

**STUDI POTENSI GRAPHENE OXIDE SEBAGAI
DEMULSIFIER DALAM MENGATASI EMULSI MINYAK
DALAM AIR (O/W)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Melengkapi Syarat Dalam Mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

DEBY DAS AFANDI

NPM 163210406



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

2021

**STUDI POTENSI GRAPHENE OXIDE SEBAGAI
DEMULSIFIER DALAM MENGATASI EMULSI MINYAK
DALAM AIR (O/W)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Melengkapi Syarat Dalam Mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

DEBY DAS AFANDI

NPM 163210406



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

2021

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Deby Das Afandi
Npm : 163210406
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Studi Potensi *Graphene Oxide* Sebagai *Demulsifier*
Dalam Mengatasi Emulsi Minyak Dalam Air (O/W)

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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 : Dr. Mursyidah, M.Sc (.....)
Penguji I : Novrianti, S.T., M.T (.....)
Penguji II : Novia Rita, S.T., M.T (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 29 Desember 2021

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, 29 Desember 2021



DEBY DAS AFANDI

NPM. 163210406



KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhana Wa Ta'ala karena 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. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik ini. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Mursyidah, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu dan pikiran untuk memberi arahan maupun masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ketua program studi teknik perminyakan Ibu Novia Rita, S.T., M.T dan sekretaris program studi Bapak Tomi Erfando S.T., M.T serta dosen-dosen yang banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, dan dukungan yang telah diberikan.
3. Ibu Novrianti, S.T., M.T dan Ibu Novia Rita, S.T., M.T selaku dosen penguji yang telah menyediakan waktu untuk memberikan saran dan masukan pada tugas akhir.
4. Abang Norhadi dari PT. SPR Langgak yang telah memberikan sampel untuk penelitian tugas akhir.
5. Kedua orang tua saya, Bapak Muslim dan Ibu Nurjanah beserta keluarga besar yang selalu memotivasi dan memberikan dukungan baik berupa do'a, moril, materil maupun finansial hingga saat ini.
6. Abang-abang, Kakak-kakak, dan teman-teman bimbingan Ibu Dr. Mursyidah, M.Sc yang membantu saya dalam penggunaan alat dan juga sarana bertukar pikiran kepada saya sehingga penelitian saya jadi berjalan dengan lancar.
7. Seluruh teman-teman Teknik Perminyakan angkatan 2016 terkhusus angkatan 2016 kelas C (PETROLEC) yang telah memberi semangat kepada saya dan sama-sama berjuang dari pertama kuliah.

8. Teman-teman saya SAHABAT BASCAME yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang selalu mendukung dan memberi motivasi disaat semangat saya mengerjakan skripsi sudah mulai berkurang.
9. Teman-teman saya Habli Rizqo, Harlen Febrian, dan Afri harianto yang selalu mendukung dan memberi motivasi disaat semangat saya mengerjakan skripsi sudah mulai berkurang.

Semoga Allah selalu melindungi dan membalas kebaikan semua pihak yang sudah membantu saya. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.



Pekanbaru, 29 Desember 2021

Deby Das Afandi

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. TUJUAN PENELITIAN	3
1.3. MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.4. BATASAN MASALAH	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. <i>STATE OF THE ART</i>	4
2.2. EMULSI.....	6
2.3. <i>GRAPHENE OXIDE</i> (GO).....	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1. URAIAN METODOLOGI PENELITIAN	10
3.2. <i>FLOWCHART</i> PENELITIAN	11
3.3. ALAT, BAHAN, DAN PROSEDUR	12
3.3.1. Alat Penelitian.....	12
3.3.2. Bahan Penelitian.....	16
3.3.3. Sintesis GO Menggunakan Metode <i>Liquid Phase Exfoliation</i>	16
3.3.4. Pengujian Demulsifikasi Dengan Menggunakan <i>Graphene Oxide</i>	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18

4.1	ANALISIS <i>GRAPHENE OXIDE</i> (GO) DALAM MEMECAHKAN EMULSI BERDASARKAN VARIASI KONSENTRASI DOSIS GO ...	19
4.1.1	Pengamatan perubahan warna emulsi setelah di demulsifikasi	19
4.1.2	Volume minyak berdasarkan variasi konsentrasi dosis GO.....	24
4.2	ANALISIS KADAR MINYAK DAN LEMAK, <i>TURBIDITY</i> , DAN SALINITAS	28
4.2.1	Kadar minyak dan lemak	28
4.2.2	<i>Turbidity</i>	29
4.2.3	Salinitas	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		32
5.1	KESIMPULAN	32
5.2	SARAN	32
DAFTAR PUSTAKA		33
LAMPIRAN		36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis tipe dari emulsi	7
Gambar 2.2 Struktur <i>Graphene Oxide</i> (GO)	8
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	11
Gambar 3.2 <i>Sieve Analysis</i> 400 Mesh.....	12
Gambar 3.3 Timbangan Digital.....	12
Gambar 3.4 Blender.....	12
Gambar 3.5 Sonikasi	13
Gambar 3.6 Gelas Kimia 250 ml.....	13
Gambar 3.7 Gelas Ukur 100 ml.....	13
Gambar 3.8 Mikropipet	14
Gambar 3.9 <i>Waterbath</i>	14
Gambar 3.10 <i>Stopwacht</i>	14
Gambar 3.11 <i>Spectrometer</i>	15
Gambar 3.12 <i>Turbidity meter</i>	15
Gambar 3.13 Salinitas Meter	15
Gambar 3.14 Botol Sampel	16
Gambar 4.1 Hasil Pengamatan Kestabilan Cairan Emulsi Tanpa <i>Demulsifier</i> GO.....	18
Gambar 4.2 Hasil Perubahan Warna Cairan Emulsi Dengan Dosis GO 10 ppm.....	19
Gambar 4.3 Hasil Perubahan Warna Cairan Emulsi Dengan Dosis GO 30 ppm.....	20
Gambar 4.4 Hasil Perubahan Warna Cairan Emulsi Dengan Dosis GO 50 ppm.....	21
Gambar 4.5 Hasil Perubahan Warna Cairan Emulsi Dengan Dosis GO 70 ppm.....	22
Gambar 4.6 Hasil Perubahan Warna Cairan Emulsi Dengan Dosis GO 90 ppm.....	23
Gambar 4.7 Hasil Perubahan Warna Cairan Emulsi Dengan Dosis GO 110 ppm.....	23

Gambar 4.8 Grafik Volume Minyak Yang Terpisah Dari Air	27
Gambar 4.9 Grafik Hasil Uji Minyak dan Lemak	28
Gambar 4.10 Grafik Hasil Uji <i>Turbidity</i>	29
Gambar 4.11 Grafik Hasil Uji Salinitas	30



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Volume Minyak Yang Terpisah Dari Air	25
Tabel 4.2 Hasil Uji Kadar Minyak dan Lemak, <i>Turbidity</i> , dan Salinitas	31



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sintesis <i>Graphene Oxide</i>	36
Lampiran 2 Persentase Penurunan Kadar Minyak dan Lemak, <i>Turbidity</i> , dan Salinitas	38
Lampiran 3 Hasil Pengujian Parameter.....	41
Lampiran 4 Keabsahan Data	42



DAFTAR SINGKATAN

FTIR	<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>
GO	<i>Graphene Oxide</i>
LPE	<i>Liquid Phase Exfoliation</i>
nm	<i>nanometer</i>
O/W	<i>Oil in Water</i>
O/W/O	<i>Oil in Water in Oil</i>
PPM	<i>Parts per Million</i>
PSU	<i>Practical Salinity Units</i>
UPT	<i>Unit Pelaksanaan Teknis</i>
Uv-Vis	<i>Ultra Violet-Visible</i>
W/O	<i>Water in Oil</i>
W/O/W	<i>Water in Oil in Water</i>



DAFTAR SIMBOL

%	<i>Percent</i>
°C	<i>Derajat celcius</i>
µm	<i>micro meter</i>
gr	<i>gram</i>
g/L	<i>gram per liter</i>
l	<i>liter</i>
kHz	<i>kilo hertz</i>
mg	<i>mili gram</i>
mg/L	<i>milligram per liter</i>
ml	<i>mili liter</i>



STUDI POTENSI *GRAPHENE OXIDE* SEBAGAI *DEMULSIFIER* DALAM MENGATASI EMULSI MINYAK DALAM AIR (O/W)

DEBY DAS AFANDI
163210406

ABSTRAK

Emulsi minyak dalam air akan berdampak buruk bagi industri migas apabila emulsi tidak diatasi seperti terjadinya *scale* pada *flowline*, *production line* hingga *gathering station* dan korosi pada *pipeline* serta juga berdampak buruk bagi lingkungan. Maka penelitian ini bertujuan untuk meneliti potensi *Graphene Oxide* sebagai *demulsifier*. GO disintesis dengan metode *Liquid Phase Exfoliation* (LPE). Penelitian ini berdasarkan pada konsentrasi dosis GO untuk melihat volume minyak yang terpisah dari air dan kadar minyak dan lemak, *turbidity* air dan salinitas. Pengujian GO terhadap emulsi dilakukan dengan metode *bottle test*. Setelah uji *bottle test* didapatkan bahwa dosis GO berpotensi untuk memecahkan kestabilan emulsi minyak dalam air yang telah terjadi perubahan warna cairan emulsi dari coklat tua ke warna coklat terang. Menandakan telah terjadi reaksi antara *Graphene Oxide* (GO) dengan emulsi. Dengan peningkatan dosis GO 10 ppm volume minyak yang terpisah diperoleh sebanyak 1,2 ml, dosis GO 30 ppm sebanyak 1,6 ml, dosis GO 50 ppm sebanyak 2 ml, dosis GO 70 ppm sebanyak 2,1 ml, dosis GO 90 ppm sebanyak 2,1 ml, dosis GO 110 ppm sebanyak 2,1 ml. Dosis optimum yang didapat yaitu dosis GO 70 ppm dengan volume minyak yang terpisah diperoleh sebanyak 2,1 selama 60 menit. Dosis GO dari 10 – 110 ppm menunjukkan penurunan kadar minyak dan lemak, *turbidity*, dan salinitas. Kadar minyak dan lemak yang diperoleh pada dosis GO 10 ppm sebesar 23 mg/L, dosis GO 30 ppm sebesar 15 mg/L, dosis GO 50 ppm sebesar 13 mg/L, dosis GO 70 ppm sebesar 12 mg/L, dosis GO 90 ppm sebesar 11 mg/L, dan dosis GO 110 ppm sebesar 10 mg/L. Kemudian *turbidity* pada dosis GO 10 ppm sebesar 10,11 NTU, dosis GO 30 ppm sebesar 5,02 NTU, dosis GO 50 ppm sebesar 4,56 NTU, dosis GO 70 ppm sebesar 3,12 NTU, dosis GO 90 ppm sebesar 2,31 NTU, dan dosis GO 110 ppm sebesar 2,29 NTU, serta salinitas pada dosis GO 10 ppm sebesar 3.438 PSU, dosis GO 30 ppm sebesar 2.972 PSU, dosis GO 50 ppm sebesar 2.762 PSU, dosis GO 70 ppm sebesar 2.652 PSU, dosis GO 90 ppm sebesar 2.551 PSU, dan dosis GO 110 ppm sebesar 2.549 PSU. Dosis terbaik yang diperoleh pada kadar minyak dan lemak, *turbidity*, dan salinitas yaitu dosis GO 110 ppm.

