jeruk manis memiliki kandungan bioaktif seperti pektin yaitu 20-35%, kandungan D-Limonen lebih dari 90%, terdapat pula 5% campuran sitral, *sitronel* dan metil ester pada kulit jeruk manis (Dewi 2011; Widiastuti 2015). Dimana pektin tersusun dari asam pektinat yang menjadi bagian dari asam galakturonat dan terkandung gugus metil ester dengan rumus senyawa RCOOCH_3 mencapai 50% yang dapat dimanfaatkan sebagai surfaktan anionik dengan tahap sulfonasi menjadi Metil Ester Sulfonat (MES) (Farida Hanum, Irza Menka Deviliany Kaban, and Martha Angelina Tarigan 2012). Proses untuk mendapatkan *metil ester* melalui reaksi kimia yaitu reaksi esterifikasi dan reaksi trans-esterifikasi pada bahan produk yang dihasilkan. Berikut reaksi esterifikasi dan trans-esterifikasi yang dilakukan:



Gambar 2.1 Reaksi transesterifikasi antara trigliserida dengan metanol (Rahman and Lelono 2013).



Gambar 2.2 Metil ester dan reaksi sulfonasi menghasilkan MES menggunakan natrium bisulfit (Murni, Widiyati, and Sulstyawati 2015).

Trigliserida adalah salah satu bahan baku pembuatan surfaktan yang dapat menghasilkan produk metil ester sulfonate melalui proses esterifikasi trigliserida minyak atsiri kulit jeruk manis dengan menambahkan campuran *methanol* dan katalis H_2SO_4 . Setelah proses esterifikasi, dilakukan proses reaksi transesterifikasi menggunakan katalis NaOH dan *methanol* hingga menjadi produk metil ester. Proses selanjutnya adalah sulfonasi dengan menggunakan larutan NaHSO_3 dengan cara mereaksikan produk metil ester tersebut dengan larutan NaHSO_3 hingga sodium bisulfit dan membentuk produk metil ester sulfonate (Rahman and Lelono 2013).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Uraian Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik surfaktan berbasis minyak atsiri kulit jeruk manis dan mengetahui tingkat emulsi melalui uji fasa dari MES surfaktan yang di hasilkan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium *Reservoir* Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau dengan metode *Experiment Research*. Jadwal kegiatan selama penelitian berlangsung dapat dilihat pada table 3.1.

Table 3.1 Jadwal Penelitian

No	TAHAP PENELITIAN	TAHUN 2021											
		Mei				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur												
2	Persiapan alat dan bahan penelitian												
3	pengujian bilangan busa												
4	pengujian bilangan asam												
5	pengujian bilangan penyabunan												
6	pengujian HLB												
7	pembuatan brine sintetik dan penentuan konsentrasi larutan surfaktan												
8	penentuan sifat fisik <i>crude oil</i>												
9	uji fasa												
10	pengolahan data												
11	analisa dan pembahasan												

3.2 Flow chart



Gambar 3.1 Diagram Alir Tugas Akhir

3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

3.3.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



1. Magnet stirer



2. Alumenium foil



3. Labu Volumetrik



4. Gelas kimia



5. Erlenmeyer



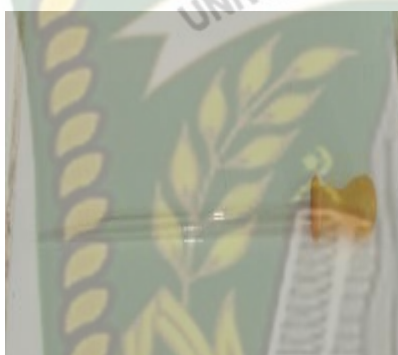
6. Corong



7. Gelas ukur



8. Tabung reaksi



9. Pipet



10. Hotplate/stirer



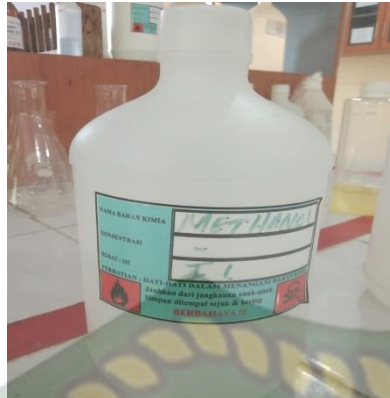
11. Neraca digital



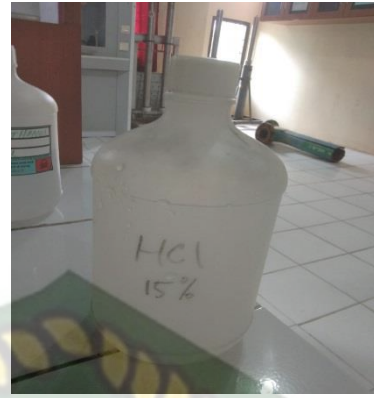
12. Stopwatch

3.3.2 Bahan

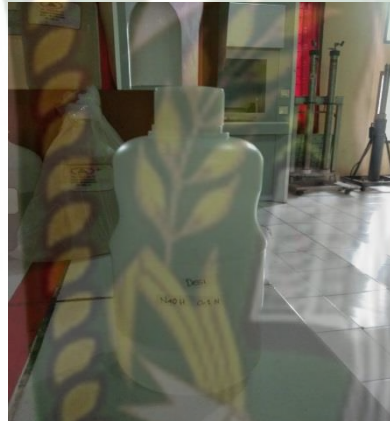
Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



1. Methanol



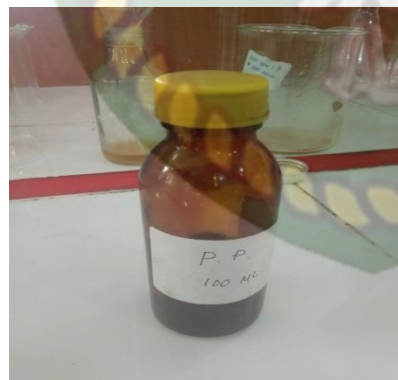
2. HCL



3. NaOH



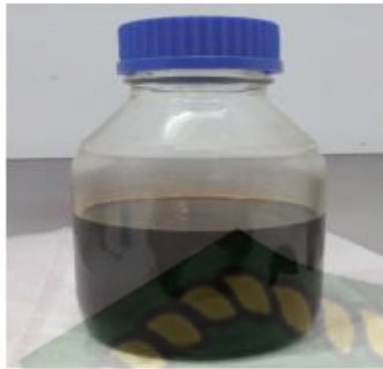
4. KOH



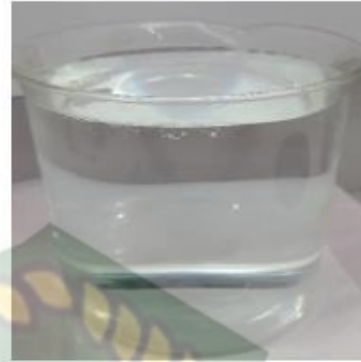
5. Indikator pp



6. Surfaktan MES minyak atsiri



7. Crude oil



8. Aquadest

3.4 Prosedur penelitian

Adapun prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.4.1 Pengujian karakteristik produk surfaktan MES dari minyak atsiri kulit jeruk manis.

