

**STUDI LABORATORIUM PENGUJIAN KOMPATIBILITAS,
VISKOSITAS DAN *SHEAR RATE* XANTHAN GUM BERBAHAN
DASAR AMPAS TAPIOKA PADA BERBAGAI VARIASI
KONSENTRASI, TEMPERATUR, DAN SALINITAS UNTUK
PRODUKSI MINYAK TAHAP TERSIER**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

M. KHODIRIN

173210868



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

2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : M. Khodirin
Npm : 173210868
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Studi Laboratorium Pengujian Kompatibilitas, Viskositas, dan *Shear Rate Xanthan Gum* Berbahan Dasar Ampas Tapioka pada Berbagai Variasi Konsentrasi, Temperatur, dan Salinitas Untuk Produksi Minyak Tahap Tersier.

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 : Novia Rita,ST.,MT (.....)
Penguji I : Fiki Hidayat,ST.,M.Eng (.....)
Penguji II : Idham Khalid,ST.,MT (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 06 Desember 2019

Disahkan oleh :

DEKAN
FAKULTAS TEKNIK

KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN

(Ir. H. ABDUL KUDUS ZAINI,MT,MS.Tr)

(Dr. Eng. MUSLIM, MT)

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, 06 Desember 2019

M.KHODIRIN
173210868



KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanahu 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 Novia Rita,ST.,MT selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Ibu Richa Mellysa,ST.,MT selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat, dan penyemangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan.
3. Ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, hingga hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
4. Orang tua dan keluarga saya yang selalu memberikan semangat dan doa, serta bantuan materil dan moral sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Sahabat sekamar saya di asrama Rahmat Febrian Saputra yang telah memberi dukungan dan membantu saya selama kuliah di Universitas Islam Riau.
6. Seluruh teman-teman asrama, teman-teman Teknik Perminyakan UIR,dan teman-teman Teknik Perminyakan Akamigas balongan yang telah memberi dukungan dan membantu saya selama kuliah di Universitas Islam Riau.

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

Pekanbaru,06 Desember 2019

M.Khodirin

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
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>Polymer Flooding</i>	4
2.2 <i>Xanthan Gum</i>	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Alat dan Bahan	10
3.2 <i>Flow Chart</i>	13
3.3 Prosedur Penelitian.....	14
3.4 Jadwal Penelitian	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Analisis Hasil Uji Kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i>	23

LANJUTAN DAFTAR ISI

4.2	Analisis Hasil Uji Viskositas <i>Xanthan Gum</i>	41
4.3	Analisis Hasil Uji <i>Shear Rate Xanthan Gum</i>	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN		61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peralatan yang digunakan dalam penelitian.	12
Gambar 3. 2 <i>Flow chart</i> penelitian.....	13
Gambar 3. 3 proses pembuatan <i>brine</i>	14
Gambar 3. 4 proses pembuatan larutan polimer.	16
Gambar 3. 5 proses pengujian kompatibilitas larutan polimer.....	18
Gambar 3. 6 proses pengujian Densitas Larutan polimer.....	19
Gambar 3. 7 proses pengujian viskositas larutan polimer.....	20
Gambar 3. 8 proses pengujian <i>shear rate</i> larutan polimer.	21
Gambar 4.1 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 500 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @60°C.....	24
Gambar 4.2 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 500 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 70°C...	25
Gambar 4.3 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 500 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 80°C...	26
Gambar 4. 4 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 500 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 90°C...	27
Gambar 4. 5 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 1.000 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 60°C...	28
Gambar 4. 6 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 1.000 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 70°C...	29
Gambar 4. 7 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 1.000 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 80°C...	30
Gambar 4. 8 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 1.000 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 90°C...	31
Gambar 4. 9 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 1.500 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 60°C...	32

LANJUTAN DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 10 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 1.500 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 70°C... 33
Gambar 4. 11 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 1.500 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 80°C... 34
Gambar 4. 12 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 1.500 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 90°C... 35
Gambar 4. 13 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 2.000 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 60°C... 36
Gambar 4. 14 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 2.000 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 70°C... 37
Gambar 4. 15 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 2.000 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 80°C... 38
Gambar 4. 16 Hasil uji kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> pada konsentrasi 2.000 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 90°C... 39
Gambar 4. 17 Grafik pengaruh konsentrasi terhadap viskositas pada 60 °C..... 45
Gambar 4. 18 Grafik pengaruh konsentrasi terhadap viskositas pada 70 °C..... 46
Gambar 4. 19 Grafik pengaruh konsentrasi terhadap viskositas pada 80 °C..... 46
Gambar 4. 20 Grafik pengaruh konsentrasi terhadap viskositas pada 90 °C..... 47
Gambar 4.21 Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas pada salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm..... 47
Gambar 4.22 Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas pada salinitas <i>brine</i> 10.000 ppm..... 48
Gambar 4. 23 Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas pada salinitas <i>brine</i> 15.000 ppm. 48
Gambar 4. 24 Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas pada salinitas <i>brine</i> 20.000 ppm. 49

LANJUTAN DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 25 Grafik pengaruh salinitas <i>brine</i> terhadap viskositas pada temperatur 60°C	49
Gambar 4. 26 Grafik pengaruh salinitas <i>brine</i> terhadap viskositas pada temperatur 70°C.	50
Gambar 4. 27 Grafik pengaruh salinitas <i>brine</i> terhadap viskositas pada temperatur 80°C.	50
Gambar 4. 28 Grafik pengaruh salinitas <i>brine</i> terhadap viskositas pada temperatur 90°C.	51
Gambar 4. 29 Grafik pengaruh <i>shear rate</i> terhadap viskositas pada konsentrasi 500 ppm.....	54
Gambar 4. 30 Grafik pengaruh <i>shear rate</i> terhadap viskositas pada konsentrasi 1.000 ppm.....	55



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Perhitungan berat NaCl	15
Tabel 3. 2 Perhitungan berat polimer.	17
Tabel 3. 3 Jadwal Kegiatan Penelitian.	22
Tabel 4. 1 Hasil Uji Kompatibilitas <i>Xanthan Gum</i> ,.	40
Tabel 4. 2 Hasil Uji Densitas larutan <i>brine</i>	42
Tabel 4. 3 Hasil Uji Viskositas Larutan <i>Brine</i>	42
Tabel 4. 4 Hasil Uji Densitas <i>Xanthan Gum</i>	43
Tabel 4. 5 Hasil Uji Viskositas <i>Xanthan Gum</i>	44
Tabel 4. 6 Hasil Uji <i>shear rate Xanthan Gum</i>	52



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	Tabel Hasil Perhitungan Densitas Larutan <i>brine</i> .
LAMPIRAN II	Tabel Hasil Perhitungan Viskositas Larutan <i>brine</i> .
LAMPIRAN III	Tabel Hasil Perhitungan Densitas <i>Xanthan Gum</i> .
LAMPIRAN IV	Tabel Hasil Perhitungan Viskositas <i>Xanthan Gum</i> .
LAMPIRAN V	Tabel Hasil Perhitungan <i>Shear Rate Xanthan Gum</i> .
LAMPIRAN VI	Berkas-berkas persyaratan wisuda.



DAFTAR SINGKATAN

EOR	<i>Enhanced Oil Recovery</i>
OOIP	<i>Original Oil In Place</i>
HPAM	<i>Hydrolyzed Polyacrylamide</i>
XG	<i>Xanthan Gum</i>
NaCl	<i>Natrium Chlorida</i>
rpm	<i>Rate Per Minute</i>
ppm	<i>Parts Per Million</i>
cp	<i>Centipoise</i>
gr	Gram
mg	Miligram
kg	Kilogram
ml	Mililiter
cst	Konstanta
s	<i>Seconds</i>
cm	sentimeter
m	meter



DAFTAR SIMBOL

$^{\circ}\text{C}$	Temperatur dalam celcius
ρ	Massa jenis suatu zat
m	Massa suatu zat
v	Volume suatu zat
μ_{kin}	Viskositas Kinematik
C	konstanta alat
t	waktu alir
μ_{din}	viskositas dinamik
d	densitas cairan
γ	<i>Shear Rate</i>
C	<i>dial reading</i>
μ_a	Viskositas nyata
@	pada



STUDI LABORATORIUM PENGUJIAN KOMPATIBILITAS, VISKOSITAS DAN *SHEAR RATE* XANTHAN GUM BERBAHAN DASAR AMPAS TAPIOKA PADA BERBAGAI VARIASI KONSENTRASI, TEMPERATUR, DAN SALINITAS UNTUK PRODUKSI MINYAK TAHAP TERSIER

M. Khodirin
NPM. 173210868

ABSTRAK

Xanthan Gum berupa polisakarida yang dihasilkan oleh *Xanthomonas Campestris* yang banyak digunakan dalam lapangan minyak sebagai bahan untuk meningkatkan viskositas air dalam *Polymer Flooding*. Kemampuan yang kuat untuk meningkatkan viskositas, ditambah dengan stabilitas yang sangat baik pada salinitas tinggi dan suhu tinggi, membuatnya cocok untuk EOR. *Xanthan Gum* biasanya dihasilkan dari gula sederhana seperti sukrosa dan glukosa yang bisa didapat dari limbah padat tapioka dari ampas singkong, karena mengandung pati yang tinggi dan memiliki kandungan lignin sangat rendah. Parameter penting yang dapat mempengaruhi proses *Polymer Flooding* berupa konsentrasi, temperatur, salinitas, viskositas dan kompatibilitas. Penelitian ini akan melakukan pengujian pada parameter yang akan diuji berupa kompatibilitas, viskositas dan *shear rate* dari *Xanthan Gum* tersebut, serta mengetahui pengaruh konsentrasi, temperatur, salinitas *brine* dan *shear rate* terhadap viskositas *Xanthan Gum*. Peneliti akan melakukan pengujian pada konsentrasi masing-masing 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm, dan 2.000 ppm. Pada temperatur masing-masing 60 °C, 70 °C, 80 °C dan 90°C. Serta pada variasi salinitas *brine* masing-masing 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm, dan 20.000 ppm.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, terdapat 12 sampel larutan yang dinyatakan berhasil uji kompatibilitas, diantaranya yaitu konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 20.000 ppm @ 60°C. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 10.000 ppm @ 90°C. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 15.000 ppm @ 90°C. Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm @ 60°C. Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 15.000 ppm @ 70°C. Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 20.000 ppm @ 70°C. Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm @ 90°C. Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 10.000 ppm @ 90°C. Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 15.000 ppm @ 90°C. Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 20.000 ppm @ 90°C. Konsentrasi 1.500 ppm, salinitas *brine* 20.000 ppm @ 70°C dan Konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm @ 80°C. Dengan nilai viskositas masing-masing 1,2689 cp, 1,0418 cp, 1,0418 cp, 1,5409 cp, 1,2363 cp, 1,2097 cp, 1,2203 cp, 1,1610 cp, 1,1175 cp, 1,0800 cp, 1,3055 cp, dan 1,6443 cp. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh konsentrasi, temperatur, salinitas *brine* dan *shear rate* terhadap viskositas *Xanthan Gum* dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi yang diberikan maka nilai viskositas *Xanthan Gum* akan semakin tinggi dan semakin tinggi temperatur, salinitas serta *shear rate* maka viskositas *Xanthan Gum* akan mengalami penurunan.

Kata Kunci : *Polymer Flooding*, *Xanthan Gum*, Kompatibilitas, Viskositas dan *Shear Rate*.

**LABORATORY STUDIES OF TESTING COMPATIBILITY,
VISCOSITY AND SHEAR RATE XANTHAN GUM BASED ON
TAPIOCA PULP ON VARIOUS VARIATIONS OF
CONCENTRATION, TEMPERATURE, AND SALINITY FOR
TERTIARY OIL PRODUCTION PHASE**

**M. Khodirin
NPM. 173210868**

ABSTRACT

*Xanthan Gum is a polysaccharide produced by *xanthomonas campestris* that is widely used in oil field as a material to increase the viscosity of water in the Polymer Flooding. Powerful ability to increase viscosity, coupled with excellent stability at high salinity and high temperature, makes it suitable for EOR. Xanthan Gum is usually produced from simple sugars like sucrose and glucose that can be obtained from solid waste tapioca from cassava pulp, because it contains high starch and has a very low lignin content. Important parameters that can affect the Polymer Flooding process in the form of concentration, temperature, salinity, viscosity and compatibility. In this study, researchers will conduct tests on the parameters to be tested in the form of compatibility, viscosity and shear rate of the xanthan Gum, as well as know the influence of concentration, temperature, salinity Brine and shear rate of xanthan Gum viscosity. Researchers will conduct tests on concentrations of 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm, and 2.000 ppm respectively. At the temperature of each 60°C , 70 °C, 80 °C and 90 °C. As well as in the variations of brine salinity respectively 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm, and 20.000 ppm.*

Based on the tests that have been done, there are 12 samples of solutions that were declared successful compatibility test, among them The concentration of 500 ppm, salinity brine 20.000 ppm @60°C. Concentration 500 ppm, salinity Brine 10.000 ppm @90 °C. Concentration 500 ppm, salinity brine 15.000 ppm @ 90°C. Concentration 1.000 ppm, salinity Brine 5.000 ppm @60 °C. Concentration 1,000 ppm, salinity Brine 15.000 ppm @70°C . Concentration 1.000 ppm, salinity Brine 20.000 ppm @70 °C. Concentration 1.000 ppm, salinity Brine 5.000 ppm @90°C. Concentration 1.000 ppm, salinity Brine 10.000 ppm @90°C. Concentration 1.000 ppm, salinity Brine 15.000 ppm @90 °C. Concentration 1.000 ppm, salinity Brine 20.000 ppm @90 °C. Concentration 1.500 ppm, salinity Brine 20.000 ppm @70 °C and concentration 2.000 ppm, salinity Brine 5.000 ppm @80 °C. With a viscosity value of each 1.2689 cp, 1.0418 cp, 1.0418 cp, 1.5409 cp, 1.2363 cp, 1.2097 cp , 1.2203 cp, 1.1610 cp, 1.1175 cp , 1.0800 cp, 1.3055 cp, and 1.6443 cp. Based on research that has been conducted on the influence of concentration, temperature, salinity and shear rate against the viscosity of Xanthan Gum can be concluded that the greater the concentration given then the value of viscosity Xanthan gum will be higher and the higher the temperature, salinity as well as shear rate then the viscosity of xanthan Gum will decrease.

Keywords : *Polymer Flooding, Xanthan Gum, Compatibility, Viscosity and Shear Rate.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tertiary Recovery atau *Enhanced Oil Recovery* (EOR) dikenal dengan pengurasan minyak tahap lanjut yang berupa penginjeksian fluida khusus yang terdiri atas termal, *miscible* dan *chemical*. Salah satu dari *chemical* yang sering digunakan berupa polimer, polimer terbukti mampu mengurangi produksi air atau mobilitas air dengan cara meningkatkan viskositas air dengan mudah, serta juga mampu dalam meningkatkan *Sweep Efficiency* yang lebih baik selama proses EOR (Jang, Zhang, Chon, & Choi, 2015). Polimer telah digunakan dalam *Enhanced Oil Recovery* (EOR) sebagai *mobility control agent* yang dapat meningkatkan rasio mobilitas antara minyak dan air, sehingga aliran air tidak dapat mendahului aliran minyak, serta dapat menghasilkan *Sweep Efficiency* yang lebih baik setelah *Waterflooding*. Berdasarkan data pilot proyek yang diperoleh dari lapangan China, Oman, dan Jerman telah menunjukkan bahwa sampai dengan 20 % tambahan minyak dari jumlah yang tersisa di reservoir ditemukan setelah dilakukan *Polymer Flooding* (Alfazazi, AlAmeri, & Hashmet, 2018).