Kata Kunci : Emulsi, *Graphene oxide*, *Liquid phase exfoliation*, *Bottle test*

POTENTIAL STUDY OF GRAPHENE OXIDE AS A DEMULSIFIER ON OVERCOMING OF OIL IN WATER (O/W) EMULSIONS

DEBY DAS AFANDI
163210406

ABSTRACT

Oil-in-water emulsions will have a negative impact on the oil and gas industry if the emulsion is not handled, such as the occurrence of scale in the flowline, production line to gathering stations and corrosion in the pipeline and also has a bad impact on the environment. So this study aims to examine the potential of Graphene Oxide as a demulsifier. GO was synthesized by the Liquid Phase Exfoliation (LPE) method. This study is based on the concentration of GO dosage to see the volume of oil separated from water and oil and grease content, water turbidity and salinity. The GO test of the emulsion was carried out by the bottle test method. After the bottle test, it was found that the GO dose had the potential to break the stability of the oil-in-water emulsion where the color of the emulsion liquid had changed from dark brown to light brown. Indicates that there has been a reaction between Graphene Oxide (GO) and the emulsion. By increasing the dosage of GO 10 ppm the separate volume of oil was obtained as much as 1.2 ml, dosage of GO 30 ppm as much as 1.6 ml, dosage of GO 50 ppm as much as 2 ml, dosage of GO 70 ppm as much as 2.1 ml, dosage of GO 90 ppm as much as 2.1 ml, GO dosage of 110 ppm is 2.1 ml. The optimum dose obtained was 70 ppm GO dosage with a separate volume of oil obtained as much as 2.1 for 60 minutes. The GO dosage of 10 – 110 ppm showed a decrease in oil and grease content, turbidity, and salinity. The oil and grease levels obtained at a dosage of GO 10 ppm were 23 mg/L, a dosage of GO 30 ppm was 15 mg/L, a dosage of GO 50 ppm was 13 mg/L, a dosage of GO 70 ppm was 12 mg/L, a dosage of GO 90 ppm is 11 mg/L, and the GO dosage is 110 ppm at 10 mg/L. Then the turbidity of water at a dosage of 10 ppm GO is 10.11 NTU, a dosage of GO 30 ppm is 5.02 NTU, a dosage of GO 50 ppm is 4.56 NTU, a dosage of GO 70 ppm is 3.12 NTU, a dosage of GO 90 ppm is 2.31 NTU, and GO dosage of 110 ppm was 2.29 NTU, and salinity at dosage of GO 10 ppm was 3,438 PSU, dosage of GO 30 ppm was 2,972 PSU, dosage of GO 50 ppm was 2,762 PSU, dosage of GO 70 ppm was 2,652 PSU, the GO dosage of 90 ppm was 2,551 PSU, and the GO dosage of 110 ppm was 2,549 PSU. The best dosage obtained for oil and grease content, turbidity, and salinity was the GO dosage of 110 ppm.

Keywords: Emulsion, Graphene oxide, Liquid phase exfoliation, Bottle test

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Saat proses produksi minyak bumi, minyak dan air ikut terproduksi secara bersamaan, sehingga emulsi akan terbentuk. Emulsi itu sendiri merupakan dua cairan yang pada kondisi alamiah tidak saling bercampur, namun pada suatu kondisi menyatu menjadi satu fasa (Erfando, Khalid, & Safitri, 2019). Semakin tua suatu sumur minyak maka akan semakin besar kandungan air yang ikut terproduksi, emulsi yang terbentuk dapat menyebabkan berbagai masalah dalam proses (Andry & Yoga, 2011). Emulsi yang terjadi jika tidak diatasi akan menyebabkan terjadinya *scale* pada *flowline*, *production line*, hingga *gathering station* dan juga dapat menyebabkan terjadinya korosi pada *pipeline*. Selain itu, juga berdampak buruk untuk industri migas dan lingkungan apabila emulsi yang belum diatasi dibuang ke lingkungan (Saad et al., 2019) sehingga diperlukan cara untuk menimalisirnya. Emulsi ini dapat dipecahkan di *Wash Tank* sehingga minyak dan air terpisahkan.

Emulsi ini dapat dipecahkan dengan menggunakan berbagai macam metode antara lain metode *thermal*, metode mekanik, metode listrik, dan metode kimia (Putri, Hariyadi, Mursalin, & Andarwulan, 2020). Semua metode demulsifikasi telah banyak dilakukan, namun sebagian besar pemisahan mahal dan memakan waktu sehingga perlu untuk metode efisien dan cepat dalam mengatasi emulsi tersebut (Liu et al., 2015).

Sebuah penemuan material yang sangat menarik beberapa tahun terakhir yaitu penemuan nanomaterial dua dimensi yang sangat tipis. Saat ini yang ditemukan adalah *Graphene Oxide* (GO). Keistimewaan yang dimiliki *Graphene Oxide* yaitu memiliki sifat ketahanan termal, mekanik dan elektrik yang baik (Alanyalioglu, Jose, Oro-Sole, & Casan-Pastor, 2012). Seperti meningkatkan konduktivitas listrik yang tinggi sebesar $550 \Omega - 1 \text{ cm}^{-1}$ (Pranata, Lasmana, Safriani, Syakir, & Fitrilawati, 2015) dan sifat transparansi optik yang baik hingga 98 % (Rafitasari et al., 2016) dan ketebalan lapisan yang dimilikinya sekitar $1,1 \pm 0,2 \text{ nm}$ (Schniepp et al., 2006).

Graphene Oxide (GO) itu sendiri telah ditemukan potensinya dalam memisahkan minyak sebagai *demulsifier* yang sangat efisien, cepat dan ramah lingkungan (Fang et al., 2016). *Graphene Oxide* (GO) ini merupakan bahan kimia yang berasal dari bahan anorganik. GO mengandung gugus hidrofilik dan hidrofobik (Liu et al., 2015) sehingga GO dapat menggabungkan molekul minyak yang tersebar dalam emulsi dengan cepat membentuk fasa minyak dan terpisah dengan fasa air sehingga emulsi dapat terpisahkan (H. Wang et al., 2016).

Dalam penelitian ini melakukan potensi *Graphene Oxide* yang berasal dari limbah karbon baterai Zn-G. Limbah baterai itu sendiri merupakan limbah yang berbahaya, beracun, dan tidak dapat di daur ulang dikarenakan mengandung logam berat seperti merkuri, mangan, timbal, nikel, lithium, dan kadmium. Jika limbah baterai dibuang sembarangan, kandungan berbahaya yang ada pada baterai akan mencemari air tanah penduduk dan membahayakan kesehatan (Bararah, 2011).

Penelitian ini melakukan sintesis GO dengan metode *Liquid Phase Exfoliation* (LPE). Seperti diketahui metode LPE ini memanfaatkan sinar gelombang pada sonikasi untuk membantu surfaktan melemahkan ikatan *Van Der Waals* dalam memecahkan lapisan *graphite* dan tidak memerlukan biaya yang besar (M. Zhou et al., 2014). Sonikasi dilakukan dengan waktu yang lebih lama, agar pengelupasan pada lembaran GO dapat secara maksimal (Junaidi & Susanti, 2014). Semakin lama waktu sonikasi dilakukan dapat menghasilkan pengelupasan pada lembaran GO yang lebih baik serta ukuran seluruh partikel mendapatkan energi yang sama besar sehingga ukuran partikel akan menjadi lebih homogen dan lembaran GO yang didapat lebih tipis (Ling, Yee, & Jaafar, 2017). Hal ini dikarenakan gelombang yang dihasilkan dari sonikasi dapat memisahkan pengendapan partikel dan terjadi dispersi sempurna dengan penambahan surfaktan sebagai penstabil (Delmifiana, 2013). Pengujian potensi dari *Graphene Oxide* sebagai *demulsifier* dilakukan dengan menggunakan *bottle test*.

1.2. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Menganalisis potensi *Graphene Oxide* (GO) dalam memecahkan kestabilan emulsi melalui volume minyak yang terpisah berdasarkan variasi konsentrasi dosis GO.
2. Menganalisis kadar minyak dan lemak, *turbidity*, dan salinitas.

1.3. MANFAAT PENELITIAN

1. Manfaat penelitian memberikan inovasi baru pada produksi migas dengan memanfaatkan *Graphene Oxide* sebagai metode demulsifikasi.
2. Memanfaatkan limbah baterai Zn-C menjadi bahan yang berdaya guna dan berteknologi tinggi.

1.4. BATASAN MASALAH

Dalam penelitian ini membatasi permasalahan agar lebih terarah dan tidak menyimpang jauh dari tujuan yang di maksud. Peneliti hanya membahas tentang :

1. Pembuatan *Graphene Oxide* dengan menggunakan limbah batang karbon dari Baterai Zn-C.
2. Tidak melakukan karakterisasi pada *Graphene Oxide*.
3. Melakukan pengujian berdasarkan variasi dosis GO.
4. Untuk kinerja *demulsifier* dengan menggunakan *bottle test*.
5. Penelitian hanya dilakukan dalam skala laboratorium tidak diterapkan dilapangan.
6. Sampel emulsi diambil dari *wash tank* lapangan X.
7. Penelitian mendapatkan nilai kadar minyak dan lemak, *turbidity* dan salinitas untuk mempermudah proses *water treatment*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Al-Quran, Allah berfirman dalam (Q.S Al-A'raf: 56) “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.

Penelitian ini terkait dengan ayat Al-Qur'an tersebut, dimana penelitian ini menjelaskan tentang bagaimana memanfaatkan limbah karbon baterai Zn-C yang dijadikan sebagai *Graphene Oxide* dalam mengatasi emulsi guna untuk mengurangi pemakaian bahan kimia agar tidak mencemari lingkungan hidup.

2.1. STATE OF THE ART

Penelitian yang dilakukan oleh (Rafitasari et al., 2016) melakukan sintesis GO dengan menggunakan metode *hummers*. Penelitian ini menunjukkan hasil bahwa karakterisasi dengan menggunakan UV-VIS dari GO menunjukkan dua puncak serapan dengan panjang gelombang 230 nm dan 300 nm pada orbital tertentu. Pada daerah panjang gelombang tinggi ataupun energi rendah, nilai dari absorbansi GO menuju nol. Hal tersebut menunjukkan nilai sifat semikonduktif dari GO. Sedangkan, hasil dari uji spektrofotometri FTIR dapat terlihat bahwa puncak lebar dan panjang gelombang 3000-3700 nm dan puncak tajam yang dimiliki GO pada 1632 nm.