1. Uji busa (*foamy test*)

Penentuan uji busa (*foamy test*) merupakan penentuan tinggi busa dari objek yang akan diteliti. Adapun prosedur uji busa (*foamy test*) mengikuti penelitian yang telah dilakukan oleh M. Chasani, V.H. Nursalim, S. Widyaningsih, I.N. Budiasih (2019) dimulai dari memasukkan surfaktan sebanyak 15 ml ke dalam gelas kimia dan letakkan di atas *stirrer magnetic* kemudian aduk dengan kecepatan 800 rpm selama 5 menit hingga homogen, kemudian pindahkan ke gelas ukur dan catat ketinggian busa awal-awal sebagai H, lalu diaduk selama 5 menit untuk melihat perubahan tinggi busa yang terjadi kemudian amati dan dicatat sebagai Ho.

Rumus yang digunakan dalam penentuan stabilitas busa surfaktan mengikuti penelitian yang sudah dilakukan oleh Murti et al. (2017) adalah sebagai berikut:

$$\text{Stabilitas busa} = \frac{H}{H_0} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

H :tinggi busa mula-mula

Ho : pengukuran tinggi busa setelah 5 menit

2. Pengujian bilangan asam

Pengujian bilangan asam menggunakan metode uji AOAC (*Analysis of Association of Official Analytical*) mengikuti penelitian yang dilakukan oleh Charlena, Sjahrizal, and Roni (2011) prosedur penelitiannya dimulai dari menimbang bahan sebanyak 1 gram dengan menggunakan *erlenmeyer* 200 ml, tambahkan 50 ml alkohol netral 95 % kemudian dipanaskan pada suhu *reservoir* 60°C selama 10 menit sambil diaduk, kemudian dititrasi dengan KOH 0,01 N dengan indikator larutan Phenolptalein 1% didalam alkohol, sampai terlihat berwarna merah jambu, setelah itu dihitung jumlah miligram KOH yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas dalam 1 gram bahan.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan bilangan surfaktan mengikuti penelitian yang sudah dilakukan oleh Nuraina et al. (2020) adalah sebagai berikut:

$$\text{Bilangan asam} = \frac{A \times N \times 56,1}{G} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

A :Jumlah ml KOH untuk titrasi

N :Normalitas larutan KOH

G :Bobot contoh (gram)

56,1 :Bobot molekul KOH

3. Pengujian bilangan penyabunan

Pengujian bilangan penyabunan dimulai dari menimbang sampel sebanyak 1 gram, lalu tambahkan 25 ml KOH dan serta methanol 0.1 N serta di reaksikan selama 10 menit dan di panaskan pada suhu 60°C, menambahkan indikator pp 2 tetes sampai berubah warna, setelah itu di titrasi menggunakan HCl 0.01 N sampai tidak ada warna ungu. Perhitungan bilangan penyabunan ini mengikuti penelitian yang sudah dilakukan oleh Oppusunggu, Siregar, and Masyithah (2015) adalah sebagai berikut:

$$\text{Bilangan penyabunan} = \frac{(V_b - V_s) \times N_{KOH} \times 56.1}{G} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

- V_b :Volume HCl untuk titrasi blanko (ml)
- V_s :Volume HCl untuk titrasi sampel (ml)
- N KOH :Normalitas KOH
- 56,1 :Bobot molekul KOH
- G :Gram

4. Pengujian HLB

HLB (*Hydrophylic lipophylic Balance*) adalah nilai untuk mengukur keseimbangan *Hydrophylic* dan *lipophylic* yang ada pada suatu surfaktan, Metode yang digunakan adalah metode griffin dengan menggunakan sistem angka (Oppusunggu, Siregar, and Masyithah 2015). Cara perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$HLB = 20 \times \left(1 - \frac{\text{Bilangan penyabunan}}{\text{Bilangan asam}}\right) \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

Table 3.2 Skala Numerik *Hydrophylic-Lipophylic Balance* surfaktan (Oppusunggu, Siregar, and Masyithah 2015).

<10	Larutan dalam minyak (<i>oil solube</i>)
>10	Larutan dalam air (<i>water solube</i>)
4-8	Bahan anti pembusaan (<i>foaming agent</i>)
7-11	<i>Emulsifier W/O</i>
12-16	<i>Emulsifier O/W</i>
11-14	Bahan pembasahan (<i>wetting agent</i>)
12-15	<i>Detergent</i>
16-20	Penstabil

3.4.2 Pembuatan larutan brine sintetik

Brine sintetik adalah suatu larutan yang terdiri dari *aquadest* dan NaCl dengan komposisi tertentu. Besar kecilnya pelarut NaCl yang digunakan akan mempengaruhi derajat salinitasnya, semakin banyak NaCl yang

dipakai maka salinitasnya akan semakin tinggi (Kasmungin, 2017). Penelitian ini menggunakan kadar salinitas sebesar 15.000 ppm mengikuti penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rita, Erfando, and Munandar (2019) prosedurnya dimulai dengan cara menimbang NaCl sebanyak 10 gram melalui perhitungan, setelah itu melarutkan NaCl dengan *aquadest* di dalam gelas kimia 100 ml. Setelah itu memasukan larutan *brine* kedalam labu ukur dengan ukuran 1000 ml, dengan membersihkan gelas kimia agar tidak ada lagi sisa larutan yang ikut terlarut kedalam labu ukur, lalu tambahkan *aquadest* kedalam labu ukur. Setelah itu aduk dengan kecepatan 800 rpm hingga homogen. Perhitungan salinitas dapat dilakukan sebagai berikut:

$$15.000 \text{ ppm (NaCl)} = \frac{15.000 \text{ mg}}{1.000.000 \text{ ml}} \times 100 \text{ ml} = 15 \text{ gram} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan : 1 ppm larutan = 1 mg zat terlarut / 1.000.000 ml larutan