Parameter penting yang dapat mempengaruhi proses *Polymer Flooding* berupa konsentrasi, temperatur, salinitas, viskositas dan kompatibilitas. Konsentrasi polimer umumnya 250 ppm – 2.000 ppm dari beberapa jenis polimer sintetik atau *biopolymer* (Arina & Kasmungin, 2015). Salinitas *brine* 3.000 ppm – 213.000 ppm (Quadri, Shoaib, AlSumaiti, & Alhassan, 2015). Viskositas polimer memiliki nilai kurang dari 100 cp (Sheng, Leonhardt, & Azri, 2015). Uji kompatibilitas berupa uji *screening* paling awal untuk mengetahui apakah suatu jenis polimer *compatible* dengan air formasi suatu reservoir dengan melihat kemungkinan terjadinya endapan dari larutan polimer yang dibuat, dengan temperatur pengujian polimer berkisar antara 60°C hingga 94°C (Yasahardja, Setiawan, & Prihantini, 2017). Viskositas juga berhubungan dengan *shear rate* (laju pegeseran), dimana polimer digolongkan sebagai fluida *Non Newtonian* karena viskositas berubah terhadap *shear rate*. *Shear rate* ini berupa perubahan laju alir fluida setiap posisi pada media alir fluida (Novriansyah, 2014).

Polimer digolongkan ke dalam dua golongan, yang terdiri atas polimer alam dan polimer sintetik. Polimer alam terbentuk dari suatu kegiatan organik seperti fermentasi. Sedangkan polimer sintetik dibentuk dari sintesa senyawa-senyawa kimia sederhana. Polimer alam yang banyak digunakan untuk EOR yaitu *Xanthan Gum*. *Xanthan Gum* tidak mudah sensitif terhadap salinitas, dan temperatur (Druetta & Picchioni, 2019). *Xanthan Gum* berupa bubuk berwarna krem yang mudah larut dalam air panas atau air dingin, dapat membentuk larutan kental pada konsentrasi rendah (0,1% – 0,2%). Pada konsentrasi 2% - 3% terbentuk gel dan tahan terhadap panas (Melva Syafitri Pasaribu, Zulkifli Lubis, 2017).

Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan pembentukan polimer *Xanthan Gum* adalah sumber karbon. Sumber karbon komersial yang biasa digunakan seperti glukosa dan sukrosa cukup mahal sehingga diperlukan substitusi sumber karbon untuk mengurangi biaya produksi *Xanthan Gum*. Untuk itu, di Indonesia sendiri, produksi skala besar dari *Xanthan Gum* perlu dikembangkan sebagai upaya meningkatkan nilai ekonomi masyarakat Indonesia dan upaya melestarikan lingkungan dengan memanfaatkan limbah padat tapioka sebagai sumber karbon. Limbah padat tapioka berasal dari hasil ampas singkong yang telah diperas. Limbah singkong termasuk limbah organik yang banyak mengandung karbohidrat, protein, dan gula seperti glukosa, arabinosa, xilosa, dekstran dan manosa serta mengandung pati sebanyak 75% dari bobot kering yang tidak terekstrak (Hasan, Yulianto, Noviana, & Andini, 2019).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hasan, Yulianto, Noviana, & Andini, (2019) yang berjudul *Produksi Xanthan Gum Skala Pengembangan Menggunakan Limbah Padat Tapioka*, maka peneliti akan melanjutkan penelitian tersebut untuk diterapkan ke dalam industri perminyakan khususnya dalam bidang EOR pada polimer *flooding* dalam skala laboratorium, adapun parameter yang akan diuji berupa kompatibilitas, viskositas dan *shear rate* dari *Xanthan Gum* tersebut. Penelitian ini akan melakukan pengujian pada konsentrasi masing-masing 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm, dan 2.000 ppm. Pada temperatur masing-masing 60 °C, 70 °C, 80 °C dan 90°C. Serta pada variasi salinitas *brine* masing-masing 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm, dan 20.000 ppm .

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- a. Mengetahui kompatibilitas *Xanthan Gum* pada berbagai variasi konsentrasi, temperatur, dan salinitas *brine*.
- b. Mengetahui viskositas *Xanthan Gum* pada berbagai variasi konsentrasi, temperatur, dan salinitas *brine*.
- c. Mengetahui pengaruh konsentrasi, temperatur, salinitas *brine* dan *shear rate* terhadap viskositas *Xanthan Gum*.

1.3 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang akan dilakukan dapat memberikan berbagai manfaat diantaranya yaitu:

- a. Dapat menjadi referensi bagi mahasiswa/i sebagai acuan dalam penelitian lanjutan tentang injeksi kimia, dan menjadi pembanding jenis-jenis polimer yang dapat digunakan sebagai fluida injeksi di lapangan Minyak.
- b. Dapat dibuat publikasi ilmiah berupa *paper* yang diterbitkan pada jurnal terindeks *Scopus*, minimal jurnal nasional yang mempunyai ISSN, sehingga dapat dijadikan sitasi untuk peneliti yang lain.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini hanya dibatasi pada beberapa hal antara lain sebagai berikut:

- a. Pengujian *Xanthan Gum* hanya menggunakan sampel polimer dengan konsentrasi yaitu: 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm, dan 2.000 ppm. Pada temperatur masing-masing 60 °C, 70 °C, 80 °C dan 90 °C. Serta pada variasi salinitas *brine* masing-masing 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm, dan 20.000 ppm.
- b. Hanya melakukan pengujian parameter berupa kompatibilitas, viskositas, dan *shear rate*. Serta pengaruh konsentrasi, temperatur, salinitas dan *shear rate* terhadap viskositas *Xanthan Gum*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Sumber daya alam (SDA) adalah segala sesuatu yang muncul secara alami yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia pada umumnya. Sebagaimana yang telah di jelaskan oleh Allah SWT dalam firman-Nya pada Q.S Al – An'am ayat 99 yang artinya "Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman". Berdasarkan ayat tersebut manusia hendaknya selalu bersyukur atas pemberian Allah SWT dan merawatnya sebaik mungkin agar bisa menjadi sesuatu yang bermanfaat untuk kehidupan manusia.

2.1 *Polymer Flooding*

Penerapan metode EOR menggunakan *chemical* telah dimulai pada tahun 1980. Permasalahan umum yang dihadapi oleh kegiatan produksi minyak di Indonesia yaitu sisa cadangan masih banyak di reservoir tetapi penerapan *primary recovery* dan *secondary recovery* seperti *artificial lift* dan *waterflooding* belum optimal mengangkat minyak ke permukaan, seperti permasalahan pada sumur-sumur tua *mature field* yang dikenal sebagai "*Brown Field*" yang hanya mencapai 5% - 30%, sedangkan jumlah cadangan minyak di reservoir masih banyak yaitu sekitar 50 *billion barrel*. *Enhanced Oil Recovery* terbukti sebagai cara terbaik untuk menghasilkan lebih banyak minyak pada lapangan tua tersebut (Abdurrahman, Bae, Novriansyah, & Khalid, 2016).

Menurut Wicaksono & Yuliansyah, (2015) metode EOR bertujuan untuk meningkatkan perolehan minyak bumi yang berupa pendesakan minyak keluar dari dalam *reservoir*. Jumlah minyak yang berhasil diekstrak dari lapangan

minyak mencapai 30-60% dengan EOR, dibandingkan dengan menggunakan *primary* dan *secondary recovery* yang hanya mencapai 20-40%. Salah satu bahan yang dapat diinjeksikan ke dalam *reservoir* yaitu larutan polimer. Penginjeksian polimer dilakukan bertujuan untuk memperbaiki efektivitas penyapuan di dalam *reservoir* dan mengontrol mobilitas air terhadap minyak dengan cara menaikkan viskositas air, hal ini dimaksudkan untuk memperbaiki sifat fluida pendesak, berupa viskositasnya, sehingga diharapkan dapat meningkatkan perolehan minyak yang lebih besar.

Polymer Flooding dikenal sebagai salah satu teknik EOR yang digunakan untuk meningkatkan rasio mobilitas minyak dengan meningkatkan viskositas air dan mengurangi permeabilitas air dalam media berpori, yang memungkinkan minyak untuk bergerak lebih bebas melalui pori-pori batuan. Dimana pada tahun 1986 jumlah proyek *Polymer Flooding* meningkat hingga 67,9%. Keberhasilan proyek *polymer flooding* telah terbukti pada proyek polimer terbesar di dunia yang dilaksanakan di lapangan Daqing di Cina pada tahun 1996. *Polymer Flooding* telah berhasil diterapkan dan telah meningkatkan *recovery* minyak sebesar 5 sampai 15% dari jumlah *Original Oil In Place* (OOIP), beberapa negara di dunia yang telah melakukan proyek polimer diantaranya yaitu Argentina, Kanada, Cina, Perancis, Jerman, India, dan Amerika Serikat (Saleh, Wei, & Bai, 2014).

Mekanisme peningkatan *recovery* dengan menggunakan polimer bertujuan untuk meningkatkan viskositas fluida pendesak dan menurunkan mobilitas fluida pendesak serta meningkatkan volumetrik penyapuan, dan mengurangi *residual oil in place*. Pelaksanaan *Polymer Flooding* tidak hanya didarat (*onshore*) tetapi juga di lepas pantai (*offshore*) yang menunjukkan bahwa sekitar 92% menggunakan HPAM, dan 8% menggunakan *biopolymer* (de Itriago, Carolina, & Araujo Fresky, 2019). Adapun alasan pengaplikasian menggunakan *Polymer Flooding* yaitu karena identik dengan *waterflooding*, teknik aplikasinya relatif sederhana, biaya yang diperlukan relatif kecil dan *recovery* yang didapat relatif besar (Arina & Kasmungin, 2015). Penerapan *Polymer Flooding* telah dilakukan lebih dari 40 tahun yang terbukti efektif dalam memulihkan sisa minyak yang tidak tersapu (*unswept*), bukti lapangan telah menunjukkan bahwa *Polymer Flooding* dapat meningkatkan pemulihan 5-30% dari OOIP. Total biaya yang dikeluarkan untuk

Polymer Flooding lebih murah dari *Waterflooding* karena menurunkan produksi air dan meningkatkan produksi minyak. Dengan Efisiensi kisaran 0,7- 1,75 lb polimer per bbl produksi minyak tambahan (Abidin, Puspasari, & Nugroho, 2012).

Polymer Flooding Pada dasarnya berupa injeksi air yang disempurnakan, untuk memperbaiki sifat fluida pendesak dengan harapan perolehan minyaknya akan lebih besar dan berupa salah satu teknik pengembangan *Chemical Enhanced Oil Recovery (EOR)* yang fungsi utamanya untuk meningkatkan viskositas fase air untuk memobilisasi sisa minyak yang masih terperangkap (Druetta & Picchioni, 2019). *Polymer Flooding* dapat diterapkan secara efektif untuk reservoir dengan *water cut* > 95%. Selain itu banyak parameter yang dapat mempengaruhi proses *Polymer Flooding*, tapi yang paling penting adalah konsentrasi, suhu, salinitas, viskositas dan kompatibilitas (Sheng et al., 2015).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wicaksono & Yuliansyah, (2015) dengan menggunakan konsentrasi polimer 600 ppm, 800 ppm dan 1.600 ppm, pada variasi nilai salinitas *brines* sebesar 6.719 ppm, 13.437 ppm, 26.874 ppm, serta suhu masing-masing 70 °C, 83 °C dan 87 °C, menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi yang diberikan maka nilai viskositas akan semakin tinggi. Semakin tinggi suhu, salinitas dan *shear rate* maka viskositas polimer akan mengalami penurunan.

Penelitian lain yang dilakukan dengan menggunakan konsentrasi polimer masing-masing 500 ppm, 750 ppm, 1.000 ppm, 1.250 ppm, 1.500 ppm, 2.000 ppm dan 2.500 ppm, pada salinitas 17.000 ppm dengan suhu pengujian 60 °C, dari hasil uji kompatibilitas tidak ditemukan adanya gumpalan maupun endapan, sedangkan pada uji viskositas terhadap konsentrasi memberikan hasil bahwa semakin besar konsentrasi yang diberikan maka nilai viskositas akan semakin tinggi (Yasahardja et al., 2017). Pada pengujian viskositas terhadap *shear rate* dengan konsentrasi polimer masing-masing 1.000 ppm, 2.000 ppm, dan 3.000 ppm, dengan salinitas air formasi 167.000 ppm, pada suhu 20°C, 60 °C dan 120 °C memberikan hasil bahwa viskositas menurun dengan meningkatnya *shear rate* (Alfazazi et al., 2018).

Injeksi menggunakan polimer untuk meningkatkan perolehan minyak pertama kali diperkenalkan sebagai teknik *Enhanced Oil Recovery* pada awal tahun 1960-an (Vilanti, Kasmungin, & Mardiana, 2017). Kemampuan polimer untuk meningkatkan perolehan minyak sangat dipengaruhi oleh karakteristik aliran larutan polimer di dalam media berpori. Karakteristik aliran polimer juga dipengaruhi oleh konsentrasi larutan serta faktor lingkungan seperti salinitas dan suhu. Secara umum polimer dapat di klasifikasikan menjadi 2 golongan besar yaitu polimer alam yang terbentuk dari kegiatan organik misalnya fermentasi kegiatan bakteri (*Biopolymer*) dan polimer sintesis yaitu polimer yang disintesa dari senyawa-senyawa kimia sederhana atau monomer. Jenis *Biopolymer* yang sering digunakan dalam proses injeksi yaitu *Xanthan Gum* (Pramadika, Kasmungin, & Kartika, 2016).

2.2 *Xanthan Gum*

Xanthan Gum telah ditemukan pada akhir tahun 1950-an oleh ilmuwan US dan merupakan biopolimer pertama yang dihasilkan oleh perusahaan industri. Sumber alami dari polisakarida dikenal sebagai *Xanthomonas campestris* yang banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti industri makanan, perlengkapan mandi, *recovery* minyak, kosmetik, dan sebagai stabilizer untuk emulsi dan suspensi. Sifat-sifat penting dari *Xanthan Gum* adalah kemampuan untuk membentuk solusi viskositas tinggi pada gaya geser yang rendah, sangat pseudoplastik, dan stabil pada berbagai konsentrasi garam (hingga 150 g / l NaCl), suhu hingga 90°C dan pH (2-11). *Xanthan Gum* merupakan fluida *non newtonian* yang memiliki viskositas tinggi pada konsentrasi 600 – 2.000 ppm, dan sensitivitas viskositas rendah terhadap perubahan salinitas. Dalam industri minyak bumi, *Xanthan Gum* digunakan dalam pengeboran minyak dan untuk meningkatkan viskositas air dalam metode EOR. Karena *Xanthan Gum* memiliki kompatibilitas yang sangat baik dengan garam, dan ketahanan terhadap degradasi termal. Berat molekul *Xanthan Gum* sekitar 2 juta tetapi bisa mencapai 13-50 juta (Rosalam & England, 2006).

