

**STUDI LABORATORIUM AWAL PEMANFAATAN PATI BIJI
DURIAN SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF POLIMER PADA
METODE PRODUKSI MINYAK TAHAP TERSIER**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

MARSELINUS SATRIO WICAKSONO

NPM 183210938



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2020

**STUDI LABORATORIUM AWAL PEMANFAATAN PATI BIJI
DURIAN SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF POLIMER PADA
METODE PRODUKSI MINYAK TAHAP TERSIER**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

MARSELINUS SATRIO WICAKSONO

NPM 183210938



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2020

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun oleh :

Nama : Marselinus Satrio Wicaksono

NPM : 183210938

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Skripsi : Studi Laboratorium Awal Pemanfaatan Pati Biji Durian Sebagai Bahan Alternatif Polimer Pada Metode Produksi Minyak Tahap Tersier

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

DEWAN PENGUJI

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

Penguji I : Fiki Hidayat, S.T., M.Eng (.....)

Penguji II : Idham Khalid, S.T., M.T (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 19 Maret 2020

Disahkan Oleh :

**DEKAN
FAKULTAS TEKNIK**

**SEKRETARIS PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**

Dr. Eng. MUSLIM, MT

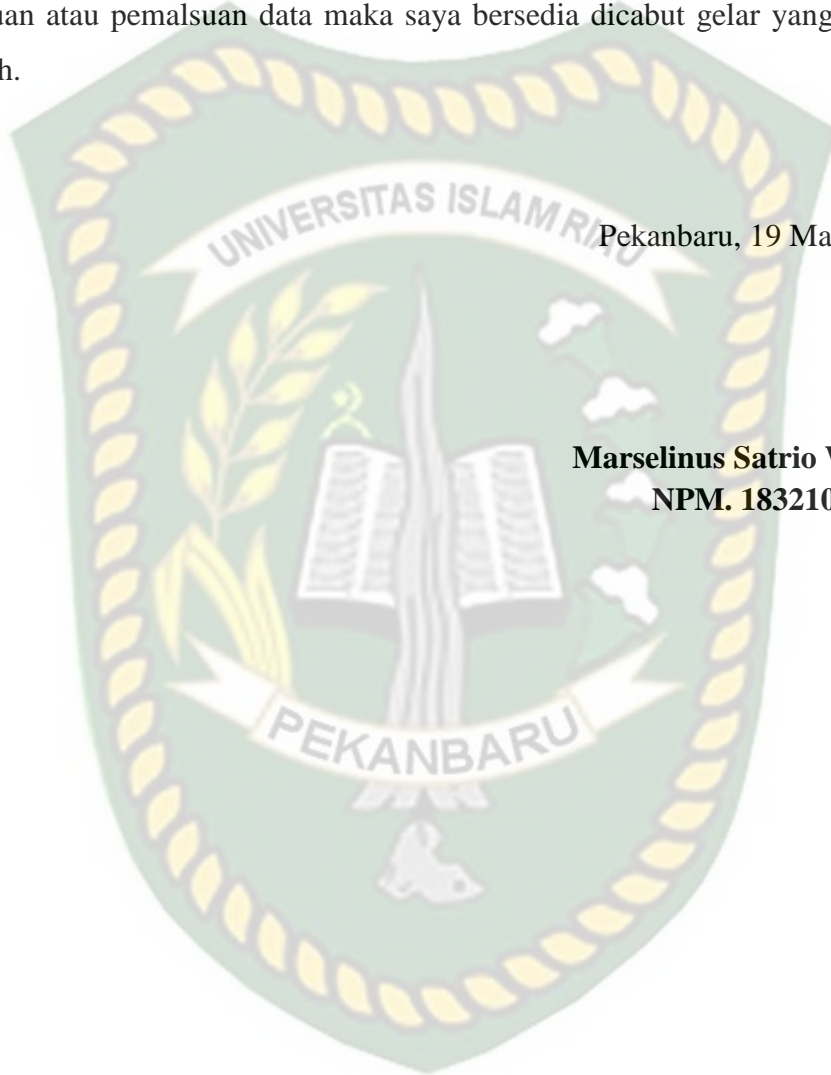
NOVRIANTI, ST., MT

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, 19 Maret 2020

Marselinus Satrio Wicaksono
NPM. 183210938



KATA PENGANTAR

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

1. Ibu Novia Rita, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Eng Muslim selaku Ketua Prodi dan Ibu Novrianti, ST., MT selaku Sekretaris Prodi serta Ibu Richa Melysa, ST., MT selaku dosen pembimbing akademik dan dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
3. Orang tua saya Andreas Indrawiyanta dan Anastasia Endang Suyatmi dan kakak saya Krisentia Indah Permata Sari serta keluarga saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang selalu memberikan semangat dan doa, serta bantuan materil dan moral sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.
4. Serta teman-teman Ekstensi Akamigas Balongan seluruh angkatan dan Teknik Perminyakan UIR. Terimakasih atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

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

Pekanbaru, 19 Maret 2020

Marselinus Satrio Wicaksono

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
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 Polimer Organik Dari Bahan Baku Lain	4
2.2 <i>Polymer Flooding</i> (Injeksi Polimer).....	6
2.3 Pati Biji Durian Sebagai Alternatif Polimer.....	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Uraian Metode Penelitian.....	12
3.2 <i>Flowchart</i>	13
3.3 Alat dan Bahan	14
3.3.1 Alat.....	14
3.3.2 Bahan	17
3.4 Prosedur Penelitian.....	20
3.4.1 Pembuatan Pati Biji Durian Sebagai Bahan Polimer.....	20
3.4.2 Pengujian Kompatibilitas Larutan Polimer.....	20
3.4.3 Pengujian Nilai Densitas dan Viskositas Pada Larutan Polimer dengan Menggunakan Alat Piknometer dan <i>Viscometer Ostwald</i>	23

3.4.4 Pengujian Nilai <i>Shear Rate</i> Polimer dengan Fann VG Meter	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Kompatibilitas Polimer.....	26
4.2 Densitas Polimer.....	28
4.3 Viskositas Polimer.....	30
4.3.1 Pengaruh Viskositas Polimer Terhadap Salinitas	30
4.3.2 Pengaruh Viskositas Terhadap Penambahan Konsentrasi Polimer ..	35
4.3.3 Pengaruh Viskositas Polimer Terhadap Kenaikan Suhu	40
4.3.4 Perbandingan Viskositas <i>Xanthan Gum</i> dan Pati Biji Durian	44
4.4 <i>Shear Rate</i> Polimer.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skematik Pendesakan dengan Larutan Polimer	6
Gambar 2.2	Klasifikasi Natural <i>Polymers</i>	8
Gambar 2.3	Struktur Rantai Molekul Amilosa (A) dan Amilopektin (B).....	10
Gambar 3.1	Peralatan Yang Digunakan Pada Penelitian	17
Gambar 3.2	Sampel Air Formasi.....	17
Gambar 3.3	(a) pH sampel (b) Sampel <i>Aquadest</i>	18
Gambar 3.4	Pati Biji Durian.....	18
Gambar 3.5	Biopolimer <i>Xanthan Gum</i>	19
Gambar 3.6	NaCl (<i>Narium Chloride</i>).....	19
Gambar 4.1	Grafik Pengaruh Salinitas Air Formasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 60°C	30
Gambar 4.2	Grafik Pengaruh Salinitas Air Formasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 70°C	31
Gambar 4.3	Grafik Pengaruh Salinitas Air Formasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 80°C	31
Gambar 4.4	Grafik Pengaruh Salinitas Air Formasi Terhadap Viskositas Polimer <i>Xanthan Gum</i> Pada Suhu 60°C	33
Gambar 4.5	Grafik Pengaruh Salinitas Air Formasi Terhadap Viskositas Polimer <i>Xanthan Gum</i> Pada Suhu 70°C	33
Gambar 4.6	Grafik Pengaruh Salinitas Air Formasi Terhadap Viskositas Polimer <i>Xanthan Gum</i> Pada Suhu 80°C	34
Gambar 4.7	Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 60°C.....	35
Gambar 4.8	Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 70°C.....	36
Gambar 4.9	Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 80°C.....	36
Gambar 4.10	Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer <i>Xanthan Gum</i> Pada Suhu 60°C.....	37
Gambar 4.11	Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer <i>Xanthan Gum</i> Pada Suhu 70°C.....	38

Gambar 4.12 Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer <i>Xanthan Gum</i> Pada Suhu 80°C.....	38
Gambar 4.13 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Pati Biji Durian Pada Salinitas 5000 ppm	40
Gambar 4.14 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Pati Biji Durian Pada Salinitas 30.000 ppm	40
Gambar 4.15 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Pati Biji Durian Pada Salinitas 60.000 ppm	41
Gambar 4.16 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas <i>Xanthan Gum</i> Pada Salinitas 5000 ppm	42
Gambar 4.17 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas <i>Xanthan Gum</i> Pada Salinitas 30.000 ppm	42
Gambar 4.18 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas <i>Xanthan Gum</i> Pada Salinitas 60.000 ppm	43
Gambar 4.19 Perbandingan Nilai Viskositas <i>Xanthan Gum</i> (XG) dan Pati Biji Durian (PBD) Terhadap Konsentrasi Polimer 500 ppm Pada Suhu 60°C	44
Gambar 4.20 Perbandingan Nilai Viskositas <i>Xanthan Gum</i> (XG) dan Pati Biji Durian (PBD) Terhadap Konsentrasi Polimer 500 ppm Pada Suhu 70°C	45
Gambar 4.21 Perbandingan Nilai Viskositas <i>Xanthan Gum</i> (XG) dan Pati Biji Durian (PBD) Terhadap Konsentrasi Polimer 500 ppm Pada Suhu 80°C	45
Gambar 4.22 Grafik Pengaruh <i>Shear Rate</i> terhadap <i>Apparent Viscosity</i> Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 60°C.....	46
Gambar 4.23 Grafik Pengaruh <i>Shear Rate</i> terhadap <i>Apparent Viscosity</i> Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 70°C.....	47
Gambar 4.24 Grafik Pengaruh <i>Shear Rate</i> terhadap <i>Apparent Viscosity</i> Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 80°C.....	47
Gambar 4.25 Grafik Pengaruh <i>Shear Rate</i> terhadap <i>Apparent Viscosity</i> Polimer <i>Xanthan Gum</i> Pada Suhu 60°C.....	49

Gambar 4.26 Grafik Pengaruh *Shear Rate* terhadap *Apparent Viscosity* Polimer
Xanthan Gum Pada Suhu 70°C..... 49

Gambar 4.27 Grafik Pengaruh *Shear Rate* terhadap *Apparent Viscosity* Polimer
Xanthan Gum Pada Suhu 80°C..... 50



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>State Of The Art</i>	4
Tabel 2.2 Hasil Analisis Kandungan Pati Biji Durian.....	9
Tabel 2.3 Perbandingan Sifat dan Rasio Amilosa/Amilopektin Pada Beberapa Jenis Pati.....	10
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	12
Tabel 3.2 Perhitungan Massa NaCl.....	22
Tabel 3.3 Perhitungan Massa Polimer.....	23



DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN I.** Tabel Hasil Uji Viskositas Dinamik Polimer Pati Biji Durian
- LAMPIRAN II.** Tabel Hasil Uji Viskositas Dinamik Polimer *Xanthan Gum*
- LAMPIRAN III.** Tabel Hasil Uji *Shear Rate* terhadap *Apperent Viscosity* Polimer Pati Biji Durian
- LAMPIRAN IV.** Tabel Hasil Uji *Shear Rate* terhadap *Apperent Viscosity* Polimer *Xanthan Gum*
- LAMPIRAN V.** Foto Hasil Pengujian Kompatibilitas Biopolimer Pati Biji Durian
- LAMPIRAN VI.** Foto Hasil Pengujian Kompatibilitas Biopolimer *Xanthan Gum*
- LAMPIRAN VII.** *Formation Water Analysis Report* PT. Pertamina EP Asset 1 Jambi

DAFTAR SINGKATAN

C	Karbon
H	Hidrogen
O	Oksigen
N₂	Nitrogen
EOR	<i>Enhanced Oil Recovery</i>
HPAM	<i>Hydrolyzed Polyacrylamide</i>
NaCl	<i>Sodium Chloride</i>
rpm	<i>Rate Per Minute</i>
ppm	<i>Parts Per Million</i>
cSt	<i>CentiStroke</i>
cP	<i>CentiPoise</i>
gr	Gram
mg	Miligram
kg	Kilogram
ml	Mililiter
s	<i>Seconds</i>
cm	Sentimeter
m	Meter
µm	Mikrometer
XG	Xanthan Gum
PBD	Pati Biji Durian
P	Konsentrasi Polimer yang digunakan
M₁	Konsentrasi larutan sebelum pengenceran
V₁	Volume larutan sebelum pengenceran
M₂	Konsentrasi larutan sesudah pengenceran
V₂	Volume larutan sesudah pengenceran

DAFTAR SIMBOL

$^{\circ}\text{C}$	Temperatur dalam <i>celcius</i>
ρ	Massa jenis suatu zat
m	Massa suatu zat
v	Volume suatu zat
μ_{kin}	Viskositas kinematik
μ_{din}	Viskositas dinamik
μ_a	<i>Apparent Viscosity</i> (Viskositas nyata)
C	Konstanta alat
t	Waktu alir
d	Densitas cairan
γ	<i>Shear Rate</i>
τ	<i>Shear Stress</i>
C	<i>Dial reading</i>
@	pada
☑	Larutan kompatibel (pada gambar di lampiran)
● ● ● ● ●	Larutan yang kompatibel (pada gambar grafik)
○ ○ ○ ○ ○	Larutan yang tidak kompatibel (pada gambar grafik)

STUDI LABORATORIUM AWAL PEMANFAATAN PATI BIJI DURIAN SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF POLIMER PADA METODE PRODUKSI MINYAK TAHAP TERSIER

MARSELINUS SATRIO WICAKSONO
183210938

ABSTRAK

Setelah dilakukan tahapan produksi awal yaitu *primary recovery* dan *secondary recovery*, maka perlu dilakukan tahapan produksi lanjutan berupa *tertiary recovery* atau yang biasa dinamakan *enhanced oil recovery*. Salah satu metodenya berupa polimer *flooding*, konsep sederhananya dengan cara menaikkan viskositas air injeksi yang berguna untuk menurunkan mobilitas air sebagai fluida pendesak sehingga dapat meningkatkan *sweep efficiency*. Polimer yang digunakan dalam industri perminyakan diklasifikasikan ke dalam dua jenis utama yaitu polimer sintetik dan biopolimer. Dalam penelitian biopolimer yang terdapat pada tumbuhan, tidak terlepas dari penemuan kandungan polisakarida. Pada tumbuhan kandungan polisakarida dikenal sebagai karbohidrat yang dimanfaatkan sebagai cadangan makanan, salah-satunya kandungan ini terdapat pada biji durian. Polisakarida memiliki fungsi untuk meningkatkan viskositas larutan. Oleh karena itu perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi karakteristik pati biji durian seperti kompatibilitas, densitas, viskositas dan *shear rate* sebagai parameter awal pembuatan alternatif polimer sebagai opsi polimer *flooding*. Peneliti akan melakukan pengujian pada konsentrasi polimer dimulai dari 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm, dan 2.000 ppm. Pada temperatur masing-masing 60 °C, 70 °C dan 80 °C. Serta pada variasi salinitas *brine* dimulai dari 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm.

Proses pengolahan limbah biji durian menggunakan metode ekstraksi yang menghasilkan produk akhir yaitu pati biji durian dengan ukuran granula pati 100-150 *mesh*. Berdasarkan pengujian kompatibilitas polimer yang telah dilakukan, didapatkan sampel yang *compatible* sebanyak 10 sampel pati biji durian dan 13 sample *xanthan gum*. Dari pengujian densitas yang telah dilakukan terhadap pengaruh penambahan konsentrasi polimer, salinitas dan suhu pada biopolimer pati biji durian dan biopolimer *xanthan gum* dapat di simpulkan bahwa, semakin besar penambahan konsentrasi polimer dan salinitas air maka densitas larutan akan semakin meningkat. Namun semakin bertambahnya temperatur, maka akan menurunkan densitas polimer. Berdasarkan pengujian viskositas yang telah dilakukan tentang pengaruh konsentrasi polimer, salinitas, temperature dan *shear rate* pada biopolimer pati biji durian dan biopolimer *xanthan gum* dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan konsentrasi polimer yang diberikan maka nilai viskositas dan densitas akan semakin meningkat. Namun semakin tinggi salinitas, temperatur pengujian serta *shear rate* maka viskositasnya akan semakin mengalami penurunan.

Kata Kunci: Biopolimer, Densitas, Kompatibilitas, Polimer *flooding*, Polisakarida, *Shear Rate*, Viskositas.

LABORATORY STUDY OF THE EARLY UTILIZATION OF DURIO ZIBETHINUS STARCH AS A POLYMER ALTERNATIVE MATERIAL IN TERTIARY RECOVERY METHOD

MARSELINUS SATRIO WICAKSONO
183210938

ABSTRACT

After the initial production stages are carried out, namely primary recovery and secondary recovery, it is necessary to carry out further production stages in the form of tertiary recovery or commonly called enhanced oil recovery. One of the methods is polymer flooding, a simple concept by increasing the viscosity of injection water which is useful for reducing the mobility of water as a pressing fluid so as to increase sweep efficiency. Polymers used in the petroleum industry are classified into two main types, namely synthetic polymers and biopolymers. In the study of biopolymers found in plants, can not be separated from the discovery of polysaccharide content. In plants the content of polysaccharides is known as carbohydrates which are used as food reserves, one of which is found in durian seeds. Polysaccharides have a function to increase the viscosity of the solution. Therefore it is necessary to do further research to identify the characteristics of durian seed starch such as compatibility, density, viscosity and shear rate as initial parameters for making alternative polymers as flooding polymer options. Researchers will conduct tests on polymer concentrations starting from 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm and 2.000 ppm. At temperatures of 60°C, 70°C and 80°C respectively. As well as variations in brine salinity starting from 5.000 ppm, 30.000 ppm and 60.000 ppm.

