

**STUDI AWAL LABORATORIUM PEMANFAATAN  
TANAMAN OKRA (*ABELMOSCHUS ESCULENTUS*)  
SEBAGAI BAHAN ALTERNATIVE POLIMER**

**TUGAS AKHIR**



Oleh

**MHD. ABDUL BASYID**

**NPM 163210268**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**PEKANBARU**

**2022**

**STUDI AWAL LABORATORIUM PEMANFAATAN  
TANAMAN OKRA (*ABELMOSCHUS ESCULENTUS*)  
SEBAGAI BAHAN ALTERNATIVE POLIMER**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik*

Oleh

**MHD. ABDUL BASYID**

**NPM 163210268**



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

**2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun oleh :

Nama : Mhd. Abdul Basyid

NPM : 163210268

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Penelitian : Studi Awal Laboratorium Pemanfaatan Tanaman Okra (*Abelmoschus Esculentus*) Sebagai Bahan Alternative Polimer.

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

### DEWAN PENGUJI

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

Penguji I : Dike Fitriansyah Puta, S.T., M.Sc (.....)

Penguji II : Neneng Purnawati, S.T., M.eng. (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal :

**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, Februari 2022

**Mhd. Abdul Basyid**

**NPM 163210268**





## KATA PENGANTAR

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

1. Ibu Novia Rita, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Ketua Prodi Teknik Perminyakan yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir serta memberikan semangat selama perkuliahan di Teknik Perminyakan.
2. Richa Melysa, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik saya yang telah banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
3. Orang tua saya Bapak Andy Agusty, Ibu Irma Suryani dan Adik saya yang selalu memberikan semangat dan doa serta bantuan materil dan moral sehingga terselesaikan nya tugas akhir ini.
4. Teman – teman saya Putri Dwi Ayuningrum, Rahman, Hesti, Arni, Shania, Ayu, Ronaldo, Aii, Rahmad, Farid, Feby, Teddy dan Gilang yang selalu memberikan semangat dan menemani saya dari awal kuliah hingga saat ini.
5. Seluruh teman – teman Teknik Perminyakan UIR angkatan 16 terutama teman – teman kelas D.

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

## DAFTAR ISI

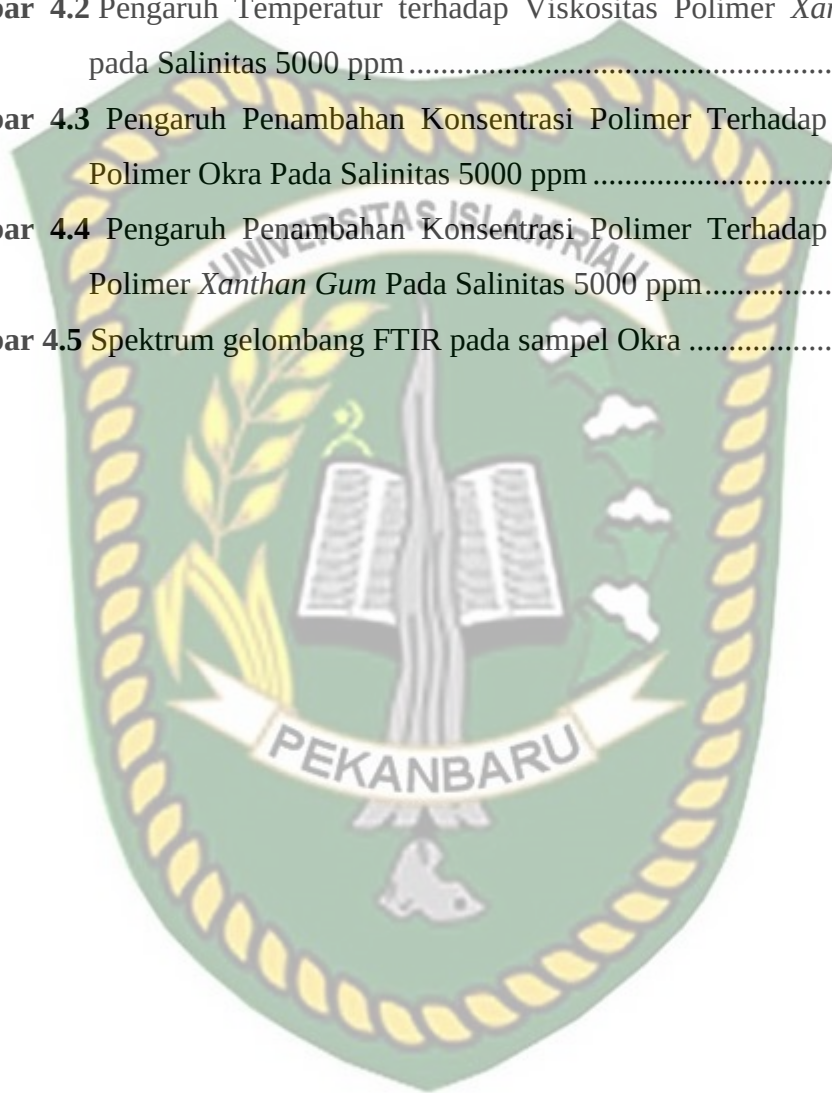
|                                                                        |      |
|------------------------------------------------------------------------|------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                                | i    |
| PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....                                   | ii   |
| KATA PENGANTAR .....                                                   | iii  |
| DAFTAR ISI.....                                                        | iv   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                    | vi   |
| DAFTAR TABEL .....                                                     | vii  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                                   | viii |
| DAFTAR SINGKATAN.....                                                  | ix   |
| DAFTAR SIMBOL.....                                                     | x    |
| ABSTRAK.....                                                           | xi   |
| BAB I 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    STATE OF THE ART.....                                           | 4    |
| 2.2    INJEKSI POLIMER (POLYMER FLOODING).....                         | 6    |
| 2.3    TANAMAN OKRA SEBAGAI ALTERNATIF POLIMER.....                    | 7    |
| 2.4    PENGUJIAN POLIMER OKRA (ABELMOSCHUS ESCULENTUS)....             | 8    |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....                                     | 11   |
| 3.1    METODE PENELITIAN .....                                         | 11   |
| 3.2    FLOWCHART .....                                                 | 12   |
| 3.3    ALAT DAN BAHAN .....                                            | 12   |
| 3.3.1    Alat.....                                                     | 13   |
| 3.3.2    Bahan.....                                                    | 15   |
| 3.4    PROSEDUR PENELITIAN .....                                       | 16   |
| 3.4.1    Pembuatan Tanaman Okra Sebagai Bahan Polimer Alternatif ..... | 16   |
| 3.4.2    Pengujian Kompatibilitas Larutan Polimer .....                | 17   |
| 3.4.3    Pengujian Viskositas Larutan Polimer : .....                  | 19   |
| 3.4.4    Pengujian Densitas Larutan Polimer Menggunakan Piknometer.... | 21   |

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4.5 Pengujian FTIR .....                                                                  | 21 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                                           | 22 |
| 4.1 UJI KOMPATIBILITAS .....                                                                | 22 |
| 4.2 UJI DENSITAS .....                                                                      | 23 |
| 4.3 UJI VISKOSITAS .....                                                                    | 24 |
| 4.3.1 Viskositas Nyata Antara Polimer Okra dan <i>Xanthan Gum</i> terhadap Temperatur ..... | 25 |
| 4.3.2 Pengaruh Konsentrasi terhadap Viskositas Polimer .....                                | 26 |
| 4.4 UJI FTIR .....                                                                          | 28 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....                                                            | 30 |
| 5.1 Kesimpulan .....                                                                        | 30 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                                        | 32 |
| LAMPIRAN .....                                                                              | 37 |



## DAFTAR GAMBAR

|                   |                                                                                                                     |    |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 4.1</b> | Pengaruh Temperatur terhadap Viskositas Polimer okra pada Salinitas 5000 ppm.....                                   | 25 |
| <b>Gambar 4.2</b> | Pengaruh Temperatur terhadap Viskositas Polimer <i>Xanthan Gum</i> pada Salinitas 5000 ppm .....                    | 26 |
| <b>Gambar 4.3</b> | Pengaruh Penambahan Konsentrasi Polimer Terhadap Viskositas Polimer Okra Pada Salinitas 5000 ppm .....              | 27 |
| <b>Gambar 4.4</b> | Pengaruh Penambahan Konsentrasi Polimer Terhadap Viskositas Polimer <i>Xanthan Gum</i> Pada Salinitas 5000 ppm..... | 27 |
| <b>Gambar 4.5</b> | Spektrum gelombang FTIR pada sampel Okra .....                                                                      | 28 |





## DAFTAR TABEL

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2.1</b> <i>State Of The Art</i> .....                         | 4  |
| <b>Tabel 2.2</b> Kandungan yang terdapat pada Okra .....               | 7  |
| <b>Tabel 3.1</b> Jadwal Penelitian.....                                | 11 |
| <b>Tabel 3.2</b> Salinitas dan Massa NaCl.....                         | 18 |
| <b>Tabel 3.3</b> Konsentrasi dan Massa Polimer .....                   | 19 |
| <b>Tabel 4.1</b> Hasil Kompatibilitas Polimer Okra .....               | 22 |
| <b>Tabel 4.2</b> Hasil Kompatibilitas Polimer <i>Xanthan Gum</i> ..... | 22 |
| <b>Tabel 4.3</b> Hasil Perhitungan Densitas Okra .....                 | 23 |
| <b>Tabel 4.4</b> Hasil Perhitungan Densitas <i>Xanthan Gum</i> .....   | 24 |
| <b>Tabel 4.5</b> Pembacaan hasil pengujian FTIR.....                   | 29 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                     |                                                                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>LAMPIRAN I</b>   | Foto Larutan Polimer Okra                                                                             |
| <b>LAMPIRAN II</b>  | Foto Lampiran Polimer <i>Xanthan Gum</i>                                                              |
| <b>LAMPIRAN III</b> | Tabel Hasil Pengujian <i>Share Rate</i> Terhadap <i>Apparent Viscosity</i> Polimer Okra               |
| <b>LAMPIRAN IV</b>  | Tabel Hasil Pengujian <i>Share Rate</i> Terhadap <i>Apparent Viscosity</i> Polimer <i>Xanthan Gum</i> |
| <b>LAMPIRAN V</b>   | Surat keterangan penelitian FTIR                                                                      |
| <b>LAMPIRAN VI</b>  | Surat Keterangan Penelitian Lab. Pemboran                                                             |
| <b>LAMPIRAN VII</b> | Surat Keterangan Penelitian Lab. Dasar                                                                |