Xanthan Gum berupa polisakarida yang dihasilkan oleh *Xanthomonas Campestris* yang banyak digunakan dalam lapangan minyak sebagai bahan untuk meningkatkan viskositas air dalam *Polymer Flooding*. Kemampuan yang kuat

untuk meningkatkan viskositas, ditambah dengan stabilitas yang sangat baik pada salinitas tinggi dan suhu tinggi, membuatnya cocok untuk EOR. Karena viskositas berupa parameter yang sangat penting dalam proyek *Polymer Flooding* untuk EOR (Jang et al., 2015). *Xanthan Gum* dikenal karena sifat reologi yang sangat baik bahkan pada sedikit konsentrasi, sehingga sering digunakan dalam proses *enhanced oil recovery* (Solomon, Oluwaseun, & Olalekan, 2015). *Xanthan Gum* telah digunakan dalam proses pemulihan *Secondary Recovery* yang banyak diaplikasikan untuk *Polymer Flooding*, dan memperlihatkan kinerja yang baik terhadap pengaruh suhu dan salinitas dari pada *hydrolyzed polyacrylamide* (HPAM) dalam EOR (Ghoumrassi- Barr & Aliouche, 2015).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sancet et al., (2018) besarnya konsentrasi, suhu dan salinitas berpengaruh terhadap viskositas polimer. Dari hasil penelitian yang membandingkan dua jenis polimer yang terdiri atas *Xanthan Gum* dan HPAM dengan konsentrasi masing-masing 500, 1.000, 1.500 dan 2000 ppm, dengan salinitas *brine* 16.000 ppm, pada suhu 50 °C, menunjukkan hasil bahwa *Xanthan Gum* memiliki viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan HPAM pada setiap konsentrasi. Penelitian lain yang dilakukan oleh Bobade, Cheetham, Hashim, & Eshtiaghi, (2018) menggunakan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi masing-masing 300 ppm, 400 ppm dan 600 ppm pada kecepatan rotor konstan 700 rpm, memberikan hasil bahwa semakin besar nilai *shear rate* yang didapat maka semakin kecil nilai viskositasnya.

Xanthan Gum (XG) berupa heteropolisakarida yang larut dalam air, yang dibentuk oleh unit *pentasaccharide* yang terdiri dari glukosa, manosa, dan asam glukuronat. *Xanthan Gum* diterapkan secara luas dalam industri minyak seperti kelarutan yang sangat baik, viskositas tinggi pada konsentrasi rendah, kompatibilitas, dan stabilitas (Kang et al., 2019). *Xanthan Gum* telah dipelajari secara ekstensif selama beberapa tahun terakhir dari konsentrasi encer ke semi encer. Perilaku rheologi *Xanthan Gum* tergantung pada banyak faktor termasuk konsentrasi biopolimer, salinitas, dan suhu (Reinoso, Martin-Alfonso, Luckham, & Martinez-Boza, 2019). *Xanthan Gum* dihasilkan oleh aksi mikroba *Xanthomonas Campestris* pada substrat media karbohidrat, dengan suplemen

protein dan sumber anorganik nitrogen, serta memiliki kinerja yang sangat baik dalam air garam yang bersalinitas tinggi (Abidin et al., 2012).

Keunggulan polisakarida ini karena viskositasnya tinggi pada konsentrasi rendah, tahan terhadap gaya geser, panas, pH asam, dan enzim serta tidak mudah sensitif terhadap salinitas, dan temperatur. *Xanthan Gum* berupa bubuk berwarna krem yang mudah larut dalam air panas atau air dingin dengan membentuk larutan yang kental. *Xanthan Gum* dihasilkan oleh bakteri genus *Xanthomonas Sp* (Melva Syafitri Pasaribu, Zulkifli Lubis, 2017). *Xanthan Gum* dikenal dengan biopolimer yang memiliki berbagai manfaat diberbagai bidang industri, karena memiliki toksikologi dan keamanan untuk diaplikasikan, yang memiliki sifat non-toksik dan tidak menghambat pertumbuhan, serta non-sensitisasi dan tidak menyebabkan kulit atau iritasi mata. Atas dasar ini, *Xanthan Gum* telah disetujui oleh *the United States Food and Drug Administration* (FDA) untuk digunakan tanpa ada pembatasan kuantitas yang spesifik (Palaniraj & Jayaraman, 2011).

Xanthomonas Campestris berupa salah satu bakteri penghasil biogum, biogum yang dihasilkan oleh *Xanthomonas Campestris* sering disebut *Xanthan Gum*. Salah satu sumber karbon alternatif yang dapat digunakan untuk produksi *Xanthan Gum* yaitu produk samping ampas tapioka. Karena produk samping dari hasil ekstraksi dalam pembuatan tepung tapioka masih mengandung pati yang tinggi yaitu 72,49 % - 85,99 %. Sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif substrat untuk pertumbuhan bakteri *Xanthomonas Campestris* dalam menghasilkan *Xanthan Gum* (Asngad, 2005).

Xanthan Gum dikenal sebagai *the second microbial polysaccharide* yang banyak digunakan sebagai stabilizer dan pengental yang dihasilkan oleh bakteri *Xanthomonas Campestris* yang banyak diaplikasikan dalam dunia farmasi, kosmetik, industri makanan dan industri perminyakan. *Xanthan Gum* biasanya dihasilkan dari gula sederhana seperti sukrosa dan glukosa yang bisa didapat dari limbah padat tapioka dari ampas singkong, karena mengandung pati yang tinggi dan memiliki kandungan lignin sangat rendah. Ampas singkong mengandung pati yang tinggi, serta selulosa dan hemiselulosa. Nilai tambah produk seperti *Xanthan Gum* dapat mencegah pencemaran tanah atau udara (Sujithra, Deepika, Akshaya, & Ponnusami, 2019).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Reservoir Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, dengan teknik pengambilan data berupa data primer. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap parameter *Xanthan Gum* yang berupa viskositas, kompatibilitas, dan *shear rate*, serta bagaimana pengaruh konsentrasi, temperatur, salinitas dan *shear rate* terhadap viskositas *Xanthan Gum*. Adapun data sekunder lainnya untuk mendukung penelitian ini yaitu bersumber dari buku, jurnal, dan prosiding yang sesuai dengan topik penelitian. Metode penelitian ini berupa *Experimental Research* dengan alat dan bahan yang digunakan sebagai berikut:

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat



a. *Aluminium Foil*



b. *Bulb Pipet (Bola Hisap)*



c. *Corong*



d. *Fann VG Meter*



e. Gelas Kimia



f. Gelas Ukur



g. Heater



h. Magnetic Stirrer



i. Neraca Digital



j. Oven

k. *Picnometer*l. *Stopwatch*m. *Tabung Reaksi*n. *Viscometer Ostwald***Gambar 3. 1** Peralatan yang digunakan dalam penelitian.**3.1.2 Bahan**

- *Xanthan Gum*
- *NaCl (Brine)*
- *Aquadest*

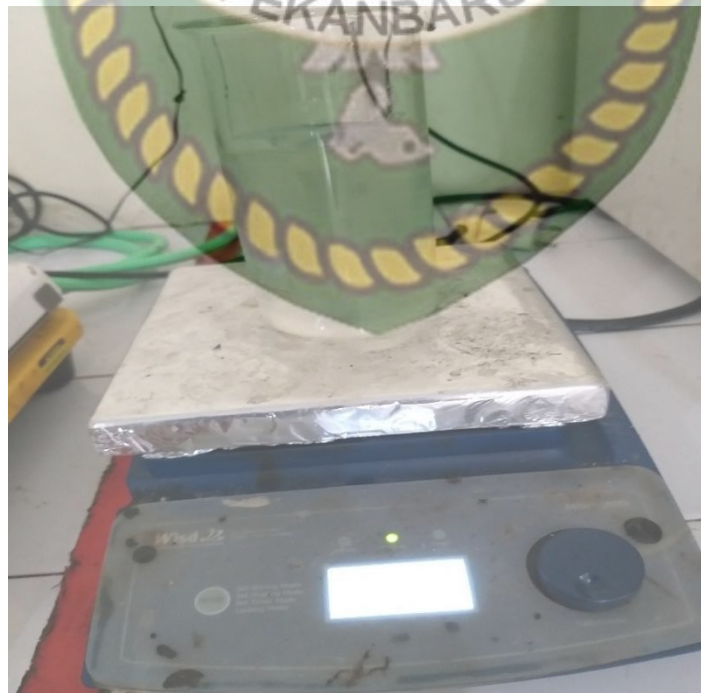
3.2 *Flow Chart*Gambar 3. 2 *Flow chart* penelitian

3.3 Prosedur Penelitian

Berdasarkan penelitian yang akan dilakukan di laboratorium dengan parameter yang diuji yaitu kompatibilitas, viskositas serta *shear rate* dari *Xanthan Gum* tersebut, penelitian ini akan menggunakan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi masing-masing 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm, dan 2.000 ppm. Pada temperatur masing-masing 60 °C, 70 °C, 80 °C dan 90 °C. Serta pada variasi salinitas *brine* masing-masing 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm, dan 20.000 ppm. Adapun prosedur penelitian yaitu sebagai berikut:

3.3.1 Pembuatan *Brine*

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Frigrina, Kasmungin, & Mardiana, (2017) *brine* berupa larutan yang dibuat dengan mencampurkan air dan garam dengan perbandingan tertentu. Besar kecilnya perbandingan antara air dan garam akan menentukan derajat salinitasnya. Pembuatan *brine* pada percobaan ini dibuat dengan kadar salinitas yang bervariasi, yaitu 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm, dan 20.000 ppm, hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari salinitas *brine* pada polimer, berikut adalah cara pembuatannya *brine water* dengan salinitas 5.000 ppm :



Gambar 3. 3 proses pembuatan *brine*.

Larutan *brine* dibuat dengan cara melarutkan NaCl ke dalam fluida perlarut (*aquadest*) di dalam gelas kimia dengan kadar salinitas dan banyaknya larutan yang telah ditentukan sebelumnya dan dinyatakan dalam satuan ppm (*part per million*). Jumlah gram zat terlarut dapat ditentukan dengan cara berikut:

$$\text{NaCl } 5.000 \text{ ppm} = \frac{5.000 \text{ ppm}}{1.000.000} \times 1.000 \text{ ml} = 5 \text{ gr}$$

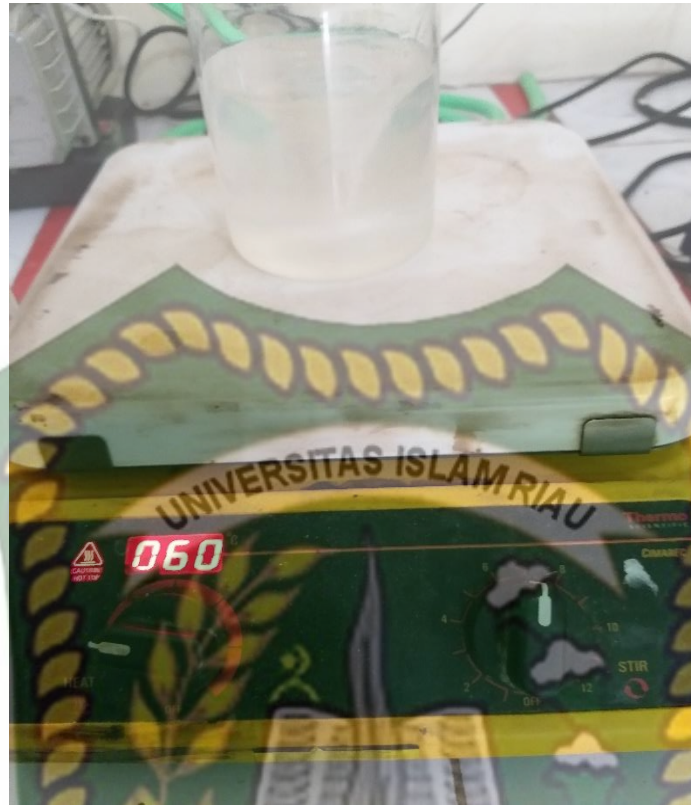
1. Menyiapkan gelas ukur 1 liter kemudian dibersihkan.
2. Mengisi gelas ukur dengan *aquadest* sebanyak 1.000 ml (1L).
3. Timbang NaCl solid sebanyak 5 gr dengan wadah kaca arloji, letakan di atas neraca digital.
4. Masukkan 5 gr NaCl ke dalam gelas kimia berisi *aquadest*.
5. Letakan gelas kimia di atas *magnetic stirrer* dengan suhu dan kecepatan mengaduk yang diinginkan untuk melarutkan NaCl.
6. Tunggu hingga larutan bercampur homogen, setelah tercampur sempurna tuang *brine* ke dalam botol.
7. Lakukan tahap pembuatan *brine water* untuk salinitas 10.000 ppm, 15.000 ppm, dan 20.000 ppm, sehingga diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3. 1 Perhitungan berat NaCl .

Salinitas NaCl (ppm)	Berat NaCl (gr)
5.000	5
10.000	10
15.000	15
20.000	20

3.3.2 Pembuatan Larutan Polimer

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Frigrina et al., (2017) Pembuatan larutan polimer pada penelitian ini dibuat berdasarkan konsentrasi yang bervariasi, hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentasi polimer terhadap perubahan nilai dari parameter reologi larutan. adapun konsentrasi polimer pada penelitian ini yaitu 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm, dan 2.000 ppm. Berikut cara pembuatannya larutan polimer dengan konsentrasi 500 ppm:



Gambar 3. 4 proses pembuatan larutan polimer.

Pembuatan larutan polimer dinyatakan dalam ppm, dimana 1 ppm sama dengan 0,0001 %, atau perbandingan konsentrasi zat terlarut dan pelarutnya, jika dikonversikan kedalam gram maka persenan dari zat terlarut dikali dengan jumlah larutan yang diinginkan (American Petroleum Institute, 1990).

$$500 \text{ ppm} = 0,05 \% = \frac{0,05}{100} \times 1.000 \text{ ml} = 0,5 \text{ gr}$$

1. Isi gelas ukur 1 liter dengan *brine* 5.000 ppm yang sudah dibuat.
2. Timbang polimer sebanyak 0,5 gr dengan wadah kaca arloji, letakan di atas neraca digital. Lalu Letakan gelas kimia tersebut di atas *Heater* dan diaduk dengan *magnetic stirrer* dengan suhu dan kecepatan mengaduk yang diinginkan.
3. Masukkan secara sedikit demi sedikit polimer yang telah ditimbang kedalam gelas kimia yang berisi *brine*, sehingga polimer dapat tercampur dengan *brine*. Ulangi langkah yang sama dengan larutan *brine* 10.000 ppm, 15.000 ppm, dan 20.000 ppm dengan polimer yang berkonsentrasi 1.000 ppm, 1.500 ppm, dan 2.000 ppm. Diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3. 2 Perhitungan berat polimer.