The process of processing durian seed waste uses an extraction method that produces the final product, durian seed starch, with 100-150 mesh starch granules. Based on polymer compatibility testing, 10 compatible samples of durian seed starch and 13 samples of xanthan gum were obtained. From the density testing that has been carried out on the effect of adding polymer concentration, salinity and temperature on the durian seed starch biopolymer and xanthan gum biopolymer it can be concluded that, the greater the addition of polymer concentration and water salinity, the density of the solution will increase. However, as the temperature increases, it will reduce the polymer density. Based on the viscosity testing that has been done about the effect of polymer concentration, salinity, temperature and shear rate on durian seed starch biopolymers and xanthan gum biopolymers, it can be concluded that the greater the addition of the given polymer concentration, the viscosity and density values will increase. But the higher the salinity, test temperature and shear rate, the viscosity will decrease.

Keywords: Biopolymer, Density, Compatibility, Polymer flooding, Polysaccharides, Shear Rate, Viscosity.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setelah dilakukan tahapan produksi *primary* dan *secondary recovery*, maka perlu dilakukan tahapan lanjutan yaitu *tertiary recovery (tahap tersier)* guna untuk memaksimalkan pengurasan minyak bumi yang masih tertinggal didalam reservoir (James J. Sheng, 2011). Menurut Mandal (2015) metode penginjeksian kimia dalam EOR yang paling banyak digunakan berupa polimer *flooding*.

Pada dasarnya injeksi polimer (*Polymerflooding*) dikenal dengan injeksi air (*Waterflooding*) yang disempurnakan dengan penambahan polimer dalam air injeksi, Metode ini berkonsep pada kenaikan viskositas air, karena air berfungsi sebagai *displacer* (pendesak) dengan tujuan untuk menurunkan mobilitas air terhadap minyak, sehingga dapat meningkatkan *sweep efficiency* (Widyarso, Swadesi, Wibowo, & Sudarmoyo, 2006).

Polimer digunakan sebagai *mobility control agent* yang berfungsi untuk merubah *waterflooding* menjadi *polymerflooding* (Zaitoun et al., 2012). Dalam penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi polimer yang paling baik pada konsentrasi 2000 mg/L menunjukkan kenaikan hasil *recovery factor* (Rahmanto, Sudibjo, & Kasmungin, 2017). Kenaikan perolehan minyak berdasarkan pengujian beberapa konsentrasi dari 1000, 1500, 2000 dan 2500 ppm larutan polimer telah di uji coba pada lapangan Daqing *Oil Field* dan menunjukkan peningkatkan 10-20% *recovery factor* yang cukup signifikan (Denney, 2015).

Menurut Widyarso et al., (2006) polimer yang larut dalam air yang digunakan dalam industri minyak dan gas, diklasifikasikan ke dalam dua jenis utama yaitu polimer sintetik dan biopolimer. Polimer sintetik atau yang sering disebut *polyacrylamides* yang sering digunakan dalam polimer *flooding* berupa *partially hydrolyzed polyacrylamide* (HPAM) (Abidin, Puspasari, & Nugroho, 2012). Menurut penelitain Parera & D.E.A. (2010) HPAM memiliki kelemahan mudah terdegradasi karena temperatur dan salinitas yang tinggi. Biopolimer yang sering digunakan berupa *xanthan gum* atau yang dikenal *polysaccharide* (polisakarida) (Abidin et al., 2012). Meskipun *xanthan gum* tahan terhadap

salinitas yang tinggi, harganya relatif cukup mahal dan memiliki kerentanan suhu tertentu agar tidak terdegradasi didalam reservoir. Polimer berbasis alam yang menghasilkan monomer organik bersumber dari protein, lignin, pati, kitosan, selulosa dan karet (Coniwanti, Laila, & Alfira, 2014).

Didalam pengembangan polimer berbasis alam, tidak terlepas dari penemuan kandungan polisakarida. Polisakarida dikenal sebagai molekul karbohidrat polimetrik yang tersusun atas rantai monosakarida yang panjang dan terikat oleh ikatan glikosidik. Polisakarida dikenal sebagai karbohidrat, sehingga tersusun hanya dari atom karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Contoh polisakarida berupa glikogen, agarosa, selulosa dan pati. Pati biji durian disebut polisakarida, karena tersusun dari ratusan monomer glukosa, apabila glukosa-glukosa tersebut bereaksi secara kimiawi maka akan mengakibatkan molekul air yang timbul (Kusbandari, 2015).

Menurut Susanti & Waryanto, (2018) buah durian menempati posisi ke 5 besar produksi buah-buahan segar di Indonesia dengan produksi tahunan 1,1 juta ton pada tahun 2018, meskipun memiliki produksi yang cukup besar pemanfaatan limbah biji durian masih sangat jarang di masyarakat. Suatu cara memanfaatkannya yaitu dengan mengolahnya menjadi tepung biji durian.

Pati biji durian sudah pernah diteliti oleh Cornelia et al., (2013) dan Haryati, Rini, & Safitri, (2017) namun pemanfaatannya lebih diaplikasikan kearah campuran pembuatan bioplastik oleh karena itu pada percobaan kali ini peneliti ingin meneliti *rheology* polimer yang terkandung di dalam pati biji durian dalam skala lab perminyakan, sehingga bisa dilihat apakah pati biji durian bisa atau tidak diaplikasikan pada metode *enhanced oil recovery* untuk bahan polimer alternatif sebagai opsi *polymer flooding* dengan melakukan studi laboratorium awal pada pati biji durian untuk meninjau densitas, viskositas dan *shear rate*-nya serta bagaimana kompatibilitasnya terhadap berbagai jenis konsentrasi polimer dengan berbagai konsentrasi *brine*. Penelitian ini penting dilakukan untuk mengidentifikasi polimer alternatif baru dengan memanfaatkan limbah biji durian sebagai alternatif opsi *polymer flooding* dengan bahan yang mudah didapatkan dan mudah diolah.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengetahui kompatibilitas dari polimer organik berbahan dasar pati biji durian dengan konsentrasi 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm terhadap salinitas air formasi (*brine*) sebesar 5000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm.
2. Menganalisis nilai densitas, viskositas dan *shear rate* pati biji durian sebagai polimer alternatif dan membandingkannya dengan polimer komersil (*xanthan gum*) yang digunakan saat ini.

1.3 Manfaat Penelitian

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

1. Mengidentifikasi polimer berbasis alam terbarukan yang mudah diolah dan diperoleh disekitar alam sebagai bahan baku polimer alternatif untuk dapat digunakan sebagai *polymer flooding* pada produksi minyak tahap tersier dengan memanfaatkan limbah biji durian yang tidak terpakai sebagai bahan dasar pembuatan alternatif polimer.
2. Penelitian ini diharapkan dapat dipublikasikan menjadi *paper* atau jurnal nasional maupun internasional sehingga dapat menjadi acuan referensi penelitian selanjutnya.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak keluar dari tujuan yang diharapkan, maka pada topik penelitian kali ini dibatasi pada beberapa hal antara lain sebagai berikut:

1. Pemilihan konsentrasi polimer yang digunakan pada penelitian ini adalah 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm.
2. Salinitas air formasi (*brine*) yang digunakan pada penelitian kali ini sebesar 5000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm.
3. Uji temperatur dilakukan pada temperatur 60°C, 70°C, dan 80°C.
4. Polimer komersil yang digunakan sebagai pembanding dalam pengujian kompatibilitas, densitas dan *shear rate* adalah *xanthan gum*.
5. Dalam penelitian ini tidak membahas masalah keekonomian penggunaan polimer berbahan dasar pati biji durian dan *xanthan gum*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Polimer Organik Dari Bahan Baku Lain

Adapun beberapa referensi yang hampir sejalan dengan konsep yang diangkat sebagai panduan untuk menghasilkan sesuatu hal yang baru dan agar tidak melakukan pengulangan penelitian, maka dapat dilihat pada Tabel 2.1 *State Of The Art* dari penelitian berikut ini:

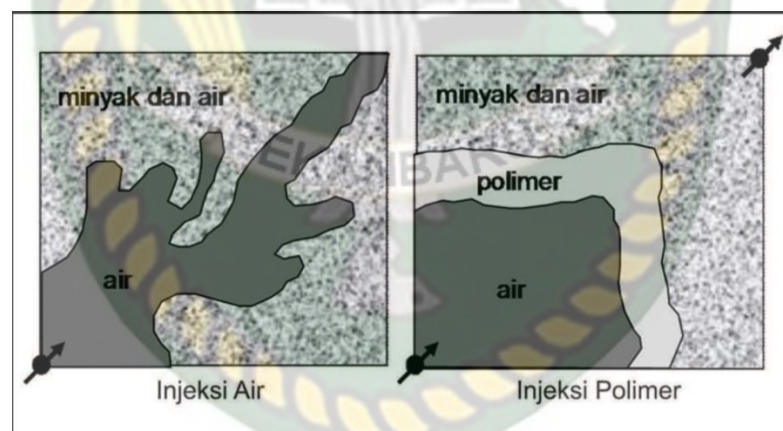
Tabel 2.1 *State Of The Art*

No	Judul Penelitian	Bahan Baku	Metode Produksi	Hasil dan Pemanfaatannya	
1.	Plastik Ramah Lingkungan Dari Polikaprolakton Dan Pati Tapioka Dengan Penambahan <i>Refined Bleached And Deodorized Palm Oil</i> Sebagai Pemplastis Alami	Tapioka	Metode pembuatannya menggunakan proses ekstraksi hingga menjadi bubuk pati tapioka	Pati Tapioka memiliki kadar amilosa mencapai 20-30% Pemanfaatan : Campuran pembuatan Biopastik	
	(Hasan, Sulastri, & Hanum, 2007)	Arcana, Rusman, &			
2.	Rekayasa Biopolimer Jerami Padi dengan Teknik Kopolimerisasi Cangkok dan Taut Silang	Jerami Padi	kopolimerisasi cangkok akrilamida dan taut silang N,N'-metilena-bis-akrilamida sebagai suatu upaya rekayasa biopolimer dari selulosa	Komposisi jerami padi menghasilkan selulosa 36,5%, Pemanfaatan : Pembuatan Biopolimer	
	(Purwaningsih, Irawadi, Mas'ud, & Fauzi, 2012)				
3.	Konversi Kelapa Menjadi melalui Proses Catalytic Pyrolysis	Limbah Sawit Bio-Oil Fast dan	Cangkang Sawit dan Tandan Kosong Sawit	Metode impregnasi konvensional dilakukan untuk sintesis katalis Co-Mo/C. Lalu	Kandungan Selulosa yang dihasilkan meliputi : - Tandan Kosong : 39 %

	Upgrading-nya (Purwanto, Supramono, Muthia, & Annisa, 2012)		dilakukan Pencucian dan pemanasan.	- Cangkang Sawit : 20.8 % Pemanfaatan : Campuran pembuatan Bio- Oil
4.	Pemanfaatan Pati Biji Durian (Durio dan Sagu Zibethinus Murr.) Dan Pati Sagu (Metroxylon Sp.) Dalam Pembuatan Bioplastik (Cornelia et al., 2013)	Biji Durian dan Sagu	Pembuatan dilakukan dengan metode pengestraksian hingga menjadi produk pati kering	Kadar amilosa dan amilopektin berturut-turut dalam (%): - Biji Durian (26 ; 74) - Sagu (23 ; 63) Pemanfaatan : Pembuatan Bioplastik
5.	Pengaruh Penambahan Selulosa dari Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Dalam Pembuatan Biopolimer Superabsorben (Heriyanto, Firdaus, & Destiani, 2015)	Eceng Gondok	Ekstraksi, tahap penghilangan Hemiselulosa, tahap delignifikasi dan Bleaching yaitu dilarutkan dengan 500 ml H ₂ O ₂ 1,5% dan dipanaskan selama 3 jam.	Polimer super absorben yang dihasilkan dengan rasio 10% berat selulosa. Pemanfaatan : Pembuatan Biopolimer Superabsorben
6.	Study Pengaruh Kandungan Amilosa Dan Amilopektin Umbi-Umbian Terhadap Karakteristik Plastik Biodegradable Dengan Plastizicer Gliserol (Nisah, 2017)	Umbi-Umbian (Pati Sagu, Pati Garut, Pati Ubi Kayu)	Pembuatan serbuk pati dengan cara pengeringan dan mengekstraksi	Kadar amilosa dan amilopektin berturut-turut dalam (%): - Pati sagu (21.7 ; 62.51) - Pati Garut (19.4 ; 59.35) - Pati Ubi Kayu (18.0 ; 60.15) Pemanfaatan: Campuran Bioplastik

2.2 Polymer Flooding (Injeksi Polimer)

Ketika metode peinjeksian air (*waterflooding*) terbukti kurang efektif dikarenakan rendahnya perolehan minyak dan terproduksinya air dalam skala yang besar pada saat *water breakthrough*, maka injeksi kimia berupa polimer *flooding* menjadi suatu solusi yang layak digunakan untuk memperbaiki perolehan *oil recovery* (Abdurrahman, Bae, Novriansyah, & Khalid, 2016; Rita, 2012; Widyarso et al., 2006). Pada dasarnya *polymer flooding* dikenal sebagai *water flooding* yang disempurnakan dengan cara penambahan polimer dalam air injeksi, yang berguna untuk meningkatkan viskositas fluida pendesak guna untuk meningkatkan perolehan *oil recovery*, dengan begitu *mobility ratio water* akan menurun yang membuat *sweep efficiency* air akan maksimal untuk mendesak minyak. Sebelum polimer diinjeksikan ke reservoir, terlebih dahulu dilakukan metode pengaplikasian polimer yaitu dengan cara menambahkan polimer ke dalam air (*fresh water*). Dengan konsentrasi yang digunakan biasanya 500-2000 mg/L dari beberapa polimer sintetis atau biopolimer (Rahmanto et al., 2017).



Gambar 2.1 Skematik Pendesakan dengan Larutan Polimer (Usman, 2011)

Pada Gambar 2.2 memberikan gambaran skematik injeksi air (*waterflooding*) dan injeksi polimer (*polymerflooding*). Menunjukkan bahwa metode polimer *flooding* membentuk *sweep efficiency* yang baik. Metode *polymerflooding* berkonsep pada kenaikan viskositas air, karena air berfungsi sebagai *displacer* (pendesak) dengan tujuan untuk menurunkan mobilitas air terhadap minyak untuk meningkatkan *sweep efficiency* (Usman, 2011). Perubahan kenaikan dan penurunan nilai viskositas polimer selama pemakaian termaksud

sesuatu yang umum terjadi, hal ini disebabkan oleh degradasi aditif pada kandungan polimer. Dalam penginjeksianya, *polymer flooding* juga memiliki beberapa *screening criteria* meliputi temperatur reservoirnya berkisar antara 60-90°C dengan kualitas minyak >15°API (Taber, Martin, & Seright, 1997; Yasahardja, Setiawan, & Prihantini, 2017). Polimer *flooding* pernah diaplikasikan pada lapangan Daqing *Oil Field* dengan konsentrasi tinggi mulai dari 1000, 2000 dan 3000 ppm dengan salinitas air formasi (*brine*) berkisar antara 5000 ppm sampai 20.000 ppm dan menunjukkan peningkatan 10-20% *recovery factor* yang cukup signifikan (Denney, 2015).

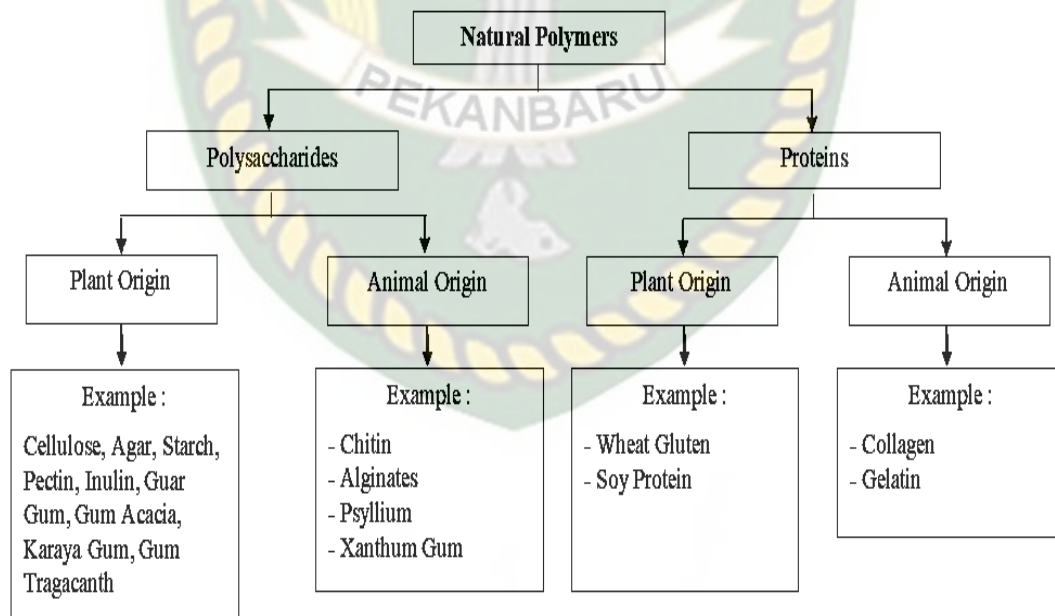
Kandungan salinitas air dibedakan menjadi beberapa tingkatan salinitas dimulai dari *fresh water* <3000 ppm, *slightly saline* 3000-10.000 ppm, *saline* 3000-35000 ppm dan *hypersaline* >35000 ppm (Brockl & Shiel, 1983). Polimer yang larut dalam air yang digunakan dalam industri minyak dan gas, diklasifikasikan kedalam dua jenis utama yaitu polimer sintetik dan biopolimer. Namun saat ini jenis polimer yang umum digunakan secara komersil untuk proses *chemical injection* yaitu *xanthan gum* (biopolimer) dan *polyacrilamide* (polimer sintetik) (Widyarso et al., 2006).