## DAFTAR SINGKATAN

|                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| <b>ATR</b>           | <i>attenuated total reflecting</i> |
| <b>C</b>             | Karbon                             |
| <b>FTIR</b>          | <i>Fourier Transform Infrared</i>  |
| <b>N<sub>2</sub></b> | Nitrogen                           |
| <b>EOR</b>           | <i>Enhanced Oil Recovery</i>       |
| <b>HPAM</b>          | <i>Hydrolyzed Polyacrylamide</i>   |
| <b>NaCl</b>          | <i>Natrium Chloride</i>            |
| <b>rpm</b>           | <i>Rate Per Minute</i>             |
| <b>ppm</b>           | <i>Parts Per Million</i>           |
| <b>cP</b>            | <i>CentiPoise</i>                  |
| <b>gr</b>            | Gram                               |
| <b>mg</b>            | Miligram                           |
| <b>kg</b>            | Kilogram                           |
| <b>ml</b>            | Mililiter                          |
| <b>cm</b>            | centimeter                         |
| <b>m</b>             | Meter                              |
| <b>μm</b>            | Mikrometer                         |
| <b>XG</b>            | Xanthan Gum                        |



## DAFTAR SIMBOL

|                    |                                              |
|--------------------|----------------------------------------------|
| $^{\circ}\text{C}$ | Temperatur dalam <i>celcius</i>              |
| $\rho$             | Massa jenis suatu zat                        |
| $m$                | Massa suatu zat                              |
| $v$                | Volume suatu zat                             |
| $\mu_a$            | <i>Apparent Viscosity</i> (Viskositas nyata) |
| $C$                | Konstanta alat                               |
| $d$                | Densitas cairan                              |
| $\gamma$           | <i>Shear Rate</i>                            |
| $\tau$             | <i>Shear Stress</i>                          |



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau



# STUDI AWAL LABORATORIUM PEMANFAATAN TANAMAN OKRA (*ABELMOSCHUS ESCULENTUS*) SEBAGAI BAHAN ALTERNATIVE POLIMER

MHD. ABDUL BASYID

NPM 163210268

## ABSTRAK

Injeksi polimer merupakan salah satu teknik kimiawi yang digunakan dalam proses perolehan minyak atau EOR (*enhanced oil recovery*). Metode penginjeksian yang paling banyak digunakan berupa *polimerflooding*, polimer dapat meningkatkan viskositas fluida pendesak (air) dan berperan dalam mendorong dan mendesak minyak supaya lebih optimal. pada dasarnya jenis polimer yang digunakan industri migas yaitu polimer sintetik (*polyacrylamide*) & biopolimer (*polysacharide*). Polisakarida merupakan jenis polimer alami yang berasal dari tumbuhan. Pada penelitian ini menggunakan penelitian terhadap tanaman okra karena tanaman okra mempunyai kandungan polisakarida dan mudah ditemukan. Tahapan pada penelitian ini uji karakteristik berupa kompatibilitas, *share rate*, *share stress*, viskositas, densitas dan FTIR. okra akan diekstraksi hingga menjadi bubuk.

Pada penelitian ini, *xantham gum* diuji sebagai polimer komersil dan dibandingkan dengan okra. Selanjutnya akan melakukan kompatibilitas larutan okra dengan konsentrasi polimer 1000, 2000, dan 3000ppm dengan *range low* salinitas larutan yaitu 5000 ppm menggunakan temperatur 70, 80 dan 90°C. Kemudian dilanjutkan pengukuran dengan menggunakan alat piknometer 50 ml untuk mendapatkan hasil densitas, dimana didapatkan hasil bahwa penambahan konsentrasi dan salinitas bisa membuat densitas meningkat, namun dengan seiringnya peningkatan temperatur, densitas bisa menurun. Selanjutnya pengujian viskositas dengan menggunakan alat Fann VG Meter, parameter yang mempengaruhi viskositas yaitu konsentrasi dan temperatur serta *shear rate*, dari pengujian tersebut didapatkan hasil, penambahan konsentrasi polimer dapat meningkatkan nilai viskositas namun ketika salinitas, temperatur dan *shear rate*

mengalami peningkatan, maka viskositas terjadi penurunan. hasil pengujian FTIR menunjukkan adanya gugus OH, C-H, C-O, C-C dan NO<sub>2</sub>.

**Kata Kunci :** Enhanced oil recovery (EOR), *polimer flooding*, *polyacrylamide*, *polysaccharide*, polisakarida, okra, *xanthan gum*, densitas, Viskositas, Kompatibilitas, *shear rate*. FTIR



# **EARLY LABORATORY STUDY OF THE UTILIZATION OF OKRA (*ABELMOSCHUS ESCULENTUS*) PLANT AS AN ALTERNATIVE POLYMER**

**MHD. ABDUL BASYID**

**NPM 163210268**

## **ABSTRACT**

*Polymer injection is one of the chemical techniques used in the process of oil recovery or EOR (enhanced oil recovery). The most widely used injection method is polymerflooding, the polymer can increase the viscosity of the pressure fluid (water) and play a role in pushing and pressing the oil to make it more optimal. Basically, the types of polymers used by the oil and gas industry are synthetic polymers (polyacrylamide) & biopolymers (polysaccharide). Polysaccharides are a type of natural polymer derived from plants. This study uses research on okra plants because okra plants contain polysaccharides and are easy to find. The stages in this research are characteristic tests in the form of compatibility, share rate, share stress, viscosity, density and FTIR. okra will be extracted to a powder.*

*In this study, xantham gum was tested as a commercial polymer and compared with okra. Next, the compatibility of okra solution with polymer concentrations of 1000, 2000, and 3000ppm will be carried out with a low salinity range of 5000 ppm using a temperature of 70, 80 and 90°C. Then proceed with measurements using a 50 ml pycnometer to get the density results, where it is obtained that the addition of concentration and salinity can make density increase, but with increasing temperature, density can decrease. Furthermore, the viscosity test using the Fann VG Meter, the parameters that affect the viscosity are concentration and temperature and shear rate, the results obtained from this test, the addition of polymer concentration can increase the viscosity value but when the salinity, temperature and shear rate increase, the viscosity decreases . FTIR test results show the presence of OH, C-H, C-O, C-C and NO<sub>2</sub> groups.*

**Keywords:** *Enhanced oil recovery (EOR), flooding polymer, polyacrylamide, polysaccharide, polysaccharide, okra, xanthan gum, density, viscosity, compatibility, shear rate and FTIR.*



Dokumen ini adalah Arsip Miik :  
Perpustakaan Universitas Islam Riau



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan penginjeksian polimer mulai berlangsung pada tahun 1960 dengan cara menurunkan mobilitas air terhadap minyak, agar *sweep efficiency* meningkat, sehingga terjadi peningkatan produksi minyak dan penurunan produksi air (Erfando et al., 2019). Salah satu metode penginjeksi kimia yang paling banyak digunakan adalah *polymer flooding* (Mandal, 2015). Di Indonesia ada sebanyak 49,5 miliar *barrel* minyak untuk dilakukan aktivitas EOR, yang dimana berfokus menggunakan surfaktan dan polimer (Abdurrahman, 2017).

Metode EOR dapat meningkatkan produksi 5-30% dari hasil produksi, salah satunya yaitu *chemical flooding* (injeksi kimia) dengan menggunakan surfaktan dan polimer, yang berfungsi sebagai fluida pendesak (Purwono & Yuliansyah, 2017). Material ini juga bisa digunakan untuk mengontrol air dalam *reservoir* dengan meningkatkan viskositas air, dan mengurangi permeabilitas *relative* (Singh & Mahto, 2017) dan menurunkan mobilitas air sehingga minyak bisa terdorong ke permukaan. Teknik ini bisa menghasilkan lebih baik dibandingkan penggunaan penginjeksian air saja (Abidin et al., 2012).

Polimer berfungsi sebagai *mobility control agent* untuk mengubah *waterflooding* menjadi *polymer flooding*, polimer secara luas diklasifikasikan menjadi dua yaitu polimer sintesis dan biopolimer, polimer sintesis berasal dari disintesa senyawa kimia sederhana (*polyacrylamide*), sedangkan biopolimer atau polimer alam didapatkan dari sumber tumbuhan dan hewan contohnya seperti polisakarida, protein dan *polyester* (Rellegadla et al., 2017). Dalam operasi EOR pada dasarnya ada 4 jenis polimer yang digunakan yaitu *Polyacrylamides*, *Xanthum gum*, *Cellulosics* and *Polyacrylate copolymers* (Obuebite et al., 2018). Jenis polimer yang sering digunakan untuk metode EOR yaitu polimer sintetik *polyacrylamide* dan biopolimer *xanthan* yang dimana kedua polimer ini bisa terlarut dalam air dan digunakan sebagai pengental pada proses EOR. *Polyacrylamide* tahan terhadap bakteri yang berada di dalam reservoir tetapi bisa

menurunkan permeabilitas batuan. Jenis polimer sintesis seperti HPAM telah digunakan dalam skala besar dikarenakan harganya yang terjangkau, memiliki stabilitas termal yang baik dan tidak lebih dari 110°C (Moradi-Araghi & Doe, 1987). Kelemahan dari HPAM yaitu mudah terdegradasi karena kadar salinitas yang cukup tinggi. Biopolimer *xanthan gum* atau *polysaccharide* (polisakarida) merupakan biopolimer yang paling komersil, *xanthan gum* terbentuk karena terjadinya proses peragian oleh *Xanthomonas Cametris Xanthan Gum* yang mempunyai sifat menaikkan viskositas, juga lebih tahan terhadap degradasi dari pada *Polyacrylamide* (Widyarso et al., 2006).

Polisakarida merupakan polimer alami yang berasal dari buah dan tumbuhan (Soebagio et al., 2018). Salah satu polimer alami yaitu dari tumbuhan okra (*Abelmoschus esculentus*) (Uzoho et al., 2015). Tanaman okra mengandung berbagai jenis polisakarida, termasuk pectin dan selulosa (Nur Farhana et al., 2017). Tanaman okra biasanya digunakan sehari-hari sebagai makanan sayuran dan juga bisa diolah menjadi bermacam masakan dan secara tradisional tanaman okra bisa mengobati beberapa penyakit, terutama untuk menurunkan kadar gula (Riyanti et al., 2019). Menurut studi dari *Global Journal of Medical Research*, tanaman dari lendir okra mengandung polisakarida bisa menurunkan kadar kolesterol karena kemampuannya mengikat asam empedu yang membawa racun dari hati (Gemed, 2015).

Pada penelitian ini, akan dilakukan pengujian pada polimer alternatif yaitu tanaman okra untuk *chemical EOR*. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dimana parameter yang diuji seperti Kompatibilitas, *Shear Stress & Shear Rate*, Viskositas, Densitas dan FTIR dengan berbagai konsentrasi polimer diantaranya 1000, 2000 dan 3000 ppm terhadap konsentrasi *brine* 5000 ppm serta *thermal stability* pada suhu 70, 80 dan 90°C.

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

- 1) Mengetahui kompatibilitas dari polimer alternatif berbahan dasar tanaman okra terhadap salinitas air formasi (*brine*) sebesar 5000 ppm dengan

menggunakan berbagai konsentrasi larutan polimer diantaranya 1000, 2000 dan 3000 ppm.