3.4.3 Penentuan konsentrasi larutan surfaktan

Untuk menentukan konsentrasi larutan surfaktan yaitu dengan cara Menimbang surfaktan sesuai perhitungan berat surfaktan yang akan digunakan pada *neraca digital*, Siapkan *brine* sintetik 1000 ml pada gelas kimia lalu taruh diatas *stirrer magnetic*, tambahkan surfaktan kedalam *brine* sintetik dan aduk dengan kecepatan 800 rpm sampai homogen, Ulangi langkah diatas untuk skema konsenstarsi dan salinitas lainnya. Variasi Konsentrasi pada penelitian ini mengikuti penelitian yang dicontohkan oleh Rita, Erfando, and Munandar (2019) yaitu 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%, 1% dan 5%. Contoh perhitungan pembuatan larutan surfaktan adalah sebagai berikut:

Konsentrasi surfaktan yang diinginkan = 0.1 %

Total volume larutan = 500 ml

Volume surfaktan = $500 \times 0.1\%$

= 0.5 ml

Maka untuk surfaktan MES 0.1%

Volume larutan = MES 0.1% + Larutan brine..... (6)

= 0.5 ml + 499.5 ml

= 500 ml

3.4.4 Perhitungan sifat fisik *crude oil*

Didalam menggunakan *crude oil* sebagai bahan penelitian, penting untuk diketahui sifat fisik dari *crude oil* yang digunakan, mulai dari penentuan densitas, viskositas, dan derajat API minyak sebagai *screening criteria* minyak dalam penggunaan surfaktan. *Crude oil* ini digunakan dalam penentuan uji fasa. Prosedurnya dimulai dari menyiapkan labu volumetrik diatas *neraca digital* dan timbang labu pada keadaan kosong, catat dan angkat, tuangkan *crude oil* kedalam labu volumetrik menggunakan corong gelas sampai menyentuh angka 100 ml, timbang labu volumetrik yang sudah terisi *crude oil* diatas *neraca digital*, amati dan catat angkanya.

Menurut (Mulyani, Afriana, and Dhamayanthie 2016) perhitungan dalam menentukan berat jenis minyak sebagai berikut:

$$\rho_o = \left(\frac{m' - m}{v}\right) \dots \dots \dots (7)$$

$$SG \text{ minyak} = \frac{\rho_o}{\rho_w} \dots \dots \dots (8)$$

$$API = \frac{141,5}{SG} - 131,5 \dots \dots \dots (9)$$

Penentuan viskositas minyak menggunakan korelasi *glaso*, penggunaan korelasi ini digunakan karena memiliki tingkat *error* yang lebih kecil dibanding korelasi lainnya dengan catatan tidak terdapat gelembung yang terbentuk di *crude oil*, dan pada tekanan 1 atm. Persamaan yang digunakan diambil dari buku Ahmed (2010) sebagai berikut:

$$a = 10,313 (\log(T - 460)) - 36,447 \dots \dots \dots (10)$$

$$\mu = (3,14(10^{10}))(T - 460)^{-3,444} \log API)^a \dots \dots \dots (11)$$

Dimana:

m : Massa labu volumetrik kosong (gr)

m' : massa labu volumetrik setelah ditambahkan *crude oil*

ρ_o : berat jenis minyak

ρ_w : berat jenis air

API :kualitas minyak

A :Konstanta

μ : Viskositas (Cp)

3.4.5 Pengujian fasa (*phase behaviour test*).

Untuk mengetahui ke layakan surfaktan agar cocok diterapkan di suatu lapangan maka salah satunya melalui uji fasa. Uji fasa adalah pengujian larutan surfaktan terhadap *crude oil* untuk dilihat ketercampuran (emulsi) minyak terhadap air, sehingga minyak mampu terangkat oleh larutan surfaktan yang diujikan. Parameter yang mempengaruhi kelarutan surfaktan terhadap minyak ini adalah konsentrasi surfaktan, jenis minyak, dan salinitas air formasi atau *brine* sintetik (Andriyan et al. 2018). Prosedur penelitiannya sebagai berikut:

1. Menyiapkan tabung reaksi yang akan digunakan.
2. Sebanyak 5 ml *crude oil* dituangkan ke dalam tabung reaksi
3. Menuangkan larutan surfaktan berbagai konsentrasi dan salinitas yang telah ditentukan sebelumnya pada masing-masing tabung reaksi sebanyak 5 ml menggunakan corong gelas.
4. Tutup setiap tabung reaksi dengan *aluminium foil* sampai rapat
5. Kemudian di masukan ke dalam oven dengan suhu *reservoir* selama 30 menit, kemudian dilakukan pengocokan secara perlahan-lahan
6. Kemudian di masukan kembali kedalam oven dengan suhu reservoir dan dilakukan pengamatan pada sampel dan catat hasilnya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah didapatkan MES methyl ester sulfonat dari minyak atsiri kulit jeruk manis, perlu adanya pengujian seperti uji *foaming* atau busa, uji bilangan asam, uji bilangan penyabunan, uji *Hydrophylic lipophylic Balance* dan uji fasa untuk mengetahui MES surfaktan jenis ini sesuai dengan produk surfaktan komersil pada umumnya, dengan membandingkan data sekunder dari peneliti sebelumnya. Hasil pengujian karakteristik surfaktan dari bahan minyak atsiri kulit jeruk manis, surfaktan komersil dan surfaktan *Sodium Lauryl Sulfate* SLS dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.1 Hasil pengujian karakteristik surfaktan dari bahan minyak atsiri kulit jeruk manis

pengujian	MES dari minyak atsiri kulit jeruk manis	satuan
Busa atau <i>foaming</i>	84,44	%
Bilangan asam	5,04	mg KOH/MES
Bilangan penyabunan	1,009	mg KOH/MES
HLB	16	%