Polyacrilamide atau HPAM termaksud *polymer* sintesis yang memiliki sifat non-ionik yang disintesis dari monomer *acrylamide*. Umumnya *polyacrilamide* dibuat berdasarkan mekanisme radikal bebas. *Polyacrilamide* memiliki molekul yang sangat fleksibel, karena rantainya panjang dan diameter molekulnya kecil membuat polimer ini sensitif terhadap degradasi kimia, *thermal* dan kerusakan mekanis (Sancet et al., 2018). Pada bidang industri, *polyacrilamide* atau HPAM juga dapat dimanfaatkan sebagai campuran bahan pembuatan kertas, campuran pelumas dalam mengurangi gesekan atau *drag* dan fokulan dalam proses industri lainnya (Sorbie & Phil, 1991). *Xanthan Gum* disebut juga sebagai biopolimer atau *polysaccharide* yang larut di dalam air dan bersifat ionik. Pembentukan polimer ini dihasilkan dari mikroorganisme *xanthomonas campestris*, yang prosesnya melalui fermentasi dengan media karbohidrat yang mendapat *supply* gas nitrogen (N₂) dan protein (Widyarso et al., 2006). Pada industri makanan *xanthan gum* juga dimanfaatkan sebagai pengental dalam campuran bahan makanan dan sebagai bahan aditif makanan (Sorbie & Phil, 1991).

2.3 Pati Biji Durian Sebagai Alternatif Polimer

Menurut Susanti & Waryanto, (2018) buah durian menempati posisi ke 5 besar produksi buah-buahan segar di Indonesia dengan produksi tahunan 1,1 juta ton pada tahun 2018, meskipun memiliki produksi yang cukup besar pemanfaatan limbah biji durian masih sangat jarang di masyarakat. Suatu cara memanfaatkannya yaitu dengan mengolahnya menjadi tepung biji durian.

Biji durian berpotensi sebagai alternatif pengganti bahan makanan atau bahan baku pengisi farmasetik karena memiliki kandungan pati yang cukup tinggi. Pati disebut juga karbohidrat yang merupakan bahan cadangan makanan utama tumbuhan hijau, sebagian besarnya terdapat dalam biji-bijian dan pada umbi-umbian. Pati biasanya terjadi dalam bentuk butiran (butiran pati), pati juga dimanfaatkan pada bidang farmasi dan makanan contohnya jagung (*Zea mays*), beras (*Oryza sativa*), gandum (*Triticum aestivum*), dan kentang (*Solanum tuberosum*) (Kaushik, Sharma, & Agarwal, 2016). Dalam pengklasifikasiannya pati termasuk kedalam polimer alam yang berasal dari tumbuhan, seperti yang tertera pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 Klasifikasi Natural *Polymers* (Kaushik et al., 2016)

Dalam pati biji durian terdapat kandungan karbohidrat atau disebut polisakarida, karena tersusun dari ratusan monomer glukosa, apabila glukosa-glukosa tersebut bereaksi secara kimiawi maka akan mengakibatkan molekul air yang timbul karena tersusun dari atom karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) (Kusbandari, 2015).

Tabel 2.2 Hasil Analisis Kandungan Pati Biji Durian

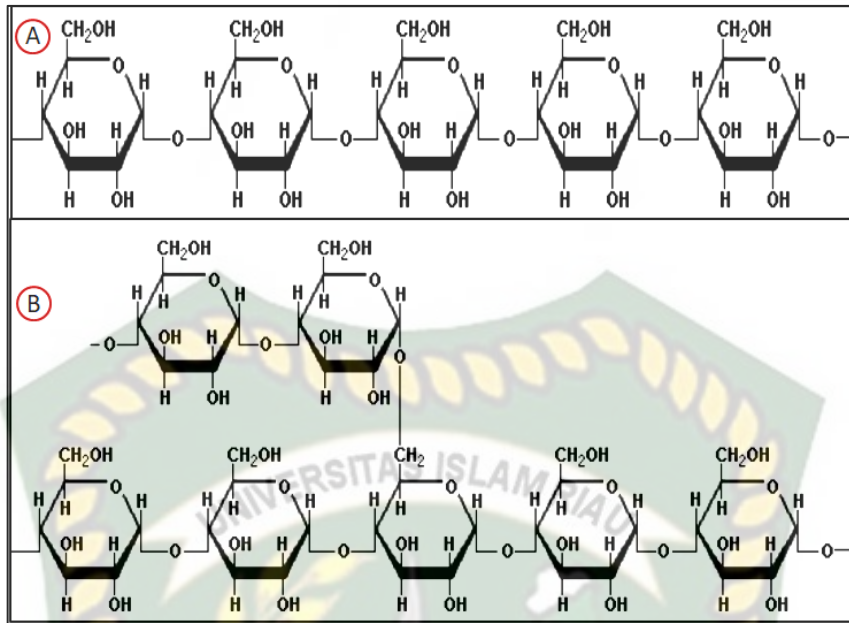
Analisis	Presentase ^{*)}
Karbohidrat (%)	83,92
Rasio Amilosa/Amilopektin ^{**)}	26/74
Protein (%)	4,76
Lemak (%)	0,38
Air (%)	10,71
Granula Pati	8 μ m sampai 10 μ m

Sumber : *) Cornelia et al. (2013); **) Wirawan, Rosyidi, & Widyastuti, (2017)

Tabel 2.2 menunjukkan hasil analisis pati biji durian, analisa tersebut meliputi besar karbohidrat, rasio amilosa/amilopektin, protein, lemak, air dan ukuran granula pati.

Dalam kandungan pati biji durian tersusun dari molekul lurus (amilosa) yang akan mengeluarkan gel ketika pati diencerkan dengan air hangat dan molekul bercabang (amilopektin) yang membuat pati bersifat lengket (Tongdang, 2008).

Pati disebut karbohidrat yang berbentuk polisakarida berupa polimer anhidro monosakarida dengan rumus umum $(C_6H_{10}O_5)_n$. Komponen utama penyusun pati berupa amilosa dan amilopektin. Amilosa tersusun atas satuan glukosa yang saling berkaitan dengan ikatan 1-4 glukosa, sedangkan amilopektin termaksud polisakarida yang tersusun dari 1-4 glukosida dan mempunyai rantai cabang 1-6 glukosida (Mastuti & Setyawardhani, 2010). Adapun gambaran struktur rantai molekul amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Struktur Rantai Molekul Amilosa (A) dan Amilopektin (B)
(Zulaidah, 2012)

Pada kandungan pati biasanya terdapat kandungan amilopektin lebih banyak dari pada amilosa, dengan rasio amilopektin 70-85% dan amilosa 15-30%. Rasio ini dipengaruhi juga dengan sifat pati itu sendiri. Pati cenderung bersifat kering, kurang lekat dan higroskopis jika kandungan amilosanya tinggi. Rasio amilosa dan amilopektin pada pati juga mempengaruhi derajat gelatinitas pada kelarutannya. Pati yang memiliki suhu gelatinitas yang tinggi cenderung memiliki kadar amilosa yang rendah. Amilopektin bergabung dengan rantai lurus amilosa membentuk daerah kristalin. Hasil dari penggabungan ini melalui ikatan hidrogen menyebabkan granula pati tidak larut dalam air dingin (Zulaidah, 2012). Perbandingan sifat dan rasio amilosa dan amilopektin pada beberapa jenis pati dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Perbandingan Sifat dan Rasio Amilosa/Amilopektin Pada Beberapa Jenis Pati

Jenis Pati	Bentuk Granula	Ukuran Granula (μm)	Amilosa/Amilopektin (% ratio)	Kisaran Suhu Gelatinisasi ($^{\circ}\text{C}$)
Potato	Oval	5-100	21/79	60-65
Maize	Poligonal	2-30	28/72	75-80
Wheat	Elips	1-45	26/74	80-85
Tapioca	Oval	4-35	17/83	60-66

Sumber : Swinkels (2007)

Granula pati akan menyerap air dan membengkak bila di tambahkan sejumlah air dan dipanaskan pada temperatur tertentu. Apabila granula pati mengalami pembengkakan yang luar biasa dan granula pati tidak dapat kembali ke bentuk semula (*irreversible*), maka proses ini yang dinamakan dengan gelatinisasi. Suhu pada saat granula pati pecah disebut dengan suhu gelatinitas (Zulaidah, 2012). Terjadinya kenaikan viskositas selama pemanasan disebabkan oleh pembengkakan granula pati yang bersifat *irreversible* di dalam air, dimana energi kinetik molekul air lebih kuat dari pada daya tarik molekul pati di dalam granula pati. Hal ini dapat menyebabkan air dapat masuk ke dalam granula pati (Richana & Sunarti, 2004).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Uraian Metode Penelitian

Penelitian ini berjudul Studi Laboratorium Awal Pemanfaatan Pati Biji Durian Sebagai Pembuatan Alternatif Polimer Pada Metode Produksi Minyak Tahap Tersier. Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Reservoir Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Metode yang digunakan berupa *experiment research*. Adapun jadwal kegiatan yang akan dilakukan selama melakukan penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

Tahapan Penelitian	2019 s.d 2020																								
	Agst				Sep				Oct				Nov				Des				Jan				
	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																									
Persiapan bahan untuk pengujian																									
Persiapan alat dan bahan penelitian																									
Pengolahan biji durian menjadi polimer orgaik																									
Pengenceran Polimer dan Pembuatan <i>brine</i>																									
Uji kompatibilitas polimer																									
Uji densitas polimer																									
Uji viskositas polimer																									
Uji <i>shear rate</i> polimer																									
Pengolahan data																									
Analisis hasil penelitian dan pembahasan																									

3.2 Flowchart



3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam proses penyelesaian penelitian kali ini, dijelaskan pada sub-bab berikut :

3.3.1 Alat

Beberapa alat yang digunakan didalam penelitian kali ini sebagian berikut:



a. Aluminium Foil



b. Ayakan



c. Balp (Bola Karet)



d. Blender



e. Corong Gelas



f. Fann VG Meter



g. Gelas Kimia



h. Gelas Ukur



i. Heater



j. Lumpang Alu



k. Magnetic Stirrer



l. Neraca Digital



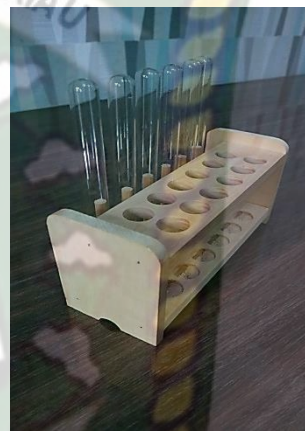
m. Oven



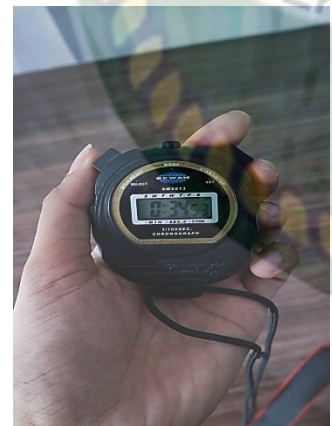
n. Piknometer 25 mL



o. Pipet Tetes



p. Rak dan Tabung Reaksi

q. *Stopwatch*

r. Thermometer Batang

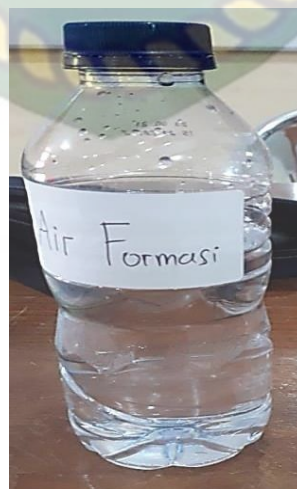
s. *Tissue*t. *Viscometer Ostwald***Gambar 3.1** Peralatan Yang Digunakan Pada Penelitian

3.3.2 Bahan

Pada Penelitian kali ini, peneliti menggunakan beberapa bahan alami dan sintetik dalam membuat larutan polimer serta zat kimia untuk menurunkan dan meningkatkan kandungan salinitas air formasi. Beberapa bahan yang digunakan didalam penelitian kali ini sebagai berikut:

a. Air Formasi

Sampel air formasi yang digunakan pada penelitian ini, berasal dari lapangan MSW yang dikelola PT. Pertamina EP Asset 1 Jambi dengan total *dissolved* ion 16.357,19 ppm yang memiliki pH sampel air formasi 7,8. Air formasi ini digunakan sebagai zat pelarut untuk membuat larutan *brine* dengan skenario salinitas 5000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm.

**Gambar 3.2** Sampel Air Formasi

b. *Aquadest*

Zat pelarut lainnya yang digunakan pada penelitian kali ini adalah *aquadest* dengan pH sampel 6,49. *Aquadest* digunakan sebagai zat pelarut untuk menurunkan konsentrasi salinitas air formasi pada skenario 5000 ppm.



(a)

(b)

Gambar 3.3 (a) pH sampel (b) Sampel *Aquadest*

c. Pati Biji Durian

Bahan polimer alam yang digunakan pada penelitian kali ini berupa hasil ekstraksi biji durian segar yang telah dijadikan pati biji durian kering.



Gambar 3.4 Pati Biji Durian

d. Biopolimer *Xanthan Gum*

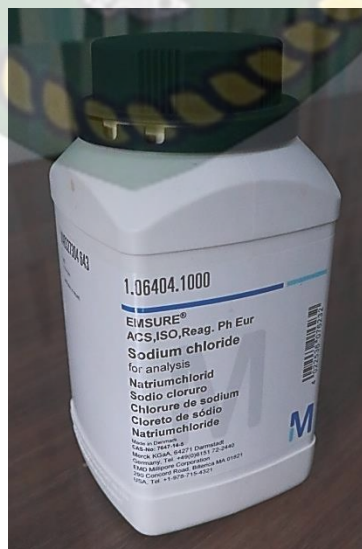
Bahan polimer komersil yang digunakan sebagai pembanding terhadap pengukuran kompatibilitas, densitas, viskositas dan *shear rate* pada penelitian ini yaitu jenis biopolimer *Xanthan Gum*



Gambar 3.5 Biopolimer *Xanthan Gum*

e. NaCl (Narium *Chloride*)

Zat kimia yang digunakan sebagai zat terlarut untuk meningkatkan salinitas air formasi pada penelitian kali ini adalah NaCl (Natrium *Chloride*) teknis *Made in Denmark* CAS-No: 7647-14-5. NaCl ini digunakan sebagai zat terlarut untuk meningkatkan salinitas air formasi pada skenario 30.000 ppm dan 60.000 ppm.



Gambar 3.6 NaCl (Narium *Chloride*)

3.4 Prosedur Penelitian

Berikut beberapa langkah percobaan yang digunakan dalam penelitian kali ini meliputi sebagian berikut :

3.4.1 Pembuatan Pati Biji Durian Sebagai Bahan Polimer

Berdasarkan penelitian Cornelia et al., (2013) dan Haryati et al. (2017) pembuatan dimulai dari pengumpulan sampel limbah biji durian dari penjual durian dan dicuci sampai bersih untuk menghilangkan daging buah yang menempel, setelah itu menjemur biji durian selama 4 hari di terik matahari sampai kering hingga kulit biji durian terkelupas, kemudian kupas kulit biji durian hingga menyisakan inti biji durian lalu masukan ke dalam oven hingga kadar air pada inti biji durian menyusut pada suhu 90-100°C selama 3 jam, setelah itu menumbuk biji durian kering dan memblendernya hingga halus, setelah itu setelah itu dilakukan pengayakan dengan ayakan ukuran *mesh* 100-150, kemudian melarutkan sampel pati biji durian dengan air hangat dengan temperatur gelatinitas berkisar 60-85°C pada konsentrasi 500, 1000, 1500 dan 2000 ppm hingga larutan mengental, lalu dinginkan pada suhu ruangan.

3.4.2 Pengujian Kompatibilitas Larutan Polimer

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Eni, Suwartiningsih, & Sugihardjo (2008) uji kompatibilitas termaksud uji *screening* paling awal untuk mengetahui apakah suatu jenis larutan polimer kompatibel atau tidak dengan berbagai konsentrasi air formasi (*brine*). Pengujian kompatibilitas larutan dinyatakan berhasil apabila larutan berwarna jernih dan tidak terdapat endapan ataupun emulsi. Uji kompatibilitas pada *thermal stability* dilakukan untuk mengetahui ketahanan sampel larutan terhadap *screening criteria* polimer pada suhu reservoir 60-94°C dalam kurun waktu tertentu (Yasahardja et al., 2017). Sampel larutan polimer pati biji durian yang berhasil pada uji kompatibilitas tersebut akan dilanjutkan dengan pengujian viskositas dan *shear rate*-nya. Adapun tahapan prosedur pengujian kompatibilitas antara lain sebagai berikut:

a. Pembuatan larutan *brine*

Menyiapkan 3 sampel larutan *brine* dengan konsentrasi 5000, 30.000, 60.000 ppm dengan melarutkan NaCl pada pada air formasi untuk meningkatkan salinitas dan menambahkan *aquadest* pada air formasi untuk menurunkan

salinitas, sebagai contoh perhitungan menurunkan dan menaikkan konsentrasi air formasi dijelaskan pada rumus sebagai berikut:

1. Rumus Pengenceran menurut (Anwar Santoso, 2008):

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \dots \dots \dots (1)$$

M_1 : Konsentrasi larutan sebelum pengenceran

V_1 : Volume larutan sebelum pengenceran

M_2 : Konsentrasi larutan sesudah pengenceran

V_2 : Volume larutan sesudah pengenceran

Jika 250 ml air formasi dengan total *dissolved* ion 16.357,19 ppm diencerkan menjadi 5000 ppm, jumlah *aquadest* yang ditambahkan pada larutan dijelaskan pada rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 16.357,19 \text{ ppm} \times 250 \text{ ml} &= 5000 \text{ ppm} \times V_2 \\ V_2 &= \frac{16.357,19 \text{ ppm} \times 250 \text{ ml}}{5000 \text{ ppm}} \\ V_2 &= 817,86 \text{ ml} \end{aligned}$$

- a. Menyiapkan dan mengisi gelas ukur dengan air formasi sebanyak 250 ml dan *aquadest* sebanyak 817,86 ml.
- b. Meletakkan gelas kimia di atas *magnetic stirrer* dengan kecepatan mengaduk 90-130 rpm untuk mencampurkan air formasi dan *aquadest* hingga larutan bercampur secara homogen.
- c. Setelah tercampur sempurna tuang larutan *brine* ke dalam botol menggunakan corong gelas.