- 2) Mengetahui densitas, *shear stress & shear rate*, viskositas dari tanaman okra sebagai polimer alternatif.
- 3) Membandingkan hasil pengukuran viskositas polimer alternatif dari tanaman okra terhadap polimer komersil (*xanthan gum*).
- 4) Mengetahui gugus fungsi dari tanaman okra sebagai polimer.

### 1.3 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini :

- 1) Menciptakan inovasi terbaru pada polimer berbasis alam yang mudah ditemui dan mudah diolah yaitu tanaman okra sebagai bahan polimer alternatif agar bisa digunakan sebagai *polymer flooding* pada tahap *tersier*.
- 2) Diharapkan penelitian ini dapat dipublikasikan menjadi *paper* ataupun jurnal nasional sehingga dapat menjadi referensi penelitian selanjutnya.

### 1.4 BATASAN MASALAH

Berikut batasan masalah agar penelitian ini tidak melenceng dari tujuan yang diharapkan, diantaranya sebagai berikut :

- 1) Meneliti polimer hanya pada konsentrasi 1000, 2000, 3000 ppm.
- 2) Menggunakan salinitas air formasi (*brine*) hanya pada konsentrasi 5000 ppm.
- 3) Pengujian pada temperatur 70, 80 dan 90°C.
- 4) Menggunakan polimer komersil *xanthan gum* dan membandingkan dengan polimer alternatif untuk mengetahui perbedaan nilai dari densitas, viskositas dan kompatibilitas.
- 5) Dalam penelitian ini tidak ada membahas keekonomian dari polimer alternatif dan polimer komersil.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Allah SWT menciptakan alam dan isinya untuk manusia supaya manusia dapat menggunakan sumber daya alam untuk memenuhi kebutuhan hidup. Berdasarkan firman Allah SWT dalam firman nya pada QS. Al-Mu'minin (23) ayat 19-20 yang artinya “lalu dengan (air) itu, kami tumbuhkan untukmu kebun-kebun kurma dan anggur, disana kamu memperoleh buah-buahan yang banyak dan sebagian (buah buahan) itu kamu makan. Kami tumbuhkan pohon (zaitun) yang tumbuh dari Gunung Sinai, yang menghasilkan minyak dan pembangkit selera bagi orang-orang yang makan”. Dari ayat tersebut Allah SWT telah menciptakan sumber daya alam untuk bisa diambil manfaatnya oleh manusia dengan baik. Pada penelitian ini memanfaatkan tumbuhan yaitu tanaman okra yang bisa dijadikan alternatif injeksi polimer untuk memproduksi minyak yang tersisa di reservoir pada tahap lanjut.

#### 2.1 STATE OF THE ART

Pada *state of the art*, dapat dilihat dari beberapa penelitian yang pernah menggunakan topik dan bahan yang sama pada pemanfaatan buah okra (*Abelmoschus esculentus*) yang akan menjadi acuan dalam melakukan penelitian ini, agar dapat menciptakan inofasi terbaru sehingga bisa menghindari terjadinya pengulangan penelitian.

**Tabel 2.1** *State Of The Art*

| No | Judul Penelitian                                                                                                                  | BahanBaku         | Metode                                                                                    | Hasil dan Pemanfaatanya                                                                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Studi Laboratorium Awal Pemanfaatan Pati Pisang Kepok ( <i>mussa paradisiaca forma tyoical</i> ) Sebagai Bahan Alternatif Polimer | Pati pisang kapok | Menggunakan metode ekstark pada pati pisang dan setelah itu pengujian karakteristik awal. | Hasil dari densitas didapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan dan salinitas polimer maka densitasnya semakin besar, apabila <i>temperature</i> semakin besar maka makin rendah salinitas polimer |



|    |                                                                                                                                |                                                                                                                       |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Pada Metode Produksi Minyak Tahap Tersier .<br>(Putra, 2021)                                                                   |                                                                                                                       |                                                                                                                                                                  | tersebut.                                                                                                                                                                                                                            |
| 2. | Potensi buah Okra ( <i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench) sebagai inhibitor alfa-glukosidase(Riyanti et al., 2019)        | Buah okra.                                                                                                            | Menggunakan metode di ekstrak menjadi cairan.                                                                                                                    | Hasilnya yaitu bahwa ekstrak okra menjadi air mampu menghambat aktivitas enzim dan sebagai obat herbal penurun kadar gula darah                                                                                                      |
| 3. | Analisa Spektrum <i>Infra Red</i> Pada Proses Sintesa Lignin Ampas Tebu Menjadi Surfaktan Lignosulfonat (Setiati et al., 2016) | Ampas Tebu                                                                                                            | Metode pemisahan ampas tebu menggunakan NaOH, proses sulfonasi dan uji FTIR.                                                                                     | Komponen pembentuk surfaktan lignosulfonat diketahui dari uji FTIR terhadap sampel surfaktan dan dapat menentukan hasil terbaik dari beberapa alternatif percobaan yang telah dilakukan dengan mengevaluasi komponen yang terbentuk. |
| 4. | <i>Formulation of Local Alkaline-Polymer (Asp) For Enhanced Oil Recovery in Niger Delta: A Review</i> (Uzoho et al., 2015)     | gum arab, ogbonno, okra                                                                                               | Metode yang digunakan yaitu pengujian pada alkaline, polimer dan surfaktan pada masing-masing yang berkonsentrasi 1500 dan 2500 ppm                              | Alkaline-surfactant-polymer <i>flooding</i> lebih efektif dari individu <i>flooding</i> . Ekstark bahan dari tanaman tersebut dapat berfungsi sebagai jenis polimer yg baik.                                                         |
| 5. | <i>Effect of Salinity and Divalent Ions on Local Bio Polymers</i> (Obuebite et al., 2018)                                      | okro ( <i>Abelmoschus esculentus</i> ) ,daun ewedu( <i>corchorus</i> ) dan Editan leaf( <i>Lasienthera Africana</i> ) | Metode penelitian yang dilakukan yaitu kompatibilitas, salinitas dan oil displacement test. membandingkan dari tiga bahan tersebut dari konsentrasi yang berbeda | Polimer (okro, daun ewedu dan <i>editan leaf</i> ) + <i>softbrine</i> memberikan pemulihan sesudah <i>water flooding</i> . Dari ketiga bahan ini, okro memberikan pemulihan yang tertinggi 26,3%                                     |

Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## 2.2 INJEKSI POLIMER (POLYMER FLOODING)

*Polymer flooding* salah satu metode EOR yang banyak digunakan karena teknik aplikasinya lebih sederhana dan *recovery* yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan penginjeksian air (Vilanti et al., 2017), salah satu bahan pengental yaitu polimer (Rita, 2012). Penginjeksian polimer dengan menambahkan bahan pengental (*thickening agent*) kedalam air injeksi untuk meningkatkan viskositas dan menurunkan mobilitas fluida pendesak sehingga dapat memperbaiki efisiensi penyapuan (*sweep efficiency*) yang akan berdampak pada kenaikan nilai *recovery factor* dari injeksi polimer (Kasmungin et al., 2018). Konsep dari metode *polymer flooding* yaitu kenaikan viskositas air, karena kenaikan viskositas air akan menurunkan mobilitas air terhadap minyak agar terjadinya peningkatan *sweep efficiency*. Injeksi polimer dilakukan di suhu 60-90°C dengan kualitas minyak >15°API. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan pada saat penginjeksian polimer, yaitu viskositas minyak di bawah 10000 cP, saturasi minyak diatas 30%, temperatur di bawah 250°F, salinitas dibawah 250000 ppm (Mohsenatabar Firozjahi & Saghafi, 2020). Salah satu lapangan *pilotproject* injeksi polimer adalah Daqing Oil Field dimana project ini melakukan skema konsentrasi yaitu 1000, 1500, 2000 dan 2500 ppm dengan salinitas air formasi (*brine*) berkisar antara 5000 ppm sampai 20000 ppm yang memberikan peningkatan *recovery factor* cukup signifikan yaitu 10-20% (Taber et al., 1997).

Jenis polimer yang sering digunakan untuk metode EOR yaitu polimer sintetik dan biopolimer yang dimana kedua polimer ini bisa terlarut dalam air dan digunakan sebagai pengental pada proses EOR (Moradi-Araghi & Doe, 1987). Pada saat ini, banyak perusahaan menggunakan biopolimer yaitu *xanthan gum* dan polimer sintetik yaitu *polyacrylamide*.

*Xanthan gum* bisa disebut biopolymer atau *polysaccharide*, dan dihasilkan dari mikroorganisme *xanthomonas campestris* melalui proses fermentasi terhadap media karbohidrat yang mendapatkan *supply* berupa gas nitrogen (N<sub>2</sub>) dan protein (Widyarso et al., 2006).

*Polyacrylamide* merupakan polimer sintesis yang bersifat non-ionic yang disintesis dari *monomer acrylamide*. Molekul yang menyusun *polyacrylamide* sangat fleksibel, karena panjangnya rantai dan kecilnya diameter molekul membuat polimer ini menjadi sensitif terhadap degradasi kimia, *thermal* serta kerusakan mekanis (Widyarso et al., 2006).

### 2.3 TANAMAN OKRA SEBAGAI ALTERNATIF POLIMER

Okra (*Abelmoschus esculentus*) merupakan tanaman yang tumbuh di daerah tropis dan bagian sub-tropis. Di Indonesia khususnya di Bali tanaman ini belum begitu dikenal atau masih langka, hanya ada di *supermarket*. Okra di kenal dengan nama yang berbeda yaitu Okura, kacang bendi ataupun *Lady Finger*. Tanaman ini sangat populer di negara-negara Asia seperti Jepang, Malaysia, Cina dan India (Yuliartini et al., 2018).

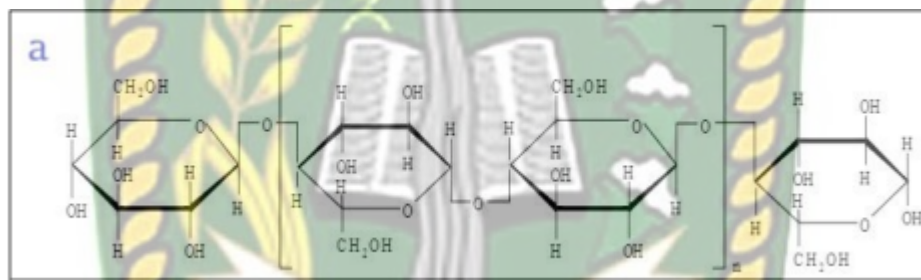
Menurut Obuebite et al. (2018) tanaman okra adalah salah satu solusi menjadi alternatif polimer dan juga memberikan pemulihan sebesar 23,4%OOIP, dapat meningkatkan *sweep efficiency* sehingga bisa meningkatkan produksi minyak dan menurunkan mobilitas air. Studi eksperimen di Nigeria telah memastikan efektifitas polimer local dapat berkeaja lebih baik dari pada polimer sintesis. Tanaman okra ini digunakan sebagai alternatif polimer karena harganya murah, ketersediaan banyak dan ramah lingkungan. Polisakarida merupakan polimer alami yang berasal dari buah dan tumbuhan (Soebagio et al., 2018). Salah satu polimer alami yaitu dari tumbuhan okro (*Abelmoschus esculentus*) (Uzoho et al., 2015). Tanaman okra mengandung berbagai jenis polisakarida, termasuk selulosa (Nur Farhana et al., 2017).