Penelitian sintesis GO juga dilaksanakan (Wisnuwijaya, 2016) dengan menggunakan metode *Liquid Phase Exfoliation* dan RCMS berbahan dasar *graphite* dari batang karbon baterai Zn-C. Metode *Liquid Phase Exfoliation* menghasilkan GO dengan karakterisasi puncak absorbansi sebesar 3,742 pada panjang gelombang 227,5 nm yang di uji menggunakan spektrofotometr Uv-Vis. Pada metode *Liquid phase Exfoliation* juga dilakukan pengujian menggunakan SEM-EDX agar mengetahui jumlah unsur pada *sample*, hingga terbaca jumlah persentase massa C sebanyak 83,5% setelah dilakukannya sonikasi. Dan pada

penggunaan metode RCMS dihasilkan karakterisasi puncak absorbansi GO sebesar 4,198 dengan panjang gelombang 230,5 nm.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh (Fang et al., 2016) melakukan demulsifikasi dengan GO terhadap emulsi minyak dalam air pada antarmuka minyak mentah/air untuk melihat mekanisme demulsifikasi secara sistematis pada emulsi minyak mentah/air. Bahan yang digunakan suspensi GO 1 wt% (Aladdin chemistry Co., Ltd. China). Sampel yang digunakan air limbah berminyak yang mengandung *polymer waterflood* 50 mg/L dan crude oil diperoleh dari lapangan minyak lepas pantai di China. Demulsifikasi yang dilakukan dengan menambahkan suspensi GO 25 ml ke dalam emulsi minyak dalam air di tabung *colorimeter*, kemudian diguncang 200 kali agar GO dan emulsi tercampur seragam. Dosis GO yang digunakan bervariasi 0 ppm, 50 ppm, 75 ppm, 100 ppm, 150 ppm, dan 200 ppm, dengan temperatur yang bervariasi yaitu 25 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C, dan 65 °C. Hasil penelitian menunjukkan setelah suspensi GO ditambahkan, stabilitas emulsi langsung hancur, dan proses pemisahan minyak/air dipercepat dengan meningkatkan suhu dan dosis GO. kemampuan GO dapat menurunkan tegangan antarmuka emulsi secara luas dan GO aktif secara antarmuka, serta meningkat dengan peningkatan dosis GO.

Penelitian yang dilakukan (Liu et al., 2015) melakukan demulsifikasi dengan didorong oleh *Graphene Oxide*. GO yang digunakan *graphite powder* (~20 µm, Sigma-Aldrich), kemudian GO disintesis menggunakan metode *hummers* yang dimodifikasi. Sampel yang digunakan *medium/heavy crude oil* dari Tahe *oilfield* (Xingjiang province, China) dan Shengli *oilfield* (Shangdong province, China). Sampel yang digunakan 50 g/L dan 100 g/L, kemudian dosis GO yang digunakan dari 20–80 mg/L dan pengujian dilakukan dengan menggunakan *bottle test*. Hasil dari penelitian ini menghasilkan dosis optimal GO yang digunakan 30 mg/L dan 60 mg/L dan efisiensi demulsifikasi mencapai 99,95 % dan 99,94 %.

Dan penelitian terbaru dilakukan oleh (Othman et al., 2018) melakukan penelitian menggunakan bahan *graphite powder* (COMAK) kemudian disintesis dengan metode *hummers* yang dimodifikasi. Sampel yang digunakan 20 ml *crude oil* dan 60 ml *brine water* yang diformulasi (air laut dan air produksi dengan perbandingan 40:60) pada *Field D*. Kemudian peneliti melakukan dengan

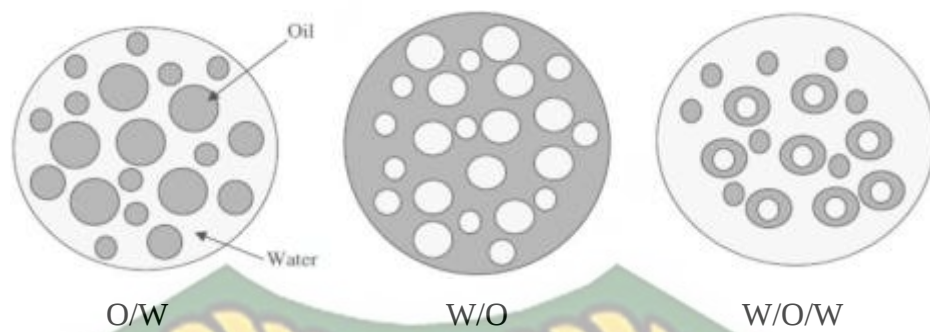
konsentrasi 20-100 ppm selama 30-240 menit, hasil menunjukkan ketika konsentrasi GO 20 ppm dimasukkan kedalam emulsi, menghasilkan konsentrasi O/W menjadi 90,5 ppm selama 30 menit, namun pada saat konsentrasi GO diambang batas menghasilkan konsentrasi O/W lebih tinggi. Dosis optimum GO 20-40 ppm pada penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketika konsentrasi GO lebih banyak/diambang batas, akan menghasilkan konsentrasi O/W lebih tinggi, hal ini mungkin setelah demulsifikasi, disebabkan oleh distribusi dispersi GO lebih terdistribusi di fasa air, sehingga minyak yang teradsorpsi pada permukaan GO menyebabkan sedikit peningkatan pada sampel air yang dipisahkan.

2.2 EMULSI

Pada saat proses produksi, minyak dan gas bumi umumnya akan terproduksi secara bersamaan dengan air. Air yang diproduksi terjadi dalam dua cara, dimana sebagian air dapat diproduksi sebagai *free water*, dan sebagian air dapat diproduksi dalam bentuk emulsi (Erfando, Rita, & Cahyani, 2018).

Emulsi merupakan dua senyawa kimia yang bergabung tidak saling larut, sehingga membentuk suatu campuran yang sulit dipisahkan. Dalam proses pencampuran, tetesan kecil terbentuk karena *immiscible* dari cairan. Tetesan tersebut diukur dalam mikro (μm), pada emulsi yang stabil ukuran tetesan berkisar dari 0,1 μm dan 100 μm untuk emulsi yang tidak stabil. Emulsi biasanya terdapat dua fase, yaitu fase terdispersi atau internal dan fase kontinyu atau eksternal (Sulaimon, Umoh, & Adeyemi, 2015).

Menurut (Aris & Master, 2011) ada tiga jenis umum bentuk dari emulsi diantaranya water-in-oil (W/O) emulsi, oil-in-water (O/W) emulsi dan emulsi berganda water-in-oil-in-water (W/O/W) dan oil-in-water-in-oil (O/W/O) dalam industri minyak dan gas bumi sangat jarang dihadapi. Jenis emulsi yang umum sering dihadapi adalah tipe water-in-oil (W/O).



Gambar 2.1 Jenis tipe dari emulsi (Saad et al., 2019)

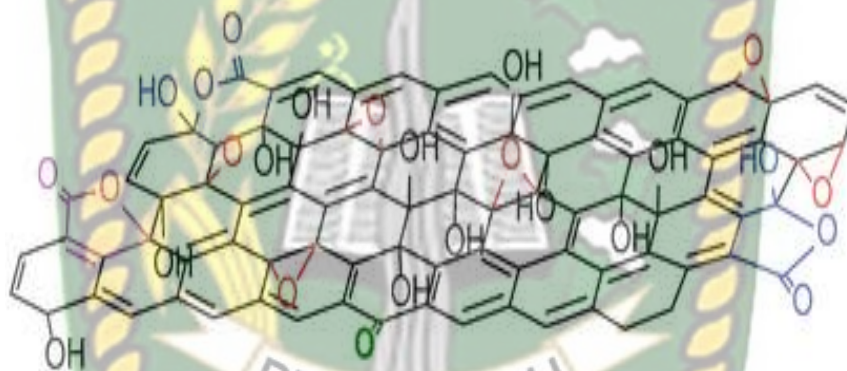
Sedangkan dalam penelitian ini mengatasi emulsi minyak dalam air, dalam jenis emulsi ini, dimana fasa internal adalah minyak dan, fasa eksternal adalah air. Emulsi minyak dalam air adalah istilah di industri minyak dan gas bumi yang menjelaskan tentang bercampurnya air dengan minyak dan lemak dalam suatu bentuk yang disebut emulsi.

Untuk itu perlunya metode demulsifikasi dalam mengatasi emulsi yang terjadi, demulsifikasi merupakan sebagai alat pemecah minyak mentah emulsi ke dalam fase air dan minyak yang tidak homogen, hal ini telah diteliti secara luas bahwa emulsi terjadi setiap hari pada setiap pengolahan (A Issaka, 2015). Metode yang digunakan dalam demulsifikasi emulsi diantaranya metode *thermal*, mekanik, listrik, dan kimiawi (Putri et al., 2020). Diantara metode-metode tersebut, metode kimiawi sebagai *demulsifier* merupakan metode paling banyak diaplikasikan di industri perminyakan karena proses pemisahannya paling efisien dibandingkan dengan metode yang lain (Saad et al., 2019). Akan tetapi, dari semua metode demulsifikasi ini telah banyak dilakukan, namun sebagian besar pemisahan mahal dan memakan waktu sehingga perlu untuk metode efisien dan cepat dalam mengatasi emulsi tersebut (Liu et al., 2015).

2.3 GRAPHENE OXIDE (GO)

Carbon nanoparticle atau *carbon nanotubes* atau *carbon nanofibers* adalah bahan populer yang sedang diteliti pada abad ke-21 (Hossain & Islam, 2013). Menurut (Mursyidah, Novriansyah, Rita, & Husbani, 2015) nanopartikel merupakan material atom atau molekul yang direkayasa dalam skala nanometer, biasanya berukuran kisaran dari 100-1 nanometer.

Salah satu jenis nanopartikel karbon yang populer diteliti saat ini yaitu *Graphene Oxide*, dimana GO memiliki susunan lapisan tunggal atom karbon yang merupakan material dua dimensi (2D) seperti sarang lebah (Geim & Novoselov, 2007) dan satu lembaran setipis satu atom. Hal yang menarik dari *Graphene Oxide* yaitu karakteristik susunan atom karbon yang hampir sempurna dan teratur (Terrones et al., 2010). *Graphene* ditemukan pada tahun 2004 oleh Andre K. Geim dan Konstantin Novoselov yang terdiri dari satu lapis *graphite* (Randviir, Brownson, & Banks, 2014). Susunan *graphene* dari satu lapisan dengan lapisan lain berikatan *van der Waals* disebut material *graphite* (Rafitasari et al., 2016). *Graphite* merupakan material yang terdiri dari tumpukan lembaran-lembaran *graphene*.



Gambar 2.2 Struktur *Graphene Oxide* (GO)

Penelitian ini menggunakan limbah karbon baterai Zn-C yang digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan nanomaterial *Graphene Oxide* (GO), kemudian GO disintesis dengan menggunakan metode *Liquid Phase Exfoliation* (LPE). Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Coleman dkk pada tahun 2008. Metode ini yang mana merupakan salah satu sintesis *graphene* dengan menggunakan surfaktan. Dimana surfaktan berguna untuk meningkatkan eksfoliasi *graphite* menjadi GO dan menstabilkan *graphene* tereksfoliasi di dalam air dan pelarut organik. Dengan mengoksidasi *graphene* secara kimiawi, lapisan-lapisan yang teroksidasi akan mengelupas membentuk lembaran tunggal dengan ikatan sangat kuat yang disebut lembaran GO.