Table 4.2 Hasil pengujian karakteristik surfaktan komersil dan surfaktan *Sodium Lauryl Sulfate* SLS (Eldha Sampepana 2015; Febrianti 2013; Murti et al. 2017)

pengujian	Surfaktan komersil	SLS (<i>Sodium Lauryl Sulfate</i>)	satuan
Busa atau <i>foaming</i>	89,2	98,67	%
Bilangan asam	8,42	3,93	mg KOH/MES
Bilangan penyabunan	2844	1,340	mg KOH/MES
HLB	13,24	13,22	%

4.1 Analisis Uji busa atau *Foaming*

Foamy test atau uji busa dilakukan untuk mengetahui stabilitas busa yang diukur dengan tinggi busa dalam tabung reaksi dengan skala pada rentan waktu tertentu serta melihat kemampuan surfaktan untuk menghasilkan busa. Menurunnya volume cairan yang mengalir dari busa setelah rentan waktu tertentu setelah busa pecah dan menghilang dinyatakan sebagai persen. Stabilitas busa dinyatakan sebagai ketahanan suatu gelembung untuk stabilitas busa setelah lima menit busa harus mampu bertahan antara 60- 70% dari volume awal (Murti et al. 2017). Berdasarkan pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan diperoleh stabilitas busa pada surfaktan murni minyak atsiri kulit jeruk manis sebesar 84,44%, dimana formulasi ini telah memenuhi persyaratan kestabilan busa.

Sedangkan jika dibandingkan dengan surfaktan komersil yang memiliki stabilitas busa sebesar 89,2% dan SLS yang memiliki stabilitas busa sebesar 98,67% lebih besar dari nilai stabilitas busa surfaktan MES minyak atsiri kulit jeruk manis pada penelitian ini yang bernilai 84,44%. Dimana perhitungan pengujian stabilitas busa bisa dilihat pada lampiran II. Semakin tinggi busa yang dihasilkan tidak bagus karena busa yang tinggi menyebabkan viskositas fluida meningkat, viskositas yang tinggi akan menyebabkan tumbukan antar lapis tipis pada fluida yang berdekatan akan semakin berkurang, hal ini yang menyebabkan surfaktan lebih susah masuk kedalam pori batuan. Busa yang semakin rendah namun dapat menyapu minyak dalam batuan ini yang diharapkan dapat terbentuk dari suatu surfaktan (Charlena, Sjahrizal, and Roni 2011). berikut gambar hasil pengujian stabilitas busa yang dilakukan:



Gambar 4.1 Pengujian busa (busa awal)



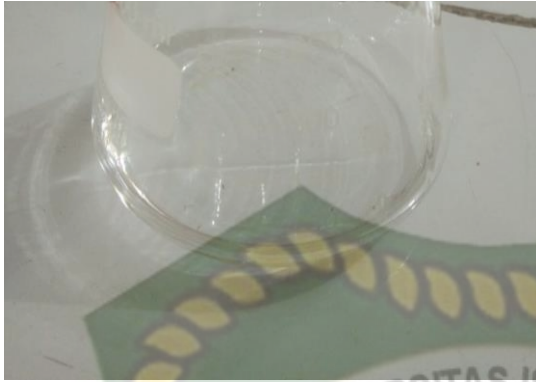
Gambar 4.2 Pengujian busa (tinggi busa setelah 5 menit pengadukan)

4.2 Analisis uji bilangan asam

Bilangan asam dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui berapa banyak basa (KOH) yang diperlukan untuk menetralkan MES pada surfaktan mengikuti petunjuk dari penelitian yang sudah dilakukan oleh Eldha Sampepana (2015). Semakin banyak larutan KOH yang digunakan untuk menetralkan MES berarti semakin tinggi pula nilai bilangan asam yang didapat. Bilangan asam MES dari minyak atsiri kulit jeruk dari penelitian ini bernilai 5,04 mgKOH/MES. Dimana perhitungannya dapat di lihat pada lampiran II.

Jika dibandingkan dengan surfaktan komersil yang memiliki bilangan asam 8.42 mgKOH/sampel, dan SLS yang memiliki bilangan asam 3.93 mgKOH/MES. lebih besar dari nilai bilangan asam surfaktan MES dari minyak atsiri kulit jeruk manis pada penelitian ini yang bernilai 5,04 mgKOH/MES. Perbandingan nilai bilangan asam tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2, Nilai bilangan asam dipengaruhi oleh lama proses sulfonasi. Semakin lama proses sulfonasi maka semakin tinggi nilai bilangan asam karena gugus sulfonat yang terbentuk lebih banyak (Eldha Sampepana 2015). Semakin tinggi bilangan asam menandakan terjadinya degradasi trigliserida minyak menjadi asam lemak bebas (Hidayati, Gultom, and Ani 2012). Semakin banyak asam lemak bebas, maka nilai bilangan asam akan semakin tinggi dan menyebabkan MES sukar larut dalam air (Rivai et al. 2011). Dan bilangan asam yang tinggi mempengaruhi polaritas dan busa sehingga mempengaruhi kualitas produk surfaktan yang di hasilkan(Nuraina et al. 2020).

Dari pengujian di atas dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai bilangan asam maka kualitas MES kurang bagus dan sebaliknya, maka dapat dikatakan kualitas MES minyak atsiri kulit jeruk manis yang dihasilkan memiliki kualitas MES yang bagus, karena kandungan asam dari minyak atsiri kulit jeruk manis tidak banyak yang ikut bereaksi pada proses pengolahan dan berarti MES yang dihasilkan larut dalam air serta memiliki polaritas yang baik. Berikut adalah gambar dari pengujian bilangan asam pada MES minyak atsiri kulit jeruk manis yang dilakukan:



Gambar 4.3 pengujian asam sebelum di titrasi dengan KOH



Gambar 4.4 pengujian asam Sesudah di titrasi KOH

4.3 Analisis uji penyabunan

Analisis bilangan penyabunan menggunakan analisis kimia organik dengan cara titrasi dan menghitung jumlah milli gram KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan 1 gram minyak/ lemak. Besar angka penyabunan tergantung pada massa molekul minyak, semakin besar massa molekul semakin rendah angka penyabunannya dan begitupun sebaliknya. (Nuraina et al. 2020) Hasil dari perhitungan bilangan penyabunan surfaktan MES minyak atsiri kulit jeruk manis dapat dilihat pada lampiran II, dimana hasilnya sebesar 1,009 mgKOH/MES.