**Tabel 2.2** Kandungan yang terdapat pada Okra (Kumar et al., 2013)

| Kandungan Kimia | Persentase (%) |
|-----------------|----------------|
| Selulosa        | 67,50 %        |
| Hemiselulosa    | 15,40 %        |
| Lignin          | 7,10 %         |



Menurut Ismail (2018) Serat okra memiliki jumlah yang sangat baik dari selulosa. Oleh karena itu dapat digunakan sebagai bahan baku industri berbasis selulosa. Selulosa merupakan polisakarida organik yang merupakan penyusun utama dinding sel pada tumbuhan. Selulosa  $(C_6H_{10}O_5)_n$  merupakan gabungan molekul glukosa yang membentuk rantai selulosa, biasanya tersusun dari 2000 – 3000 glukosa. Kandungan utama selulosa terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Selulosa tidak berbau dan berwarna, tidak dapat larut didalam air dan dapat tahan terhadap panas. Biasanya selulosa digunakan sebagai bahan baku di industri kertas, tekstil, kosmetik, farmasi (Ismail, 2018). Selulosa merupakan sumber polimer yang alami (Khalid et al., 2020). Gambar 2.1 merupakan struktur kimia dari selulosa pada tumbuhan.



**Gambar 2.1** Struktur kimia selulosa (Chowdhury et al., 2013)

## 2.4 PENGUJIAN POLIMER OKRA (*ABELMOSCHUS ESCULENTUS*)

Polimer yang akan diinjeksikan ke reservoir, tentunya wajib mengikuti berbagai pengujian untuk mengetahui kelayakan pada polimer tersebut. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian awal untuk mengetahui seberapa bagusnya polimer dari okra agar dapat dikembangkan dan menjadi salah satu opsi *polymer flooding*. Adapun pengujian pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut :

### 2.4.1 Kompatibilitas Polimer

Keberhasilan pengujian kompatibilitas bisa dilihat dari bentuk fisik larutan yang biasanya berwarna jernih dan tidak ada endapan. Uji kompatibilitas pada *thermal stability* untuk mengetahui ketahanan sampel



terhadap panas pada reservoir dengan suhu 60-94°C dalam waktu tertentu (Hestuti Eni, Suwartiningsih, 2008b).

#### 2.4.2 Viskositas Polimer

##### 1) *Shear Rate* dan *Shear Stress*

*Shear Rate* dan *Shear Stress* implementasi dari pergesekan dan pergeseran fluida pada saat diinjeksikan, supaya dapat mengetahui nilai *Shear Rate* dan *Shear Stress* larutan polimer dalam skala laboratorium dapat menggunakan alat yaitu Fann VG Meter. Maka didapatkan hasil dari pembacaan skala (*dial*) pada Fann VG Meter yang digunakan untuk mengetahui nilai dari *Shear Rate* dan *Shear Stress* (Wicaksono & Yuliansyah, 2015). Adapun persamaan untuk menentukan *Shear Rate* dan *Shear Stress* sebagai berikut :

$$\gamma = 1,704 \times \text{rpm} \dots \dots \dots (1)$$

$$\tau = 5,077 \times C \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

$\gamma$  : *shear rate, second<sup>-1</sup>*

$\tau$  : *shear stress, dyne/cm<sup>2</sup>*

Rpm : *revolution per minute*

C : *dial reading, dyne/cm<sup>2</sup>*

##### 2) Viskositas Nyata (*apparent viscosity*)

Viskositas adalah keengganan fluida untuk mengalir. Ada dua viskositas yaitu dinamik dan kinematic. Fluida yang akan diteliti ini bersifat non Newtonian, maka perlu diketahui viskositas dinamiknya. Fluida non newtonian ini bersifat tidak konstan. Untuk mengetahui nilai dari viskositasnya harus diketahui *shear rate* dan *shear stress* kemudian data tersebut dapat digunakan untuk menghitung viskositas nyata (*apparent viscosity*) dengan menggunakan persamaannya. Hubungan *shear rate* terhadap viskositas adalah terbalik. Semakin tinggi *shear rate* maka semakin rendah viskositasnya. Persamaannya yaitu :

$$\mu_a = \frac{\tau}{\gamma} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

$\mu_a$  : *Apparent viscosity* atau viskositas nyata (cP)

$\tau$  : *sear strees*, dyne/cm<sup>2</sup>

$\gamma$  : *sear rate*, second<sup>-1</sup>

#### 2.4.3 Densitas Fluida

Densitas disebut juga dengan berat jenis suatu larutan (Aini & Tjahjani, 2013). Densitas dapat diukur dengan alat piknometer. Satuan dari densitas yaitu gram per mili-liter (gr/ml). Berikut merupakan persamaan menghitung densitas :

$$\rho_1 = \frac{m_1}{m_2} \rho_2 \dots\dots\dots$$

(4)

Dimana :

$\rho_1$  : Densitas sampel didalam piknometer, gr/ml

$m_1$  : Massa sampel didalam piknometer, gr

$\rho_2$  : Densitas water (1 gr/ml) didalam piknometer, gr/ml

$m_2$  : Masa *water* didalam piknometer, gr

#### 2.4.4 Pengujian gugus fungsi menggunakan FTIR

Pengujian FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dilakukan di Universitas Riau. Spektroskopi FTIR yaitu teknik yang digunakan untuk menentukan gugus fungsi sampel dengan mengukur spectrum serapan infra merah (Mohdetal.,n.d.).

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 METODE PENELITIAN

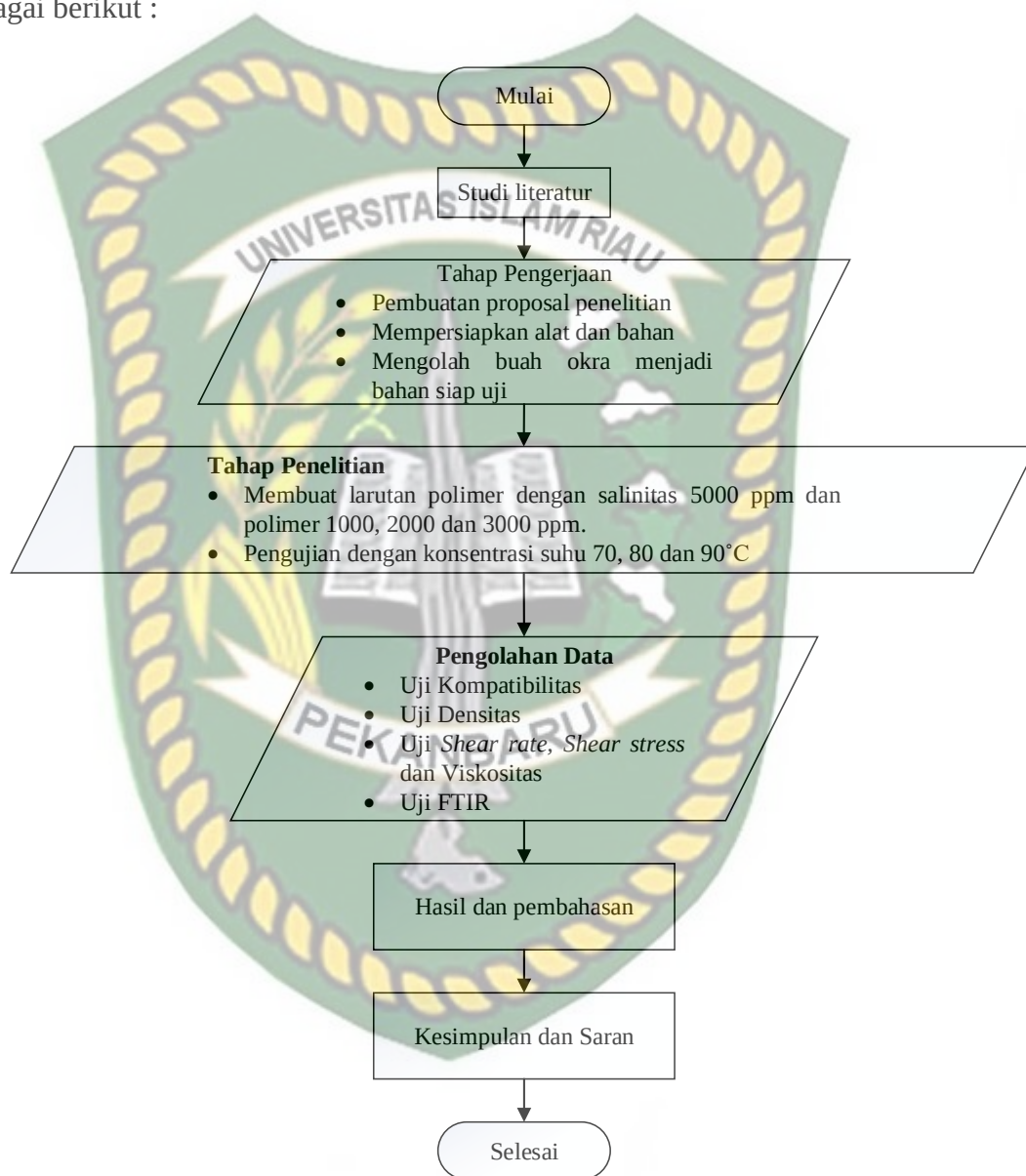
Judul dari penelitian ini yaitu Studi Laboratorium Awal Pemanfaatan tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus*) sebagai bahan alternatif polimer. Dimana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kompatibilitas dari okra sebagai alternatif, mengetahui nilai densitas, viskositas, *shear stress* dan *shear rate* tanaman okra dan membandingkan dengan polimer komersil yaitu (*xanthan gum*). Penelitian ini akan diadakan di Laboratorium Reservoir Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Penelitian ini menggunakan metode *experiment research*. Adapun jadwal kegiatan penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1

**Tabel 3.1** Jadwal Penelitian

| Rencana Kegiatan                                                                        | 2021- 2022 |   |   |   |     |   |   |   |     |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|
|                                                                                         | Des        |   |   |   | Jan |   |   |   | Feb |   |   |   |
|                                                                                         | 1          | 2 | 3 | 4 | 1   | 2 | 3 | 4 | 1   | 2 | 3 | 4 |
| Persiapan Alat dan Bahan Penelitian                                                     |            |   |   |   |     |   |   |   |     |   |   |   |
| Pengolahan Sampel Tanaman Okra menjadi Polimer                                          |            |   |   |   |     |   |   |   |     |   |   |   |
| Uji Kompatibilitas, <i>Shear Rate &amp; Shear Stress</i> , Viskositas, Densiitas & FTIR |            |   |   |   |     |   |   |   |     |   |   |   |
| Pengolahan Data                                                                         |            |   |   |   |     |   |   |   |     |   |   |   |
| Analisis Hasil Penelitian dan Pembahasan                                                |            |   |   |   |     |   |   |   |     |   |   |   |