Konsentrasi polimer (ppm)	Berat polimer (gr)
500	0,5
1.000	1
1.500	1,5
2.000	2

3.3.3 Pengujian kompatibilitas larutan polimer

Menurut Yasahardja et al., (2017) Uji kompatibilitas merupakan uji *screening* paling awal untuk mengetahui apakah suatu jenis polimer *compatible* dengan air formasi suatu reservoir, dilakukan dengan melarutkan polimer pada air formasi atau *brine* kemudian mengamati perubahan yang terjadi pada larutan. Diharapkan polimer larut sempurna, tidak terbentuk endapan atau gumpalan yang kemungkinan akan menyumbat pada saat diinjeksikan ke dalam batuan, jika terdapat endapan atau gumpalan, sampel tersebut harus dibuat ulang. Pengujian kompatibilitas ini menggunakan tabung reaksi sebagai wadah. Pengujian kompatibilitas dilakukan pada 10 ml larutan dengan campuran *brine* dan larutan polimer yang telah dibuat. Tutup tabung reaksi dengan *aluminium foil* untuk mencegah penguapan dan masukkan ke dalam *oven* yang temperaturnya sesuai dengan temperatur yang diinginkan. Sampel akan diamati di dalam *oven* selama 3 jam dengan konsentrasi masing-masing 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm, dan 2.000 ppm. Pada suhu masing-masing 60 °C, 70 °C, 80 °C dan 90 °C. Serta pada variasi salinitas *brine* masing-masing 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm, dan 20.000 ppm. Penelitian lain yang dilakukan oleh Eni, Suwartiningsih, & Sugihardjo, (2008) pengujian kompatibilitas larutan dinyatakan berhasil apabila larutan berwarna jernih dan tidak terdapat endapan ataupun emulsi, dan pengujian dinyatakan gagal apabila larutan berwarna keruh dan terdapat endapan ataupun emulsi. Sampel larutan yang berhasil uji kompatibilitas tersebut akan dilanjutkan dengan pengujian viskositas dan *shear rate* nya.



Gambar 3. 5 proses pengujian kompatibilitas larutan polimer.

3.3.4 Menentukan viskositas

Pengujian viskositas akan dilakukan dengan menggunakan *Viscometer Ostwald*, adapun tahapan pengujian yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan densitas

Penentuan densitas dilakukan dengan menggunakan alat *picnometer* seperti penelitian yang dilakukan oleh Komariah, Juliani, & Dimiyati (2013). Siapkan alat *picnometer*, kemudian bersihkan dan keringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 15 – 30 menit, lalu catat volume *picnometer* yang digunakan (50 ml, 25 ml, atau 10 ml), selanjutnya timbang *picnometer* kosong dan catat sebagai a gram. Lalu masukkan sampel ke dalam *picnometer* sampai di atas leher, pasang tutupnya hingga sampel dapat mengisi pipa kapiler sampai penuh dan pastikan tidak ada gelembung udara di dalam *picnometer*, lalu keringkan bagian luar *picnometer* dengan tisu, selanjutnya timbang *picnometer* yang berisi sampel dan catat sebagai b gram. Massa jenis suatu zat dapat ditentukan dengan persamaan: $\rho = \frac{m}{v}$

Keterangan: ρ = massa jenis suatu zat (kg/m³ atau gr/cm³)

m = massa suatu zat (massa *picnometer* yang berisi sampel–
massa *picnometer* kosong) (kg atau gr)

v = volume suatu zat (m³ atau cm³)



Gambar 3. 6 proses pengujian Densitas Larutan polimer.

2. Menentukan viskositas

Penentuan viskositas dilakukan dengan menggunakan alat *Viscometer Ostwald* seperti penelitian yang dilakukan oleh Santoso & Kasmungin, (2017) dengan prosedur penelitian yaitu siapkan alat *Viscometer Ostwald* yang sudah bersih, kemudian masukkan 10 ml larutan polimer yang telah dibuat dengan konsentrasi, salinitas dan suhu yang diinginkan kedalam gelas ukur, lalu sampel dimasukkan kedalam viscometer, selanjutnya hisap cairan dengan menggunakan *Bulb Pipet* sampai melewati batas atas pada viskometer tersebut dan kendurkan cairan sampai melewati batas bawah, *stopwatch* dihidupkan pada saat sampel tepat melewati batas atas, dan matikan *stopwatch* pada saat sampel melewati batas bawah, terakhir catat waktu yang diperlukan untuk mengalirkan sampel dari batas atas ke batas bawah. Adapun rumus menghitung viskositas ini yaitu:

$$\mu_{kin} = C \times t$$

$$\mu_{din} = d \times \mu_{kin}$$

Keterangan: μ_{kin} = viskositas kinematik (cst)

C = konstanta alat ($0,4994 \frac{cst}{s}$)

t = waktu alir (detik)

μ_{din} = viskositas dinamik (cp)

d = densitas cairan (gr/cm^3)



Gambar 3. 7 proses pengujian viskositas larutan polimer.

3.3.5 Menentukan *shear rate*

Share rate berhubungan dengan nilai viskositas larutan yang akan di uji, dalam mendapatkan nilai tersebut tahapan uji dilakukan dari rpm (*rate per minute*) terkecil sampai yang paling besar. Pengukuran dilakukan pada kecepatan putaran 100 rpm, 200 rpm, 300 rpm dan 600 rpm (Wicaksono & Yuliansyah, 2015). Penentuan *shear rate* dilakukan dengan menggunakan *fann VG Meter*. Pertama siapkan alat, lalu persiapkan larutan polimer yang telah dibuat dengan konsentrasi, salinitas dan suhu yang diinginkan, selanjutnya mengisi bejana dengan larutan polimer sampai batas yang ditentukan, kemudian meletakkan bejana pada tempatnya, serta mengatur kedudukannya sedemikian rupa sehingga rotor dan *bob* tercelup ke dalam polimer menurut batas yang telah ditentukan, lalu menggerakkan rotor pada posisi *high* dan menempatkan kecepatan putar rotor pada kedudukan 600 rpm, kemudian pada posisi *low* dan menempatkan kecepatan putar rotor pada kedudukan 300 rpm, pemutaran terus dilakukan sehingga kedudukan skala (*dial*) mencapai keseimbangan, terakhir mencatat harga yang ditunjukkan oleh skala penunjuk setelah mencapai keseimbangan, dilanjutkan untuk kecepatan 200 rpm dan 100 rpm dengan cara yang sama seperti di atas (Rita, Mursyidah, Erfando, Herfansyah, & Ramadhan, 2019).

Adapun persamaan yang digunakan yaitu sebagai berikut (Parera & Siregar, 2010).

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

$$\mu_a = \frac{5,077 \times C}{\gamma} \times 100$$

Keterangan:

γ = *shear rate*, detik⁻¹

C = *dial reading*, derajat

rpm = *rotation per minute* dari rotor

μ_a = Viskositas nyata, cp



Gambar 3. 8 proses pengujian *shear rate* larutan polimer.

3.4 Jadwal Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau dengan jadwal kegiatan dalam melakukan penelitian sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Jadwal Kegiatan Penelitian.

Kegiatan	Tahun 2019																							
	Mei				Juni				Juli				Agustus				Sept				Oktober			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur	■	■	■	■	■	■	■	■																
Pembuatan Proposal Penelitian					■	■	■	■	■															
Persiapan Alat dan Bahan									■	■	■	■												
Melakukan Pengujian Kompatibilitas, Viskositas serta <i>shear rate</i> pada berbagai variasi konsentrasi, suhu, dan salinitas <i>brine</i> .													■	■	■	■	■	■	■	■				
Pengolahan Data																					■	■	■	■
Analisis Data dan Pembahasan																					■	■	■	■
Pembuatan laporan penelitian																							■	■

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan penelitian pada larutan *Xanthan Gum* berbahan dasar Ampas Tapioka dengan berbagai variasi konsentrasi, temperatur dan salinitas, serta 3 (tiga) tahapan pengujian (uji kompatibilitas, uji viskositas dan uji *shear rate*), maka di dalam bab ini akan disampaikan hasil dan pembahasan yang diperoleh dari hasil uji laboratorium sebagai berikut:

4.1 Analisis Hasil Uji Kompatibilitas *Xanthan Gum*.

Uji kompatibilitas ini merupakan uji *screening* paling awal untuk mengetahui apakah suatu jenis larutan polimer *compatible* dengan air formasi suatu reservoir. Pengujian dilakukan dengan melarutkan polimer pada air formasi atau *brine*, kemudian larutan tersebut dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditutup dengan *aluminium foil*, lalu dipanaskan ke dalam oven pada temperatur yang sudah ditentukan selama 3 jam, selanjutnya mengamati perubahan yang terjadi pada larutan tersebut. Diharapkan polimer larut sempurna, berwarna jernih, dan tidak terbentuk endapan atau emulsi yang kemungkinan akan menyumbat pada saat diinjeksikan ke dalam batuan (Yasahardja et al., 2017). Uji kompatibilitas ini dilakukan dengan berbagai variasi konsentrasi, temperatur dan salinitas, dengan konsentrasi masing-masing 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm, dan 2.000 ppm. Pada temperatur pengujian masing-masing 60 °C, 70 °C, 80 °C dan 90°C, serta pada salinitas *brine* masing-masing 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm.

Dari variasi konsentrasi, temperatur dan salinitas *brine* yang diinginkan, terdapat 64 sampel yang telah dilakukan pengujian. Dari semua sampel yang telah dilakukan pengujian, terdapat 10 sampel yang *compatible* dan dinyatakan lolos uji kompatibilitas, serta 10 sampel larutan tersebut yang akan dilanjutkan untuk pengujian viskositas dan *shear rate*. Adapun hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* yang diperoleh dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 60°C.



Gambar 4. 1 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 60°C.

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm dan 10.000 ppm @ 60°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, yang menandakan bahwa larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine*. Kemudian pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 15.000 ppm @ 60°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan serta emulsi pada larutan tersebut, yang menandakan bahwa larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine*. Sedangkan pada larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 20.000 ppm @ 60°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, larutan tersebut berwarna jernih dan tidak ada endapan ataupun emulsi pada larutan tersebut, yang menandakan bahwa larutan tersebut *compatible* terhadap salinitas *brine* dan berhasil uji kompatibilitas. Dapat disimpulkan bahwa dari keempat variasi salinitas *brine* yang digunakan, hanya pada salinitas *brine* 20.000 ppm yang *compatible* dan dinyatakan berhasil uji kompatibilitas.

- 2) Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 70°C.



Gambar 4. 2 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 70°C.

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm @ 70°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, keempat larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa keempat larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan dinyatakan gagal uji kompatibilitas.

- 3) Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 80°C.



Gambar 4. 3 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 80°C.

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm @80°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, keempat larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, yang menandakan bahwa keempat larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brined* an dinyatakan gagal uji kompatibilitas.

- 4) Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 90°C.



Gambar 4. 4 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 90°C.

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm dan 20.000 ppm @ 90°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, yang menandakan bahwa larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan gagal uji kompatibilitas. Kemudian pada konsentrasi 500 ppm salinitas *brine* 10.000 ppm dan 15.000 ppm @ 90°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, larutan tersebut berwarna jernih dan tidak ada endapan ataupun emulsi pada larutan tersebut, yang menandakan bahwa larutan tersebut *compatible* terhadap salinitas *brine* dan berhasil uji kompatibilitas. Dapat disimpulkan bahwa dari keempat variasi salinitas *brine* yang digunakan, pada salinitas *brine* 10.000 ppm dan 15.000 ppm yang *compatible* dan dinyatakan berhasil uji kompatibilitas.

- 5) Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 60°C.



Gambar 4. 5 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 60°C.

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm @ 60°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, larutan tersebut berwarna jernih dan tidak ada endapan ataupun emulsi pada larutan tersebut, yang menandakan bahwa larutan tersebut *compatible* terhadap salinitas *brine* dan berhasil uji kompatibilitas. Kemudian pada konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm @ 60°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, yang menandakan bahwa larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan gagal uji kompatibilitas. Dapat disimpulkan bahwa dari keempat variasi salinitas *brine* yang digunakan, hanya pada salinitas *brine* 5.000 ppm yang *compatible* dan dinyatakan berhasil uji kompatibilitas.

- 6) Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 70°C.



Gambar 4. 6 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 70°C.

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm dan 10.000 ppm @ 70°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, yang menandakan bahwa larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan gagal uji kompatibilitas. Kemudian pada konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 15.000 ppm dan 20.000 ppm @ 70°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, larutan tersebut berwarna jernih dan tidak ada endapan ataupun emulsi pada larutan tersebut, yang menandakan bahwa larutan tersebut *compatible* terhadap salinitas *brine* dan berhasil uji kompatibilitas. Dapat disimpulkan bahwa dari keempat variasi salinitas *brine* yang digunakan, pada salinitas *brine* 15.000 ppm dan 20.000 ppm yang *compatible* dan dinyatakan berhasil uji kompatibilitas.

- 7) Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 80°C.



Gambar 4. 7 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 80°C.

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm @ 80°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, keempat larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa keempat larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan dinyatakan gagal uji kompatibilitas.

- 8) Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 90°C.



Gambar 4. 8 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 90°C.

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm @ 90°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, keempat larutan tersebut berwarna jernih dan tidak ada endapan ataupun emulsi pada larutan tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa keempat larutan tersebut *compatible* terhadap salinitas *brine* dan dinyatakan berhasil uji kompatibilitas.

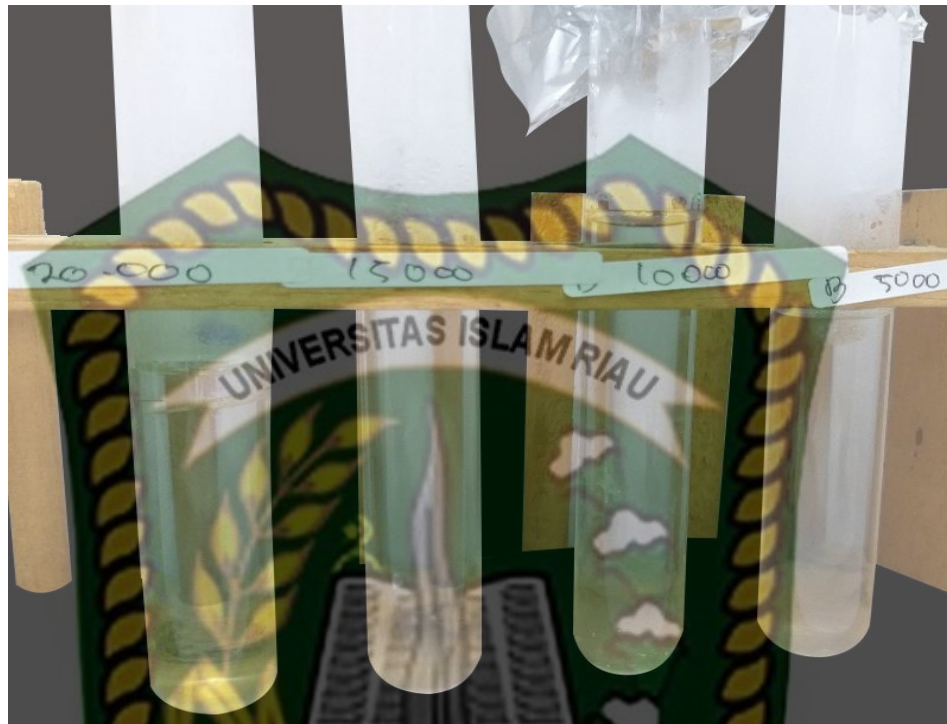
- 9) Konsentrasi 1.500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 60°C.