Dapat dibandingkan dengan MES komersil memiliki bilangan penyabunan 2,844 mgKOH/MES, dan surfaktan SLS 1,340 mgKOH/MES, lebih besar dari surfaktan MES minyak atsiri kulit jeruk manis yang memiliki nilai bilangan penyabunan 1,009 mgKOH/MES, hasil ini dapat diketahui MES minyak atsiri kulit jeruk manis memiliki massa molekul asam lemak yang lebih yang lebih tinggi dari surfaktan komersil dan SLS. Dimana Penurunan bilangan penyabunan disebabkan oleh jumlah sukrosa ester yang terbentuk semakin besar, hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan semakin besar jumlah sukrosa ester yang terbentuk maka bilangan penyabunan yang dihasilkan semakin kecil, karena sukrosa yang

terbentuk mengandung asam lemak dengan rantai karbon yang lebih panjang sehingga akan diperoleh bilangan penyabunan yang semakin kecil begitupun sebaliknya, kenaikan bilangan penyabunan disebabkan oleh jumlah sukrosa ester yang terbentuk lebih kecil. Hal itu dikarenakan bahwa pelarut yang terdapat didalam sukrosa ester belum menguap sepenuhnya, sehingga masih terdapat pelarut didalam sukrosa ester (Lestari 2020).

Hasil Analisis dari bilangan penyabunan produk surfaktan MES minyak atsiri kulit jeruk manis bersama dengan bilangan asamnya dapat digunakan untuk menentukan nilai bilangan HLB dari produk surfaktan yang di hasilkan.



Gambar 4.5 pengujian bilangan penyabunan (Sebelum di titrasi dengan KOH)



Gambar 4.6 pengujian bilangan penyabunan (sesudah di titrasi dengan KOH)

4.4 Analisis uji *Hydrophylic-Lipophylic Balance* (HLB)

Kecenderungan dari molekul surfaktan yang bersifat hidrofik atau lipofilik merupakan karakteristik surfaktan sebagai zat *surface active agent*. Karakteristik surfaktan tersebut dapat ditentukan secara empiris dari nilai *Hydrophylic-Lipophylic Balance* (HLB). Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui kecendrungan surfaktan yang digunakan larut dalam air atau minyak skala nilai empiris HLB berkisar pada 0– 20. Tinggi nilai HLB berdampak pada sifat surfaktan yang semakin hidrofilik, sehingga memiliki kelarutan air sangat tinggi dan dapat membentuk *emulsifier oil-in-water* . Pada nilai HLB yang rendah sifat surfaktan menjadi semakin lipofilik, sehingga dapat membentuk emulsi *water in-oil* (Andriyan et al. 2018).

pengujian *Hydrophylic-Lipophylic Balance* (HLB) ini menggunakan sistem angka mengikuti penelitian yang dilakukan oleh Oppusunggu, Siregar, and Masyithah (2015). Di mana hasil perhitungannya dapat di lihat pada lampiran II yang menghasilkan nilai HLB dari surfaktan MES dari minyak atsiri kulit jeruk manis sebesar 16. Artinya surfaktan MES minyak atsiri kulit jeruk manis termasuk larut dalam air (*water soluble*), bisa juga dikatakan sebagai bahan emulsifier O/W (*oil in water*), dan bisa sebagai penstabil. Berikut adalah skala nilai HLB dari surfaktan

<10	Larutan dalam minyak (<i>oil soluble</i>)
>10	Larutan dalam air (<i>water soluble</i>)
4-8	Bahan anti pembusaan (<i>foaming agent</i>)
7-11	Emulsifier W/O
12-16	Emulsifier O/W
11-14	Bahan pembasahan (<i>wetting agent</i>)
12-15	<i>Detergent</i>
16-20	Penstabil

Jika dibandingkan dengan HLB pada surfaktan komersil berada pada angka 13,24 dan surfaktan SLS yang berada pada angka 13,22 nilainya lebih kecil dibandingkan dengan surfaktan MES minyak atsiri kulit jeruk manis, yang berarti surfaktan SLS ini termasuk larut dalam air (*water soluble*), bisa juga dikatakan sebagai bahan emulsifier O/W (*oil in water*), detergensi, bahan pembasahan (*wetting agent*) dan bisa sebagai penstabil. perbandingan nilai tersebut bisa dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2. Semakin tinggi nilai HLB, menunjukkan surfaktan semakin banyak memiliki senyawa yang menyukai air atau disebut tipe *hydrophilic surfactant* (Azmi 2016). Dari hasil pengujian dan perhitungan dapat dikatakan bahwa MES minyak atsiri kulit jeruk manis bisa digunakan sebagai bahan baku alternatif surfaktan anionik jenis MES, Karena terbukti perbandingan antara nilai HLB ketiga surfaktan tersebut tidak jauh berbeda.

4.5 Analisis Uji fasa

Uji fasa termasuk salah satu parameter dalam melakukan *screening* awal apakah suatu surfaktan cocok diterapkan pada suatu lapangan. Uji fasa diteliti untuk melihat ketercampuran suatu minyak dan air pada suatu keadaan dimana surfaktan mampu mengikat keduanya dalam keadaan emulsi. berdasarkan Sheng (2011) menjelaskan bahwa hal yang paling mendasar dalam penelitian EOR adalah tes uji fasa. parameter yang sangat mempengaruhi tes uji fasa ini diantaranya konsentrasi surfaktan, kosurfaktan, salinitas, jenis minyak dan temperatur (Andriyan et al. 2018).