### 3.2 FLOWCHART

Pada penelitian ini, tentunya dibutuhkan gambaran mendasar yang akan menunjukkan alur dari penelitian ini, alur dari penelitian dijelaskan pada *flowchart* sebagai berikut :



### 3.3 ALAT DAN BAHAN

Berikut ini merupakan alat dan bahan yang akan digunakan untuk penelitian dalam menentukan nilai densitas ( $\rho$ ), viskositas ( $\mu$ ), *shear stress* ( $\tau$ ), *shear rate* ( $\gamma$ ), kompatibilitas dan FTIR larutan polimer dari tanaman okra :



### 3.3.1 Alat

Beberapa alat yang akan digunakan didalam penelitian ini yaitu :



1. Alumuniumfoil



2. Ayakan



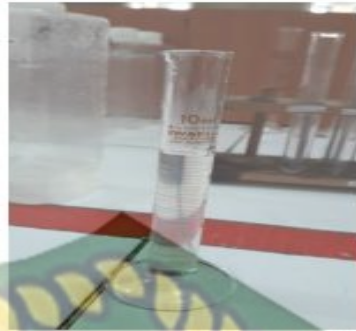
3. Blender



4. Stop Watch



5. Gelas Kimia



6. Gelas Ukur 10 ml



7. Piknometer 50 ml



8. Rak dan Tabung Reaksi



9. Stirrer dan Heater



10. Magnetic stirrer



11. Oven



12. Timbangan Digital



13. FTIR



14. Fan VG Meter



15. Pipet Tetes



16. Corong

### 3.3.2 Bahan

Beberapa bahan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu :





1. Okra

2. *Xantan Gum*

3. NaCl



4. Aquadest

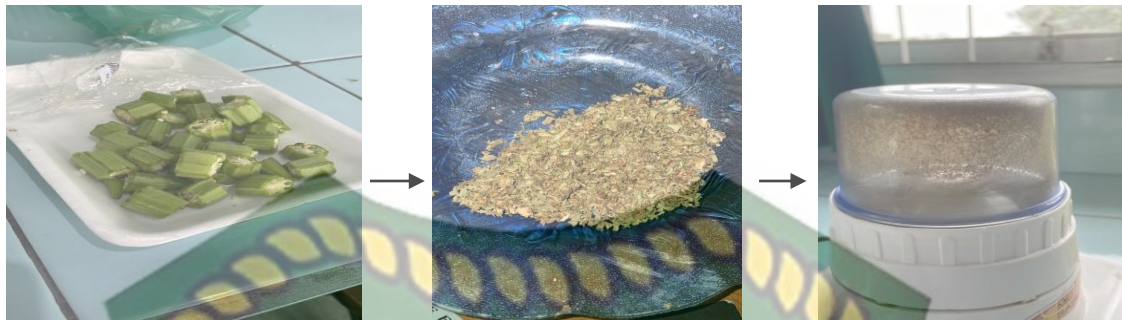
### 3.4 PROSEDUR PENELITIAN

Dibawah ini dijelaskan langkah percobaan yang akan digunakan dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

#### 3.4.1 Pembuatan Tanaman Okra Sebagai Bahan Polimer Alternatif

Pembuatan dimulai dengan menyiapkan buah okra, dan dipotong setebal 1cm, lalu dikeringkan disinar matahari sampai mengering. Lalu buah okra yang sudah mengering diblender hingga menjadi halus, lalu di ayak dengan ukuran ayakan *mesh* 100-150 hingga menjadi halus Obuebite et al. (2018).

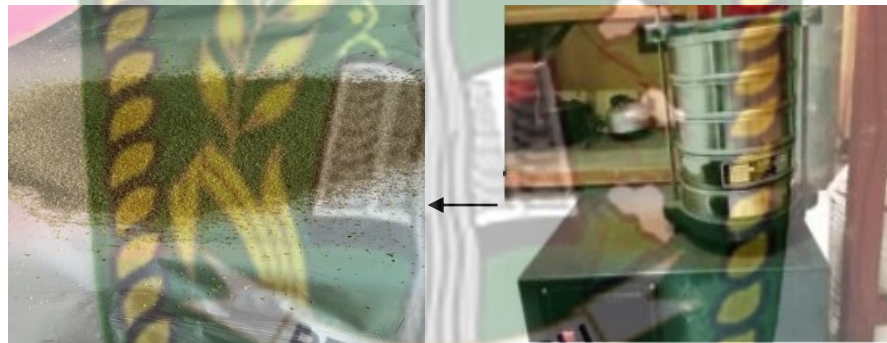




1. Okra

2. Dikeringkan

3. Diblender



5. Natural Polymer

4. Sieved

**Gambar 3.1** Persiapan Sampel Okra Menjadi Polimer Alami

### 3.4.2 Pengujian Kompatibilitas Larutan Polimer

Adapun proses pengujian kompatibilitas menurut penelitian (Hestuti Eni, Suwartiningsih, 2008b) sebagai berikut :

#### 1) Pembuatan larutan *brine*

Menyiapkan sampel larutan yang akan diuji, pada penelitian ini akan menggunakan 3 konsentrasi larutan *brine* yaitu 5000 ppm dengan volume *aquadest* 500 ml. Contoh proses pembuatan larutan *brine* dengan salinitas 5000 ppm :

$$\text{NaCl } 5000 \text{ ppm} = \frac{5.000 \text{ gr}}{1.000.000 \text{ ml}} \times 500 \text{ ml} = 2,5 \text{ gr}$$

- Mengisi *aquadest* kedalam gelas ukur sebanyak 500 ml.
- Menimbang NaCl (solid) dengan wadah kaca arloji seberat 2,5 gr pada *neraca* digital.
- Letakan gelas kimia di atas *magnetic stirrer* dengan kecepatan mengaduk yang diinginkan untuk melarut NaCl dan *aquadest* hingga larutan menjadi homogen.
- Setelah pencampuran sempurna masukkan larutan *brine* ke dalam *tabung* reaksi.
- Ulangi tahapan tersebut untuk pembuatan larutan *brine* pada salinitas 30000 dan 60000 ppm, dengan hasil perhitungan yang ditujukan pada **tabel 3.2** berikut :

**Tabel 3.2** Salinitas dan Massa NaCl

| Salinitas NaCl<br>(ppm) | Massa NaCl<br>(gr) |
|-------------------------|--------------------|
| 5000                    | 2,5                |

2) Pembuatan larutan polimer tanaman okra

Menyiapkan larutan polimer tanaman okra dengan konsentrasi 1000, 2000, 3000 ppm dengan zat pelarut yaitu larutan *brine* yang sudah dibuat sebelumnya. Sebagai contoh membuat larutan polimer tanaman okra terhadap larutan *brine* dengan konsentrasi polimer yaitu 1000 ppm:

$$\text{Polimer } 1000 \text{ ppm} = \frac{1000 \text{ gr}}{1.000.000 \text{ ml}} \times 500 \text{ ml} = 0,5 \text{ gr}$$

- Mengisi gelas ukur dengan *aquadest* sebanyak 500 ml
- Menimbang tanaman okra (solid) dengan wadah kaca arloji seberat 0,5gr pada neraca digital.
- Letakan gelas kimia diatas *magnetic stirrer* dengan suhu gelatinitas okra 70 – 80 dan 90°C dengan kecepatan

mengaduk yang diinginkan hingga granula pada okra mengeluarkan bubuk dan larutan bercampur sampai sempurna

- d. Setelah bercampur dengan sempurna, lalu saring dan tuang kebotol.
- e. Ulangi pembuatan polimer dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 2000 dan 3000 ppm, dengan hasil perhitungan yang ditunjukkan pada table berikut:

**Tabel 3.3** Konsentrasi dan Massa Polimer

| Konsentrasi Polimer<br>(ppm) | Massa Polimer<br>(gr) |
|------------------------------|-----------------------|
| 1000                         | 0,5                   |
| 2000                         | 1                     |
| 3000                         | 1,5                   |

- 3) Kemudian masukkan setiap sampel ke dalam masing-masing tabung reaksi sebanyak 10 ml lalu ditutup dengan *aluminium foil* supaya tidak terjadi penguapan pada sampel tersebut.
- 4) Masukkan tabung reaksi yang sudah diisi dengan larutan polimer dan air formasi(*brine*) tersebut kedalam *oven* agar dapat menguji *thermal stability* dengan temperatur reservoir yaitu 70, 80 dan 90°C selama 3 jam.
- 5) Setelah dipanaskan, amati hasil yang terjadi pada larutan polimer. Larutan polimer yang baik adalah larutan polimer yang tidak terjadi adanya endapan atau gumpalan pada larutan serta larutan tampak jernih ketika dilakukan penelitian.

### 3.4.3 Pengujian Viskositas Larutan Polimer :

- 1) Pada penelitian ini tentukan nilai *shear stress* dan *shear rate* menggunakan Fann VG Meter. Nilai *shear rate* dan *shear stress*



larutan polimer dapat diketahui dengan prosedur dibawah ini (Wicaksono & Yuliansyah, 2015):

- a. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk menentukan *shear rate* dan *shear stress*.
- b. Masukkan larutan polimer ke dalam bejana sampai di batas 300 ml.
- c. Posisikan bejana yang telah terisi larutan pada tempatnya, selanjutnya mengatur kedudukan rotor dan bob sampai tercelup kedalam larutan polimer hingga batas yang telah ditentukan.
- d. Mengaktifkan rotor dengan kecepatan 600 rpm pada posisi *high* dan 300 rpm pada posisi *low* kemudian baca skala (*dial*) hingga mencapai keseimbangan dan mencatat harga yang ditunjukkan oleh skala.
- e. Lakukan kembali percobaan ke-4 dengan kecepatan 200, 100, 6 dan 3 rpm dengan cara yang sama, lalu catat hasil dari skalanya.
- f. Setelah didapatkan hasil dari setiap pembacaan skala (*dial*) pada Fann VG Meter, kemudian untuk menentukan harga *shear stress* dan *shear ratenya* dengan persamaan (1) dan (2) pada bab tinjauan pustaka.

## 2) Pengujian Viskositas Larutan Polimer Menggunakan Fann VG Meter.

Untuk mengetahui nilai viskositas pada Fluida non-newtonian dapat digunakan persamaan *Apparent viscosity* seperti yang dilihat persamaan (3) dimana untuk mengetahui nilai *Apparent viscosity* diperlukan data pembacaan skala (*dial*) yang akan digunakan untuk menghitung *shear strees* dan *shear rate* pada Fann VG Meter.



#### 3.4.4 Pengujian Densitas Larutan Polimer Menggunakan Piknometer

Berdasarkan penelitian Aini and Tjahjani (2013) Prosedur pengukuran densitas larutan dengan menggunakan alat piknometer dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Siapkan piknometer dengan volume 50 ml.
- 2) Timbang piknometer dalam keadaan kosong menggunakan timbangan digital.
- 3) Isi piknometer dengan air hingga penuh lalu ditutup.
- 4) Timbang massa piknometer yang berisi air dengan timbang digital lalu catat hasilnya.
- 5) Ulangi prosedur pada jenis larutan yang ingin di ukur densitasnya, lalu hitung densitas larutan dengan persamaan diatas.