2. Perhitungan menaikkan salinitas air formasi dari 16.357,19 ppm menjadi 30.000 ppm dan 60.000 ppm.

Konsentrasi air formasi awal = 16.357,19 ppm

Kebutuhan penambahan NaCl untuk skenario 30.000 ppm sebagai berikut :

$$= 30.000 \text{ ppm} - 16.357,19 \text{ ppm} = 13.642,81 \text{ ppm}$$

Maka tambahkan garam NaCl sebanyak :

$$\text{NaCl } 13.642,81 \text{ ppm} = \frac{13.642,81 \text{ mg}}{1.000.000 \text{ ml}} \times 500 \text{ ml} = 6,82 \text{ gr}$$

- a. Menyiapkan dan mengisi gelas ukur dengan air formasi sebanyak 500 ml.
- b. Menimbang NaCl (solid) dengan wadah kaca arloji sebanyak 6,82 gr pada *neraca* digital.
- c. Meletakkan gelas kimia di atas *magnetic stirrer* dengan kecepatan mengaduk 150-450 rpm untuk melarutkan NaCl dan air formasi hingga larutan bercampur secara homogen.
- d. Setelah tercampur sempurna tuang larutan *brine* ke dalam botol menggunakan corong gelas.
- e. Mengulangi tahapan pembuatan larutan *brine* untuk salinitas 30.000 ppm dan 60.000 ppm dalam 500 ml air formasi, dengan hasil perhitungan yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3.2 Perhitungan Massa NaCl

Salinitas NaCl (ppm)	Massa NaCl (gr)
30.000	6,82
60.000	21,82

b. Pembuatan Larutan Polimer Berbahan Pati Biji Durian

Menyiapkan 4 buah larutan polimer pati biji durian dengan konsentrasi 500, 1000, 1500 dan 2000 ppm dengan zat pelarut berupa larutan *brine* yang telah dibuat sebelumnya. Sebagai contoh membuat larutan polimer pati biji durian terhadap larutan *brine* dengan konsentrasi polimer 500 ppm :

$$\text{Polimer 500 ppm} = \frac{500 \text{ mg}}{1.000.000 \text{ ml}} \times 300 \text{ ml} = 0,15 \text{ gr}$$

- a. Menyiapkan dan mengisi gelas ukur dengan larutan *brine* sebanyak 300 ml.
- b. Menimbang Pati Biji Durian (solid) dengan wadah kaca arloji sebanyak 0,15 gr pada *neraca* digital.
- c. Meletakkan gelas kimia di atas *magnetic stirrer* dengan suhu gelatinitas pati 60-85°C dengan kecepatan mengaduk 150-250 rpm hingga granula pati mengeluarkan gel dan larutan bercampur secara sempurna.
- d. Setelah tercampur sempurna, saring dan tuang larutan ke dalam botol.
- e. Mengulangi pembuatan larutan polimer pada konsentrasi 500, 1000, 1500 dan 2000 ppm, dengan hasil perhitungan yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3.3 Perhitungan Massa Polimer

Konsentrasi Polimer (ppm)	Massa Polimer (gr)
500	0,15
1000	0,3
1500	0,45
2000	0,6

- c. Kemudian setiap sampel dimasukkan kedalam masing-masing tabung reaksi sebanyak 10 ml dan ditutup dengan *aluminium foil* untuk mencegah penguapan.
- d. Masukkan tabung reaksi yang berisi larutan polimer dan air formasi (*brine*) kedalam *oven* untuk menguji *thermal stability* dengan rekayasa temperatur reservoir yaitu 60°C, 70°C dan 80°C selama 3 jam.
- e. Mengamati hasil yang terjadi, larutan polimer dinyatakan bagus bila air terlihat jernih dari awal pengamatan hingga akhir.

3.4.3 Pengujian Nilai Densitas dan Viskositas Pada Larutan Polimer dengan Menggunakan Alat Piknometer dan *Viscometer Oswald*

Pengujian viskositas pada larutan polimer dilakukan untuk mengetahui nilai kekentalan dari suatu fluida. Alat yang digunakan pada pengujian viskositas berupa *Viscometer Oswald*. Sebelum melakukan pengujian viskositas, terlebih dahulu mengukur nilai densitas larutan menggunakan piknometer. Adapun tahapan prosedur pengujiannya antara lain sebagai berikut :

1. Menentukan denisitas larutan polimer dengan menggunakan piknometer (Harjiyanti, Pramono, 2013).

Berat jenis suatu larutan disebut juga sebagai densitas. Nilai dari suatu densitas larutan dinyatakan dalam satuan gram per mili-liter atau (gr/ml). Adapun persamaan rumus menghitung densitas sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m' - m}{v} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- m : Massa piknometer kosong, gr
m' : Massa piknometer berisi cairan, gr
v : Volume piknometer (24,665 ml), ml

Adapun prosedur pengukuran densitas larutan dengan menggunakan alat piknometer berupa sebagian berikut :

- a. Menyiapkan piknometer dengan volume 25 ml atau 50 ml.
 - b. Timbang piknometer dalam keadaan kosong pada timbangan digital.
 - c. Mengisi piknometer dengan air hingga penuh lalu ditutup.
 - d. Menimbang massa piknometer yang berisi air dengan timbangan digital lalu catat hasilnya.
 - e. Mengulang prosedur pada jenis larutan yang ingin di ukur densitasnya, lalu hitung densitas larutan dengan persamaan diatas.
2. Menentukan Viskositas Larutan Polimer dengan menggunakan *Viscometer Ostwald* (Agung Santoso & Kasmungin, 2017).

Kekentalan suatu larutan disebut juga sebagai viskositas. Nilai dari suatu viskositas larutan dinyatakan dalam satuan *centipoise* atau (cP). Adapun persamaan rumus menghitung viskositas sebagai berikut:

$$\mu_{kin} = C \times t \dots\dots\dots (3)$$

$$\mu_{din} = d \times \mu_{kin} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

μ_{kin} = viskositas kinetik (cst atau *centi stroke*)

C = konstanta alat *Viscometer Ostwald* (0,4994 cst.s⁻¹)

t = waktu alir (detik)

μ_{din} = viskositas dinamik (cP)

d = densitas cairan (gr/ml)

Adapun prosedur pengukuran viskositas larutan dengan menggunakan alat *viscometer ostwald* berupa sebagian berikut :

- a. Menyiapkan *viscometer oswald* dan larutan polimer.
- b. Memasukan 10 ml larutan polimer kedalam *viscometer oswald*.
- c. Hisap cairan yang berada pada *viscometer oswald* menggunakan *filler* (bola karet) hingga berada 2 cm diatas batas atas *ostwald*.
- d. Lepas *filler* dan biarkan cairan turun melewati batas atas.
- e. Jalankan *stopwatch* dan ukur waktu pengaliran larutan polimer dari batas atas menuju batas bawah *ostwald*.
- f. Mencatat waktu pengaliran, dan menghitung nilai viskositas.

3.4.4 Pengujian Nilai *Shear Rate* Polimer dengan Fann VG Meter

Menurut penelitian Wicaksono et al. (2015) untuk menentukan *shear rate* larutan polimer dalam skala laboratorium dapat menggunakan alat yang bernama Fann VG Meter. Adapun prosedur pengukuran *shear rate* menggunakan alat Fann VG Meter berupa sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan untuk menentukan *shear rate*.
2. Memasukan larutan polimer kedalam bejana hingga menyentuh batas bejana sebanyak 300 ml.
3. Memposisikan bejana yang telah terisi larutan pada tempatnya, selanjutnya mengatur kedudukan rotor dan *bob* sampai tercelup ke dalam larutan polimer hingga batas yang telah ditentukan.
4. Menggerakkan rotor dengan kecepatan 600 rpm pada posisi *high* dan 300 rpm pada posisi *low* kemudian baca skala (*dial*) hingga mencapai keseimbangan dan mencatat harga yang ditunjukkan oleh skala.
5. Melakukan kembali percobaan ke-4 dengan kecepatan 200, 100, 6 dan 3 rpm dengan cara yang sama, lalu catat hasil pembacaan skalanya.

Setelah mendapatkan hasil dari setiap pembacaan skala (*dial*) pada Fann VG Meter, kemudian untuk menentukan harga *shear rate*-nya gunakan persamaan sebagai berikut :

$$\gamma = 1,704 \times \text{rpm} \dots\dots\dots (5)$$

$$\tau = 5,077 \times C \dots\dots\dots (6)$$

$$\mu_a = \left[\frac{5,077 \times C}{\gamma} \right] \times 100 \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

$$\gamma = \text{Shear rate, } \text{secon}^{-1}$$

$$\tau = \text{Shear stress, } \text{dyne/cm}^2$$

$$\text{rpm} = \text{Revolution per minute dari rotor}$$

$$C = \text{Dial reading, derajat}$$

$$\mu_a = \text{Apparent Viscosity (cP)}$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kompatibilitas Polimer

Uji kompatibilitas termaksud uji *screening* paling awal untuk mengetahui apakah suatu jenis larutan polimer *compatible* atau tidak dengan berbagai konsentrasi air formasi (*brine*). Kadar kegaraman atau salinitas merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi adsorpsi polimer. Pengujian kompatibilitas larutan dinyatakan berhasil apabila larutan berwarna jernih dan tidak terdapat endapan ataupun gumpalan (Eni et al., 2008). Uji kompatibilitas pada *thermal stability* dilakukan untuk mengetahui ketahanan sampel larutan terhadap *screening criteria* polimer pada suhu reservoir 60-94°C (Yasahardja et al., 2017). Penting untuk menguji stabilitas larutan dan termal karena jika suatu larutan tidak stabil (fase tunggal) dan mengendap di dalam formasi maka itu akan memblokir pori-pori dan merusak formasi (Syed, Idris, Mohshim, Yekeen, & Buriro, 2019). Untuk foto hasil penelitian kompatibilitas bisa dilihat pada **Lampiran**. Pada penelitian yang dilakukan di laboratorium kali ini, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Kompatibilitas Polimer Pati Biji Durian

Konsentrasi Salinitas	Konsentrasi Polimer	Keadaan Larutan		
		@60°C	@70°C	@80°C
5000 ppm	500 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan
	1000 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
	1500 ppm	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
	2000 ppm	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
30.000 ppm	500 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan
	1000 ppm	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
	1500 ppm	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
	2000 ppm	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh

60.000 ppm	500 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan
	1000 ppm	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
	1500 ppm	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
	2000 ppm	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh

Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Kompatibilitas Polimer *Xanthan Gum*

Konsentrasi Salinitas	Konsentrasi Polimer	Keadaan Larutan		
		@60°C	@70°C	@80°C
5000 ppm	500 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan
	1000 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
	1500 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
	2000 ppm	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
30.000 ppm	500 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan
	1000 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
	1500 ppm	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
	2000 ppm	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
60.000 ppm	500 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan
	1000 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
	1500 ppm	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh
	2000 ppm	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh	Seperti kabut, keruh

Dalam hasil pengamatan kompatibilitas pati biji durian yang ditunjukkan pada **tabel 4.1** setelah dimasukkan kedalam oven pada suhu 60°C, 70°C dan 80°C selama 3 jam, menunjukkan bahwa polimer *compatible* dengan ditunjukkanya tidak

terbentuknya endapan dan gumpalan dengan skenario konsentrasi rendah yaitu 500 ppm pada salinitas 5000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm. Serta pada konsentrasi polimer 1000 ppm dengan salinitas 5000 ppm di suhu 60°C, lalu dalam hasil pengamatan kompatibilitas *xanthan gum* yang ditunjukkan pada **tabel 4.2** menunjukkan bahwa *xanthan gum compatible* pada konsentrasi rendah yaitu 500 ppm pada salinitas 5000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm. Serta pada konsentrasi polimer 1000 ppm dengan salinitas 5000 ppm di suhu 60°C, dan pada suhu 60°C *xanthan gum compatible* pada konsentrasi polimer 500 ppm dan 1000 ppm. Berdasarkan penelitian (Eni et al., 2008) pengujian kompatibilitas larutan dinyatakan *compatible* apabila larutan berwarna jernih dan tidak terdapat endapan ataupun gumpalan. Dari hasil penelitian kali ini, semakin besar penambahan konsentrasi polimer, salinitas larutan dan kenaikan suhu, akan menyebabkan polimer tidak *compatible*. Hal ini disebabkan karena polimer pati biji durian dan *xanthan gum*, keduanya merupakan polimer alam yang dihasilkan dari glukosa yang mudah terdegradasi terhadap suhu yang tinggi dan salinitas yang tinggi (Widyarso et al., 2006).

4.2 Densitas Polimer

Berat jenis suatu larutan disebut juga sebagai densitas. Nilai dari suatu densitas larutan dinyatakan dalam satuan gram per mili-liter atau (gr/ml). Uji densitas atau masa jenis suatu polimer penting dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap penambahan konsentrasi bahan. Penentuan densitas larutan polimer dilakukan dengan menggunakan sebuah alat yang bernama piknometer (Harjiyanti, Pramono, 2013). Berikut adalah hasil dari penentuan densitas polimer yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Densitas Polimer Pati Biji Durian

Konsentrasi Salinitas	Konsentrasi Polimer	Densitas Pati Biji Durian (gr/cm ³)		
		@60°C	@70°C	@80°C
5000 ppm	500 ppm	0,9921	0,9880	0,9836
	1000 ppm	0,9925	0,9893	0,9868
	1500 ppm	0,9929	0,9917	0,9884
	2000 ppm	0,9945	0,9925	0,9909

30.000 ppm	500 ppm	1,0107	1,0099	1,0091
	1000 ppm	1,0116	1,0107	1,0095
	1500 ppm	1,0120	1,0111	1,0103
	2000 ppm	1,0136	1,0120	1,0107
60.000 ppm	500 ppm	1,0306	1,0298	1,0286
	1000 ppm	1,0318	1,0310	1,0294
	1500 ppm	1,0326	1,0314	1,0298
	2000 ppm	1,0343	1,0326	1,0314

Tabel 4.4 Hasil Pengamatan Densitas Polimer *Xanthan Gum*

Konsentrasi Salinitas	Konsentrasi Polimer	Densitas Xanthan Gum (gr/cm ³)		
		@60°C	@70°C	@80°C
5000 ppm	500 ppm	1,0172	1,0128	1,0091
	1000 ppm	1,0176	1,0132	1,0103
	1500 ppm	1,0180	1,0140	1,0107
	2000 ppm	1,0594	1,0144	1,0116
30.000 ppm	500 ppm	1,0351	1,0322	1,0314
	1000 ppm	1,0355	1,0334	1,0326
	1500 ppm	1,0359	1,0343	1,0330
	2000 ppm	1,0363	1,0355	1,0339
60.000 ppm	500 ppm	1,0545	1,0525	1,0513
	1000 ppm	1,0549	1,0537	1,0521
	1500 ppm	1,0562	1,0549	1,0537
	2000 ppm	1,0566	1,0557	1,0549

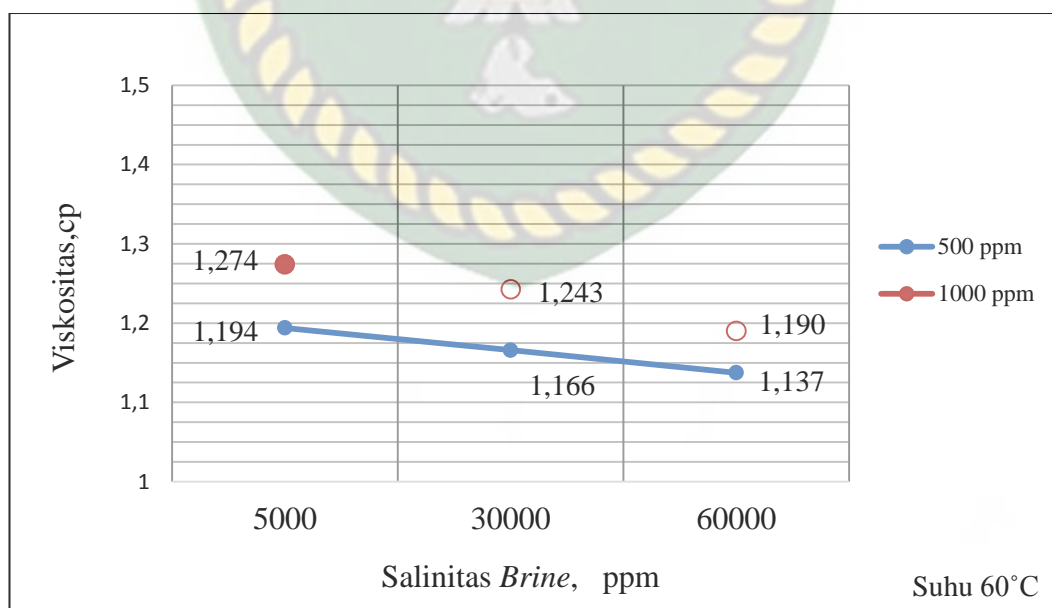
Dalam hasil pengamatan densitas pada skenario temperatur 60, 70 dan 80°C terhadap penambahan konsentrasi polimer 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm dengan variasi air formasi dengan salinitas 5000 ppm, 30000 ppm dan 60000 ppm yang ditunjukkan pada **tabel 4.1** dengan bahan pati biji durian dan **tabel 4.2** dengan bahan *xanthan gum*, kedua bahan menunjukkan terjadinya kenaikan nilai densitas seiring dengan penambahan konsentrasi polimer dan air formasi. Hal ini disebabkan karena bertambahnya bobot massa bahan kedalam zat pelarut yang menyebabkan bertambahnya densitas polimer tersebut. Namun seiring dengan kenaikan temperatur menyebabkan densitas polimer akan

mengalami penurunan dikarenakan menurut Irawansyah & Kamal (2017), hal ini disebabkan karena seiring bertambahnya panas atau kalor pada fluida akan mengakibatkan jarak antara partikel-partikel fluida semakin menjauh, sehingga dalam volume yang sama, jumlah partikelnya akan berkurang yang menyebabkan densitas atau masa jenis fluida akan menurun.