Menurut (Sheng 2015) ketika larutan surfaktan dengan beberapa salinitas brine dicampur dengan minyak maka akan terbentuk mikroemulsi. dalam pengujian fasa terdapat 3 terdapat tiga tipe mikroemulsi yang terbentuk yaitu:

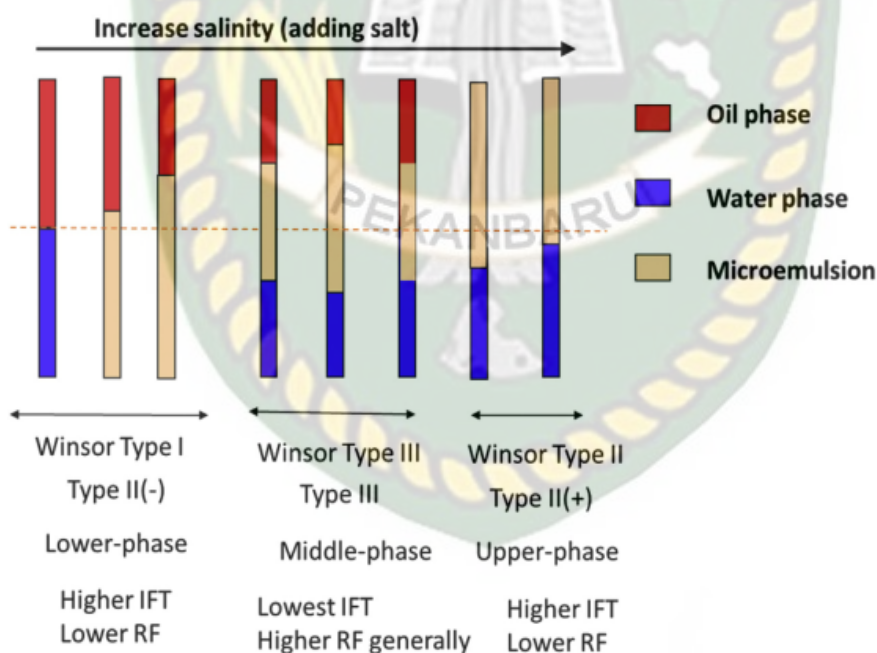


Fig. 1. Types of microemulsions (surfactant systems).

ketika larutan surfaktan dengan beberapa salinitas brine dicampur dengan minyak maka akan terbentuk mikroemulsi. Terdapat tiga tipe mikroemulsi yang terbentuk diantaranya tipe Winsor I (minyak dalam air) mikroemulsi, tipe Winsor II (air dalam minyak) mikroemulsi, tipe Winsor III mikroemulsi:

1. Tipe Winsor I yaitu kelarutan surfaktan yang terbentuk pada fasa air karena surfaktan lebih larut dalam air dibandingkan dengan minyak (o/w) sehingga sifatnya mampu mendorong minyak, ciri lainnya dapat terbentuk pada salinitas dan konsentrasi yang rendah.pada kondisi ini disebut fasa bawah.
2. Tipe Winsor II yaitu kelarutan surfaktan yang terbentuk pada fasa minyak karena surfaktan lebih larut dalam minyak dari pada air (w/o). Umumnya terbentuk pada salinitas yang cukup tinggi pada kondisi ini disebut fasa atas.
3. Tipe Winsor III yaitu kelarutan surfaktan yang terbentuk pada fasa dimana minyak dan air teremulsi ditengah-tengah larutan sehingga terjadi ketercampuran dua fluida yang berbeda, umumnya terjadi pada konsentrasi surfaktan yang tidak terlalu tinggi. Pada kondisi ini disebut fasa tengah

Pengujian fasa ini dilakukan dengan menggunakan surfaktan MES dari minyak atsiri kulit jeruk manis dengan berbagai konsentrasi 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%, 1% dan 5% dengan salinitas 15.000 ppm yang dicampurkan dengan *crude oil* berjenis *light oil* dengan berat jenis 35°API, hasil pengukuran sifat fisik *crude oil* terlampir pada lampiran I, sedangkan hasil dari pengujian fasa pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Table 4.3 skema konsentrasi surfaktan

konsentrasi	salinitas	<i>Winsor type</i> (Emulsi fasa yang terjadi)
0,1%	15.000 ppm	<i>Winsor type 1</i>
0,3%	15.000 ppm	<i>Winsor type 1</i>
0,5%	15.000 ppm	<i>Winsor type 1</i>
0,7%	15.000 ppm	<i>Winsor type 1</i>
1%	15.000 ppm	<i>Winsor type 1</i>
5%	15.000 ppm	<i>Winsor type 1</i>

Dari tabel 4.4 dapat dilihat hasil pengujian fasa yang dilakukan pada surfaktan dengan konsentrasi 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%, 0.1% dan 5% dan