Gambar 4. 9 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 1.500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 60°C.

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 1.500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm @ 60°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, keempat larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa keempat larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan dinyatakan gagal uji kompatibilitas.

- 10) Konsentrasi 1.500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 70°C.



Gambar 4. 10 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 1.500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 70°C.

Gambar 4.10 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 1.500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, dan 15.000 ppm, dan 20.000 ppm @ 70°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, keempat larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, yang menandakan bahwa larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan dinyatakan gagal uji kompatibilitas.

- 11) Konsentrasi 1.500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 80°C.



Gambar 4. 11 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 1.500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 80°C.

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 1.500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm @ 80°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, keempat larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa keempat larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan dinyatakan gagal uji kompatibilitas.

- 12) Konsentrasi 1.500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 90°C.



Gambar 4. 12 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 1.500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 90°C.

Gambar 4.12 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 1.500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm @ 90°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, keempat larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa keempat larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan dinyatakan gagal uji kompatibilitas.

- 13) Konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 60°C.



Gambar 4. 13 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 60°C.

Gambar 4.13 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm dan 15.000 ppm @ 60°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, kedua larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, yang menandakan bahwa kedua larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan dinyatakan gagal uji kompatibilitas. Sedangkan pada konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 10.000 ppm dan 20.000 ppm @ 60°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, kedua larutan tersebut berwarna keruh, terdapat endapan serta emulsi pada larutan tersebut, yang menandakan bahwa kedua larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan dinyatakan gagal uji kompatibilitas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa keempat larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan dinyatakan gagal uji kompatibilitas.

- 14) Konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 70°C.



Gambar 4. 14 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 70°C.

Gambar 4.14 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm @ 70°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, keempat larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa keempat larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan dinyatakan gagal uji kompatibilitas.

- 15) Konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 80°C.



Gambar 4. 15 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 80°C.

Gambar 4.15 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm @ 80°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, ke empat larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, yang menandakan bahwa ke empat larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan gagal uji kompatibilitas.

- 16) Konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 90°C.



Gambar 4. 16 Hasil uji kompatibilitas *Xanthan Gum* pada konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm, @ 90°C.

Gambar 4.16 menunjukkan bahwa larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm @ 90°C setelah dimasukkan ke dalam oven selama 3 jam, keempat larutan tersebut berwarna keruh dan terdapat endapan pada larutan tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa keempat larutan tersebut tidak *compatible* terhadap salinitas *brine* dan dinyatakan gagal uji kompatibilitas.

Tabel 4. 1 Hasil Uji Kompatibilitas *Xanthan Gum* pada berbagai variasi konsentrasi, temperatur dan salinitas *brine*.

Konsentrasi (ppm)	Salinitas <i>Brine</i> (ppm)	Kompatibilitas			
		@ 60°C	@ 70°C	@ 80°C	@ 90°C
500	5.000	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan
	10.000	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Jernih & tidak ada endapan/emulsi
	15.000	Keruh, ada endapan & emulsi	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Jernih & tidak ada endapan/emulsi
	20.000	Jernih & tidak ada endapan/emulsi	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan
1.000	5.000	Jernih & tidak ada endapan/emulsi	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Jernih & tidak ada endapan/emulsi
	10.000	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh, ada endapan & emulsi	Jernih & tidak ada endapan/emulsi
	15.000	Keruh & ada endapan	Jernih & tidak ada endapan/emulsi	Keruh & ada endapan	Jernih & tidak ada endapan/emulsi
	20.000	Keruh & ada endapan	Jernih & tidak ada endapan/emulsi	Keruh & ada endapan	Jernih & tidak ada endapan/emulsi
1.500	5.000	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan
	10.000	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan
	15.000	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan
	20.000	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan
2.000	5.000	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan

Lanjutan Tabel 4.1 Hasil Uji Kompatibilitas Xanthan Gum pada berbagai variasi konsentrasi, temperatur dan salinitas <i>brine</i> .				
10.000	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan
15.000	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan
20.000	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan	Keruh & ada endapan

Tabel 4.1 merupakan hasil uji kompatibilitas larutan *Xanthan Gum*, berdasarkan pengujian tersebut terdapat 10 sampel larutan yang dinyatakan berhasil dengan ciri-ciri larutan tersebut berwarna jernih dan tidak terdapat endapan maupun emulsi pada larutan tersebut. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Eni et al., (2008) dan penelitian Yasahardja et al., (2017) pengujian kompatibilitas larutan dinyatakan berhasil apabila larutan berwarna jernih dan tidak terdapat endapan ataupun emulsi, dan pengujian dinyatakan gagal apabila larutan berwarna keruh dan terdapat endapan ataupun emulsi.

4.2 Analisis Hasil Uji Viskositas *Xanthan Gum*.

Setelah dilakukan uji *screening* awal larutan *Xanthan Gum* yaitu uji kompatibilitas, terdapat 10 variasi sampel larutan yang dinyatakan berhasil uji kompatibilitas yang selanjutnya akan dilakukan uji viskositas. Pengujian viskositas dilakukan dengan menggunakan alat *viscometer otswald* dengan konsentrasi *Xanthan Gum* masing-masing 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm dan 2.000 ppm. Pada temperatur masing-masing yaitu 60 °C, 70 °C, 80 °C dan 90 °C. Serta dengan salinitas *brine* masing-masing 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm.

4.2.1 Hasil Uji Densitas dan Viskositas Larutan *Brine*.

Penentuan densitas dan viskositas larutan *brine* dilakukan sebagai *base case* penelitian untuk membandingkan viskositas antara larutan sebelum dan sesudah ditambah *Xanthan Gum*. Adapun hasil uji densitas dan viskositas larutan *brine* yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Hasil Uji Densitas larutan *brine*.

Salinitas <i>Brine</i> (ppm)	Densitas (gr/cm ³)			
	@ 60°C	@ 70°C	@ 80°C	@ 90°C
5.000	0,9945	0,9953	0,9966	0,9974
10.000	0,9978	0,9982	0,9990	0,9998
15.000	1,0014	1,0026	1,0030	1,0039
20.000	1,0030	1,0034	1,0043	1,0055

Tabel 4.2 menunjukkan hasil dari pengujian densitas larutan *brine*, dapat disimpulkan bahwa semakin besar temperatur dan salinitas *brine*, maka semakin besar nilai densitas larutan tersebut.

Tabel 4. 3 Hasil Uji Viskositas Larutan *Brine*.

Salinitas <i>Brine</i> (ppm)	Viskositas (cp)			
	@60°C	@70°C	@80°C	@90°C
5.000	0,9437	0,8500	0,8062	0,7471
10.000	0,9069	0,7976	0,7334	0,6691
15.000	0,8402	0,7461	0,6562	0,5966
20.000	0,7364	0,6515	0,6319	0,5674

Tabel 4.3 menunjukkan hasil pengujian viskositas larutan *brine*, dapat disimpulkan bahwa semakin besar salinitas *brine* dan temperatur, maka semakin kecil nilai viskositas larutan tersebut.

4.2.2 Hasil Uji Densitas *Xanthan Gum*.

Densitas adalah ukuran dari besarnya tekanan fluida untuk mengalir, karena nilai densitas digunakan untuk menentukan kerapatan suatu fluida, semakin rapat suatu fluida maka semakin meningkat sifat mekaniknya. Penentuan densitas juga digunakan untuk menentukan nilai viskositas dinamik suatu larutan *Xanthan Gum*. Pengujian densitas dilakukan dengan menggunakan alat *picnometer* (Komariah et al., 2013). Adapun hasil uji densitas larutan *Xanthan Gum* yaitu sebagai berikut.

Tabel 4. 4 Hasil Uji Densitas *Xanthan Gum*.

Konsentrasi (ppm)	Salinitas <i>Brine</i> (ppm)	Densitas (gr/cm ³)			
		@ 60°C	@ 70 °C	@ 80 °C	@ 90 °C
500	5.000	0,9937	0,9949	0,9957	0,9966
	10.000	0,9966	0,9966	0,9970	0,9978
	15.000	0,9970	0,9974	0,9978	0,9982
	20.000	1,0043	1,0047	1,0047	1,0055
1.000	5.000	0,9953	0,9961	0,9970	0,9974
	10.000	0,9970	0,9970	0,9974	0,9978
	15.000	0,9982	0,9982	0,9986	0,9990
	20.000	1,0051	1,0051	1,0055	1,0059
1.500	5.000	0,9961	0,9966	0,9974	0,9982
	10.000	0,9986	0,9986	0,9990	0,9990
	15.000	0,9990	0,9994	0,9994	0,9998
	20.000	1,0051	1,0055	1,0059	1,0067
2.000	5.000	0,9974	0,9978	0,9978	0,9982
	10.000	0,9990	0,9994	0,9994	0,9998
	15.000	1,0002	1,0006	1,0014	1,0014
	20.000	1,0059	1,0063	1,0063	1,0071

Note: Warna Biru = Densitas untuk larutan yang *compatible*.

Warna Putih = Densitas untuk larutan yang tidak *compatible*.

Tabel 4.2 merupakan hasil pengujian densitas untuk larutan *Xanthan Gum* pada berbagai variasi konsentrasi, temperatur dan salinitas *brine*. Tabel tersebut menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi, temperatur dan salinitas *brine*, maka semakin besar nilai densitas larutan tersebut.

4.2.3 Hasil Uji Viskositas *Xanthan Gum*.

Pengujian viskositas dilakukan dengan menggunakan *viscometer oswald* untuk mengetahui kekentalan dan nilai viskositas pada masing-masing larutan (Santoso & Kasmungin, 2017). Berikut adalah hasil dari pengujian viskositas larutan *Xanthan Gum* tersebut.

Tabel 4. 5 Hasil Uji Viskositas *Xanthan Gum*.

Konsentrasi (ppm)	Salinitas <i>Brine</i> (ppm)	Viskositas (cp)			
		@ 60°C	@ 70 °C	@ 80 °C	@ 90 °C
500	5.000	1,3945	1,3316	1,2283	1,1496
	10.000	1,3686	1,3039	1,1899	1,0962
	15.000	1,3244	1,2103	1,1211	1,0418
	20.000	1,2689	1,1891	1,0988	0,9942
1.000	5.000	1,5409	1,4029	1,3343	1,2203
	10.000	1,4787	1,3841	1,2552	1,1610
	15.000	1,3459	1,2363	1,1769	1,1175
	20.000	1,3050	1,2097	1,1147	1,0800
1.500	5.000	1,6815	1,5279	1,3797	1,2961
	10.000	1,5509	1,4412	1,3221	1,1973
	15.000	1,4368	1,3476	1,2178	1,1584
	20.000	1,3703	1,3055	1,2006	1,1111
2.000	5.000	1,9276	1,7689	1,6443	1,4855
	10.000	1,7960	1,6620	1,5272	1,3181
	15.000	1,6384	1,4142	1,3303	1,2453
	20.000	1,5171	1,3920	1,2262	1,1517

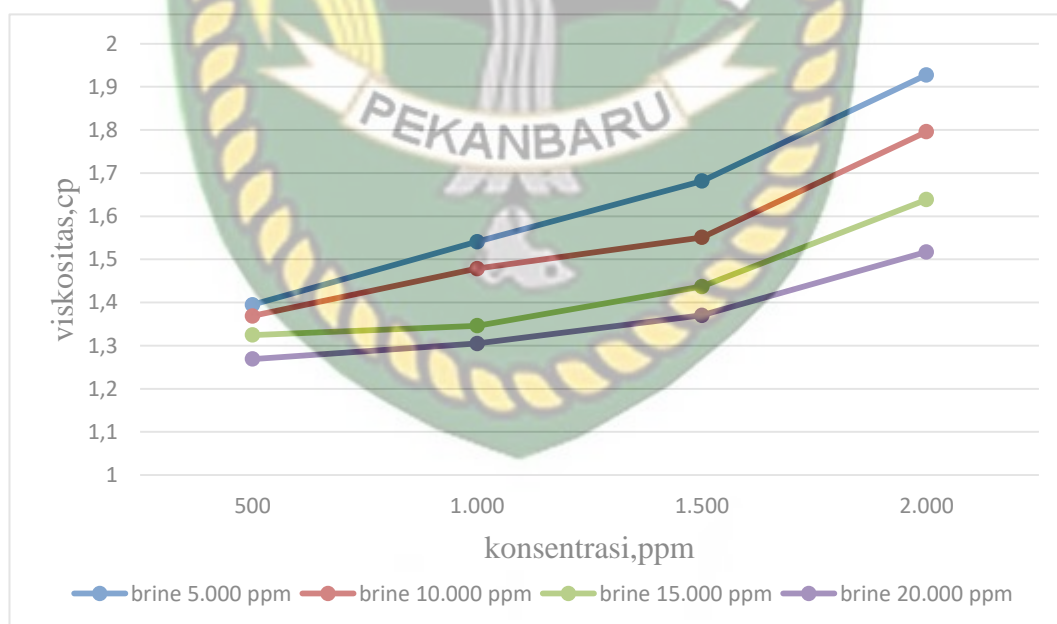
Note : Warna Biru = Viskositas untuk larutan yang *compatible*.

Warna Putih = Viskositas untuk larutan yang tidak *compatible*.

Tabel 4.3 merupakan hasil pengujian viskositas untuk larutan *Xanthan Gum* pada berbagai variasi konsentrasi, temperatur dan salinitas *brine*. Setelah dilakukan pengujian viskositas dengan alat *viscometer otswald*, selanjutnya menggunakan persamaan $\mu_{kin} = C \times t$ dan $\mu_{din} = d \times \mu_{kin}$, dari 10 larutan yang *compatible* dan dinyatakan berhasil uji kompatibilitas, larutan yang memiliki nilai viskositas terendah yaitu pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 15.000 ppm @90°C didapat nilai viskositas sebesar 1,0418 cp. Sedangkan nilai viskositas tertinggi yaitu pada konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,5409 cp.