Penggunaan surfaktan membantu melemahkan ikatan *Van Der Waals* antar lembaran-lembaran GO pada *graphite*. Apabila konsentrasi surfaktan besar yang digunakan maka semakin tipis lembaran *graphene* yang di dapat, sebaliknya

semakin kecil konsentrasi surfaktan yang digunakan, maka akan semakin tebal lembaran *graphene* yang didapatkan (Wang, Yi, & Shen, 2016). Sintesis yang dilakukan metode LPE dengan mencampurkan serbuk *graphite* kedalam larutan surfaktan anionik. Proses sonikasi yang telah dilakukan adanya gaya pengikisan dan kavitasi yang menyebabkan kemunculan dan pemecahan gelembung berukuran mikrometer (Ciesielski & Samorì, 2014). Metode ini merupakan metode sederhana yang tidak memerlukan banyak penggunaan bahan kimia.

Graphene Oxide telah banyak dikembangkan dan digunakan secara luas untuk mengaplikasikan penemuan-penemuan yang baru dan tentunya dengan pengaplikasi dan bahan yang berbeda. Meskipun banyak penelitian mengenai aplikasi *Graphene Oxide* ini, di Indonesia sendiri masih belum banyak melakukan penelitian untuk pengembangan lebih lanjut pada material ini.

BAB III

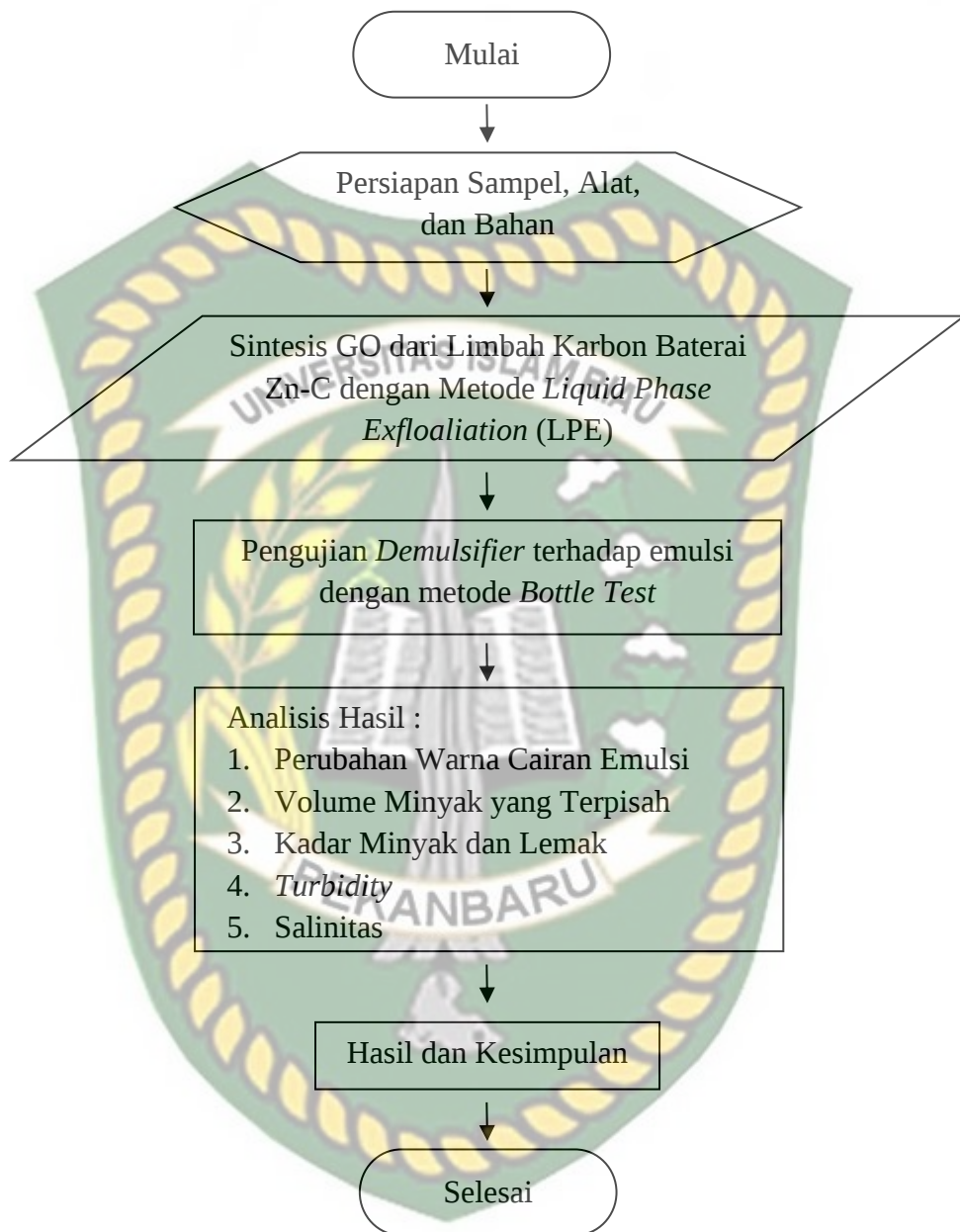
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. URAIAN METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang akan dilakukan pada penelitian merupakan metode *Experiment Reseach* dengan menguji potensi dari *Graphene Oxide* dalam proses demulsifikasi untuk mengatasi emulsi minyak dalam air. Bahan dasar pembuatan GO dari baterai Zn-C, GO disintesis dengan menggunakan metode *Liquid Phase Exfoliation*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *bottle test*.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium, data dari penelitian ini merupakan data primer sedangkan data sekunder di ambil dari teori-teori pendukung dari jurnal-jurnal penelitian dan buku yang berhubungan dengan topik penelitian ini. Setelah hasil dari penelitian didapatkan, maka akan dilakukan analisis data yang mengarah kepada tujuan peneltian.

3.2. FLOWCHART PENELITIAN



Gambar 3.1 Flow Chart Penelitian

3.3. ALAT, BAHAN, DAN PROSEDUR

3.3.1. Alat Penelitian

1. *Sieve analysis* berfungsi untuk menyaring sampel.



Gambar 3.2 *Sieve Analysis 400 Mesh*

2. Timbangan digital berfungsi sebagai untuk menimbang berat dari bahan-bahan yang akan digunakan.



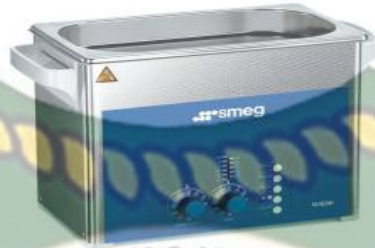
Gambar 3.3 Timbangan Digital

3. Blender berfungsi untuk menghaluskan batang karbon baterai Zn-C.



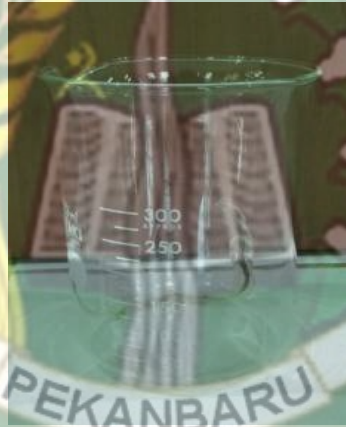
Gambar 3.4 Blender

4. Sonikasi berfungsi untuk memecahkan molekul dan sel pada sampel penelitian.



Gambar 3.5 Sonikasi

5. Gelas kimia 250 ml berfungsi untuk menampung larutan hasil sintesis GO.



Gambar 3.6 Gelas Kimia 250 ml

6. Gelas ukur 100 ml berfungsi sebagai tempat pengujian sampel.



Gambar 3.7 Gelas Ukur 100 ml

7. Mikropipet berfungsi untuk alat pemberian dosis kedalam sampel.



Gambar 3.8 Mikropipet

8. *Waterbath* berfungsi sebagai tempat pemanasan dan pengujian sampel.



Gambar 3.9 *Waterbath*

9. *Stopwatch* berfungsi untuk pengecekan waktu dalam proses pengerjaan.



Gambar 3.10 *Stopwacth*

10. *Spectrometer* berfungsi untuk mendapatkan nilai kadar minyak dan lemak.



Gambar 3.11 *Spectrometer*

11. Turbidity meter berfungsi untuk mendapatkan nilai *turbidity*.



Gambar 3.12 *Turbidity meter*

12. Salinitas meter berfungsi untuk mengukur nilai salinitas



Gambar 3.13 *Salinitas Meter*

13. Botol Sampel berfungsi sebagai tempat sampel.



Gambar 3.14 Botol Sampel

3.3.2. Bahan Penelitian

1. Batang karbon baterai Zn-C : sebagai untuk bahan dasar sintesis GO
2. Emulsi minyak dalam air (O/W)
3. Aquades
4. Surfaktan LAS (*Linear Alkylbenzene Sulfonate*)

3.3.3. Sintesis GO Menggunakan Metode *Liquid Phase Exfoliation*

Adapun prosedur yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Kemudian membuka baterai dan mengambil batang karbon baterai.
3. Menghaluskan karbon baterai dengan menggunakan blender lalu digiling hingga menjadi serbuk halus.
4. Kemudian di *sieve* menggunakan 400 *mesh* serbuk *graphite* tersebut.
5. Melakukan kalibrasi untuk menimbang bahan pada timbangan digital.
6. Kemudian mencampurkan serbuk *graphite* dengan surfaktan perbandingan 1:1.
7. Setelah itu, campuran dimasukkan ke dalam aquades sebanyak 100 ml menggunakan gelas ukur. Lalu campuran tersebut diblender selama 5 menit.

8. Kemudian sampel yang telah tercampur, dilakukan sonikasi dengan waktu yaitu 4 jam dengan frekuensi 40 kHz.
9. Kemudian sampel setelah sonikasi di endapkan selama 24 jam.
10. Setelah diendapkan, larutan dan endapan dipisahkan kemudian larutan tersebut digunakan sebagai *demulsifier* pemecah emulsi.

3.3.4. Pengujian Demulsifikasi Dengan Menggunakan *Graphene Oxide*

Pengujian dilakukan dengan menggunakan *bottle test*, adapun prosedur untuk pengujian ini yaitu :

1. Menyiapkan alat dan sampel yang akan digunakan.
2. Masukkan sampel emulsi ke dalam gelas ukur 100 ml.
3. Lalu, masukkan larutan GO yang dijadikan *demulsifier* kedalam emulsi menggunakan mikropipet dengan variasi konsentrasi dosis GO sebanyak 10 ppm, 30 ppm, 50 ppm, 70 ppm, 90 ppm, dan 110 ppm. Kemudian dikocok sebanyak 100 kali.
4. Kemudian, letakkan sampel ke dalam *waterbath* pada suhu 50 °C serta amati pemisahan setiap 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit, lalu catat dan foto volume minyak yang terpisah dan perubahan warna yang terjadi.
5. Setelah pemisahan selesai selama 1 jam, ukur nilai kadar minyak dan lemak, *turbidity* dan salinitas.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan hasil kemampuan *Graphene Oxide* (GO) untuk memecahkan kestabilan emulsi minyak dalam air (O/W). GO yang di teliti adalah GO yang disintesis menggunakan metode *Liquid Phase Exfoliation* (LPE) dari bahan baterai Zn-C. Potensi GO ini di analisis berdasarkan variasi konsentrasi dosis GO yang di *shake*. Selanjutnya akan dijelaskan pula tentang karakteristik kadar minyak dan lemak, *turbidity*, dan salinitas setelah menggunakan GO sebagai *demulsier*.