salinitas 15.000 ppm dengan suhu 60°C, emulsi fasa yang terjadi pada masing-masing konsentrasi adalah tipe winsor 1 atau fasa bawah yaitu surfaktan lebih larut dalam air dibandingkan dengan minyak (*o/w*) sehingga sifatnya mampu mendorong minyak (Sheng 2015) dan tidak ada mikroemulsi yang terjadi pada masing-masing konsentrasi surfaktan. gambar hasil pengamatan uji fasa surfaktan MES minyak atsiri kulit jeruk manis dapat dilihat pada lampiran 11.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan judul “Penentuan Foaming, Bilangan asam, Penyabunan, *Hydrophylic lipophylic Balance* Dan Tingkat Stabilitas Emulsi Dari Surfaktan *Citrus Sinensis* Sebagai Bahan Alternatif *Chemical EOR*” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian karakteristik surfaktan MES minyak atsiri kulit jeruk manis memiliki stabilitas busa sebesar 84,44%, dengan bilangan asam 5,04 mgKOH/MES. dan penyabunan 1,009 mgKOH/MES serta nilai bilangan HLB 16 yang artinya termasuk larut dalam air (*water soluble*), bisa juga dikatakan sebagai bahan *emulsifier o/w (oil in water)*, dan bisa sebagai penstabil.
2. Setelah dilakukan pengujian fasa pada surfaktan MES minyak atsiri kulit jeruk manis dengan konsentrasi 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.1% dan 5% dan salinitas 15.000 ppm emulsi fasa yang terjadi pada masing-masing konsentrasi adalah *type Winsor 1* atau fasa bawah yaitu surfaktan lebih larut dalam air dibandingkan dengan minyak (*o/w*) sehingga sifatnya mampu mendorong minyak dan tidak adanya mikroemulsi yang terjadi.
3. Dari hasil pengujian dan perhitungan dapat dikatakan bahwa MES minyak atsiri kulit jeruk manis bisa digunakan sebagai bahan baku alternatif surfaktan anionik jenis MES, Karena terbukti jika dibandingkan dengan karakteristik surfaktan komersil dan surfaktan SLS tidak jauh berbeda.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah di jabarkan oleh peneliti tentang penelitian yang berjudul Penentuan *Foaming*, Bilangan asam, Penyabunan, *Hydrophylic lipophylic Balance* Dan Tingkat Stabilitas Emulsi Dari Surfaktan *Citrus Sinensis* Sebagai Bahan Alternatif *Chemical EOR*” di harapkan penelitian selanjutnya dapat melanjutkan dengan menggunakan parameter pengujian lainnya seperti uji gugus fungsi, uji wettability, uji *interfacial tension* (IFT) dan uji *fourier transform-infra red sepktroscopy* (FTIR).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, Tarek. 2010. *Reservoir Engineering Handbook*. In Elsevier Inc. www.elsevierdirect.com.
- Andriyan, Rifki et al. 2018. "Pengaruh Tes Uji Fasa Dan Interfacial Tension (IFT) Terhadap Kinerja Surfaktan Dalam Proses EOR." *Seminar Nasional Cendekiawan ke 4 tahun 2018* 4(1): 695–700.
- Azmi, Luthfiana. 2016. "Pengaruh Penambahan Surfaktan Terhadap Kestabilan Emulsi Solar-Air Sebagai Bahan Bakar Aletnratif Pada Mesin Diesel." *Skripsi*: 1–73.
- Babu, Keshak et al. 2015. "Studies on Interfacial Tension and Contact Angle of Synthesized Surfactant and Polymeric from Castor Oil for Enhanced Oil Recovery." *Applied Surface Science* 353: 1126–36.
- Badan Pusat Statistik. 2018. "Statistik Tanaman Buah-Buahan Dan Sayuran Tahunan Indonesia 2017." *Journal of Petrology* 7(2): 1–98. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003%0>
- Charlena, Ahmad Sjahrizal, and Roni. 2011. "Profil Kelarutan Limbah Minyak Bumi Dalam Air Dengan Penambahan Surfaktan Anionik Dan Laju Pengadukan." *Seminar Nasional Kimia Terapan Indonesia*: 248–55.
- Dewi, Fatma. 2011. "Uji Efektivitas Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (Citrus Sinensis) Sebagai Tabir Surya Secara Spektrofotometer UV-VIS." *Skripsi UIN Alauddin Makassar*: 1–88. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/9983/>.
- Dhora, Sri Wahyuni dan Anna. 2019. "Saponifikasi-Netralisasi Asam Oleat Minyak Sawit Menjadi Foaming Agent Ramah Lingkungan." *teknik industri pertanian* 29(3): 317–26.
- Eldha Sampepana, Paluphy eka yustini. 2015. "Jurnal Riset Teknologi Industri." *Jurnal Riset Teknologi Industri* 6(12): 11–19.
- Farida Hanum, Irza Menka Deviliany Kaban, and Martha Angelina Tarigan. 2012. "Ekstraksi Pektin Dari Kulit Buah Pisang Raja (Musa Sapientum)." *Jurnal Teknik Kimia USU* 1(2): 21–26.
- Febrianti, Dwi Rizki. 2013. "Formulasi Sediaan Sabun Mandi Transparan Minyak Atsiri Jeruk Purut." *Nska Publikasi*.
- Felga Zulfia Rasdiana, Erliza Hambali, dan Pudji Permadi. 2017. "Formulasi Dan Uji Kinerja Asphaltene Dissolver Dengan Penggunaan Surfaktan Anionik Dari Minyak Sawit." *teknologi industri pertanian* 27(1): 24–32.
- Fitria Riany Eris, Erliza Hambali, Ani Suryani, Pudji Permadi. 2016a. "Kinerja Media Pembawa Untuk Surfaktan Mes Dari Minyak Sawit Untuk Penerapannya Pada Oil Well Bore Cleaning." *Kinerja Media Pembawa Untuk Surfaktan Mes Dari Minyak Sawit Untuk Penerapannya Pada Oil Well Bore Cleaning* 26(3): 266–75.
- Fitria Riany Eris, Erliza Hambali, Ani Suryani, Pudji Permadi. 2016b. "Kinerja

- Media Pembawa Untuk Surfaktan Mes Dari Minyak Sawit Untuk Penerapannya Pada Oil Well Bore Cleaning.” *jurnal teknologi industri pertanian* 26(3): 266–75.
- Hambali, Erliza, Dadang Rukmana, and Riztiara Nurfitri. 2012. “Pemanfaatan Metil Ester Jarak Pagar Menjadi Surfaktan Mes Untuk Aplikasi Sebagai Oil Well Stimulation Agent.” *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 17(1): 8–15.
- Hendra, Hendra, Eri Barlian, Abdul Razak, and Hary Sanjaya. 2016. “Photo-Degradation of Surfactant Compounds Using Uv Rays With Addition of Tio2 Catalysts in Laundry Waste.” *Sainstek : Jurnal Sains dan Teknologi* 7(1): 59.
- Hidayati, Sri, Natalia Gultom, and Hestuti Eni. 2012. “Optimasi Produksi Metil Ester Sulfonat Dari Metil Ester Minyak Jelantah.” *Reaktor* 14(2): 165.
- Hope, Neboh, and Abu Gideon. 2015. “Biosurfactant Production from Palm Oil Mill Effluent (POME) for Applications as Oil Field Chemical in Nigeria.” *Society of Petroleum Engineers - SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition, NAICE 2015* (2013): 1–19.
- Lestari, Pratiwi Putri. 2020. “Optimasi Waktu Reaksi Dan Volume Pelarut Pada Pembuatan Sukrosa Ester Dari Metil Esrter Optimization Of Reaction Time And Solution Volume On The Making Of Sucrose Ester From Methyl Ester.” 4(2): 1–8.
- M. Chasani , V.H. Nursalim , S. Widyaningsih , I.N. Budiasih, dan W.A. Kurniawan. 2019. “Sintesis, Pemurnian Dan Karakterisasi Metil Ester Sulfonat (Mes) Sebagai Bahan Inti Deterjen Dari Minyak Biji Nyamplung (Calophyllum).” *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9): 1689–99.
- Mulyani, Yully, Dian Afriana, and Indah Dhamayanthie. 2016. “Analisa Fraksi Gasoil Berdasarkan Uji Sifat Fisika.” *IPTEK Journal of Proceedings Series* 0(1): 199–207.
- Murni, Sri Wahyu, Tunjung Wahyu Widiyati, and Dewi Sulstyawati. 2015. “Pormulasi Surfaktan Metil Ester Sufonat Pada Minyak Kelapa Untuk EOR (Enhanced Oil Recovery).” : 1–10.
- Murti, I.K.A.Y. et al. 2017. “Optimasi Konsentrasi Olive Oil Terhadap Stabilitas Fisik Sediaan Sabun Cair.” *Jurnal Farmasi Udayana* 6(2): 15.
- Nata, Iryanti Fatyasari, and Yulia Nurul. 2014. “Minyak Kulit Jeruk Pakis Sebagai Essential Oil Dalam Pembuatan Sabun: Ekstraksi Dan Karakterisasi.” 3(2): 30–36.
- Negin, Chegenizadeh, Saedi Ali, and Quan Xie. 2017. “Most Common Surfactants Employed in Chemical Enhanced Oil Recovery.” *Petroleum* 3(2): 197–211. <http://dx.doi.org/10.1016/j.petlm.2016.11.007>.
- Nugroho, Amin, and Luqman Buchori. 2019. “Sintesa Metil Ester Sulfonat Dari Minyak Jarak Pagar (Jathropa Curcas Oil) Dan Aplikasinya Pada Proses