Setelah dilakukan pengukuran menggunakan piknometer, maka data yang didapatkan pada saat pengukuran akan digunakan untuk menghitung densitas dengan persamaan (4) yang terdapat di pembahasan bab tinjauan pustaka.

#### 3.4.5 Pengujian FTIR

Pengujian ini dilakukan di Universitas Riau. Untuk mengetahui informasi terkait dengan ikatan kimia yang ada pada tanaman okra. Spektroskopi FTIR merupakan teknik yang digunakan untuk menentukan gugus fungsi sampel dengan mengukur spectrum serapan inframerah. Spectrum FTIR direkam pada spektrometri FTIR dengan rentang bilangan gelombang antara 400 dan 4000  $\text{cm}^{-1}$ . Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *attenuated total reflecting* (ATR) dalam hubungannya dengan *spektroskopi infrared*, yang memungkinkan sampel untuk diperiksa langsung (Mohd et al., n.d.)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 UJI KOMPATIBILITAS

Pengujian Kompatibilitas merupakan *screening* tahap awal untuk larutan polimer. Kadar garam atau salinitas merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap larutan polimer. Larutan yang memiliki kompatibilitas yang bagus adalah larutan yang bening dan tidak ada endapan. Pengujian kompatibilitas pada *thermal stability* dilakukan untuk mengetahui ketahanan sampel terhadap panas reservoir dengan suhu berkisaran 60-95°C dalam waktu tertentu (Hestuti Eni, Suwartiningsih, 2008). Pengujian *thermal stability* merupakan faktor penting dalam pengujian larutan polimer, apabila larutan polimer tidak memiliki stabilitas *thermal* maka larutan polimer akan mengendap ke dalam pori-pori batuan dan akan menurunkan *sweep efficiency*.

**Tabel 4.1** Hasil Kompatibilitas Polimer Okra

| Salinitas | Polimer | Keadaan Larutan           |                           |                           |
|-----------|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|           |         | 70°C                      | 80°C                      | 90°C                      |
| 5000      | 1000    | Jernih, tidak ada endapan | Jernih, tidak ada endapan | Jernih, tidak ada endapan |
|           | 2000    | Jernih, tidak ada endapan | Jernih, tidak ada endapan | Jernih, tidak ada endapan |
|           | 3000    | Jernih, tidak ada endapan | Jernih, tidak ada endapan | Jernih, tidak ada endapan |

**Tabel 4.2** Hasil Kompatibilitas Polimer *Xanthan Gum*

| Salinitas | Polimer | Keadaan Larutan           |                           |                           |
|-----------|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|           |         | 70°C                      | 80°C                      | 90°C                      |
| 5000      | 1000    | Jernih, tidak ada endapan | Jernih, tidak ada endapan | Jernih, tidak ada endapan |

|  |      |                           |                           |                           |
|--|------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|  | 2000 | Jernih, tidak ada endapan | Jernih, tidak ada endapan | Jernih, tidak ada endapan |
|  | 3000 | Ada endapan               | Ada endapan               | Ada endapan               |

Kompatibilitas atau non-kompatibilitas dapat diketahui setelah stabilitas *thermal* polimer di uji selama 3 jam pada suhu temperatur 70, 80 dan 90°C pada masing-masing sampelnya. Berdasarkan **Tabel 4.1** didapatkan 9 larutan hasil kompatibel dari sampel Okra yang berwarna orange. Sementara di **Tabel 4.2** didapatkan 6 larutan yang kompatibel dari *Xanthan Gum*. Setelah dilakukan penelitian, terlihat bahwa kompatibilitas larutan polimer sangat dipengaruhi dari konsentrasi polimer dan temperatur. Semakin tinggi polimer dan temperatur kemungkinan larutan polimer akan menjadi tidak kompatibel. Hal yang menyebabkan menurunnya tingkat kompatibilitas larutan okra dan *xanthan gum* yaitu karena larutan ini sama-sama terbentuk dari glukosa yang mudah terdegradasi oleh suhu dan salinitas yang tinggi (Widyarso et al., 2006).

#### 4.2 UJI DENSITAS

Densitas penting diketahui untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap penambahan bahan. Densitas dapat diukur dengan alat piknometer. Nilai dari suatu densitas larutan dinyatakan dalam suatu gram per mili-liter (gr/ml). Dibawah ini merupakan hasil densitas buah okra dan *Xantha Gum* yang sudah disusun dalam tabel.

**Tabel 4.3** Hasil Perhitungan Densitas Okra

| Salinitas | Biopolimer | Keadaan Larutan |       |       |
|-----------|------------|-----------------|-------|-------|
|           |            | 70°C            | 80°C  | 90°C  |
| 5000      | 1000       | 0,978           | 0,976 | 0,970 |
|           | 2000       | 0,980           | 0,978 | 0,974 |
|           | 3000       | 0,982           | 0,976 | 0,972 |



**Tabel 4.4** Hasil Perhitungan Densitas *Xanthan Gum*

| Salinitas | Biopolimer | Keadaan Larutan |       |       |
|-----------|------------|-----------------|-------|-------|
|           |            | 70°C            | 80°C  | 90°C  |
| 5000      | 1000       | 0,994           | 0,992 | 0,989 |
|           | 2000       | 0,998           | 0,997 | 0,995 |
|           | 3000       | 1,012           | 1,008 | 1,005 |

Berdasarkan pengujian densitas dari sampel Okra pada **Tabel 4.3** dan sampel *xanthan gum* pada **Tabel 4.4**, kedua jenis polimer menunjukkan hal yang sama, dimana densitas masing-masing sampel mengalami peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi polimer. Hal yang menyebabkan kenaikan densitas tersebut disebabkan karena penambahan densitas masing-masing, sehingga menyebabkan bertambahnya massa jenis yang terdapat didalam larutan polimer tersebut. Namun dengan seiring penambahan temperatur kedua sampel tersebut mengalami penurunan densitas pada masing-masing sampel, menurut Widyarso (2006) hal ini disebabkan karena peningkatan suhu yang menyebabkan jarak antar partikel pada larutan polimer menjauh meskipun terdapat didalam volume yang sama, sehingga jumlah partikel akan semakin berkurang yang menyebabkan densitas semakin menurun.

#### 4.3 UJI VISKOSITAS

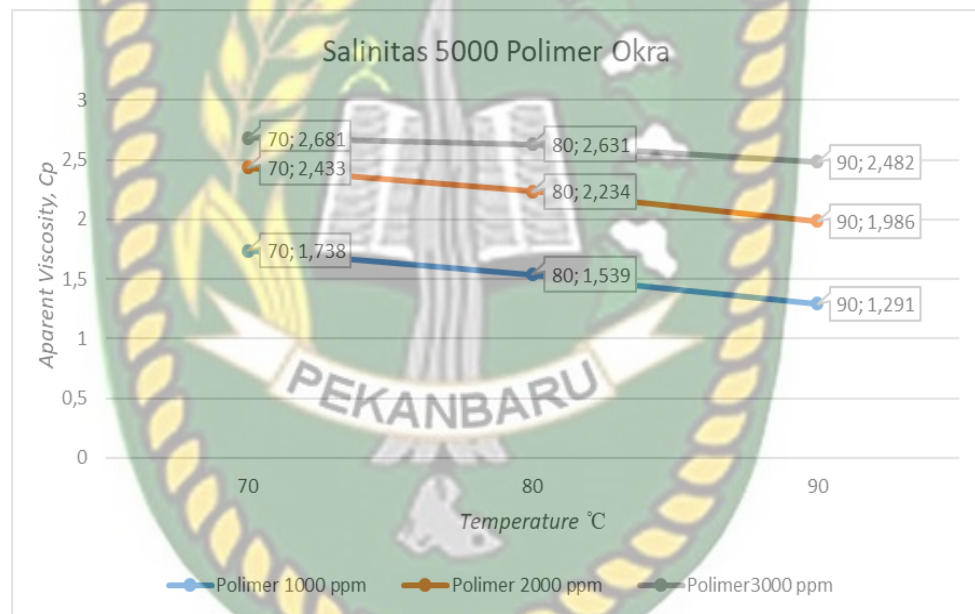
Tujuan dari pengujian viskositas untuk mengetahui tingkat kekentalan larutan polimer karena kekentalan polimer sangat dibutuhkan untuk mengontrol mobilitas fluida injeksi agar dapat meningkatkan *sweep efficiency* sehingga fluida injeksi dapat mendesak minyak dengan baik. Pada dasarnya viskositas ialah keengganan fluida untuk mengalir dengan satuan *centipoise* (cp). Fluida pada penelitian ini memiliki sifat non-newtonian, maka perlu untuk mengetahui nilai viskositas dinamikanya. Fluida non-newtonian ditandai dengan menurunnya viskositas seiring meningkatnya nilai *shear rate* (Wang et al., 2003). Untuk mengetahui nilai viskositas yang tidak konstan yaitu dengan menggunakan alat Fann Vg Meter



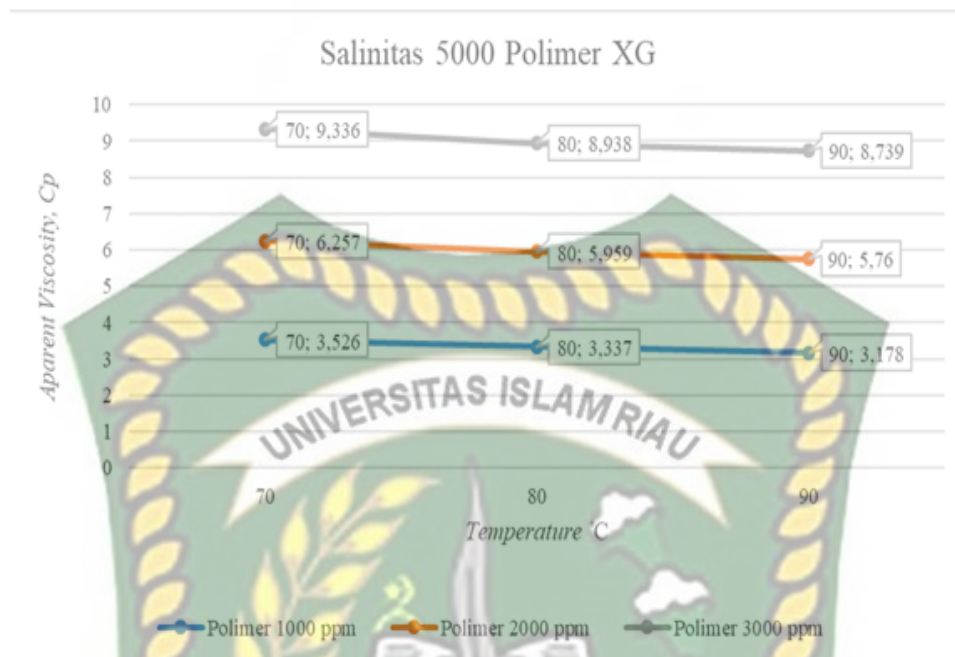
sehingga dengan alat ini akan mendapatkan nilai viskositas nyatanya (*apparent viscosity*) dengan menggunakan persamaan *shear rate* (Wicaksono & Yuliansyah, 2015). Pada penelitian ini hanya berfokus ke *range low* salinitas yaitu 5000 ppm saja.