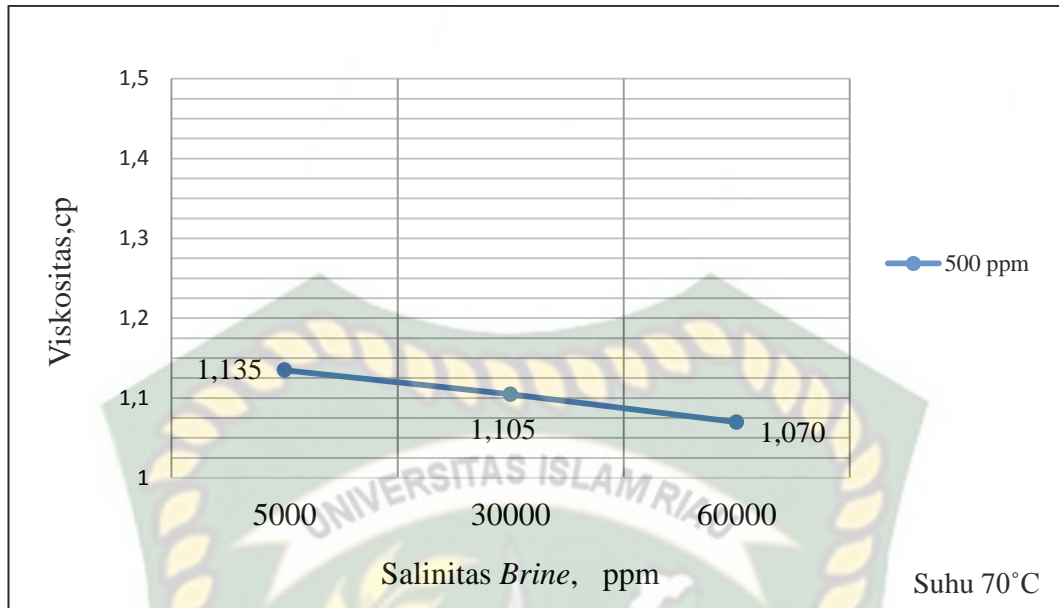
4.3 Viskositas Polimer

Uji viskositas termaksud uji *screening* polimer sebelum polimer di injeksi ke dalam reservoir. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui kekentalan larutan polimer yang digunakan karena polimer memiliki fungsi untuk menurunkan mobilitas *water (mobility control)* dengan begitu *mobility ratio water* akan menurun yang membuat *sweep efficiency* air akan maksimal untuk mendesak minyak (Widyarso et al., 2006). Kekentalan suatu larutan disebut juga sebagai viskositas. Nilai dari suatu viskositas larutan dinyatakan dalam satuan *centipoise* atau (cP). Pada pengujian viskositas kali ini terdapat 2 sampel bahan yaitu Pati Biji Durian dan *Xanthan Gum* yang digunakan sebagai pembanding. Uji viskositas dilakukan pada *thermal stability* dilakukan untuk mengetahui ketahanan sampel larutan terhadap *screening criteria* polimer pada suhu reservoir 60-94°C (Yasahardja et al., 2017). Berikut hasil pengamatan penentuan viskositas:

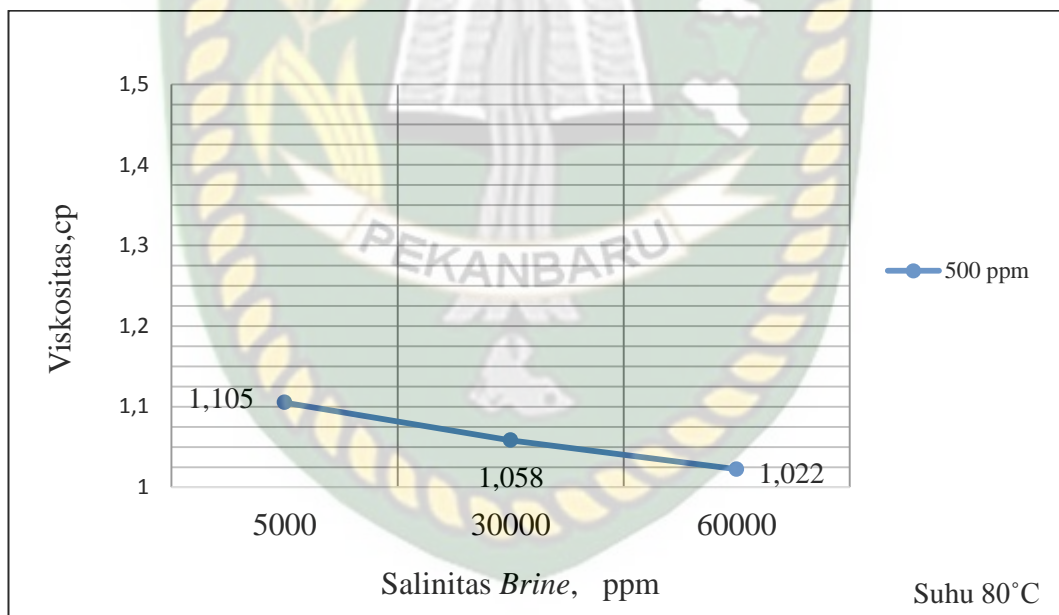
4.3.1 Pengaruh Viskositas Polimer Terhadap Salinitas



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Salinitas Air Formasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 60°C



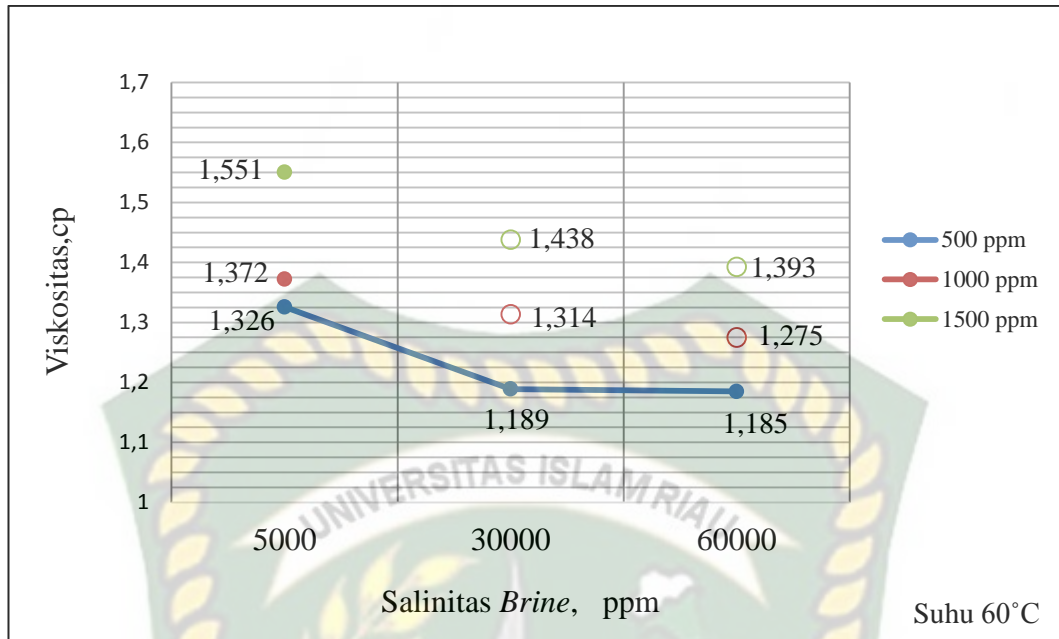
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Salinitas Air Formasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 70°C



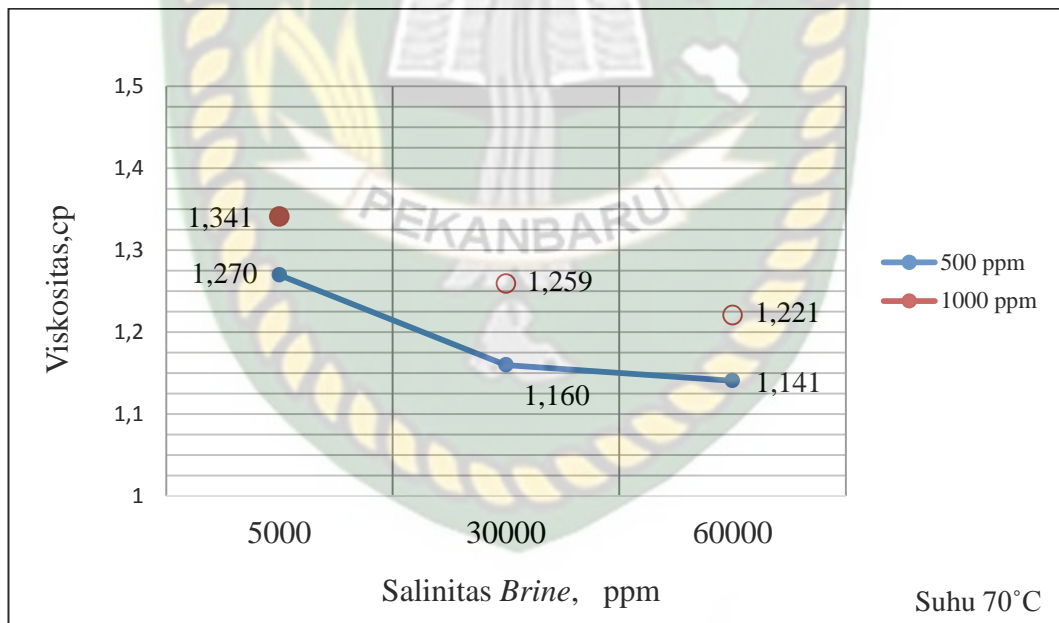
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Salinitas Air Formasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 80°C

Dari ketiga grafik pengaruh salinitas air formasi terhadap viskositas polimer pati biji durian pada skenario temperatur 60°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.1**, temperatur 70°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.2** dan temperatur 80°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.3** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm dengan variasi air formasi dengan salinitas

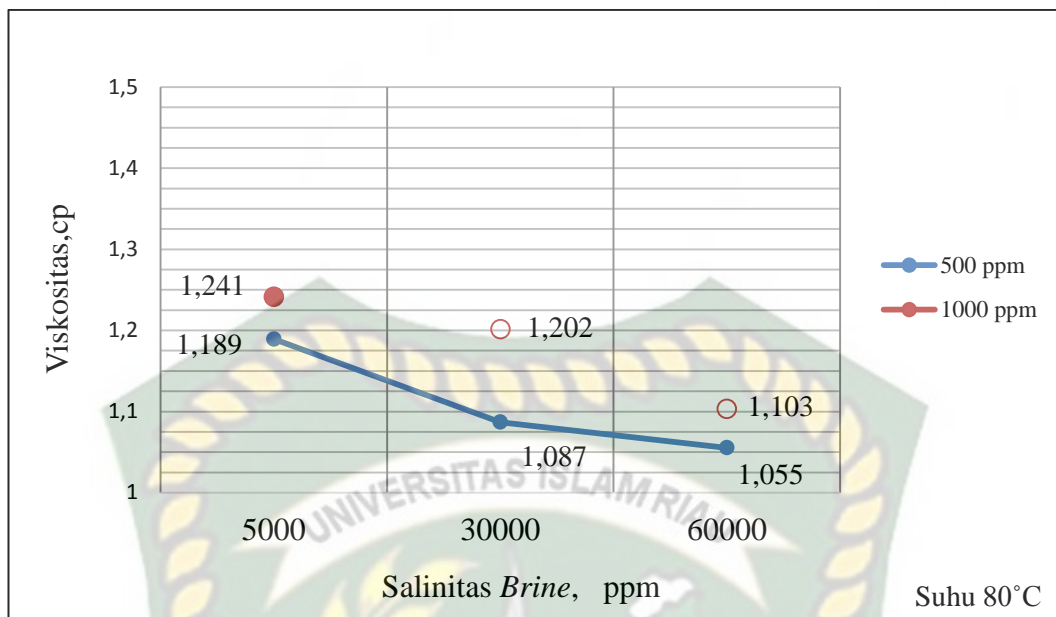
5000 ppm, 30000 ppm dan 60000 ppm yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 10 larutan pati biji durian dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas yang memiliki nilai viskositas masing-masing yaitu pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,194 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,166 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,137 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,274 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,135 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,105 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,070 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,105 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,058 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,022 cp. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa terjadinya penurunan viskositas pada polimer pati biji durian seiring dengan bertambahnya salinitas. Menurut Wicaksono et al., (2015) hal ini dikarenakan pada kandungan salinitas air formasi terdapat ion-ion logam yang menarik rantai-rantai cabang dari polimer yang berasal dari garam yang menyebabkan rantai polimer menjadi lebih pendek, hal inilah yang membuat viskositas dari polimer menjadi menurun seiring bertambahnya salinitas.



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Salinitas Air Formasi Terhadap Viskositas Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 60°C



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Salinitas Air Formasi Terhadap Viskositas Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 70°C

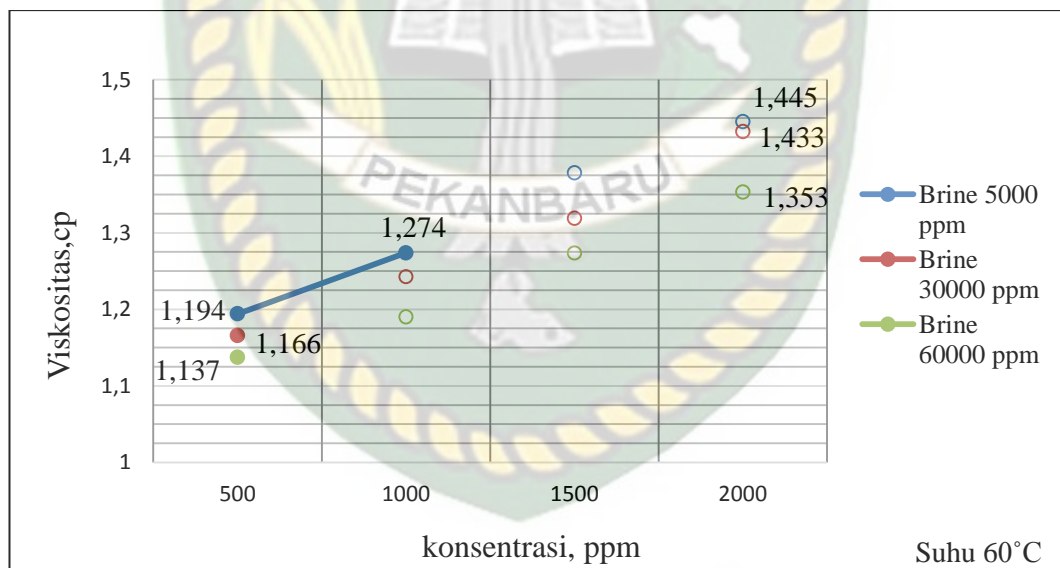


Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Salinitas Air Formasi Terhadap Viskositas Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 80°C

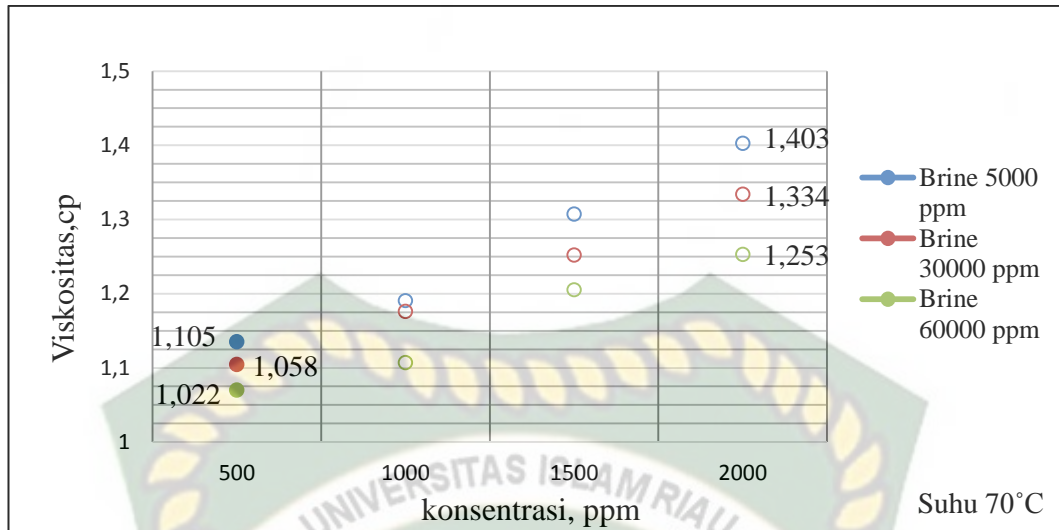
Dari ketiga grafik pengaruh salinitas air formasi terhadap viskositas polimer *xanthan gum* pada skenario temperatur 60°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.4**, temperatur 70°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.5** dan temperatur 80°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.6** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm dengan variasi air formasi dengan salinitas 5000 ppm, 30000 ppm dan 60000 ppm yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 13 larutan *xanthan gum* dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas yang memiliki nilai viskositas masing-masing yaitu pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,326 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,189 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,185 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,372 cp. Konsentrasi 1500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,551 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,270 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,160 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,141 cp.

Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,341 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,189 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,087 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,055 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,241 cp. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa terjadinya penurunan viskositas pada polimer pati biji durian seiring dengan bertambahnya salinitas. Menurut Wicaksono et al., (2015) hal ini dikarenakan pada kandungan salinitas air formasi terdapat ion-ion logam yang menarik rantai-rantai cabang dari polimer yang berasal dari garam yang menyebabkan rantai polimer menjadi lebih pendek, hal inilah yang membuat viskositas dari polimer menjadi menurun seiring bertambahnya salinitas.