Enhanced Oil Recovery (EOR).” *Metana* 15(1): 19.

- Nuraina, Ramadhan, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, and Universitas Sumatera Utara. 2020. “Sintesis Surfaktan Berbasis Asam Amino: N-Lauroyl Lysine Dari Asam Laurat Dengan Katalis Natrium Metilat (Ch 3 Ona) Skripsi.” (September).
- Olajire, Abass A. 2014. “Review of ASP EOR (Alkaline Surfactant Polymer Enhanced Oil Recovery) Technology in the Petroleum Industry: Prospects and Challenges.” *Energy* 77: 963-972. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2014.09.005>.
- Oppusunggu, Jojo Rohana, Vinta Rutliana Siregar, and Zuhrina Masyithah. 2015. “Pengaruh Jenis Pelarut Dan Temperatur Reaksi Pada Sintesis Surfaktan Dari Asam Oleat Dan N-Metil Glukamina Dengan Katalis Kimia.” *Jurnal Teknik Kimia USU* 4(1): 25–29. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>.
- Pillai, Prathibha et al. 2019. “Effect of Synthesized Lysine-Grafted Silica Nanoparticle on Surfactant Stabilized O/W Emulsion Stability: Application in Enhanced Oil Recovery.” *Journal of Petroleum Science and Engineering* 177(March): 861–71. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.03.007>.
- Putra, Richie, Renisa Ismayanti, and Agam Duma Kalista. 2018. “Sintesis Metil Ester Sulfonat Melalui Sulfonasi Metil Ester Minyak Kedelai Untuk Aplikasi Chemical Flooding.” *Jurnal Sains Materi Indonesia* 19(2): 77.
- Rahman, Aga Aulia, and Galih Satrio Lelono. 2013. “Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas Menjadi Detergen Alami Melalui Kombinasi Reaksi Trans-Esterifikasi Trans Esterifikasi Dan Sulfonasi.” *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* 2(2): 84–90. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>.
- Ravensca, Irene, and Chairul Saleh. 2017. “Pembuatan Surfaktan Berbahan Dasar Minyak Biji Ketapang Terminalia Catappa Dengan Trietanolamina Manufacture Of Surfactant Cattapa Seed Oil Terminalia Catappa With Trietanolamina.” *atomik*, 02(2): 183–89.
- Rita, Novia. 2012. “Studi Mekanisme Injeksi Surfaktan-Polimer Pada Reservoir Berlapis Lapangan NR Menggunakan Simulasi Reservoir.” *Journal of Earth Energy Engineering* 1(1): 22–36.
- Rita, Novia, Tomi Erfando, and Sigit Aris Munandar. 2019. “Effect Of Surfactant Concentration and Nanosilica Additive to Recovery Factor with Spontaneous Imbibition Test Method.” *International Journal of GEOMATE* 17(62): 113–18.
- Rivai, Mira, Tun Tedja Irawadi, Ani Suryani, and Dwi Setyaningsih. 2011. “Perbaikan Proses Produksi Surfaktan Metil Ester Sulfonat Dan Formulasinya Untuk Aplikasi.” *teknik* 21: 1–9.
- Sakinah, Isti Fanya. 2019. 8 “Karakteristik Surfaktan Pada Proses Prolehan Minyak Dari Air Formasi.” universitas islam negeri syarif hidayatullah jakarta.

- Sheng., James J. 2013. "Surfactant Enhanced Oil Recovery in Carbonate Reservoirs." *Enhanced Oil Recovery Field Case Studies* 6(1): 281–99.
- Sheng, James J. 2015. "Status of Surfactant EOR Technology." *Petroleum* 1(2): 97–105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.petlm.2015.07.003>.
- Sinulingga, Eci Endang, Chairul Saleh, and Rahayu Magdaleni. 2020. "Metanol Dan Reaksi In Situ Dengan Katalis Asam Synthesis Of Methyl Malate Through Esterification Reactions Using Methanol Solvents And In Situ Reactions With Acid Catalysts." 05(1): 57–61.
- Sri Hidayati, Ani Suryani , Puji Permadi, Erliza Hambali, Khaswar Syamsu dan Sukardi. 2019. "Optimasi Proses Pembuatan Metil Ester Sulfonat Dari Minyak Inti Sawit." *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9): 1689–99.
- Widiastuti, Diah Restu. 2015. "Ekstraksi Pektin Kulit Jeruk Bali Dengan Microwave Assisted Extraction Dan Aplikasinya Sebagai Edible Film." <https://lib.unnes.ac.id/22087/>.
- Wijana, Susanggih et al. 2016. "Production Process Analysis of Baby Java's Orange Syrup in Pilot Plant Scale." *Jurnal Teknologi Pertanian* 17(3): 213–30.
- Zhang, Yan et al. 2016. "Investigation on Interfacial/Surface Properties of Bio-Based Surfactant N-Aliphatic Amide-N,N-Diethoxypropylsulfonate Sodium as an Oil Displacement Agent Regenerated from Waste Cooking Oil." *Journal of Molecular Liquids* 223: 68–74. <http://dx.doi.org/10.1016/j.molliq.2016.08.026>.