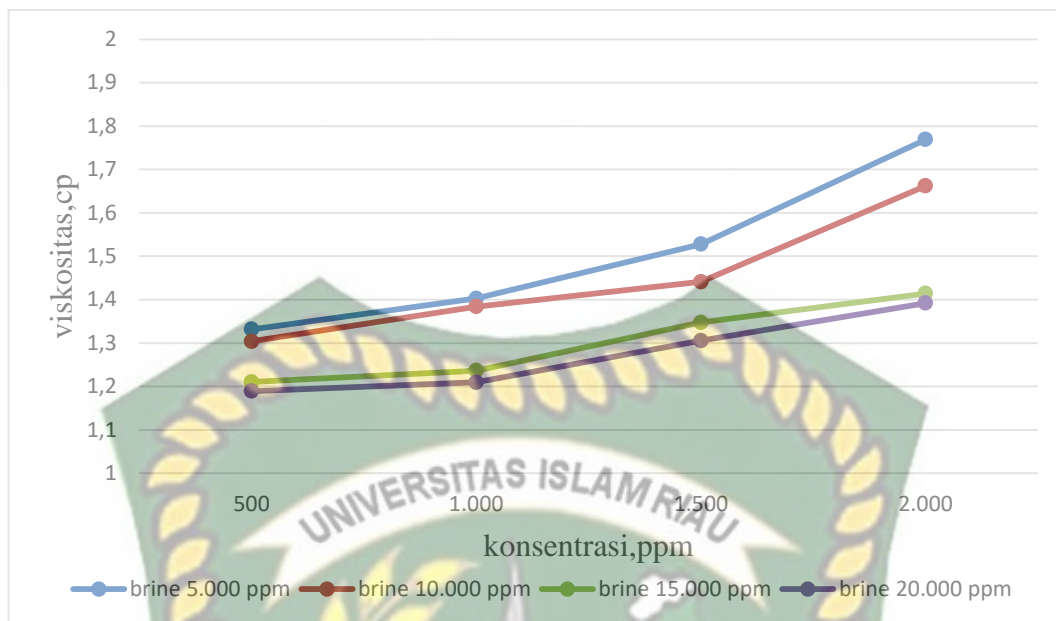
Setelah larutan *brine* dilarutkan dengan menambahkan *Xanthan Gum* pada berbagai variasi, menunjukkan hasil bahwa setiap larutan mengalami kenaikan nilai densitas maupun viskositas pada larutan tersebut, dimana peningkatan maupun penurunan nilai viskositas selalu dipengaruhi oleh konsentrasi, temperatur dan salinitas.

1) Pengaruh konsentrasi terhadap viskositas *Xanthan Gum*.



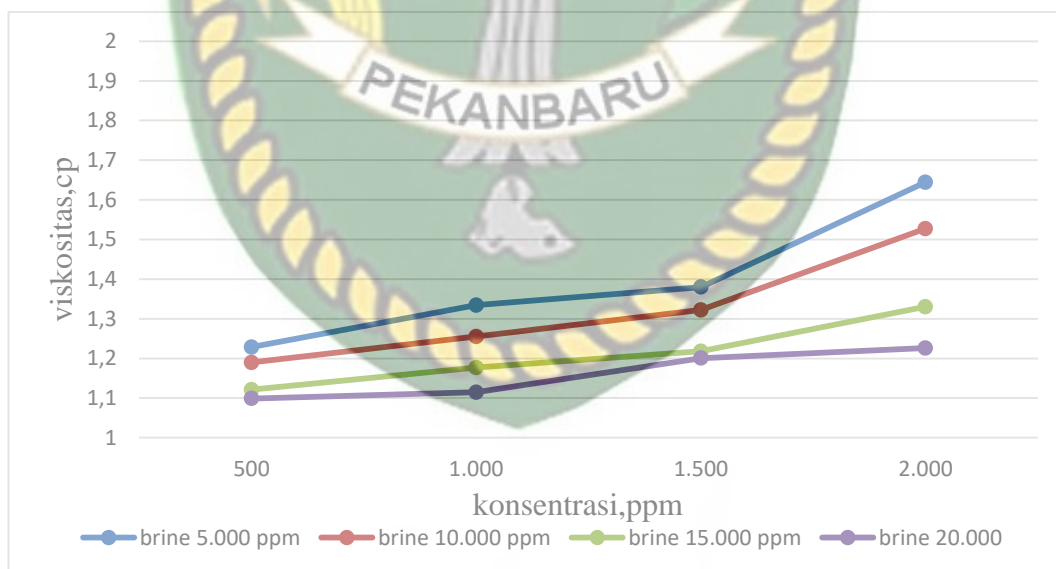
Gambar 4. 17 Grafik pengaruh konsentrasi terhadap viskositas pada 60 °C.

Berdasarkan **gambar 4.17** dapat dilihat pengaruh konsentrasi *xanthan gum* terhadap viskositas pada temperatur 60°C , dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi maka semakin besar nilai viskositas *xanthan gum*.



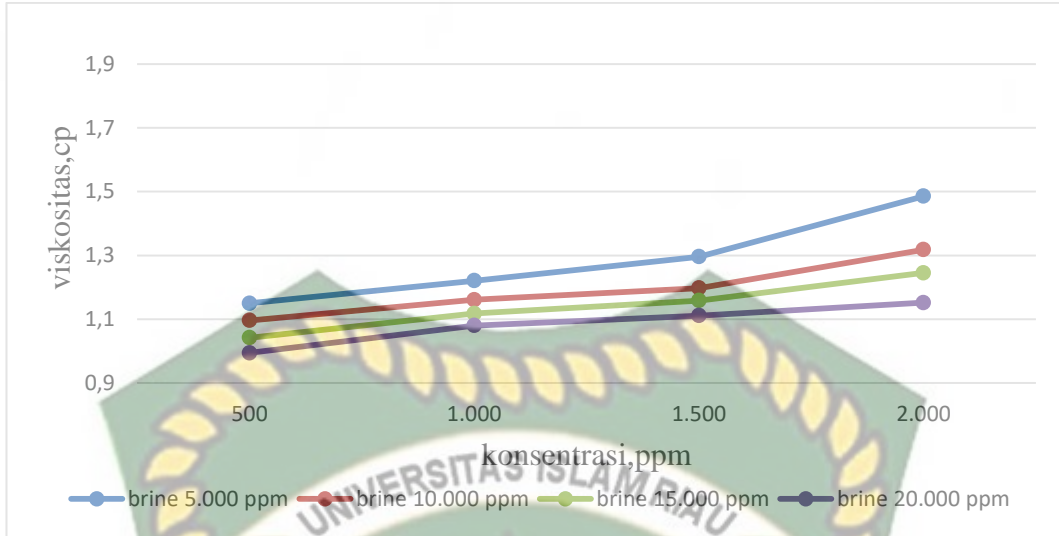
Gambar 4. 18 Grafik pengaruh konsentrasi terhadap viskositas pada 70°C.

Berdasarkan **gambar 4.18** dapat dilihat pengaruh konsentrasi *xanthan gum* terhadap viskositas pada temperatur 70°C, dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi maka semakin besar nilai viskositas *xanthan gum*.



Gambar 4. 19 Grafik pengaruh konsentrasi terhadap viskositas pada 80 °C.

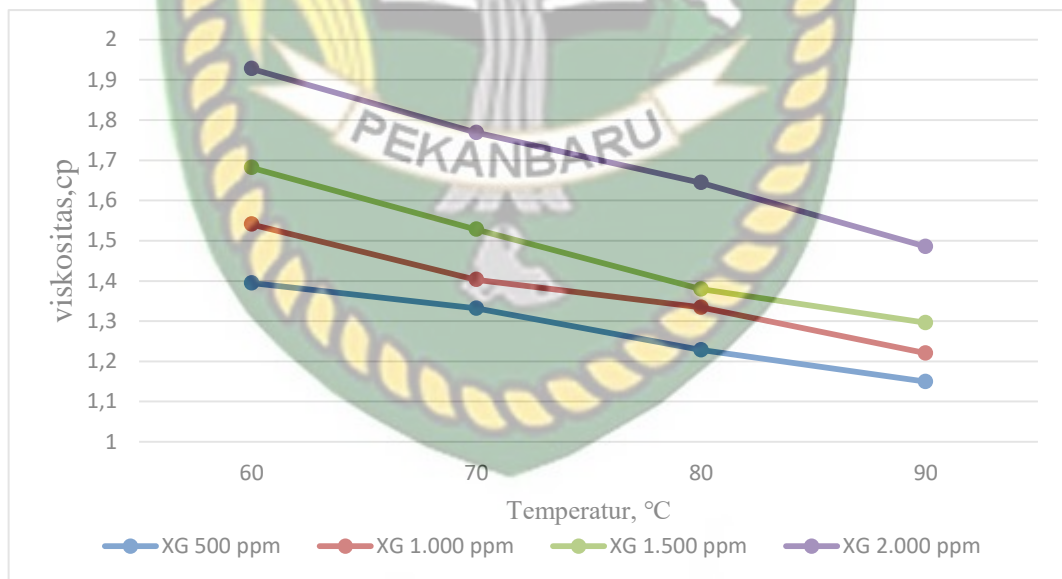
Berdasarkan **gambar 4.19** dapat dilihat pengaruh konsentrasi *xanthan gum* terhadap viskositas pada temperatur 80 °C, dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi maka semakin besar nilai viskositas *xanthan gum*.



Gambar 4. 20 Grafik pengaruh konsentrasi terhadap viskositas pada 90 °C.

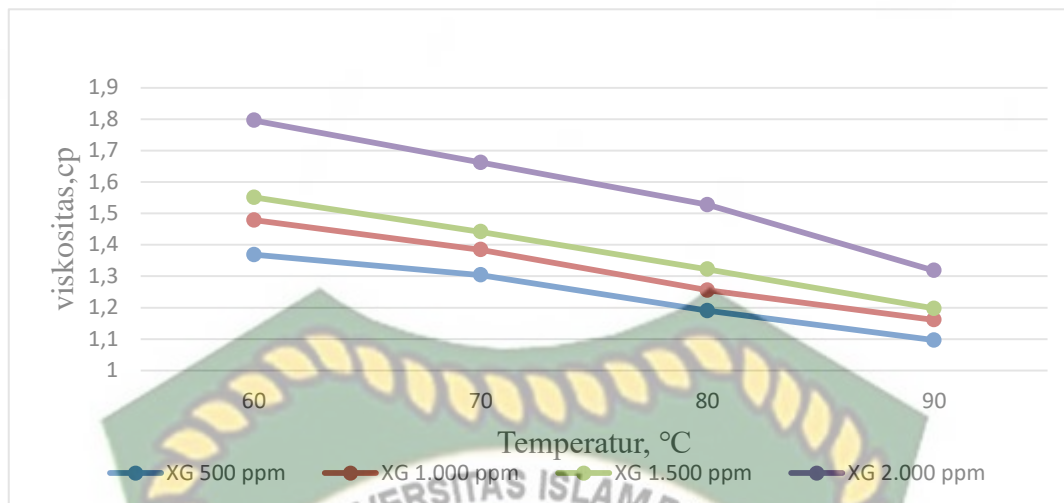
Berdasarkan **gambar 4.20** dapat dilihat pengaruh konsentrasi *xanthan gum* terhadap viskositas pada temperatur 90 °C, dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi maka semakin besar nilai viskositas *xanthan gum*.

2) Pengaruh temperatur terhadap viskositas *Xanthan Gum*.



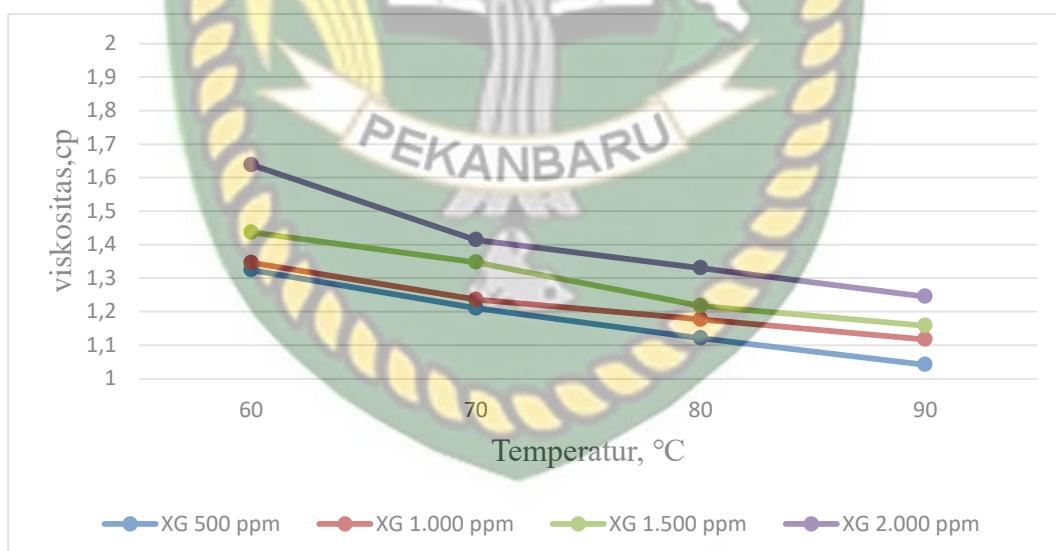
Gambar 4. 21 Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas pada salinitas *brine 5.000 ppm*.

Berdasarkan **gambar 4.21** dapat dilihat pengaruh temperatur terhadap viskositas *xanthan gum* pada salinitas *brine 5.000 ppm* dapat disimpulkan bahwa semakin besar temperatur maka semakin kecil nilai viskositas *xanthan gum*.



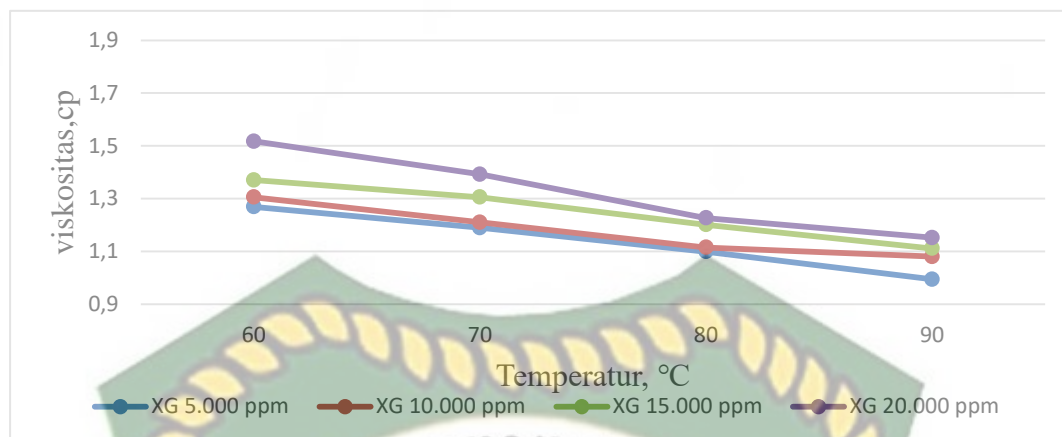
Gambar 4. 22 Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas pada salinitas *brine* 10.000 ppm.

Berdasarkan **gambar 4.22** diatas tentang grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas *xanthan gum* pada salinitas *brine* 10.000 ppm dapat disimpulkan bahwa semakin besar temperatur maka semakin kecil nilai viskositas *xanthan gum*.