Pengujian terhadap cairan emulsi dilakukan terlebih dahulu melalui pengamatan kestabilan cairan emulsi tanpa menggunakan *demulsifier* GO.



Gambar 4.1 Hasil Pengamatan Kestabilan Cairan Emulsi Tanpa *Demulsifier* GO

Hasil pengamatan terhadap stabilitas emulsi tanpa penggunaan *demulsifier* GO berdasarkan waktu. Diperoleh bahwa pada menit ke-10 tidak terjadi sama sekali pemisahan minyak dalam air. Ketika di amati menit ke-20 juga tidak terjadi pemisahan minyak dalam air. Ketika dilanjutkan menit ke 30, 40, 50, dan 60 juga

tidak terjadi pemisahan minyak dalam air. Begitu pula tidak ada perubahan warna cairan emulsi yang awalnya berwarna coklat tua selama 1 jam dan tidak terpisahnya volume minyak yang terdapat dalam air. Oleh karena itu emulsi yang digunakan dalam penelitian ini stabil selama 60 menit.

Untuk memecahkan kestabilan emulsi yang diteliti pada tugas akhir ini yang berasal dari lapangan X. Maka pada sub bab berikut ini akan di analisis *Graphene Oxide* (GO) sebagai *demulsifier*.

4.1 ANALISIS *GRAPHENE OXIDE* (GO) DALAM MEMECAHKAN EMULSI BERDASARKAN VARIASI KONSENTRASI DOSIS GO

4.1.1 Pengamatan perubahan warna emulsi setelah didemulsifikasi

a. Konsentrasi Dosis GO 10 ppm



Gambar 4.2 Hasil Perubahan Warna Cairan Emulsi Dengan Dosis GO 10 ppm

Gambar 4.2 menunjukkan hasil pengamatan dengan menggunakan dosis GO 10 ppm selama 1 jam. Ini dilakukan untuk mendapatkan seberapa cepat kemampuan GO mampu memecahkan kestabilan emulsi O/W. Pengamatan

dilakukan dengan melihat perubahan warna setiap 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit. Diperoleh dari hasil pengamatan bahwa pada menit ke-10 telah terjadi perubahan warna cairan emulsi yang awalnya berwarna coklat tua menjadi lebih terang. Pada menit ke-20 perubahan warna cairan emulsi kelihatan lebih cerah dibandingkan dengan menit ke-10. Kemudian ketika pengamatan pada menit ke-30 warna cairan emulsi semakin cerah dibandingkan pengamatan menit ke-20. Pada menit ke-40 warna cairan emulsi lebih cerah dibandingkan menit ke-30. Pada menit ke-50 warna cairan emulsi lebih cerah pula dibandingkan menit ke-40 dan menit ke-60 warna cairan emulsi lebih cerah lagi.

Berdasarkan perubahan warna yang diamati tersebut dapat dikatakan bahwa dengan hanya dosis GO 10 ppm telah mampu bereaksi dengan cairan emulsi.

b. Konsentrasi Dosis GO 30 ppm



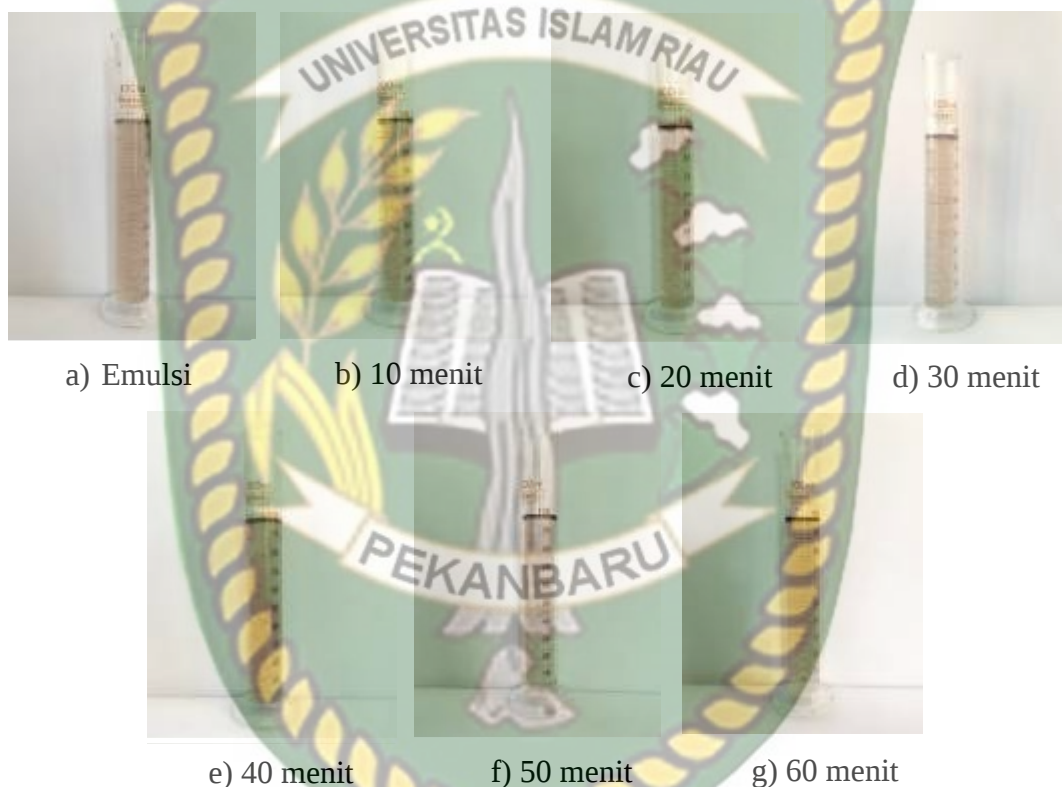
Gambar 4.3 Hasil Perubahan Warna Cairan Emulsi Dengan Dosis GO 30 ppm

Gambar 4.3 menunjukkan pada menit ke-10 hingga menit ke-60 dengan prosedur yang sama dengan dosis GO 10 ppm didapati bahwa perubahan warna cairan emulsi telah terjadi pada menit ke-10 begitu juga perubahan warna semakin

cerah pada menit ke-20. Semakin cerah lagi pada menit ke-30. Semakin cerah juga pada menit ke-40 dan menit ke-50. Dan menit ke-60 didapatkan warna yang lebih cerah dibandingkan menit-menit sebelumnya.

Berdasarkan pengamatan yang diamati bahwa dosis GO 30 ppm pada menit ke 10 sampai 60 kecerahannya lebih cerah dibandingkan dengan waktu yang sama pengamatannya dibandingkan dengan menggunakan konsentrasi dosis GO 10 ppm.

c. Konsentrasi Dosis GO 50 ppm



Gambar 4.4 Hasil Perubahan Warna Cairan Emulsi Dengan Dosis GO 50 ppm

Pada dosis GO 50 ppm didapatkan bahwa perubahan kecerahan berdasarkan per 10 menit hingga 1 jam lebih cerah dibandingkan dosis GO 10 dan 30 ppm. Dan ini dapat dikatakan bahwa dosis GO 50 ppm lebih efektif memecahkan emulsi dibandingkan dosis GO 10 dan 30 ppm.

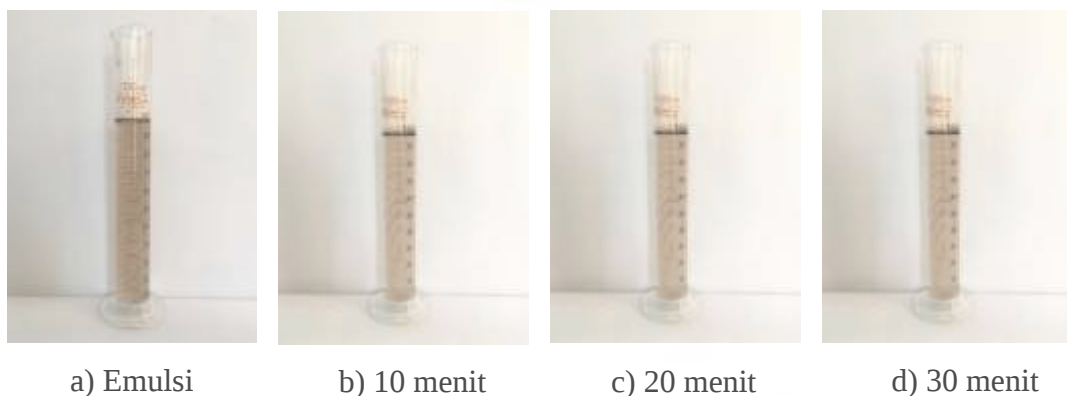
d. Konsentrasi Dosis GO 70 ppm



Gambar 4.5 Hasil Perubahan Warna Cairan Emulsi Dengan Dosis GO 70 ppm

Diperoleh bahwa dosis GO 70 ppm telah mencerdahkan perubahan warna. Pada setiap 10 menit pengamatan tersebut lebih cerah lagi dibandingkan hasil pengamatan terhadap dosis GO 10, 30, dan 50 ppm. Ini membuktikan bahwa dosis GO 70 ppm mampu lebih kuat bereaksi dengan emulsi untuk memecahkan emulsi O/W.

e. Konsentrasi Dosis GO 90 ppm





e) 40 menit

f) 50 menit

g) 60 menit

Gambar 4.6 Hasil Perubahan Warna Cairan Emulsi Dengan Dosis GO 90 ppm

Pada dosis GO ditingkatkan 90 ppm dengan prosedur pengamatan yang sama diperoleh bahwa perubahan warna cairan emulsi semakin cerah dibandingkan dengan dosis GO 10, 30, 50, dan 70 ppm. Dan ini menandakan dengan dosis GO 90 ppm mampu memisahkan minyak yang berada dalam air, dengan begitu perubahan warna cairan emulsi lebih semakin terang dibandingkan dengan dosis GO 10, 30, 50, dan 70 ppm.

f. Konsentrasi Dosis GO 110 ppm

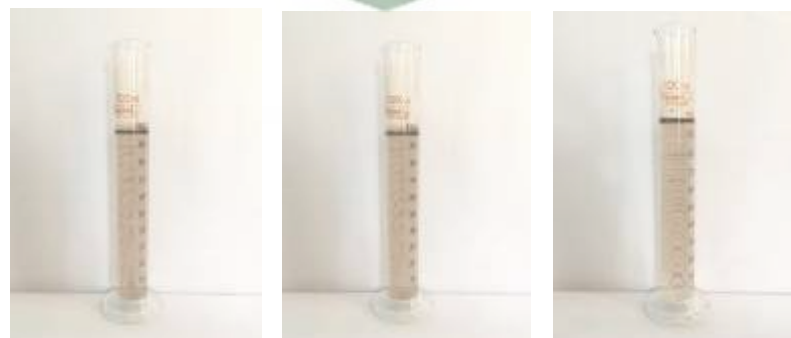


a) Emulsi

b) 10 menit

c) 20 menit

d) 30 menit



e) 40 menit

f) 50 menit

g) 60 menit

Gambar 4.7 Hasil Perubahan Warna Cairan Emulsi Dengan Dosis GO 110 ppm

Pada menit pengamatan yang sama pula setiap 10 menit dalam waktu selama 1 jam, hasil perubahan warna cairan emulsi yang diamati dengan menggunakan dosis GO 110 ppm lebih cerah dibandingkan dosis GO 10, 30, 50, 70 dan 90 ppm. Ini menandakan bahwa dengan menggunakan dosis GO 110 ppm lebih mampu untuk memecahkan kestabilan emulsi minyak dalam air sehingga minyak yang berada didalam air terpisahkan dengan begitu warna cairan emulsi menjadi lebih cerah dibandingkan dengan dosis GO 10, 30, 50, 70, dan 90 ppm.