#### 4.3.1 Viskositas Nyata Antara Polimer Okra dan *Xanthan Gum* terhadap Temperatur

Berikut ini adalah grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer okra dan *Xanthan Gum* :



**Gambar 4.1** Pengaruh Temperatur terhadap Viskositas Polimer okra pada Salinitas 5000 ppm

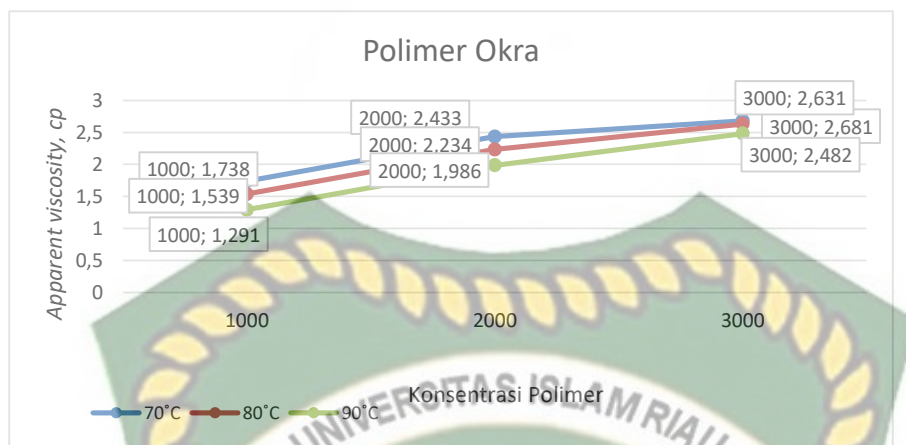


**Gambar 4.2** Pengaruh Temperatur terhadap Viskositas Polimer *Xanthan Gum* pada Salinitas 5000 ppm

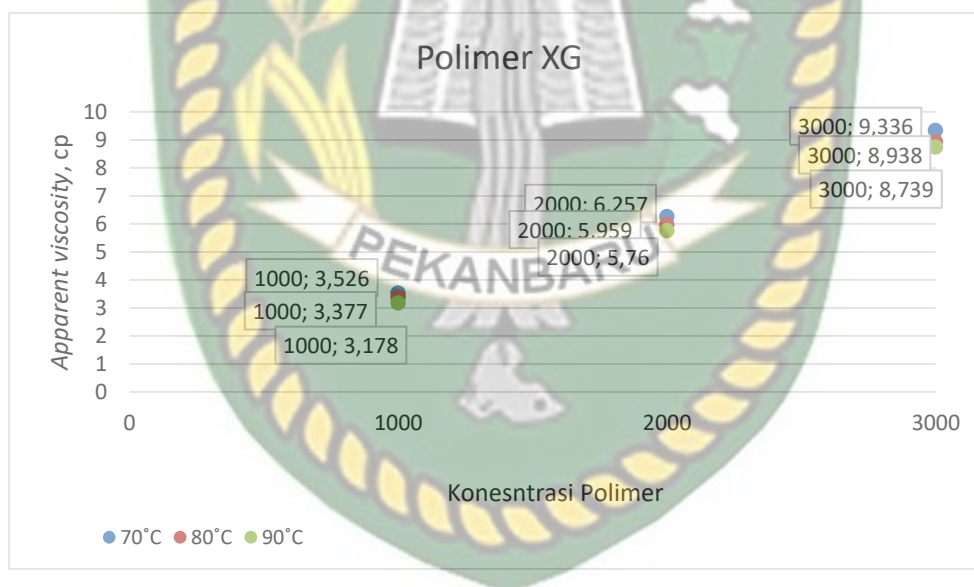
Berdasarkan grafik diatas pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer okra pada **Gambar 4.1** dan polimer *xanthan gum* pada **Gambar 4.2** dengan salinitas 5000 ppm dan konsentrasi polimer yaitu 1000, 2000 dan 3000 ppm, menunjukan bahwa terjadinya penurunan viskositas pada masing-masing polimer seiring dengan meningkatnya suhu. Menurut Irawansyah & Kamal (2017) hal ini terjadi karena adanya penurunan gaya tarik menarik antara molekul akibat penambahan panas, sehingga terjadi kerapatan larutan polimer menurun, pada akhirnya menyebabkan viskositas menurun.

#### 4.3.2 Pengaruh Konsentrasi terhadap Viskositas Polimer

Berikut ini adalah grafik pengaruh penambahan konsentrasi polimer terhadap viskositas polimer okra dan *Xanthan Gum* :



**Gambar 4.3** Pengaruh Penambahan Konsentrasi Polimer Terhadap Viskositas Polimer Okra Pada Salinitas 5000 ppm



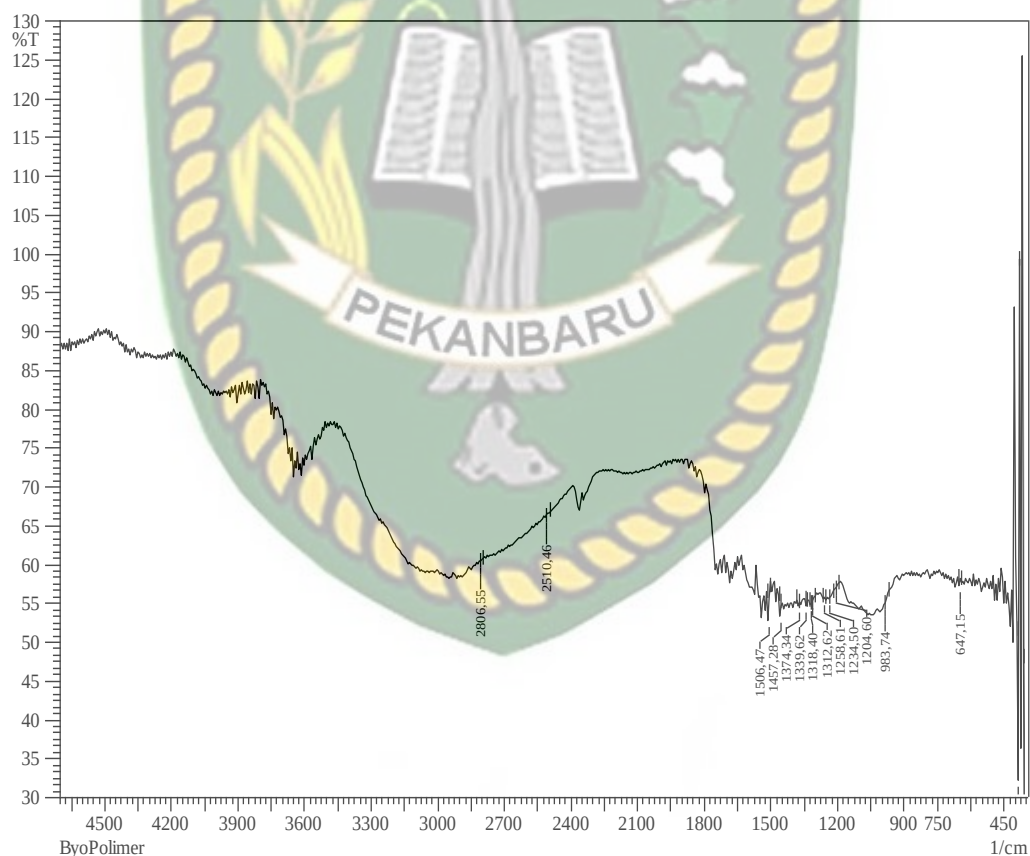
**Gambar 4.4** Pengaruh Penambahan Konsentrasi Polimer Terhadap Viskositas Polimer *Xanthan Gum* Pada Salinitas 5000 ppm

Berdasarkan grafik pengaruh penambahan konsentrasi polimer terhadap viskositas polimer okra pada **Gambar 4.3** dan *xanthan gum* pada **Gambar 4.4** dengan temperatur 70, 80 dan 90°C. Pengujian ini menggunakan skenario salinitas 5000 ppm dan polimer 1000, 2000, dan 3000 ppm. Jika dilihat dari grafik menunjukkan kenaikan pada saat

penambahan konsentrasi polimer. Menurut Richana & Sunarti (2004) menambahkan massa polimer yang hendak dilarutkan mengakibatkan terjadinya peningkatan gelatinitas pada larutan polimer, hal ini yang menyebabkan viskositas polimer okra dan *xanthan gum* mengalami peningkatan.

#### 4.4 UJI FTIR

Hasil uji FTIR digunakan untuk mengidentifikasi perubahan dan kelompok structural yang baru setelah ekstraksi, dapat dilihat dari **Gambar 4.5** hasil dari FTIR pada buah okra. Hasil dari pembacaan pengujian FTIR dilihat pada **Tabel 4.5**



**Gambar 4.5** Spektrum gelombang FTIR pada sampel Okra



**Tabel 4.5** Pembacaan hasil pengujian FTIR

|      | Gugus Fungsi    | Bilangan Gelombang<br>( $\text{cm}^{-1}$ ) |
|------|-----------------|--------------------------------------------|
| OKRA | O-H             | 2510,46                                    |
|      | C-H             | 1457,28 - 1374,34                          |
|      | C-O             | 1204,60 - 1258,61                          |
|      | C = C           | 1506,47                                    |
|      | NO <sub>2</sub> | 1312,62 – 1339,62                          |

Pengujian FTIR tersebut menunjukkan adanya pita yang melebar di wilayah 1200– 1500  $\text{cm}^{-1}$  yang mengidentifikasi adanya gugus C-H dan C-O. Munculnya puncak serapan pada bilangan gelombang 2510,46  $\text{cm}^{-1}$  yang membentuk gugus fungsi O-H. Menurut Safitri et al., (2017) gugus O-H menunjukkan terbentuknya ikatan hidrogen dalam satu kelompok gugus hidroksil dalam satu monomer glukosa pada rantai polimer selulosa atau dapat menandakan adanya kandungan selulosa. Selanjutnya pada puncak spectrum 1374,34 dan 1457,28 yang membentuk gugus C-H, puncak vibrasi pada C-H merupakan perhubungan antara unit glukosa yang terdapat pada selulosa (Megawati et al., 2017). pada puncak spectrum 1204,60 hingga 1258,61  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan terdapatnya renggangan C-O pada komponen selulosa.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan yang berjudul “ Studi Awal Laboratorium Pemanfaatan Tanaman Okra (*Abelmoschus Esculentus*) Sebagai Bahan Alternative Polimer “ didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan pengujian kompatibilitas terdapat sampel polimer okra dan *xanthan gum* dengan konsentrasi salinitas polimer *low* yaitu 5000 ppm dan konsentrasi polimer 1000, 2000 dan 3000 ppm, didapatkan total sampel 18 larutan polimer dengan rincian 9 polimer okra dan 9 polimer *xanthan gum*, dimana didapatkan 9 larutan kompatibel dari okra dan 6 larutan dari *xanthan gum*.
2. Setelah dilakukan pengujian densitas dan viskositas larutan polimer, maka didapatkan kesimpulan yaitu :
  - Berdasarkan hasil dari pengujian densitas dengan menggunakan piknometer 50 ml dengan melibatkan konsentrasi salinitas, polimer dan temperatur pada polimer okra dan *xanthan gum*, didapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi polimer maka akan mengakibatkan peningkatan pada densitas tersebut, sementara itu semakin tinggi temperatur, maka semakin rendah densitas larutan polimer tersebut.
  - Berdasarkan hasil dari pengujian viskositas polimer okra dan *xanthan gum* dengan menggunakan alat Fann Vg meter, didapatkan 2 faktor yang mempengaruhi viskositas polimer yaitu konsentrasi temperatur dan konsentrasi polimer, sehingga didapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi polimer maka viskositas mengalami peningkatan, namun semakin tinggi nilai dari temperatur dan *share rate* maka semakin rendah nilai viskositasnya.