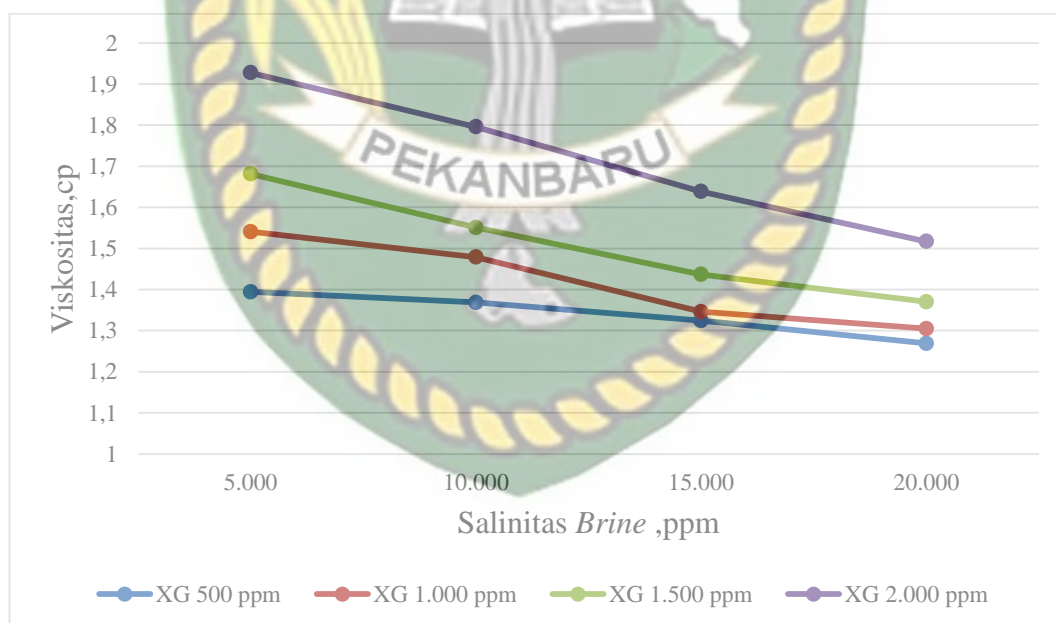
Gambar 4. 23 Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas pada salinitas *brine* 15.000 ppm.

Berdasarkan **gambar 4.23** diatas tentang grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas *xanthan gum* pada salinitas *brine* 15.000 ppm dapat disimpulkan bahwa semakin besar temperatur maka semakin kecil nilai viskositas *xanthan gum*.



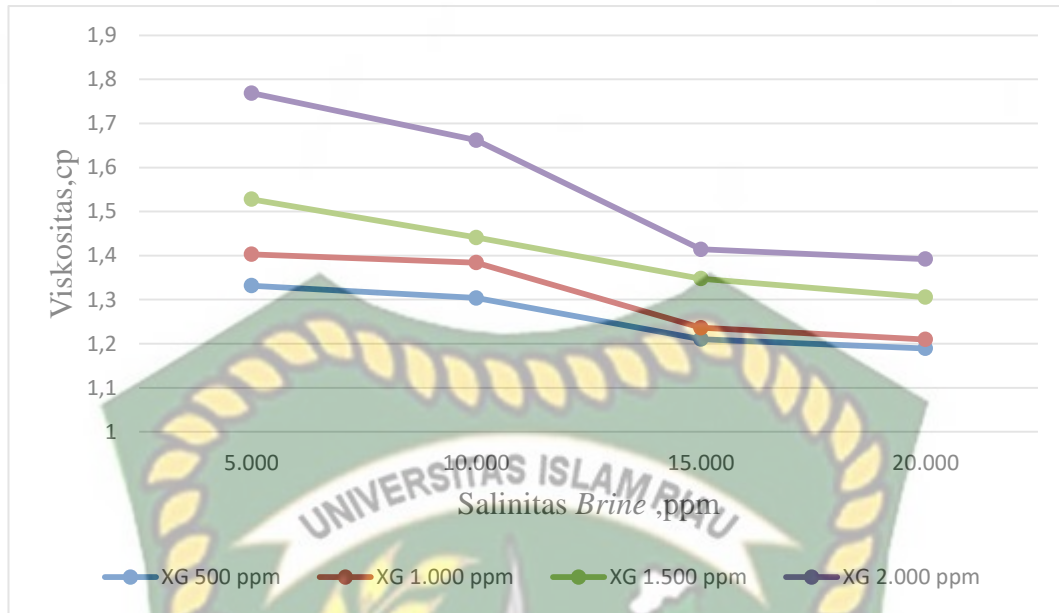
Gambar 4. 24 Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas pada salinitas brine 20.000 ppm.

Berdasarkan **gambar 4.24** dapat dilihat pengaruh temperatur terhadap viskositas *xanthan gum* pada salinitas brine 20.000 ppm dapat disimpulkan bahwa semakin besar temperatur maka semakin kecil nilai viskositas *xanthan gum* Pengaruh salinitas brine terhadap viskositas *Xanthan Gum*.



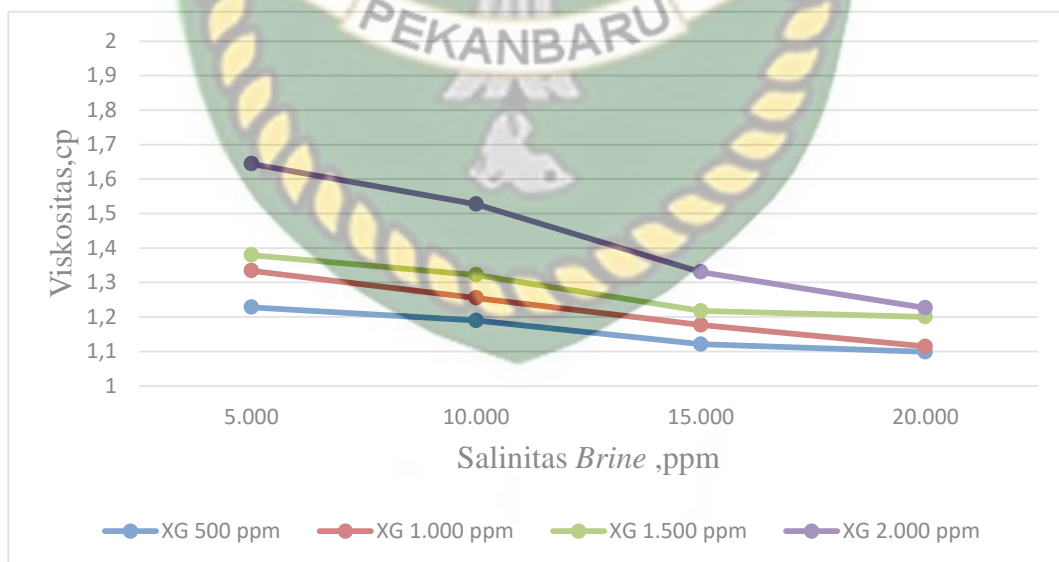
Gambar 4. 25 Grafik pengaruh salinitas brine terhadap viskositas pada temperatur 60°C.

Berdasarkan **gambar 4.25** diatas tentang grafik pengaruh salinitas brine terhadap viskositas *xanthan gum* pada temperatur 60°C dapat disimpulkan bahwa semakin besar salinitas brine maka semakin kecil nilai viskositas *xanthan gum*.



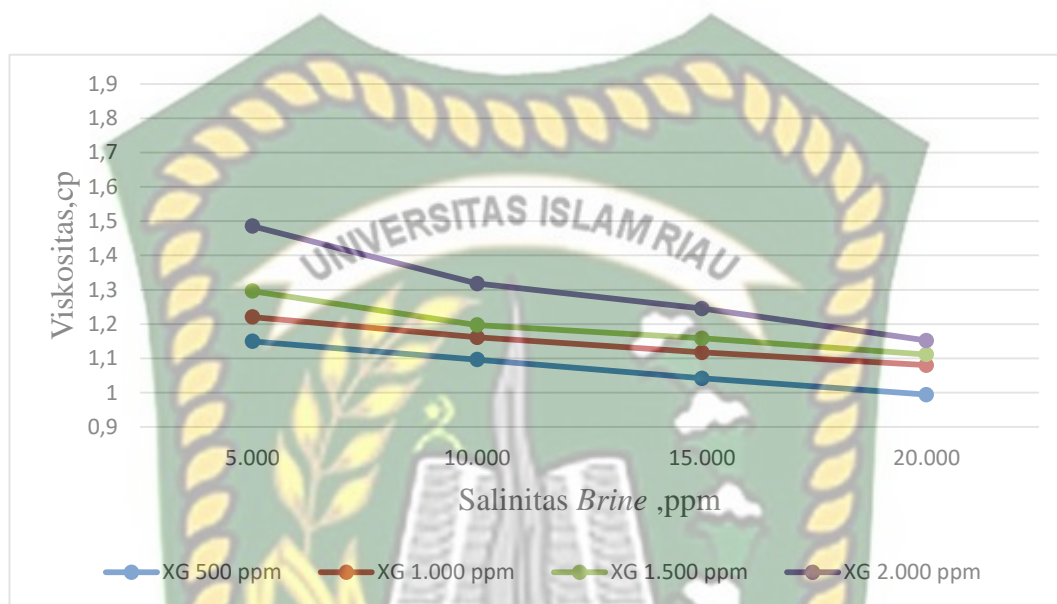
Gambar 4. 26 Grafik pengaruh salinitas *brine* terhadap viskositas pada temperatur 70°C.

Berdasarkan **gambar 4.26** diatas tentang grafik pengaruh salinitas *brine* terhadap viskositas *xanthan gum* pada temperatur 70°C dapat disimpulkan bahwa semakin besar salinitas *brine* maka semakin kecil nilai viskositas *xanthan gum*.



Gambar 4. 27 Grafik pengaruh salinitas *brine* terhadap viskositas pada temperatur 80°C.

Berdasarkan **gambar 4.27** dapat dilihat pengaruh salinitas *brine* terhadap viskositas *xanthan gum* pada temperatur 80°C dapat disimpulkan bahwa semakin besar salinitas *brine* maka semakin kecil nilai viskositas *xanthan gum*.



Gambar 4. 28 Grafik pengaruh salinitas *brine* terhadap viskositas pada temperatur 90°C.

Berdasarkan **gambar 4.28** diatas tentang grafik pengaruh salinitas *brine* terhadap viskositas *xanthan gum* pada temperatur 90°C dapat disimpulkan bahwa semakin besar salinitas *brine* maka semakin kecil nilai viskositas *xanthan gum*.

4.3 Analisis Hasil Uji *Shear Rate Xanthan Gum*.

Pengujian *shear rate* dilakukan dengan menggunakan *fann VG* meter, hal ini dilakukan karena berkaitan dengan viskositas suatu larutan, dimana viskositas adalah nilai yang diukur dari tahanan fluida yang berubah bentuk karena tegangan geser dalam batuan (Wicaksono & Yuliansyah, 2015). Pengujian dilakukan pada 10 sampel larutan dengan konsentrasi *Xanthan Gum* masing-masing 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm dan 2.000 ppm. Pada temperatur masing-masing yaitu 60 °C, 70 °C, 80 °C dan 90°C. Serta dengan salinitas *brine* masing-masing 5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm dan 20.000 ppm. Berikut adalah hasil dari pengujian *shear rate* larutan *Xanthan Gum* tersebut.

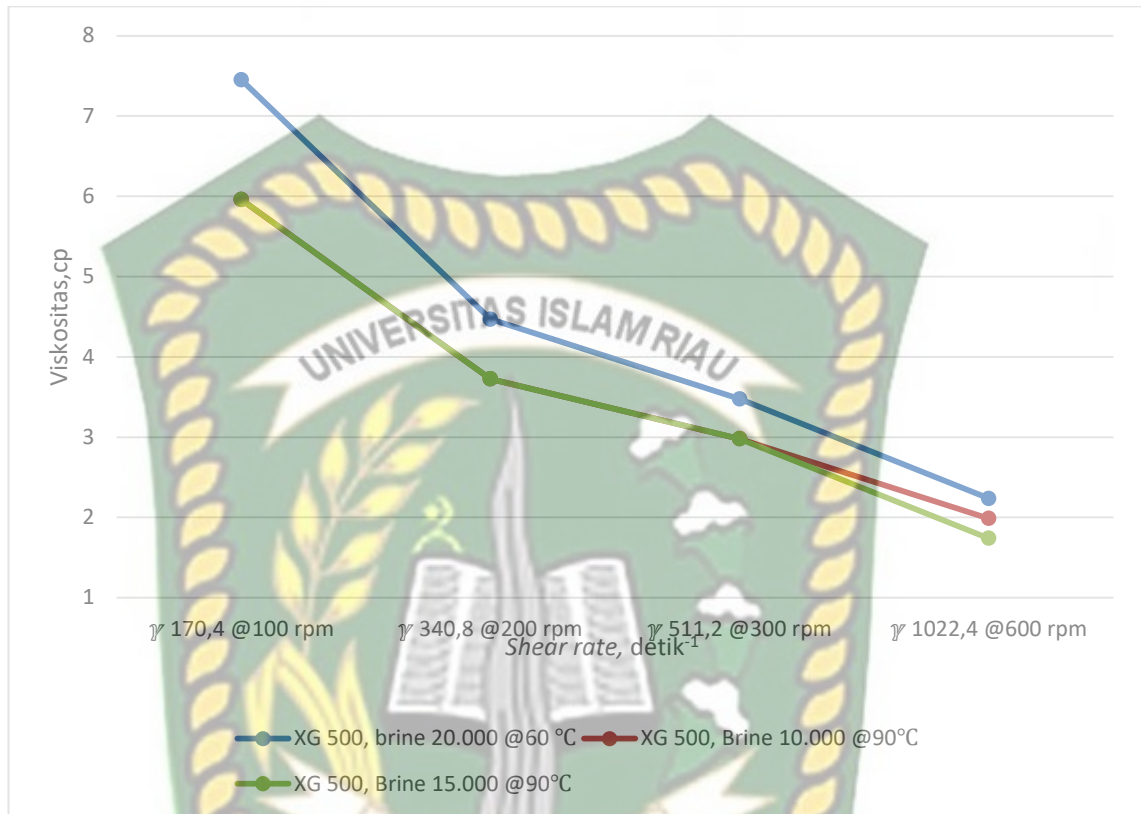
Tabel 4. 6 Hasil Uji *shear rate Xanthan Gum* pada berbagai variasi konsentrasi, temperatur dan salinitas *brine*.