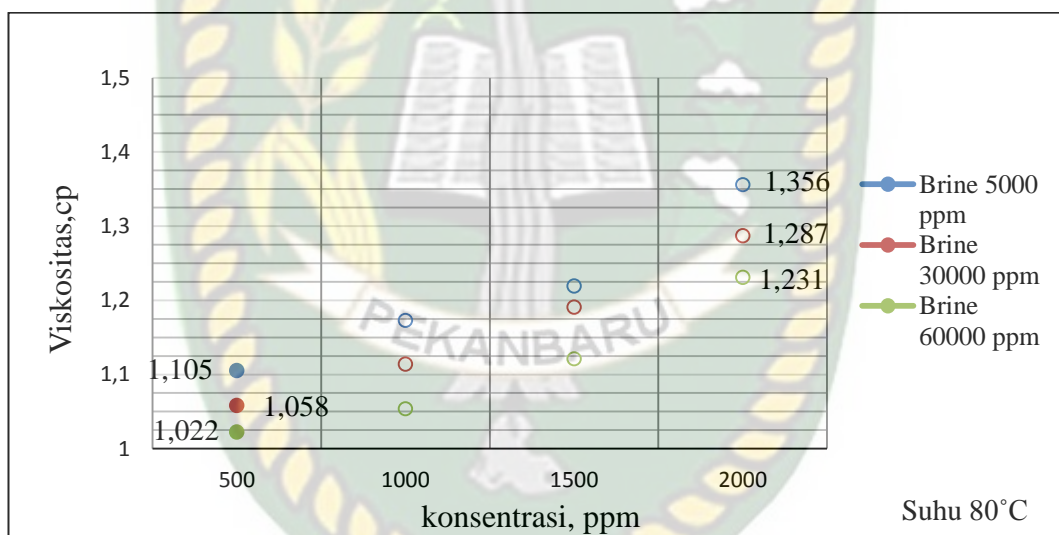
4.3.2 Pengaruh Viskositas Terhadap Penambahan Konsentrasi Polimer



Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 60°C



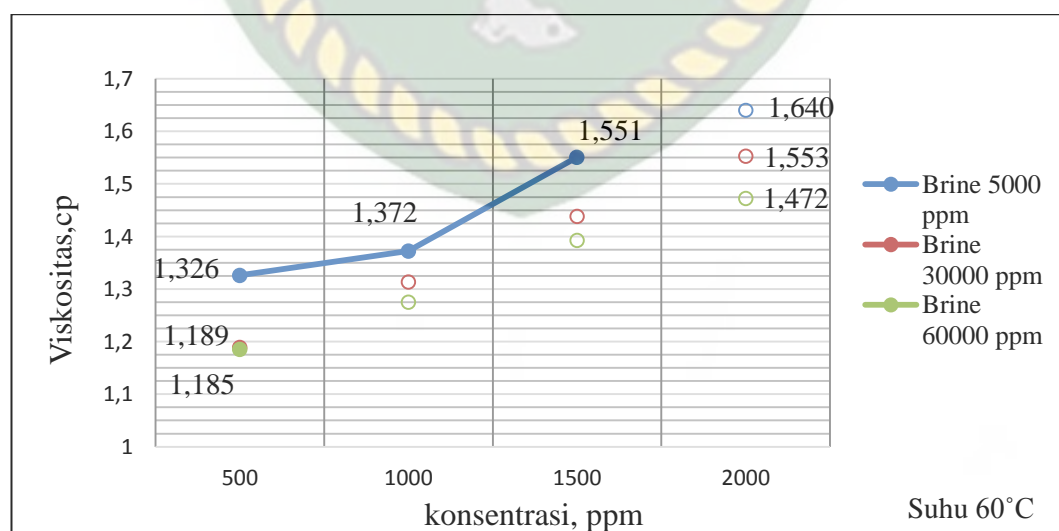
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 70°C



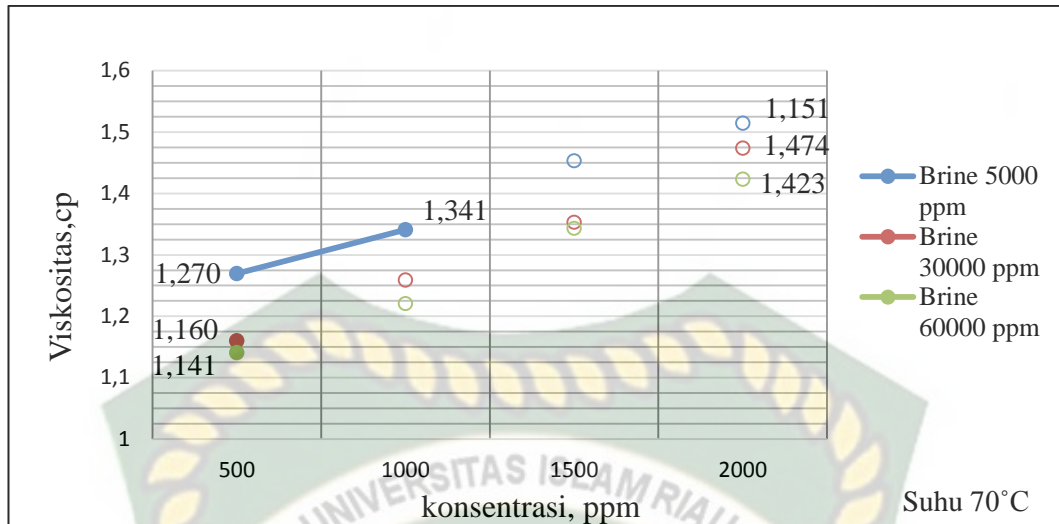
Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 80°C

Dari ketiga grafik pengaruh penambahan konsentrasi terhadap viskositas polimer pati biji durian pada skenario temperatur 60°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.7**, temperatur 70°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.8** dan temperatur 80°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.9** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm dengan variasi air formasi dengan salinitas 5000 ppm, 30000 ppm dan 60000 ppm yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 10 larutan pati biji durian dinyatakan *compatible* atau dikatakan

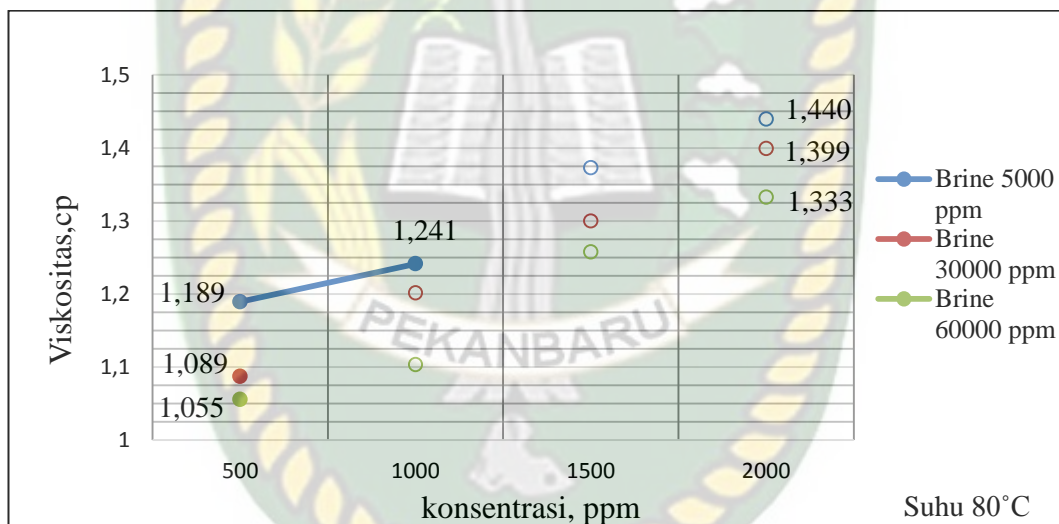
berhasil pada uji kompatibilitas yang memiliki nilai viskositas masing-masing yaitu pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,194 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,166 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,137 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,274 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,135 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,105 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,070 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,105 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,058 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,022 cp. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa terjadinya kenaikan viskositas pada polimer pati biji durian seiring dengan bertambahnya konsentrasi pati biji durian. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya massa bahan semakin banyak pula gelatinitas yang terbentuk yang bersumber dari granula (amilosa/amilopektin) pada pati yang terdapat pada zat pelarut, hal inilah yang menyebabkan terjadinya kenaikan viskositas polimer pati biji durian tersebut (Richana & Sunarti, 2004; Zulaidah, 2012).



Gambar 4.10 Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 60°C



Gambar 4.11 Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 70°C

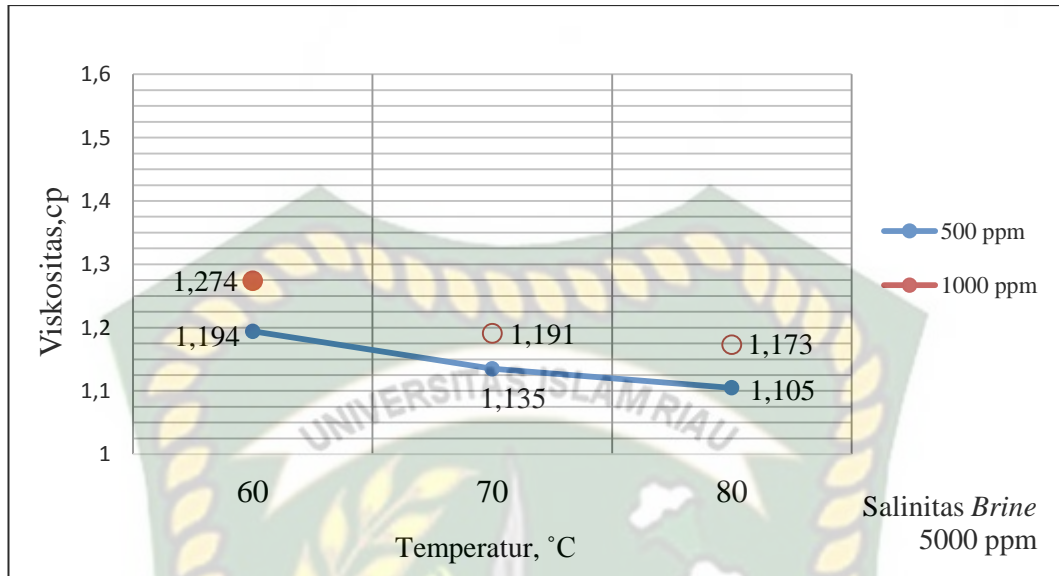


Gambar 4.12 Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 80°C

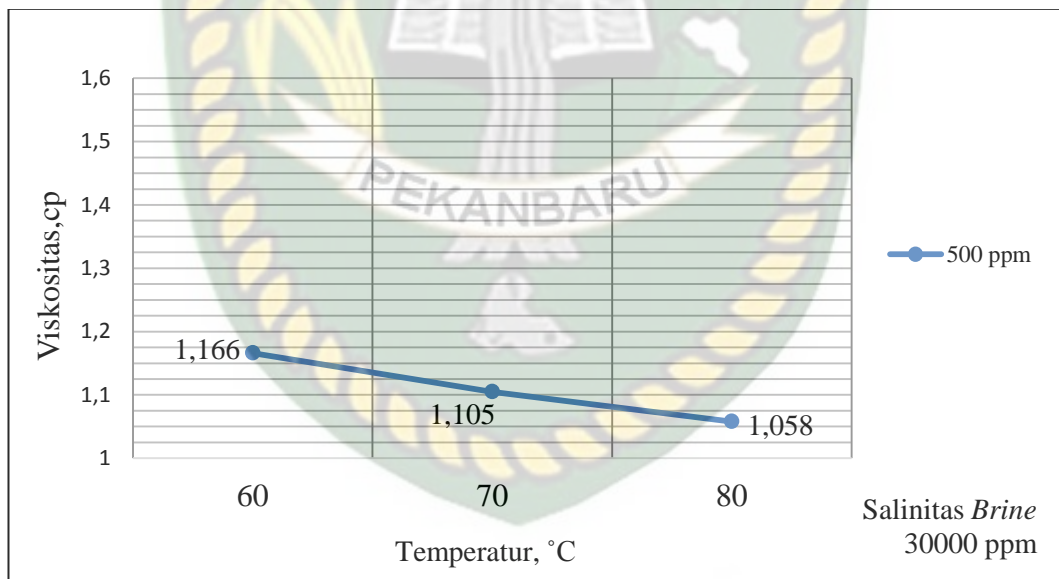
Dari ketiga grafik pengaruh penambahan konsentrasi terhadap viskositas polimer *Xanthan Gum* pada skenario temperatur 60°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.10**, temperatur 70°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.11** dan temperatur 80°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.12** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm dengan variasi air formasi 5000 ppm, 30000 ppm dan 60000 ppm yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 13 larutan *xanthan gum* dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas yang memiliki nilai viskositas masing-masing

yaitu pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,326 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,189 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,185 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,372 cp. Konsentrasi 1500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,551 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,270 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,160 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,141 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,341 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,189 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,087 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,055 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,241 cp. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa terjadinya kenaikan viskositas pada polimer *xanthan gum* seiring dengan bertambahnya konsentrasi *xanthan gum*. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya massa bahan semakin banyak pula gelatinitas yang terbentuk yang bersumber dari amilosa dan amilopektin yang terdapat pada glukosa *xanthan gum* tersebut, hal inilah yang menyebabkan terjadinya kenaikan viskositas polimer *xanthan gum* tersebut (Richana & Sunarti, 2004; Zulaidah, 2012).

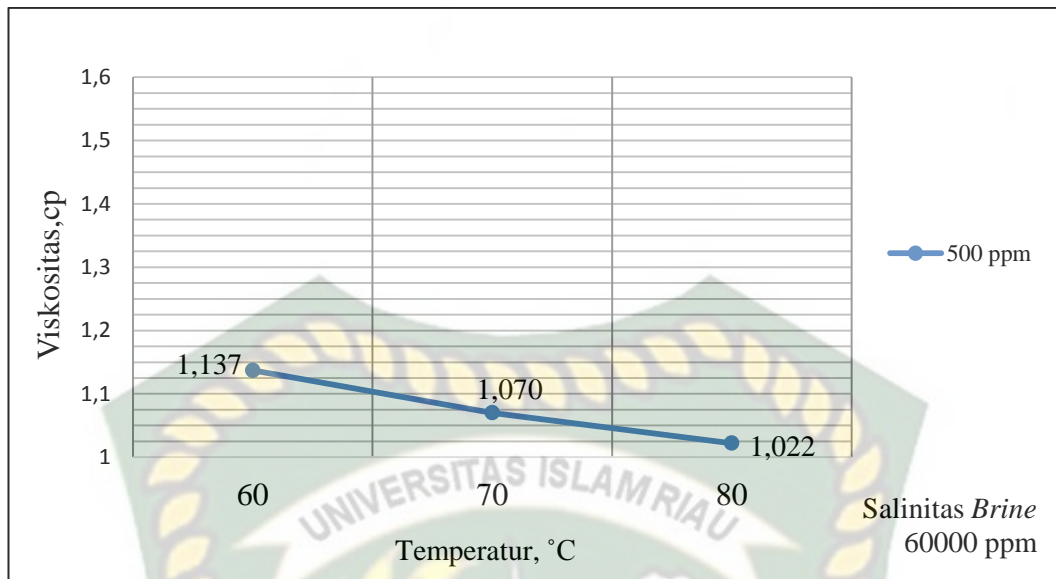
4.3.3 Pengaruh Viskositas Polimer Terhadap Kenaikan Suhu



Gambar 4.13 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Pati Biji Durian Pada Salinitas 5000 ppm



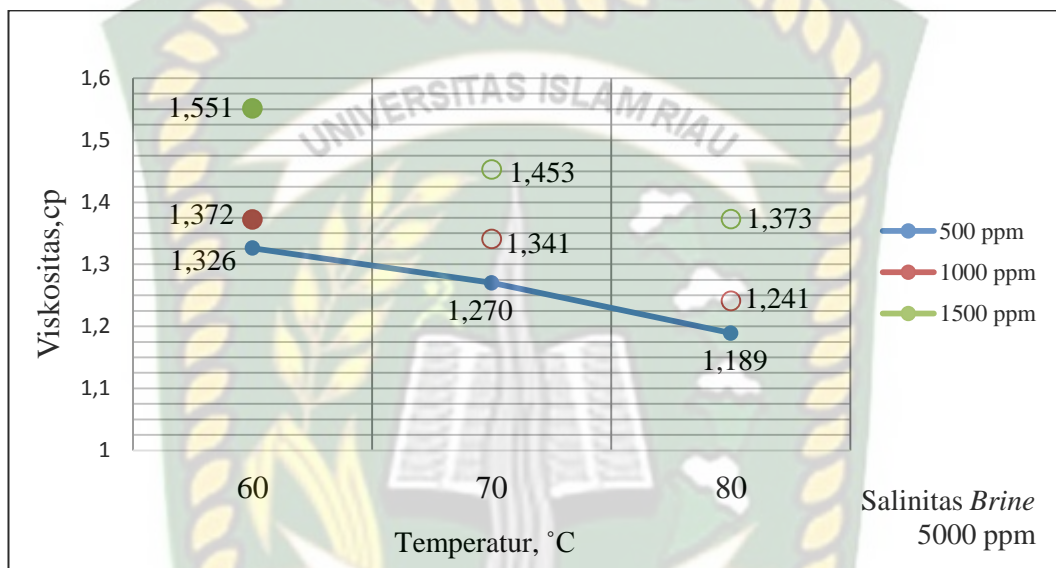
Gambar 4.14 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Pati Biji Durian Pada Salinitas 30.000 ppm



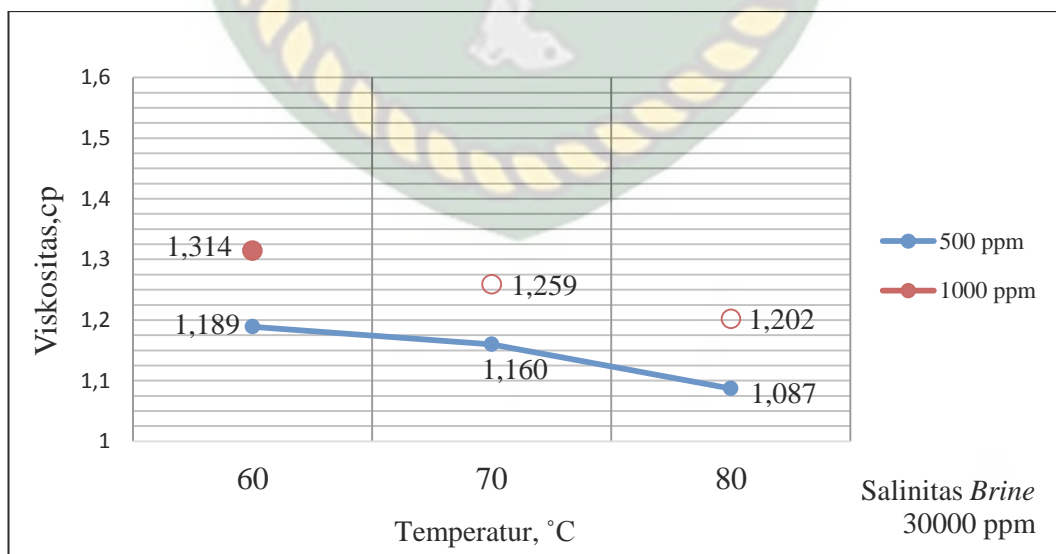
Gambar 4.15 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Pati Biji Durian Pada Salinitas 60.000 ppm