3. Setelah dilakukan pengujian viskositas pada polimer okra dan *xanthan gum*, kemudian dilakukan perbandingan antara polimer okra dan *xanthan gum*, dimana didapatkan viskositas tertinggi okra yaitu 2,681 cp dan viskositas yang terendah yaitu 1,291 cp, sementara viskositas tertinggi *xanthan gum* yaitu 8,938 cp dan terendahnya yaitu 3,178 cp.
4. Setelah dilakukan pengujian FTIR maka dapat disimpulkan bahwa, munculnya puncak spectrum gugus fungsi OH, C-H, C-O, C=C, dan NO<sub>2</sub> Pada sampel okra yang sudah diekstrak.

## 5.2 Saran

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian terhadap beberapa parameter diantaranya yaitu uji ketahanan *Thermal*, filtrasi, nano partikel produk, SEM dan *sweep efficiency*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, M. (2017). *Chemical enhanced oil recovery (EOR) activities in Indonesia: How it's future*. AIP Conference Proceedings, 1840.
- Abidin, A. Z., Puspasari, T., & Nugroho, W. A. (2012). *Polymers for Enhanced Oil Recovery Technology*. *Procedia Chemistry*, 4, 11–16.
- Aini, F., & Tjahjani, S. (2013). *Relationship Between Time of Storage and Viscosity Biodiesel Value of Kapuk Oil Seeds*. *Journal of Chemistry*, 2(2), 35–41.
- Chowdhury, Z. Z., Hamid, S. B. A., Das, R., Hasan, M. R., Zain, S. M., Khalid, K., & Uddin, M. N. (2013). *Preparation of carbonaceous adsorbents from lignocellulosic biomass and their use in removal of contaminants from aqueous solution*. *BioResources*, 8(4), 6523–6555.
- Erfando, T., Rita, N., & Ramadhan, R. (2019). *The Key Parameter Effect Analysis Of Polymer Flooding On Oil Recovery Using Reservoir Simulation*. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 4(1), 49.
- Gemed, H. F. (2015). *Nutritional Quality and Health Benefits of Okra (Abelmoschus esculentus): A Review*. *Journal of Food Processing & Technology*, 06(06).
- Hestuti Eni, Suwartiningsih, S. (2008a). *Ikatan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia*. November, 12–14.
- Hestuti Eni, Suwartiningsih, S. (2008b). *Studi Laboratorium Untuk Reaktivasi Lapangan-X Dengan Injeksi Kimia*. November, 12–14.
- Irawansyah, H., & Kamal, S. (2017). *Effect of Temperature and Volume Fraction on Viscosity and Density of Nano Fluid TiO<sub>2</sub> / Termo XT32 Oil*. 67–69.
- Ismail, R. (2018). *Pengaruh Ekstrak Buah Okra*. 1–58.
- Kasmungin, S., Fathaddin, M. T., Perminyakan, M. M., Kebumian, F. T., Trisakti,



U., Perminyakan, D. M., Kebumian, F. T., Trisakti, U., Surfaktan-polimer, I., Gum, X., & Pendahuluan, I. (2018). Studi Laboratorium Pengaruh Konsentrasi Surfaktan Polimer Terhadap *Recovery Factor* Dengan Berbagai Salinitas. 231–237.

Khalid, I., Lestari, F. A., Afdhol, M. K., & Hidayat, F. (2020). Potensi Biopolimer Dari Ekstraksi Nanoselulosa Daun Kapas Sebagai Agen Peningkatan Viskositas Pada Injeksi Polimer. *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 9(4), 146–153.

Kumar, D. S., Tony, D. E., Kumar, a P., Kumar, K. A., Rao, D. B. S., & Nadendla, R. (2013). *a Review on: Abelmoschus Esculentus ( Okra )*. *International Research Journal of Pharmaceutical and Appied Sciences (IRJPAS)*, 3(4), 129–132.

Mandal, A. (2015). *Chemical flood enhanced oil recovery: A review*. *International Journal of Oil, Gas and Coal Technology*, 9(3), 241–264.

Megawati, S., F. J., & Syatriani. (2017). Sintesis Natrium Karboksimetil Selulosa (Na.CMC) dari Selulosa Hasil Isolasi dari Batang Alang-Alang (*Imperata cylindrica L.*). *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 2(1), 13–16.

Mohd, T. A. T., Manaf, S. F. A., Abd Naim, M., Shayuti, M. S. M., & Jaafar, M. Z. (n.d.). *Properties of Biodegradable Polymer from Terrestrial Mushroom for Potential Enhanced Oil Recovery*. *Indonesian Journal of Chemistry*.

Mohsenatabar Firozjaili, A., & Saghafi, H. R. (2020). *Review on chemical enhanced oil recovery using polymer flooding: Fundamentals, experimental and numerical simulation*. *Petroleum*, 6(2), 115–122.

Moradi-Araghi, A., & Doe, P. H. (1987). *Hydrolysis and Precipitation of Polyacrylamides in Hard Brines At Elevated Temperatures*. *SPE Reservoir Engineering (Society of Petroleum Engineers)*, 2(2), 189–198.

Nur Farhana, A. R., Amin, I., Sadeq Hassan, A. S., & Shuhaimi, M. (2017). *Gel*

formation of pectin from okra (*Abelmoschus esculentus* L . Moench) leaves , pulp and seeds. *International Food Research Journal*, 24(October), 2161–2169.

Obuebite, A. A., Onyekonwu, M. O., Akaranta, O., & Uzoho, C. U. (2018). *Effect of salinity and divalent ions on local bio polymers. Society of Petroleum Engineers - SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition 2018, NAIC 2018.*

Purwono, S., & Yuliansyah, A. T. (2017). Optimalisasi Proses Pembuatan Polimer CMC-G-PAM Dengan Inisiator Amonium Persulfat dan Cerium Sulfat yang Tahan Suhu dan Kadar Garam Tinggi Untuk Proses *Enhanced Oil Recovery* (EOR). *Issn 2085-4218, Cmc*, 1–6.

Putra, R. B. (2021). Studi Laboratorium Awal Pemanfaatan Pati Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca Forma Typical*) Sebagai Bahan Alternatif Polimer Pada Metode Produksi Minyak Tahap Tersier.

Rellegadla, S., Prajapat, G., & Agrawal, A. (2017). *Polymers for enhanced oil recovery: fundamentals and selection criteria. Applied Microbiology and Biotechnology*, 101(11), 4387–4402.

Richana, N., & Sunarti, T. C. (2004). Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Umbi Dan Tepung Pati Dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubikelapa Dan Gumbili (pp. 29–37).

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

Riyanti, S., Ratnawati, J., & Aprilianti, S. (2019). Potensi buah okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) sebagai inhibitor alfa-glukosidase. *Kartika : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 6(1), 6.

Safitri, D., Rahim, E. A., Prismawiryanti, P., & Sikanna, R. (2017). Sintesis Karboksimetil Selulosa (Cmc) Dari Selulosa Kulit Durian (Durio

Zibethinus). *Kovalen*, 3(1), 58.

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

Singh, R., & Mahto, V. (2017). *Synthesis, characterization and evaluation of polyacrylamide graft starch/clay nanocomposite hydrogel system for enhanced oil recovery*. *Petroleum Science*, 14(4), 765–779.

Soebagio, S. B., Soares, J. S., Indraswati, N., & Kurniawan, Y. (2018). Ekstraksi polisakarida pada biji tamarind (*Tamarindus Indica L*). *Widya Teknik*, 13(2), 23–32.

Taber, J. J., Martin, F. D., & Seright, R. S. (1997). *EOR Screening Criteria Revisited - Part 2: Applications and Impact of Oil Prices*. *SPE Reservoir Engineering (Society of Petroleum Engineers)*, 12(3), 199–204.

Uzoho, C. U., Onyekonwu, M., & Akaranta, O. (2015). *Formulation of local alkaline-surfactant-polymer (Asp) for enhanced oil recovery in Niger delta: A review*. *Society of Petroleum Engineers - SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition, NAICE 2015*.

Vilanti, A., Kasmungin, S., & Mardiana, D. A. (2017). Pengaruh Permeabilitas dan Konsentrasi Polimer terhadap Saturasi Minyak Sisa pada Injeksi Polimer. *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, 2(1), 41–47.

Wang, W., Liu, Y., & Gu, Y. (2003). *Application of a novel polymer system in chemical enhanced oil recovery (EOR)*. *Colloid and Polymer Science*, 281(11), 1046–1054.

Wicaksono, H., & Yuliansyah, A. T. (2015). Karakterisasi Larutan Polimer KYPAM HPAM untuk Bahan Injeksi dalam *Enhanced Oil Recovery (EOR)*. *Jurnal Rekayasa Proses*, 9(1), 9–15.



- Widyarso, A., Swadesi, B., Wibowo, W. A., & Sudarmoyo. (2006). Studi Laboratorium Pengaruh Injeksi Polimer dengan Berbagai Konsentrasi Terhadap Peningkatan Perolehan Minyak pada Reservoir Karbonat. Simposium Nasional & Kongres IX Ikatan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia (IATMI), November, 1–9.
- Witono, J. R., Justina, A., & Lukmana, H. S. (2012). Optimasi Rasio Tepung Terigu, Tepung Pisang, Dan Tepung Ubi Jalar, Serta Konsentrasi Zat Aditif Pada Pembuatan Mie. Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahayangan, 1, 72.
- Yulianti, M. S., Sudewa, K. A., Kartini, L., & Praing, E. R. (2018). Peningkatan Hasil Tanaman Okra Dengan Pemberian Pupuk Kompos dan NPK. Gema Agro, 23(1), 11.