Berdasarkan keseluruhan hasil pengamatan terhadap perubahan warna cairan emulsi diperoleh bahwa konsentrasi dosis GO sangat berpengaruh terhadap proses pemecahan kestabilan emulsi. Ini ditandai dengan setiap peningkatan dosis GO terjadi perubahan warna cairan emulsi dari coklat tua hingga diperoleh warna yang lebih cerah.

Perubahan warna ini menandai telah terjadinya reaksi antara GO sebagai *demulsifier* terhadap emulsi yang awalnya stabil. Ketika GO bersentuhan dengan emulsi terjadi reaksi gaya tarik menarik gugus hidrofilik dan hidrofobik terhadap emulsi. Dimana gugus hidrofilik menarik molekul air sedangkan gugus hidrofobik menarik molekul minyak yang berada dalam emulsi. Gugus hidrofobik menarik molekul minyak yang berada dalam air sehingga minyak terpisah dari air dan minyak akan menguap keatas permukaan sedangkan gugus hidrofilik menarik molekul air sehingga membuat air terpisah dari molekul minyak. Setelah minyak yang berada didalam air terpisah maka cairan emulsi akan mengalami perubahan warna yang awalnya berwarna coklat tua menjadi lebih cerah. Perubahan warna ini diikuti dengan dengan konsentrasi dosis GO yang akan digunakan, dimana semakin meningkat dosis GO yang digunakan maka perubahan warna cairan emulsi juga lebih semakin meningkat kecerahannya.

4.1.2 Volume minyak berdasarkan variasi konsentrasi dosis GO

Hasil penelitian tentang pemisahan emulsi minyak dalam air telah di analisis volume minyak yang terpisah dari air.

Tabel 4.1 Hasil Volume Minyak Yang Terpisah Dari Air

No Sampel	Dosis (ppm)	Volume Emulsi (ml)	Volume minyak (ml)					
			10'	20'	30'	40'	50'	60'
1	Blank	100	0	0	0	0	0	0
2	10	100	0,4	0,6	0,8	0,9	1	1,2
3	30	100	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6
4	50	100	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
5	70	100	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1
6	90	100	1,2	1,4	1,7	1,9	2	2,1
7	110	100	1,3	1,6	1,8	1,9	2	2,1

Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengamatan dengan menggunakan dosis GO 10 ppm selama 1 jam. Pengamatan dilakukan dengan melihat bertambahnya volume minyak setiap 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit. Diperoleh dari hasil pengamatan bahwa pada menit ke-10 telah diperoleh volume minyak yang terpisah awalnya 0 ml menjadi 0,4 ml. Pada menit ke-20 volume minyak yang dihasilkan sebanyak 0,6 ml yang lebih banyak dibandingkan dengan menit ke-10. Kemudian ketika pengamatan pada menit ke-30 volume minyak yang diperoleh sebanyak 0,8 ml yang mana lebih banyak dibandingkan pengamatan menit ke-20. Pada menit ke-40 volume emulsi yang diamati sebanyak 0,9 ml yang juga lebih banyak dibandingkan menit ke-30. Pada menit ke-50 volume minyak yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan menit ke-40 yaitu sebanyak 1 ml dan menit ke-60 volume minyak yang dihasilkan adalah 1,2 ml. Ini menandakan bahwa dengan hanya dosis GO 10 ppm telah mampu memperoleh pemisahan volume minyak setiap 10 menit

Hasil pada menit ke-10 hingga menit ke-60 dengan pengamatan yang sama dengan dosis GO 30 ppm didapati bahwa volume minyak telah meningkat pada menit ke-10 sebanyak 0,6 begitu juga volume minyak yang diperoleh meningkat sebanyak 0,8 ml pada menit ke-20. Volume minyak semakin meningkat lagi pada menit ke-30 sebanyak 1 ml pada menit ke-30. Semakin meningkat juga volume minyak yang diperoleh pada menit ke-40 sebanyak 1,2 ml dan 1,4 ml pada menit

ke-50. Dan menit ke-60 didapatkan volume minyak yang diperoleh meningkat dibandingkan menit-menit sebelumnya sebanyak 1,6 ml. Volume minyak yang diperoleh lebih meningkat dibandingkan dengan waktu yang sama pengamatannya dibandingkan dengan menggunakan konsentrasi dosis GO 10 ppm.

Pengamatan pada peningkatan dosis GO menjadi 50 ppm didapatkan bahwa volume minyak yang diperoleh berdasarkan per 10 menit hingga 60 menit. Volume minyak yang dihasilkan pada menit ke-10 sebanyak 1 ml. Pada menit ke-20 sebanyak 1,2 ml, menit ke-30 sebanyak 1,4 ml, menit ke-40 sebanyak 1,6 ml, menit ke-50 sebanyak 1,8 ml, dan menit ke 60 sebanyak 2 ml. Dengan dosis GO 50 ppm ini volume minyak yang diperoleh lebih meningkat dibandingkan dengan dosis GO 10 dan 30 ppm.

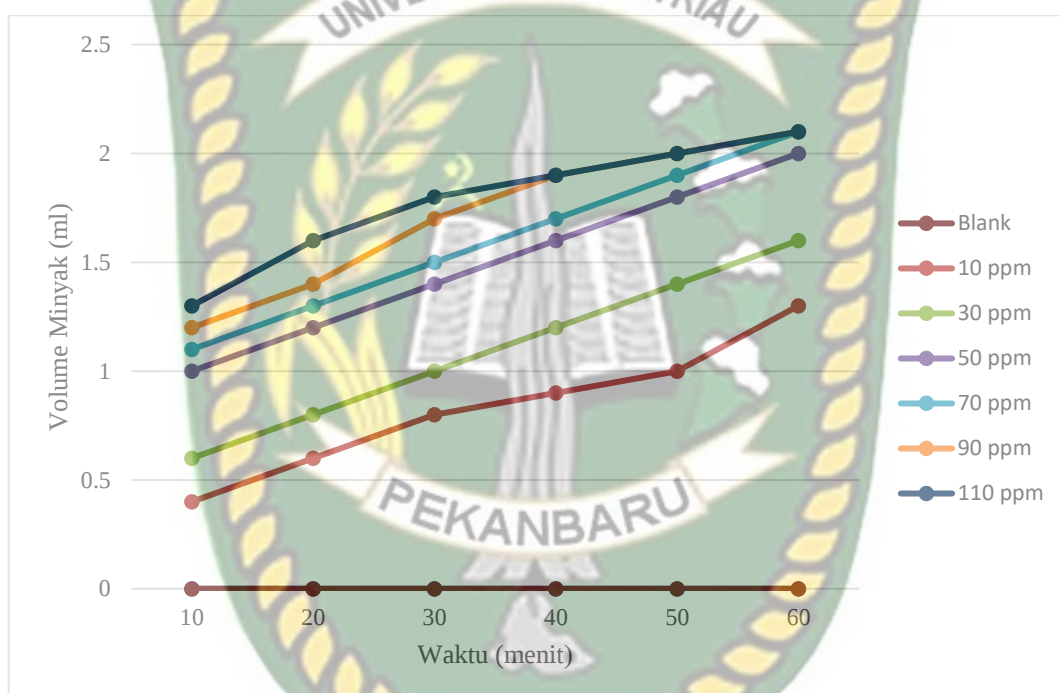
Diperoleh bahwa peningkatan dosis GO 70 ppm telah meningkatkan volume minyak. Pada menit ke-10 diperoleh volume minyak sebanyak 1,1 ml. Menit ke-20 volume minyak meningkat sebanyak 1,3 ml. Menit ke-30 volume minyak juga meningkat sebanyak 1,5 ml. Pada menit ke-40 volume minyak yang diamati meningkat pula sebanyak 1,7 ml. Menit ke-50 dan 60 pengamatan volume minyak yang diperoleh sebanyak 1,9 ml dan 2,1 ml. Ini membuktikan bahwa dosis GO 70 ppm mampu lebih kuat bereaksi dengan emulsi untuk memecahkan emulsi O/W.

Pada dosis GO mencapai 90 ppm dengan prosedur pengamatan yang sama diperoleh bahwa volume minyak meningkat sebanyak 1,2 ml. Menit ke-20 dan ke-30 volume minyak juga semakin meningkat sebanyak 1,4 ml dan 1,7 ml. Pada menit ke-40 dan ke-50 volume minyak yang terpisah dari diperoleh sebanyak 1,9 ml dan 2 ml. Dan menit ke-60 pengamatan volume minyak meningkat sebanyak 2,1 ml. Meningkatnya volume minyak ini menandakan dengan dosis GO 90 ppm mampu memisahkan minyak yang berada dalam air, dengan begitu warna cairan emulsi lebih semakin terang dibandingkan dengan dosis GO 10, 30, 50, dan 70 ppm.

Dosis GO terbesar pada penelitian ini yaitu 110 ppm dengan prosedur pengamatan yang sama selama 60 menit diperoleh volume minyak yang meningkat pada menit ke-10 mencapai 1,3 ml. Menit ke-20 volume minyak semakin meningkat sebanyak 1,6 ml. Menit ke-30 dan ke-40 volume minyak yang diamati sebanyak 1,8 ml dan 1,9 ml. Dan menit ke-50 dan ke-60 volume minyak juga meningkat sebanyak 2 ml dan 2,1 ml. Dengan menggunakan dosis GO 110 ppm ini

GO lebih banyak tersebar didalam emulsi sehingga lebih kuat dan mampu untuk memecahkan kestabilan emulsi dibandingkan dengan dosis GO yang digunakan yaitu 10, 30, 50, 70, dan 90 ppm.

Berdasarkan hasil keseluruhan pengamatan volume minyak yang terpisah dari air bahwa setiap 10 menit hingga 60 menit telah terjadi peningkatan volume minyak. Pada dosis GO 70 ppm, 90 ppm dan 110 ppm dimenit ke-60 volume minyak yang diperoleh adalah sama dan terbesar dibandingkan pada menit-menit sebelumnya.