Dari ketiga grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas pati biji durian pada skenario salinitas air formasi 5000 ppm yang ditunjukkan pada **gambar 4.13**, salinitas 30.000 ppm yang ditunjukkan pada **gambar 4.14** dan salinitas 60.000 ppm yang ditunjukkan pada **gambar 4.15** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm dengan variasi temperatur 60°C, 70°C dan 80°C yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 10 larutan pati biji durian dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas yang memiliki nilai viskositas masing-masing yaitu pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,194 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,166 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,137 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,274 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,135 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,105 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,070 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,105 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,058 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000

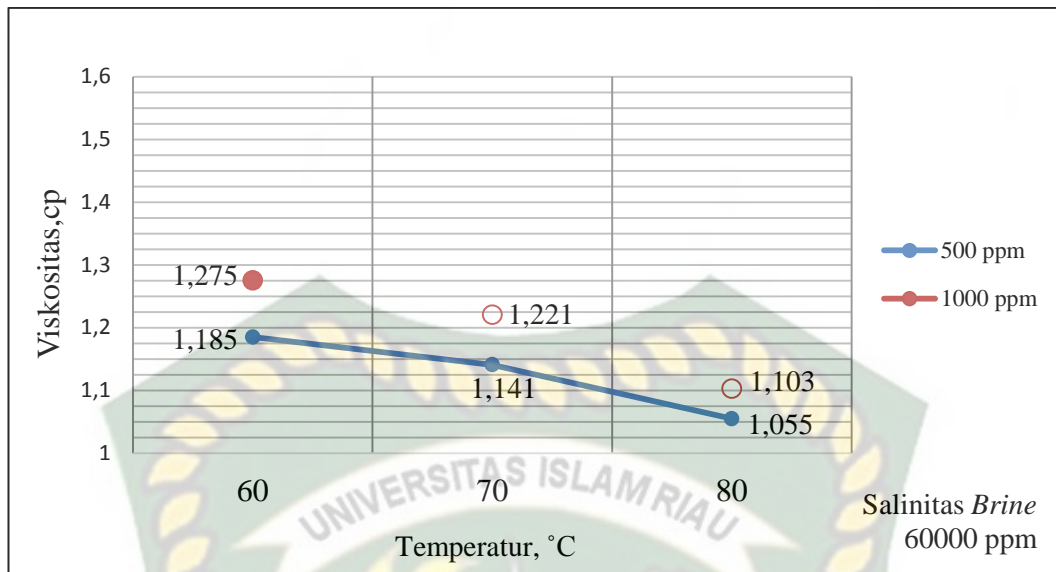
ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,022 cp. Dari hasil yang didapat ketiganya menunjukkan bahwa terjadinya penurunan viskositas pada polimer pati biji durian seiring dengan bertambahnya temperatur. Hal ini disebabkan karena gaya kohesi antara molekul fluida dasar dengan partikel monomer semakin lemah akibatnya nilai viskositas menurun seiring dengan kenaikan temperatur (Irawansyah & Kamal, 2017).



Gambar 4.16 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas *Xanthan Gum* Pada Salinitas 5000 ppm



Gambar 4.17 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas *Xanthan Gum* Pada Salinitas 30.000 ppm



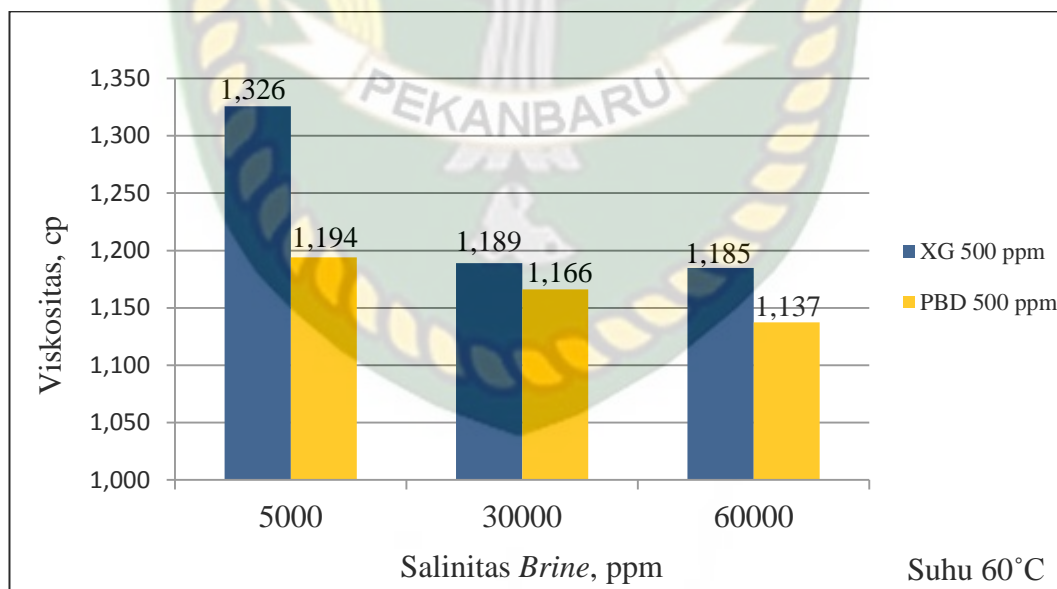
Gambar 4.18 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas *Xanthan Gum* Pada Salinitas 60.000 ppm

Dari ketiga grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas *xanthan gum* pada skenario salinitas air formasi 5000 ppm yang ditunjukkan pada **gambar 4.16**, salinitas 30.000 ppm yang ditunjukkan pada **gambar 4.17** dan salinitas 60.000 ppm yang ditunjukkan pada **gambar 4.18** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm dengan variasi temperatur 60°C, 70°C dan 80°C yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 13 larutan *xanthan gum* dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas yang memiliki nilai viskositas masing-masing yaitu pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,326 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,189 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,185 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,372 cp. Konsentrasi 1500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C didapat nilai viskositas sebesar 1,551 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,270 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,160 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,141 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @70°C didapat nilai viskositas sebesar 1,341 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm

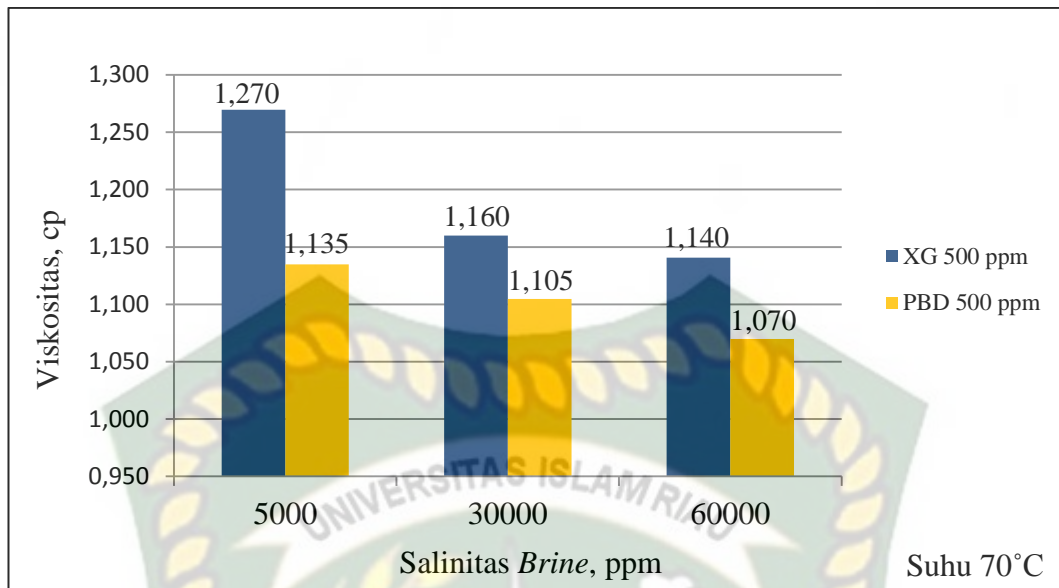
@80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,189 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,087 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,055 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @80°C didapat nilai viskositas sebesar 1,241 cp. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa terjadinya penurunan viskositas pada polimer *xanthan gum* seiring dengan bertambahnya temperatur. Hal ini disebabkan karena gaya kohesi antara molekul fluida dasar dengan partikel monomer glukosa semakin melemah, akibatnya nilai viskositas menurun seiring dengan kenaikan temperatur (Irawansyah & Kamal, 2017).

4.3.4 Perbandingan Viskositas *Xanthan Gum* dan Pati Biji Durian

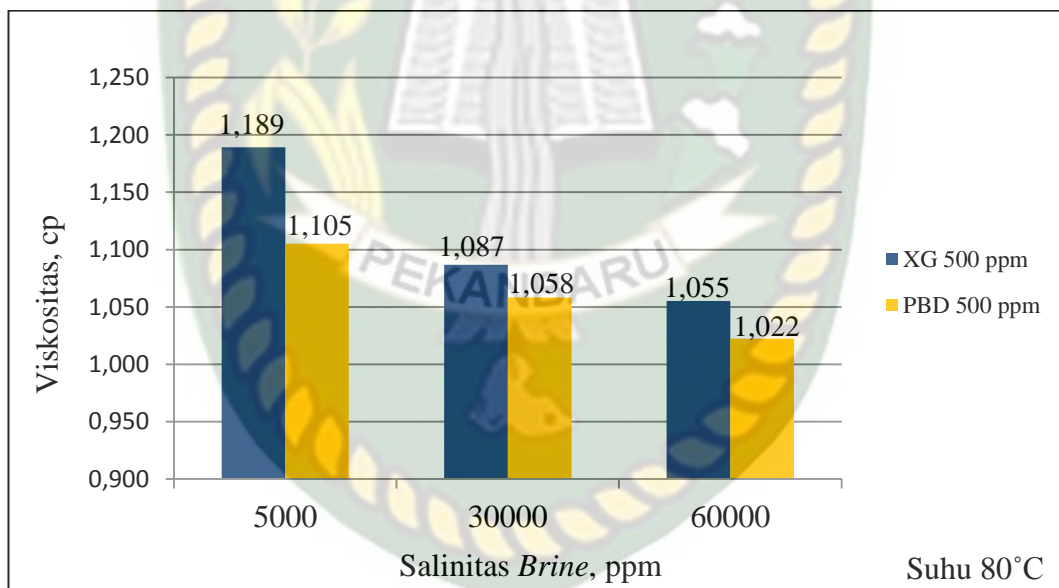
Setelah dilakukan serangkaian percobaan uji viskositas berdasarkan *screening* uji kompatibilitas terhadap biopolimer *xanthan gum* dan biopolimer pati biji durian, keduanya kompatibel pada konsentrasi polimer 500 ppm terhadap ketiga jenis salinitas yaitu 5000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm pada skenario temperatur 60°C, 70°C dan 80°C. Didapatkanlah hasil perbandingan viskositas keduanya seperti gambar sebagai berikut:



Gambar 4.19 Perbandingan Nilai Viskositas *Xanthan Gum* (XG) dan Pati Biji Durian (PBD) Terhadap Konsentrasi Polimer 500 ppm Pada Suhu 60°C



Gambar 4.20 Perbandingan Nilai Viskositas *Xanthan Gum* (XG) dan Pati Biji Durian (PBD) Terhadap Konsentrasi Polimer 500 ppm Pada Suhu 70°C

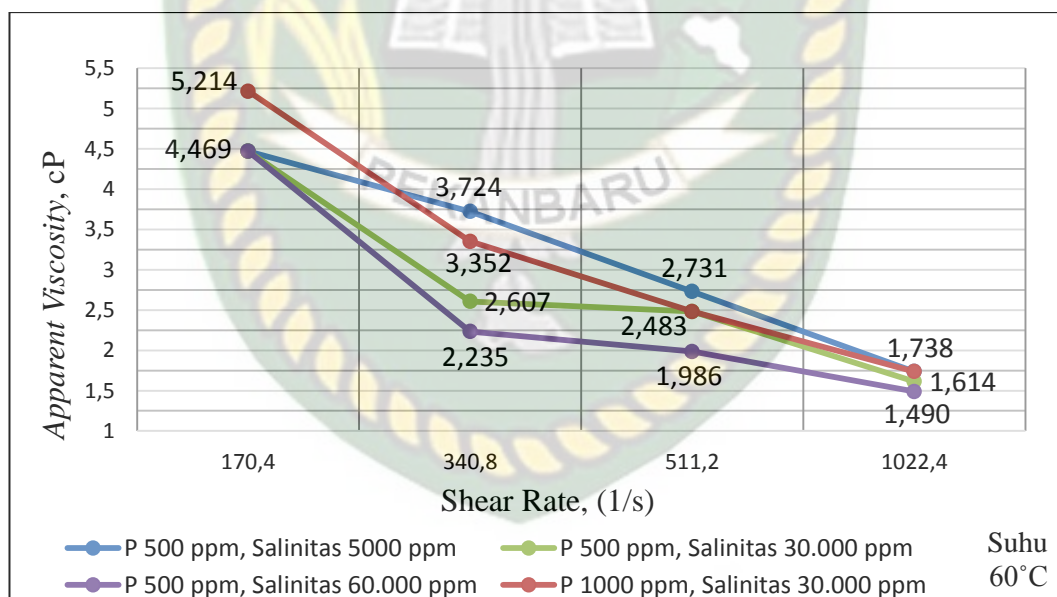


Gambar 4.21 Perbandingan Nilai Viskositas *Xanthan Gum* (XG) dan Pati Biji Durian (PBD) Terhadap Konsentrasi Polimer 500 ppm Pada Suhu 80°C

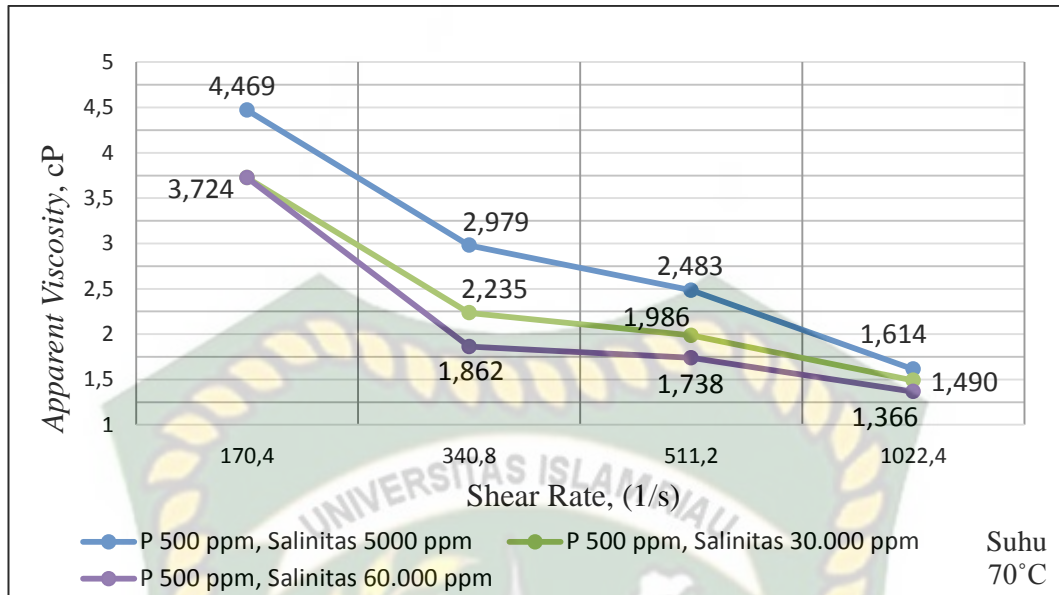
Berdasarkan data viskositas biopolimer *xanthan gum* dan biopolimer pati biji durian yang disajikan pada **gambar 4.19**, **gambar 4.20** dan **gambar 4.21** menunjukkan bahwa viskositas pati biji durian masih sedikit dibawah biopolimer komersil *xanthan gum* dengan presentase yang tidak terlalu jauh.