No	<i>Xanthan Gum</i>	<i>Shear Rate</i> (detik ⁻¹)				Viskositas nyata (cp)			
		@rpm 100	@rpm 200	@rpm 300	@rpm 600	@rpm 100	@rpm 200	@rpm 300	@rpm 600
1.	konsentrasi 500 ppm, salinitas <i>brine</i> 20.000 ppm @ 60°C	170,4	340,8	511,2	1022,4	7,449	4,469	3,476	2,235
2.	Konsentrasi 500 ppm, salinitas <i>brine</i> 10.000 ppm @ 90°C	170,4	340,8	511,2	1022,4	5,959	3,724	2,979	1,986
3.	Konsentrasi 500 ppm, salinitas <i>brine</i> 15.000 ppm @90°C	170,4	340,8	511,2	1022,4	5,959	3,724	2,979	1,738
4.	Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm @60°C	170,4	340,8	511,2	1022,4	8,938	5,959	4,469	2,979
5.	Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas <i>brine</i> 15.000 ppm @ 70°C	170,4	340,8	511,2	1022,4	8,938	5,214	3,973	2,483
6.	Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas <i>brine</i> 20.000 ppm @ 70°C	170,4	340,8	511,2	1022,4	5,959	4,469	3,476	2,235
7.	Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas <i>brine</i> 5.000 ppm @ 90°C	170,4	340,8	511,2	1022,4	5,959	4,469	3,476	1,986
8.	Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas <i>brine</i> 10.000 ppm @ 90°C	170,4	340,8	511,2	1022,4	5,959	3,724	2,979	1,986
9.	Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas <i>brine</i>	170,4	340,8	511,2	1022,4	5,959	3,724	2,979	1,738

	15.000 ppm @ 90°C								
Lanjutan Tabel 4.4 Hasil Uji Shear Rate Xanthan Gum pada berbagai variasi konsentrasi, temperatur dan salinitas <i>brine</i> .									
10.	Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas <i>brine</i> 20.000 ppm @ 90°C	170,4	340,8	511,2	1022,4	4,966	2,979	2,483	1,490

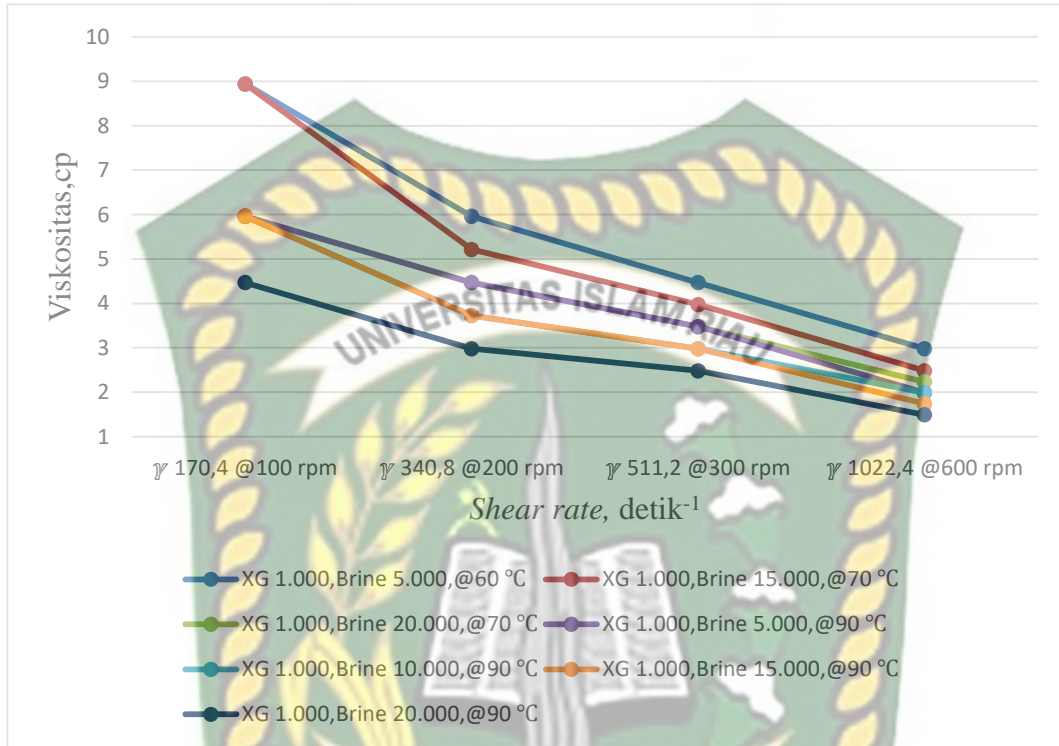
Tabel 4.4 merupakan hasil pengujian *shear rate* dan viskositas nyata untuk larutan *Xanthan Gum* pada berbagai variasi konsentrasi, temperatur dan salinitas *brine*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *fann VG* meter, selanjutnya menggunakan persamaan $\gamma = 1,704 \times \text{rpm}$ untuk menentukan *shear rate* dan

$$\mu_a = \frac{5,077 \times C}{\gamma} \times 100$$
 untuk menentukan viskositas nyata, dari 10 larutan tersebut nilai *shear rate* terendah yaitu pada setiap laju putaran 100 rpm sebesar 170,4 detik⁻¹, dan untuk nilai *shear rate* tertinggi yaitu pada setiap laju putaran 600 rpm sebesar 1022,4 detik⁻¹. Sedangkan larutan yang memiliki nilai viskositas nyata terendah yaitu pada Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 20.000 ppm @ 90°C dengan nilai 1,490 cp, dan larutan yang memiliki nilai viskositas nyata tertinggi yaitu pada konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm @ 60°C dan konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 15.000 ppm @ 70°C dengan nilai viskositas nyata sebesar 8,938 cp. Setiap peningkatan maupun penurunan nilai viskositas nyata selalu dipengaruhi oleh *shear rate*.

1) Pengaruh *Shear Rate* terhadap viskositas *Xanthan Gum*.

Gambar 4. 29 Grafik pengaruh *shear rate* terhadap viskositas pada konsentrasi 500 ppm.

Berdasarkan **gambar 4.29** diatas tentang grafik pengaruh *shear rate* terhadap viskositas *xanthan gum* pada konsentrasi 500 ppm dapat disimpulkan bahwa semakin besar *shear rate* maka semakin kecil nilai viskositas *xanthan gum*.



Gambar 4. 30 Grafik pengaruh *shear rate* terhadap viskositas pada konsentrasi 1.000 ppm.

Berdasarkan **gambar 4.30** diatas tentang grafik pengaruh *shear rate* terhadap viskositas *xanthan gum* pada konsentrasi 1.000 ppm dapat disimpulkan bahwa semakin besar *shear rate* maka semakin kecil nilai viskositas *xanthan gum*.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan judul “Studi Laboratorium Pengujian Kompatibilitas, Viskositas, dan *Shear Rate Xanthan Gum* Berbahan Dasar Ampas Tapioka pada Berbagai Variasi Konsentrasi, Temperatur, dan Salinitas Untuk Produksi Minyak Tahap Tersier” dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan pengujian kompatibilitas pada 64 sampel larutan *Xanthan Gum* pada berbagai variasi konsentrasi, temperatur, dan salinitas, dengan memasukkan larutan tersebut ke dalam oven selama 3 jam, terdapat 10 sampel larutan yang dinyatakan berhasil uji kompatibilitas dengan ciri-ciri larutan berwarna jernih dan tidak terdapat endapan maupun emulsi pada larutan tersebut. Larutan yang dinyatakan lulus uji kompatibilitas tersebut diantaranya yaitu: Larutan *Xanthan Gum* dengan konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 20.000 ppm @ 60°C. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 10.000 ppm @ 90°C. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 15.000 ppm @90°C. Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm @60°C. Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 15.000 ppm @ 70°C. Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 20.000 ppm @ 70°C. Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm @ 90°C. Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 10.000 ppm @ 90°C. Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 15.000 ppm @ 90°C. Konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 20.000 ppm @ 90°C.
2. Berdasarkan pengujian viskositas pada 10 sampel larutan yang berhasil uji kompatibilitas maka nilai viskositas dari yang terendah yaitu pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 15.000 ppm @90°C didapat nilai viskositas sebesar 1,0418 cp. Sedangkan untuk nilai viskositas tertinggi yaitu pada konsentrasi 1.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,5409 cp..
3. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh konsentrasi,temperatur, salinitas *brine* dan *shear rate* terhadap viskositas *Xanthan Gum* dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi yang

diberikan maka nilai viskositas *Xanthan Gum* akan semakin tinggi dan semakin tinggi temperatur pengujian, salinitas serta *shear rate* maka viskositas *Xanthan Gum* akan mengalami penurunan.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah dijabarkan oleh peneliti tentang penelitian yang berjudul “Studi Laboratorium Pengujian Kompatibilitas, Viskositas, dan *Shear Rate Xanthan Gum* Berbahan Dasar Ampas Tapioka pada Berbagai Variasi Konsentrasi, Temperatur, dan Salinitas Untuk Produksi Minyak Tahap Tersier” diharapkan Penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian dengan menambahkan waktu sekitar 4 jam untuk pengadukan dalam pembuatan larutan polimer sebagai pengaruh dalam pengujian kompatibilitas, serta dapat melakukan pengujian terhadap parameter lain seperti Uji *Gelation time*, Polimer *Adsorption*, Polimer *Retention*, *Permeability reduction (Rk)*, *Resistance Factor*, Uji *Thermal*, Polimer *Slug*, dan *Recovery Factor*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, M., Bae, W. ., Novriansyah, A., & Khalid, I. (2016). Enhanced Oil Recovery (EOR) Challenges and Its Future in Indonesia. *Proceeding of the IRES 28th International Conference, Jakarta, Indonesia, 6*(February).
- Abidin, A. Z., Puspasari, T., & Nugroho, W. A. (2012). Polymers for Enhanced Oil Recovery Technology. *Procedia Chemistry, 4*, 11–16.
- Alfazazi, U., AlAmeri, W., & Hashmet, M. R. (2018). Screening of New HPAM Base Polymers for Applications in High Temperature and High Salinity Carbonate Reservoirs. *Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference*, pp. 1–17. Abu Dhabi, UAE: Society of Petroleum Engineers.
- American Petroleum Institute. (1990). *Recommended practices for evaluation of polymers used in enhanced oil recovery operations*. Northwest ,Washington Dc.
- Arina, A., & Kasmungin, S. (2015). Studi Peningkatan Produksi Minyak dengan Metode Injeksi Polimer Ditinjau dari Berbagai Salinitas Air Formasi. *Seminar Nasional Cendekiawan 2015*, 200–205.
- Asngad, A. (2005). Change of Protein Degree In The Dried Rice Stalks Fermentation By Adding Heaps to Livestock Food. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi, 6*(1), 65–74.
- Bobade, V., Cheetham, M., Hashim, J., & Eshtiaghi, N. (2018). Influence of gas injection on viscous and viscoelastic properties of Xanthan gum. *Water Research, 134*, 86–91.
- de Itriago, A., Carolina, Y., & Araujo Fresky, M. (2019). Polymers for EOR in Offshore Reservoirs: Recommended Practices for Laboratory Screening. *Offshore Technology Conference*, 1–16.
- Druetta, P., & Picchioni, F. (2019). Influence of the polymer degradation on enhanced oil recovery processes. *Applied Mathematical Modelling, 69*, 142–163.
- Eni, H., Suwartiningsih, & Sugihardjo. (2008). Studi Laboratorium Untuk Reaktivasi Lapangan X Dengan Injeksi Kimia. *Ikatan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia*, 2–13.
- Frigrina, L., Kasmungin, S., & Mardiana, D. A. (2017). Studi Polimer Gel Dengan Crosslinker Mengenai Pengaruh Variasi Konsentrasi Polymer, Salinitas, dan Suhu Terhadap Gelation Time dan Resistance Factor pada proses water shut off. *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*, 139–144.
- Ghoumrassi- Barr, S., & Aliouche, D. (2015). Characterisation and Rheological Study of Xanthan Polymer for Enhanced Oil Recovery (EOR) Application. *Offshore Mediterranean Conference and Exhibition*, pp. 1–16.

- Hasan, A. E. Z., Yulianto, A., Noviana, I. M. P., & Andini, S. P. (2019). Produksi Xanthan Gum Skala Pengembangan Menggunakan Limbah Padat Tapioka. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(2).
- Jang, H. Y., Zhang, K., Chon, B. H., & Choi, H. J. (2015). Enhanced oil recovery performance and viscosity characteristics of polysaccharide xanthan gum solution. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 21, 741–745.
- Kang, Y., Li, P., Zeng, X., Chen, X., Xie, Y., Zeng, Y., ... Xie, T. (2019). Biosynthesis, Structure and Antioxidant Activities of Xanthan Gum from *Xanthomonas Campestris* with Additional Furfural. *Carbohydrate Polymers*, 216, 369–375.
- Komariah, L. N., Juliani, W. D., & Dimiyati, M. F. (2013). Efek pemanasan campuran biodiesel dan minyak solar terhadap konsumsi bahan bakar pada boiler. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(4), 53–58.
- Melva Syafitri Pasaribu, Zulkifli Lubis, R. (2017). Pengaruh Perbandingan Konsentrasi Xanthan Gum dengan Karagenan dan Lama Pemasakan Terhadap Mutu Jelly Terong Belanda. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 5(4), 717–723.
- Novriansyah, A. (2014). Pengaruh Penurunan Permeabilitas Terhadap Laju Injeksi Polimer Pada Lapangan Y. *Journal of Earth Energy Engineering*, 3(1), 25–30.
- Palaniraj, A., & Jayaraman, V. (2011). Production, recovery and applications of xanthan gum by *Xanthomonas campestris*. *Journal of Food Engineering*, 106(1), 1–12.
- Parera, G. C., & Siregar, S. (2010). Studi laboratorium pengaruh injeksi polimer CMC-AM terhadap perolehan minyak. *Occam Technology*, 1–5.
- Pramadika, H., Kasmungin, S., & Kartika. (2016). Peningkatan Perolehan Minyak dengan Injeksi Air dengan Penambahan Polimer Konsentrasi Rendah Skala Laboratorium. *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*, 496–501.
- Quadri, S. M. R., Shoaib, M., AlSumaiti, A. M., & Alhassan, S. M. (2015). Screening of polymers for EOR in high temperature, high salinity and carbonate reservoir conditions. *International Petroleum Technology Conference*, 1–30.
- Reinoso, D., Martin-Alfonso, M. J., Luckham, P. F., & Martinez-Boza, F. J. (2019). Rheological characterisation of xanthan gum in brine solutions at high temperature. *Carbohydrate Polymers*, 203, 103–109.
- Rita, N., Mursyidah, Erfando, T., Herfansyah, H., & Ramadhan, R. (2019). Laboratory study of additional use nano silica composite and bagasse ash to improve the strength of cement drilling. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 536(1), 12043. IOP Publishing.

- Rosalam, S., & England, R. (2006). Review of xanthan gum production from unmodified starches by *Xanthomonas compestris* sp. *Enzyme and Microbial Technology*, 39(2), 197–207.
- Saleh, L. D., Wei, M., & Bai, B. (2014). Data analysis and updated screening criteria for polymer flooding based on oilfield data. *SPE Reservoir Evaluation & Engineering*, 17(1), 15–25.
- Sancet, G. F., Goldman, M., Buciak, J. M., Varela, O., D'Accorso, N., Fascio, M., ... Luong, M. (2018). Molecular Structure Characterization and Interaction of a Polymer Blend of Xanthan Gum-Polyacrylamide to Improve Mobility-Control on a Mature Polymer Flood. *SPE EOR Conference at Oil and Gas West Asia*, 1–13.
- Santoso, A., & Kasmungin, S. (2017). Kajian Awal Laboratorium Mengenai Viskositas Polimer Terhadap Pengaruh Salinitas, Temperatur dan Konsentrasi Polimer (Laboratorium Study). *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*, 1–6.
- Sheng, J. J., Leonhardt, B., & Azri, N. (2015). Status of polymer-flooding technology. *Journal of Canadian Petroleum Technology*, 54(2), 116–126.
- Solomon, U., Oluwaseun, T., & Olalekan, O. (2015). Alkaline-Surfactant-Polymer Flooding for Heavy Oil Recovery from Strongly Water Wet Cores Using Sodium Hydroxide, Lauryl Sulphate, Shell Enordet 0242, Gum Arabic and Xanthan Gum. *SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition*, 1–10. Society of Petroleum Engineers.
- Sujithra, B., Deepika, S., Akshaya, K., & Ponnusami, V. (2019). Production and optimization of xanthan gum from three-step sequential enzyme treated cassava bagasse hydrolysate. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 21, 101294.
- 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.
- 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.
- Yasahardja, Y., Setiawan, A., & Prihantini, A. (2017). Studi awal pemilihan polimer untuk digunakan pada injectivity dengan skala laboratorium. *Jurnal Migasian Akamigas Balongan Indramayu*, 1(2), 19–22.