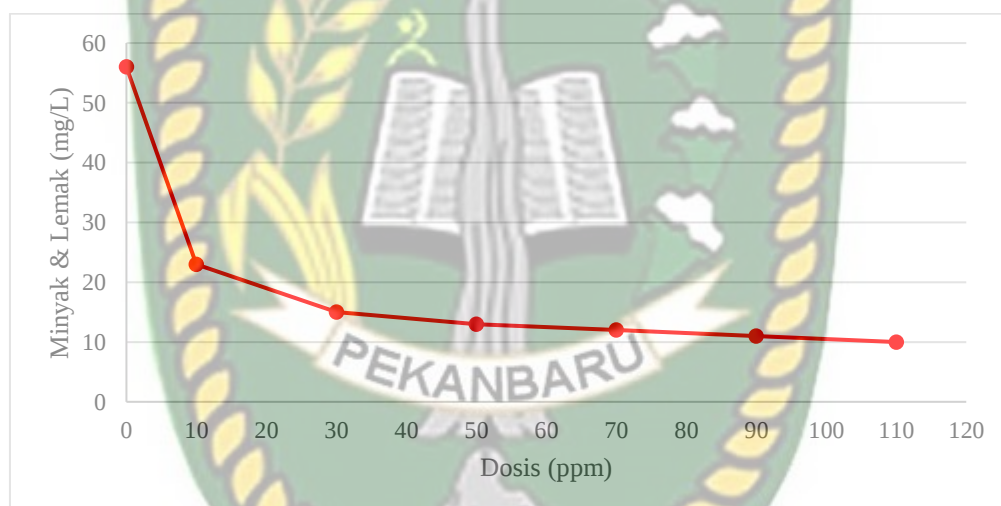
Gambar 4.8 Grafik Volume Minyak Yang Terpisah Dari Air

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa grafik tanpa dosis GO (blank) menunjukkan tren garis tidak meningkat atau datar. Ini menandakan bahwa tidak terjadi pemisahan minyak dan air dalam emulsi. Dari tren garis yang memiliki dosis GO. Dosis GO 70 ppm yang dianggap memiliki optimal. Karena pemakaian GO lebih efisien untuk mendapatkan volume minyak 2,1 ml sedangkan tren grafik dosis GO diatas 70 ppm tidak membentuk linear, tetapi cenderung kepada melengkung kearah arah lebih landai mulai dari menit ke-30 hingga menit ke-60. Hal ini terjadi karena minyak yang berada dalam emulsi kemungkinan besar sebanyak 2,1 ml saja sehingga tidak terjadi peningkatan pada volume minyak tersebut.

4.2 ANALISIS KADAR MINYAK DAN LEMAK, *TURBIDITY*, DAN SALINITAS

4.2.1 Kadar minyak dan lemak

Minyak dan lemak adalah kandungan minyak yang masih tersisa didalam kandungan air yang masih berbentuk emulsi. Minyak dan lemak ini merupakan salah satu senyawa yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran sehingga konsentrasinya harus dibatasi (Sunardi & Mukimin, 2014). Pada penelitian ini untuk dapat menentukan kadar minyak dan lemak dengan menggunakan *Graphene Oxide* (GO) berdasarkan variasi konsentrasi dosis GO yang digunakan untuk menurunkan kandungan minyak dan lemak.



Gambar 4.9 Grafik Hasil Uji Minyak dan Lemak

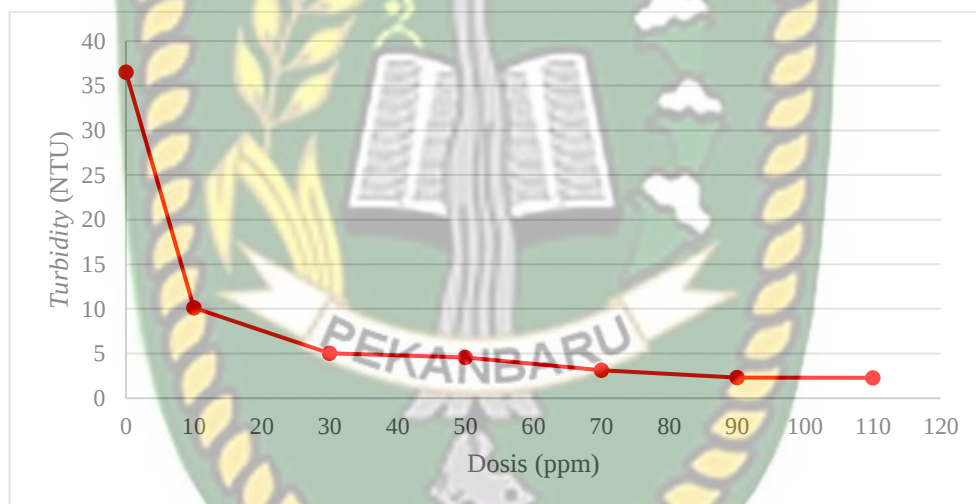
Gambar 4.9 menunjukkan bahwa kadar minyak dan lemak sebelum di demulsifikasi adalah sebesar 56 mg/L. Kadar minyak dan lemak dengan dosis GO 10 ppm diperoleh sebesar 23 mg/L dengan persentase terjadi penurunan sebesar 58,9%. Pada dosis GO 30 ppm diamati bahwa kadar minyak dan lemak yang diperoleh sebesar 15 mg/L dengan persentase terjadi penurunan sebesar 73,2%. Kemudian pada dosis GO 50 ppm kadar minyak dan lemak yang diperoleh sebesar 13 mg/L dengan persentase terjadi penurunan sebesar 76,7%. Lalu ketika dosis GO 70 ppm kadar minyak yang diamati sebesar 12 mg/L dengan persentase terjadi penurunan sebesar 78,5%. Pengamatan dengan dosis GO 90 ppm kadar minyak dan

lemak yang diamati sebesar 11 mg/L dengan persentase terjadi penurunan sebesar 80,3% dan dosis GO 110 ppm kadar minyak dan lemak yang diperoleh sebesar 10 mg/L dengan persentase terjadi penurunan sebesar 82%.

Tren grafik kadar minyak dan lemak menunjukkan penurunan yang signifikan membentuk linear. Setelah dosis GO 110 ppm kadar minyak dan lemak masih memuat kadar minyak dalam air. Hal ini menandakan bahwa pemisahannya masih bisa dilanjutkan oleh GO pada metode *water treatment*.

4.2.2 Turbidity

Tingkat kekeruhan pada suatu air formasi yang berbentuk emulsi pada umumnya dinyatakan sebagai *turbidity* yang dapat diukur menggunakan alat *turbidity meter*.



Gambar 4.10 Grafik Hasil Uji Turbidity

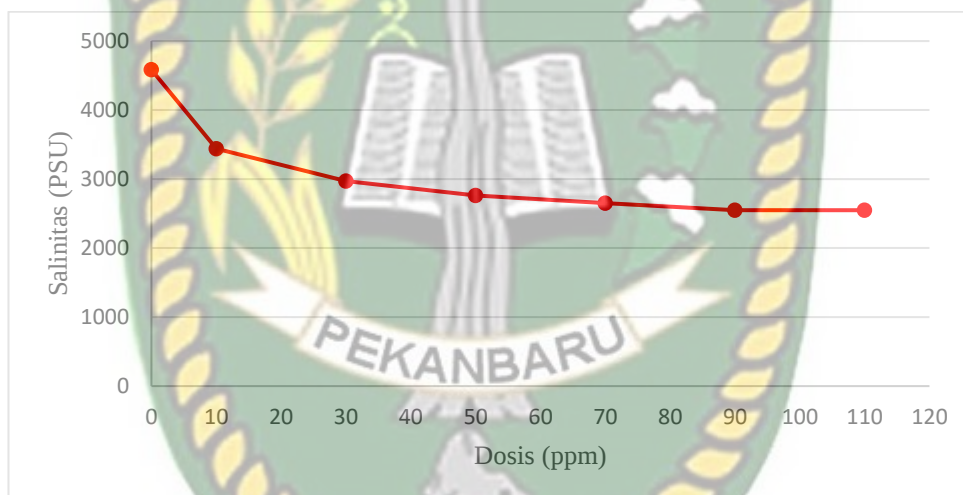
Gambar 4.10 menunjukkan bahwa *turbidity* air sebelum menggunakan dosis GO adalah sebesar 36,52 NTU. *Turbidity* air dengan menggunakan dosis GO 10 ppm sebesar 10,11 NTU dengan persentase penurunan sebesar 72,3%. Pada dosis GO 30 ppm diamati bahwa *turbidity* air yang diperoleh sebesar 5,02 NTU dengan persentase terjadi penurunan sebesar 86,2%. Kemudian pada dosis GO 50 ppm *turbidity* air yang diperoleh sebesar 4,56 NTU dengan persentase terjadi penurunan sebesar 87,5%. Lalu ketika dosis GO 70 ppm *turbidity* air yang diamati sebesar 3,12 NTU dengan persentase terjadi penurunan sebesar 91,4%. Pengamatan dengan dosis GO 90 ppm *turbidity* air yang diamati sebesar 2,31 NTU dengan persentase

terjadi penurunan sebesar 93,6% dan dosis GO 110 ppm *turbidity* air yang diperoleh sebesar 2,29 NTU dengan persentase terjadi penurunan sebesar 93,7%.

Tren grafik *turbidity* air menunjukkan penurunan yang signifikan membentuk linear. Setelah dosis GO 110 ppm *turbidity* air masih memuat kekeruhan dalam air. Hal ini menandakan bahwa *turbidity* air masih bisa dilanjutkan oleh GO pada metode *water treatment*.

4.2.3 Salinitas

Salinitas merupakan kadar garam yang terlarut dalam air. Salinitas juga merupakan bagian dari sifat fisik dan kimia suatu air formasi. Tingkat salinitas sangat mempengaruhi jumlah air yang akan terpisah, akan tetapi semakin tinggi tingkat salinitas proses pemisahan menyebabkan waktu yang lebih lama.



Gambar 4.11 Grafik Hasil Uji Salinitas

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa salinitas awal sebelum adalah sebesar 4.584 PSU. Kemudian pengujian kembali untuk menentukan salinitas dengan menggunakan dosis GO 10 ppm sebesar 3.438 PSU dengan persentase penurunan sebesar 33,3%. Pada dosis GO 30 ppm diamati bahwa salinitas yang diperoleh sebesar 2.972 PSU dengan persentase terjadi penurunan sebesar 35,1%. Kemudian pada dosis GO 50 ppm salinitas yang diperoleh sebesar 2.762 PSU dengan persentase terjadi penurunan sebesar 39,7%. Lalu ketika dosis GO 70 ppm salinitas yang diamati sebesar 2.652 PSU dengan persentase terjadi penurunan sebesar 42,1%. Pengamatan dengan dosis GO 90 ppm salinitas yang diamati sebesar 2.551

PSU dengan persentase terjadi penurunan sebesar 44,34% dan dosis GO 110 ppm salinitas yang diperoleh sebesar 2.549 PSU dengan persentase terjadi penurunan sebesar 44,39%.

Tren grafik salinitas menunjukkan penurunan yang signifikan membentuk linear. Setelah dosis GO 110 ppm salinitas masih bisa dilanjutkan oleh GO pada metode *water treatment*.

Tabel 4.2 Hasil Uji Kadar Minyak dan Lemak, *Turbidity*, dan Salinitas

No Sampel	Dosis (ppm)	Minyak dan Lemak (mg/L)	<i>Turbidity</i> (NTU)	Salinitas (PSU)
1	Sebelum	56	36,52	4.584
2	10	23	10,11	3.438
3	30	15	5,02	2.972
4	50	13	4,56	2.762
5	70	12	3,12	2.652
6	90	11	2,31	2.551
7	110	10	2,29	2.549

Berdasarkan hasil keseluruhan pengamatan yang diperoleh bahwa GO berpotensi untuk menurunkan kadar minyak dan lemak, *turbidity*, dan salinitas. Penurunan yang terjadi disebabkan oleh gugus hidrofilik dan hidrofobik GO. Saat GO bersentuhan dengan emulsi terjadinya reaksi gaya tarik menarik molekul air dan minyak sehingga terjadi proses pendekatan pada setiap droplet, lalu memecahkan film terluarnya sehingga membentuk penggabungan masing-masing droplet serta terjadinya penguapan molekul minyak, kemudian droplet air dan droplet minyak akan terpisah berdasarkan berat jenisnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan variasi konsentrasi dosis GO didapatkan bahwa GO berpotensi sebagai *Demulsifier* dalam mengatasi emulsi minyak dalam air (O/W). Dosis GO 10 ppm telah mampu memecahkan kestabilan emulsi minyak dalam air. Ditandai dengan reaksi perubahan warna cairan emulsi dari coklat tua ke warna coklat terang. Dosis yang optimal didapatkan pada dosis GO 70 ppm karena mampu memisahkan minyak secara maksimal sebanyak 2,1 ml dan selama 60 menit.
2. Hasil kadar minyak dan lemak didapatkan yang terbaik pada dosis GO 110 ppm yaitu 10 mg/L. *Turbidity* air yang terbaik didapatkan pada dosis GO 110 ppm yaitu 2,29 NTU. Salinitas yang terbaik diperoleh pada dosis GO 110 ppm yaitu 2.549 PSU. Ini menandakan bahwa GO sangat berpotensi sebagai *demulsifier* emulsi minyak dalam air.

5.2 SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan *Graphene Oxide* (GO) sebagai *demulsifier* untuk mengatasi emulsi minyak dalam air masih memiliki kekurangan yaitu pada alat pengamatan. Oleh karena itu, disarankan peneliti untuk mengamati volume minyak yang terpisah dengan menggunakan alat ukur yang lebih akurat dengan skala yang lebih kecil serta menambahkan parameter lainnya seperti pH, TDS, TSS, dan lain-lainya.

DAFTAR PUSTAKA

- A Issaka, S. (2015). Review on the Fundamental Aspects of Petroleum Oil Emulsions and Techniques of Demulsification. *Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology*, 06(02).
- Alanyalioglu, M., Jose, J. S., Oro-Sole, J., & Casan-Pastor, N. (2012). The synthesis of graphene Sheets with controlled Thickness and Order Using Surfactant-Assisted Electrochemical Processes. *Carbon*, 50(1), 142–152.
- Andry, N., & Yoga, A. P. (2011). *Pengaruh Suhu dan Salinity Terhadap Kestabilan Emulsi Minyak Mentah Indonesia*.
- Aris, N. I. A. B., & Master. (2011). Demulsification of Water-in- Oil (W / O) Emulsion By Microwave Heating Technology Nor Ilia Anisa Binti Aris Master of Engineering in Chemical. *Thesis University Malaysia Pahang*, 1–171.
- Bararah, V. F. (2011). Banyak yang tidak tahu bahaya buang baterai bekas. *Detik Health*, 17.
- Ciesielski, A., & Samorì, P. (2014). Graphene via sonication assisted liquid-phase exfoliation. *Chemical Society Reviews*, 43(1), 381–398.
- Delmifiana, B. (2013). Pengaruh sonikasi terhadap struktur dan morfologi nanopartikel magnetik yang disintesis dengan metode kopresipitasi. *Jurnal Fisika Unand*, 2(3).
- Erfando, T., Khalid, I., & Safitri, R. (2019). Studi Laboratorium Pembuatan Demulsifier dari Minyak Kelapa dan Lemon untuk Minyak Kelapa dan Lemon untuk Minyak Bumi pada Lapangan x di Provinsi Riau. *Teknik*, 40(2), 129.
- Erfando, T., Rita, N., & Cahyani, S. R. (2018). Identifikasi Potensi Jeruk Purut Sebagai Demulsifier Untuk Memisahkan Air Dari Emulsi Minyak Di Lapangan Minyak Riau. *Kimia Mulawarman*, 15, 117–121.
- Fang, S., Chen, T., Wang, R., Xiong, Y., Chen, B., & Duan, M. (2016). Assembly of graphene oxide at the crude oil/water interface: a new approach to efficient demulsification. *Energy & Fuels*, 30(4), 3355–3364.
- Geim, A. K., & Novoselov, K. S. (2007). The Rise of Graphene. *Nanoscience and Technology: A Collection of Reviews from Nature Journals*, 11–19.
- Hossain, M. A., & Islam, S. (2013). *Synthesis of Carbon Nanoparticles from Kerosene and their Characterization Synthesis of carbon Nanoparticles from Kerosene and their Characterization by SEM / EDX , XRD and FTIR*. (February 2016).
- Junaidi, M., & Susanti, D. (2014). Pengaruh variasi waktu ultrasonikasi dan waktu tahan hydrothermal terhadap struktur dan konduktivitas listrik material

graphene. *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), F13–F18.

- Kavinkumar, T., Sastikumar, D., & Manivannan, S. (2015). Effect of Functional Groups On Dielectric, Optical Gas Sensing Properties of Graphene Oxide and Reduced Graphene Oxide at Room Temperature. *RSC Advances*, 5(14), 10816–10825.
- Ling, L. J., Yee, C. S., & Jaafar, M. (2017). Effect of sonication time on the properties of multilayer graphene. *AIP Conference Proceedings*, 1865(1), 20004. AIP Publishing LLC.
- Liu, J., Li, X., Jia, W., Li, Z., Zhao, Y., & Ren, S. (2015). Demulsification of Crude Oil-in-Water Emulsions Driven by Graphene Oxide Nanosheets. *Energy and Fuels*, 29(7), 4644–4653.
- Lu, G., Ocola, L. E., & Chen, J. (2009). Reduced Graphene Oxide for Room-Temperature Gas Sensors. *Nanotechnology*, 20(44), 445502.
- Moradi, O., Gupta, V. K., Agarwal, S., Tyagi, I., Asif, M., Makhoulouf, A. S. H., ... Shahryari-ghoshekandi, R. (2015). Characteristics and Electrical Conductivity of Graphene and Graphene Oxide for Adsorption of Cationic Dyes From Liquids: Kinetic and Thermodynamic Study. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 28, 294–301.
- Mursyidah, Novriansyah, A., Rita, N., & Husbani, A. (2015). Effect of Nanosilica Injection to Oil Recovery Factor in Low Porosity and Permeability Reservoir. *Jurnal Intelek*, 9(2), 11–13.
- Othman, N. H., Jahari, A. F., Alias, N. H., Jarni, H. H., Shahrudin, M. Z., Irfan, M. F., ... Halim, N. H. (2018). Demulsification of Crude Oil in Water (O/W) Emulsions Using Graphene Oxide. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 458(1).
- Pranata, G., Lasmana, D., Safriani, L., Syakir, N., & Fitrilawati. (2015). Karakterisasi Lapisan Reduced Graphene Oxide (Rgo) Pada Substrat Ito Untuk Aplikasi Sel Surya Organik. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 5(02), 39–44.
- Putri, S. K., Hariyadi, P., Mursalin, M., & Andarwulan, N. (2020). Pemurnian Produk Mono-Diasilgliserol (MDAG) Hasil Gliserolisis Kimia dengan Metode Demulsifikasi Krim. *AgriTECH*, 40(1), 39.
- Rafitasari, Y., Suhendar, H., Imani, N., Luciana, F., Radean, H., & Santoso, I. (2016). *Sintesis Graphene Oxide dan Reduced Graphene Oxide*. V, SNF2016-MPS-95-SNF2016-MPS-98.
- Randviir, E. P., Brownson, D. A. C., & Banks, C. E. (2014). A Decade Of Graphene Research: Production, Applications and Outlook. *Materials Today*, 17(9), 426–432.
- Ray, S. C., Bhunia, S. K., Saha, A., & Jana, N. R. (2015). Graphene Oxide

(GO)/Reduced-GO and Their Composite With Conducting Polymer Nanostructure Thin Films for Non-volatile Memory Device. *Microelectronic Engineering*, 146(April), 48–52.

Saad, M. A., Kamil, M., Abdurahman, N. H., Yunus, R. M., & Awad, O. I. (2019). An overview of recent advances in state-of-the-art techniques in the demulsification of crude oil emulsions. *Processes*, 7(7), 470.

Schniepp, H. C., Li, J.-L., McAllister, M. J., Sai, H., Herrera-Alonso, M., Adamson, D. H., ... Aksay, I. A. (2006). Functionalized single graphene sheets derived from splitting graphite oxide. *The Journal of Physical Chemistry B*, 110(17), 8535–8539.

Sulaimon, A. A., Umoh, E. B., & Adeyemi, B. J. (2015). The Synergy Effect of Microwave Heat and Demulsifier in Resolving Water-in-Oil Emulsions. *Society of Petroleum Engineers - SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition, NAICE 2015*.

Terrones, M., Botello-Méndez, A. R., Campos-Delgado, J., López-Urías, F., Vega-Cantú, Y. I., Rodríguez-Macías, F. J., ... Terrones, H. (2010). *Graphene and Graphite Nanoribbons: Morphology, Properties, Synthesis, Defects and Applications*. 5(4), 351–372.

Wang, H., Liu, J., Xu, H., Ma, Z., Jia, W., & Ren, S. (2016). Demulsification of heavy oil-in-water emulsions by reduced graphene oxide nanosheets. *RSC Advances*, 6(108), 106297–106307.

Wang, S., Yi, M., & Shen, Z. (2016). RSC Advances. *RSC Advances*, 6(November), 56705–56710.

Wisnuwijaya, R. I. (2016). *Preparasi dan Sintesis Graphene Oxide dengan Metode Liquid Sonication Exfoliation dan Random Collision Marbles Shaking dengan Bahan Dasar Graphite Limbah Baterai Zinc-Carbon Berdasarkan Uji Spektrofotometer Uv-Vis*. Skripsi, tidak dipublikasikan. Universitas Negeri Yogyakarta.

Zhou, M., Tian, T., Li, X., Sun, X., Zhang, J., Cui, P., ... Qin, L. C. (2014). Production of graphene by liquid-phase exfoliation of intercalated graphite. *International Journal of Electrochemical Science*, 9(2), 810–820.