4.4 Shear Rate Polimer

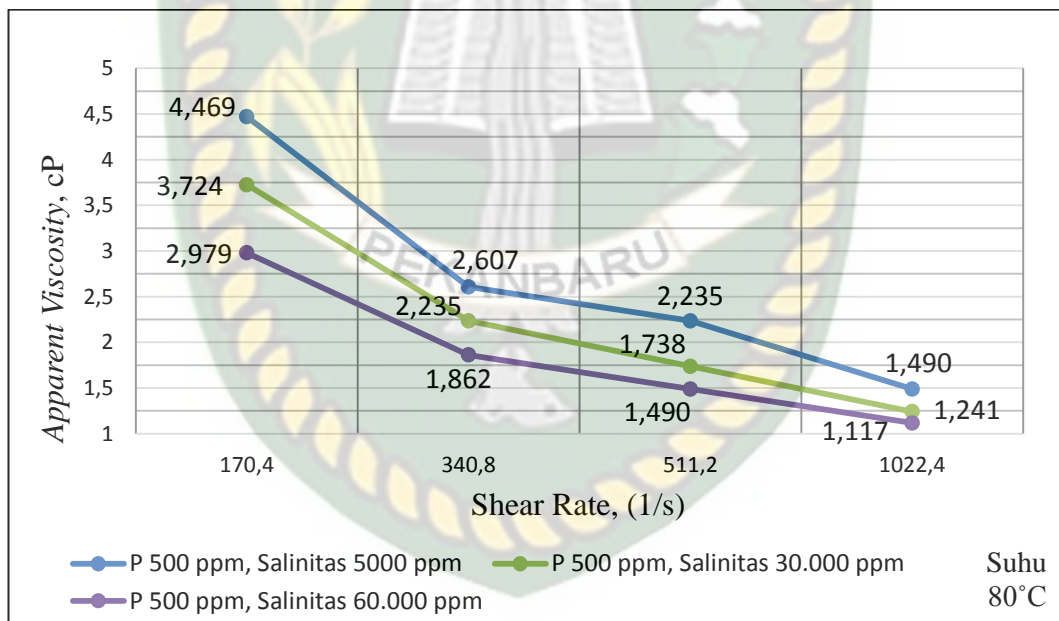
Dalam jenis fluida alir, larutan polimer dikategorikan sebagai fluida non-newtonian yang diklasifikasikan sebagai laju geser yang dapat merubah viskositas larutan (Zhang, Li, & Zhou, 2011). Penentuan *shear rate* berfungsi untuk mengetahui besarnya ekspansi gaya yang bekerja pada viskositas larutan polimer, pada saat polimer berinteraksi atau bergesek pada bidang alir atau penampangnya dengan media pori-pori batuan (Rahmanto et al., 2017). Fluida non-newtonian ditandai dengan viskositas yang berkurang seiring dengan bertambahnya *shear rate* (Wang, Liu, & Gu, 2003). Fluida non-newtonian terbagi menjadi 2 jenis yaitu *Dilatancy* dan *Pseudoplastic*. *Dilatancy* berarti fluida yang viskositasnya meningkat dengan meningkatnya *shear rate*, sedangkan *pseudoplastic* yaitu fluida yang viskositasnya menurun pada saat *shear rate* mengalami peningkatan (Eni,H, Suwartiningsih, 2009). Pada penelitian ini, pengujian *shear rate* menggunakan alat Fann VG Meter yang ada di laboratorium Pemboran Teknik Perminyakan UIR. Adapun hasil pengujian *shear rate* pada penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 4.22 Grafik Pengaruh *Shear Rate* terhadap *Apparent Viscosity* Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 60°C



Gambar 4.23 Grafik Pengaruh *Shear Rate* terhadap *Apparent Viscosity* Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 70°C

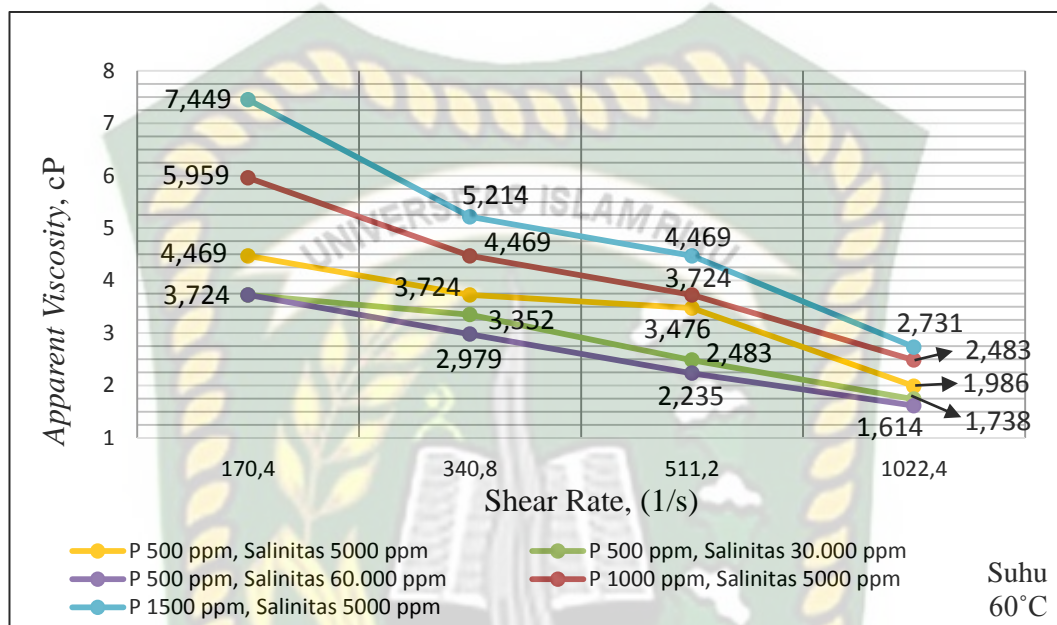


Gambar 4.24 Grafik Pengaruh *Shear Rate* terhadap *Apparent Viscosity* Polimer Pati Biji Durian Pada Suhu 80°C

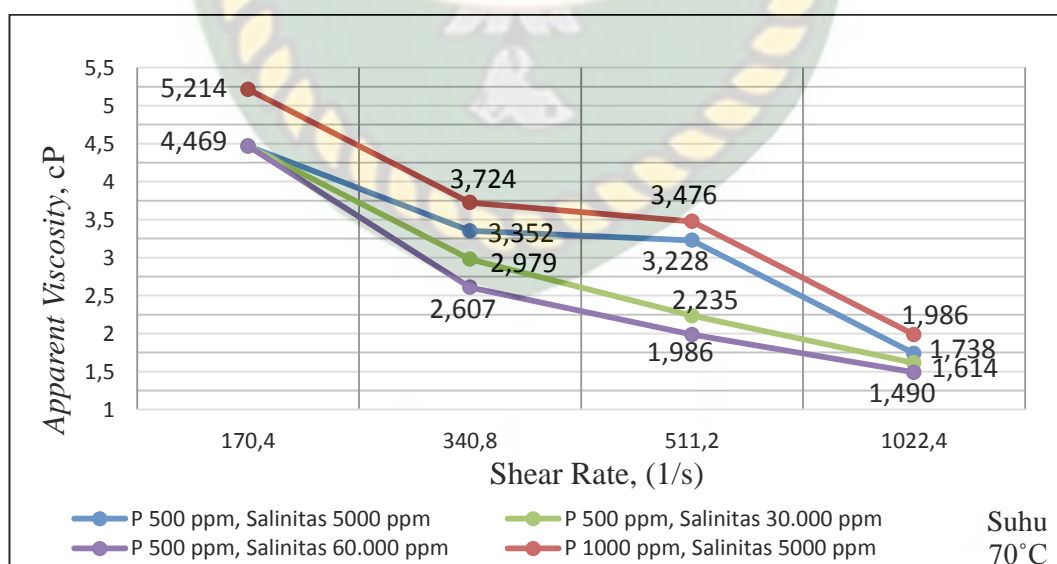
Dari ketiga grafik pengaruh *shear rate* terhadap *apparent viscosity* polimer pati biji durian pada skenario temperatur 60°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.19**, temperatur 70°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.20** dan temperatur 80°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.21** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm dengan variasi air formasi dengan salinitas

5000 ppm, 30000 ppm dan 60000 ppm yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 10 larutan pati biji durian dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas yang memiliki nilai *apparent viscosity* masing-masing yaitu pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 4,469 cp, 3,724 cp, 2,731 cp dan 1,738 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @60°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 4,469 cp, 2,607 cp, 2,483 cp dan 1,614 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @60°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 4,469 cp, 2,235 cp, 1,986 cp dan 1,490 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 5,214 cp, 3,352 cp, 2,483 cp dan 1,738 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @70°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 4,469 cp, 2,979 cp, 2,483 cp dan 1,614 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @70°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 3,724 cp, 2,235 cp, 1,986 cp dan 1,490 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @70°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 3,724 cp, 1,862 cp, 1,738 cp dan 1,366 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @80°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 4,469 cp, 2,607 cp, 2,235 cp dan 1,490 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @80°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 3,724 cp, 2,235 cp, 1,738 cp dan 1,241 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @80°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 2,979 cp, 1,862 cp, 1,490 cp dan 1,117 cp. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa terjadinya penurunan viskositas nyata seiring dengan kenaikan dari *shear rate*, hal ini disebabkan karena semakin tinggi *shear rate*, hal itu dapat merusak atau melemahkan rantai polimer, hal inilah yang

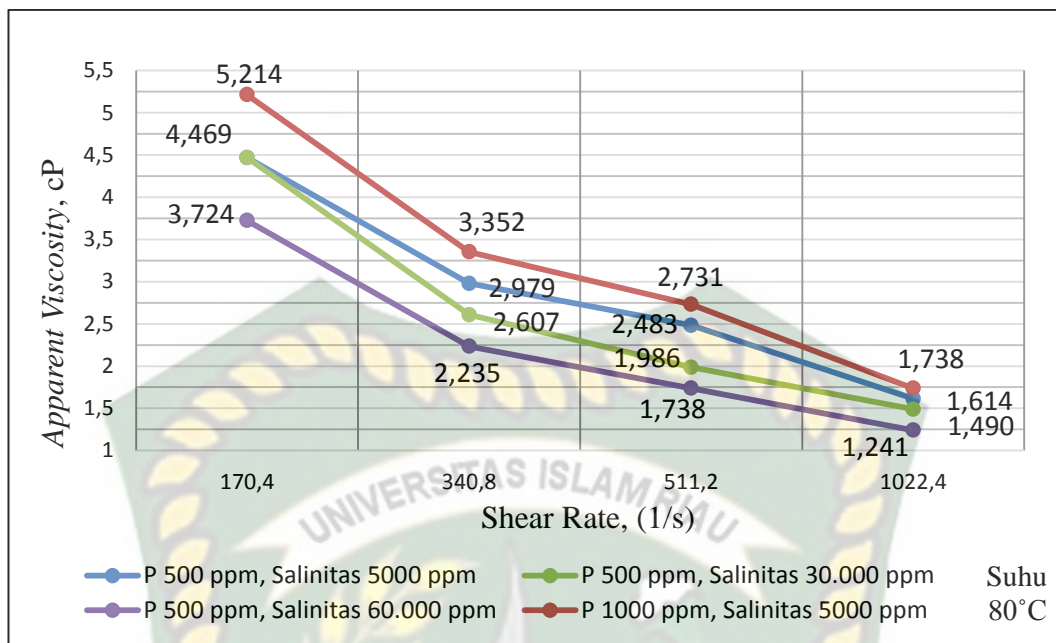
membuat viskositas dari polimer menjadi menurun seiring bertambahnya *shear rate* (Wicaksono et al., 2015). Untuk beberapa skenario konsentrasi polimer pada *shear rate* 170,4 menunjukkan *apparent viscosity* yang sama, hal ini dikarenakan pembacaan skala *dial reading* masih secara manual bukan dalam bentuk data digital, sehingga skala yang ditunjukkan terlihat sama oleh peneliti.



Gambar 4.25 Grafik Pengaruh *Shear Rate* terhadap *Apparent Viscosity* Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 60°C



Gambar 4. 26 Grafik Pengaruh *Shear Rate* terhadap *Apparent Viscosity* Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 70°C



Gambar 4.27 Grafik Pengaruh *Shear Rate* terhadap *Apparent Viscosity* Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 80°C

Dari ketiga grafik pengaruh *shear rate* terhadap *apparent viscosity* polimer *xhantan gum* pada skenario temperatur 60°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.22**, temperatur 70°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.23** dan temperatur 80°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.24** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm dengan variasi air formasi dengan salinitas 5000 ppm, 30000 ppm dan 60000 ppm yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 10 larutan *xhantan gum* dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas yang memiliki nilai *apparent viscosity* masing-masing yaitu pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 4,469 cp, 3,724 cp, 3,476 cp dan 1,986 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @60°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 3,724 cp, 3,352 cp, 2,483 cp dan 1,738 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @60°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 3,724 cp, 2,979 cp, 2,235 cp dan 1,614 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity*

sebesar 5,959 cp, 4,469 cp, 3,724 cp dan 2,483 cp. Konsentrasi 1500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @60°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 7,449 cp, 5,214 cp, 4,469 cp dan 2,731 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @70°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 4,469 cp, 3,352 cp, 3,228 cp dan 1,738 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @70°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 4,469 cp, 2,979 cp, 2,235 cp dan 1,614 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @70°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 4,469 cp, 2,607 cp, 1,986 cp dan 1,490 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @70°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 5,214 cp, 3,724 cp, 3,476 cp dan 1,986 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @80°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 4,469 cp, 2,979 cp, 2,483 cp dan 1,614 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 30.000 ppm @80°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 4,469 cp, 2,607 cp, 1,986 cp dan 1,490 cp. Konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm @80°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 3,724 cp, 2,235 cp, 1,738 cp dan 1,241 cp. Konsentrasi 1000 ppm, salinitas *brine* 5000 ppm @80°C pada *shear rate* @170,4 @340,8 @511,2 dan @1022,4 berturut-turut didapat nilai *apparent viscosity* sebesar 5,214 cp, 3,352 cp, 2,731 cp dan 1,738 cp. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa terjadinya penurunan viskositas nyata seiring dengan kenaikan dari *shear rate*, hal ini disebabkan karena semakin tinggi *shear rate*, hal itu dapat merusak atau melemahkan rantai polimer, hal inilah yang membuat viskositas dari polimer menjadi menurun seiring bertambahnya *shear rate* (Wicaksono et al., 2015). Untuk beberapa skenario konsentrasi polimer pada *shear rate* 170,4 menunjukkan *apparent viscosity* yang sama, hal ini dikarenakan pembacaan skala *dial reading* masih secara manual bukan dalam bentuk data digital, sehingga skala yang ditunjukkan terlihat sama oleh peneliti.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan judul penelitian “Studi Laboratorium Awal Pemanfaatan Pati Biji Durian Sebagai Bahan Alternatif Polimer Pada Metode Produksi Minyak Tahap Tersier” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan pengujian kompatibilitas larutan polimer dengan total 72 sampel dengan konsentrasi polimer sebesar 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm terhadap salinitas air formasi (*brine*) sebesar 5000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm pada variasi temperatur 60°C, 70°C dan 80°C yang dilakukan di dalam oven selama 3 jam, didapat sampel yang *compatible* masing-masing sebanyak 10 sampel biopolimer pati biji durian dan 13 sampel biopolimer *xanthan gum* yang *compatible* atau layak digunakan.
2. Setelah dilakukan pengujian densitas, viskositas dan *shear rate* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:
 - Berdasarkan pengujian densitas yang telah dilakukan terhadap pengaruh penambahan konsentrasi polimer, salinitas dan suhu pada biopolimer pati biji durian dan biopolimer *xanthan gum* dapat disimpulkan bahwa, semakin besar penambahan konsentrasi polimer dan salinitas air maka densitas larutan akan semakin meningkat. Namun semakin bertambahnya temperatur, maka akan menurunkan densitas polimer.
 - Berdasarkan pengujian viskositas yang telah dilakukan tentang pengaruh konsentrasi, salinitas, temperature dan *shear rate* pada biopolimer pati biji durian dan biopolimer *xanthan gum* dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan konsentrasi polimer yang diberikan maka nilai viskositas dan densitas akan semakin meningkat. Namun semakin tinggi salinitas, temperatur pengujian serta *shear rate* maka viskositasnya akan semakin mengalami penurunan.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah dijabarkan oleh peneliti tentang penelitian yang berjudul “Studi Laboratorium Awal Pemanfaatan Pati Biji Durian Sebagai Pembuatan Alternatif Polimer Pada Metode Produksi Minyak Tahap Tersier” diharapkan Penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian terhadap parameter lain seperti Uji Kelarutan, Ukuran Partikel, Gugus Fungsi, *Gelation time*, Polimer *Adsorption*, *Sweep efficiency*, *Recovery Factor*, Filtrasi, Uji Ketahanan *Thermal* dan penelitian nano partikel produk.



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*, 6, 7–12.
- Abidin, A. Z., Puspasari, T., & Nugroho, W. A. (2012). Polymers for Enhanced Oil Recovery Technology. *Procedia Chemistry*, 4, 11–16.
- Brockl, M. A., & Shiel, R. J. (1983). The Composition of Aquatic Communities in Saline Wetlands in Western Australia. *Hydrobiologia*, 105(1), 77–84.
- Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014). Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia UNSRI*, 20(4), 22–30.
- Cornelia, M., Syarief, R., Effendi, H., & Nurtama, B. (2013). Pemanfaatan Pati Biji Durian (*Durio zibethinus* Murr.) dan Pati Sagu (*Metroxylon* sp.) Dalam Pembuatan Bioplastik. *J. Kimia Kemasan*, 35(1), 20–29.
- Denney, D. (2015). Effect of Elasticity on Displacement Efficiency: High-Concentration-Polymer Flooding. *Journal of Petroleum Technology*, 61(01), 50–51.
- Eni, H., Suwartiningsih, & Sugihardjo. (2008). Studi Laboratorium Untuk Reaktivitas Lapangan-X Dengan Injeksi Kimia. *IATMI*, 2–13.
- Harjiyanti, Pramono, M. (2013). Total Asam, Viskositas, dan Kesukaan Pada Yoghurt Drink Dengan Sari Buah Mangga (*Mangifera Indica*) Sebagai Perisa Alami. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(2), 40–43.
- Haryati, S., Rini, A. S., & Safitri, Y. (2017). Pemanfaatan Biji Durian Sebagai Bahan Baku Plastik Biodegradable Dengan Plasticizer Giserol Dan Bahan Pengisi CaCO₃. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(1), 1–8.
- Hasan, M., Arcana, I. M., Sulastri, Rusman, & Hanum, L. (2007). Plastik Ramah Lingkungan Dari Polikaprolakton Dan Pati Tapioka Dengan Penambahan Refined Bleached And Deodorized Palm Oil (RBDPO) Sebagai Pemplastis Alami Environment. *Jurnal Purifikasi*, 8(2), 133–138.
- Heriyanto, H., Firdaus, I., & Destiani, A. F. (2015). Pengaruh Penambahan Selulosa dari Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dalam Pembuatan Biopolimer Superabsorben. *Jurnal Integrasi Proses*, 5(2).

- Irawansyah, H., & Kamal, S. (2017). Effect of Temperature and Volume Fraction on Viscosity and Density of Nano Fluid TiO₂ / Termo XT32 Oil. *Prosiding SNTTM XVI*, 67–69.
- James J. Sheng, P. D. (2011). *Modern Chemical Enhanced Oil Recovery*. Burlington: Gulf Professional.
- Kaushik, K., Sharma, R. B., & Agarwal, S. (2016). Natural Polymers and Their Applications. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 37(2), 30–36.
- Kusbandari, A. (2015). Analisis Kualitatif Kandungan Sakarida Dalam Tepung dan Pati Umbi Ganyong (*Canna edulis* Ker.). *Pharmaciana*, 2(2), 35–42.
- Mandal, A. (2015). Chemical flood enhanced oil recovery: a review. *International Journal of Oil, Gas and Coal Technology*, 9(3), 241–264.
- Mastuti, E., & Setyawardhani, D. A. (2010). Pengaruh Variasi Temperatur dan Konsentrasi Katalis pada Kinetika Reaksi Hidrolisis Tepung Kulit Ketela Pohon. *Ekulibrium*, 9(1), 23–27.
- Nisah, K. (2017). Study Pengaruh Kandungan Amilosa Dan Amilopektin Umbi-Umbian Terhadap Karakteristik Fisik Plastik Biodegradable Dengan Plastizicer Gliserol. *Jurnal Biotik*, 5(2), 106–113.
- Parera, G. C., & D.E.A., P. D. I. S. S. (2010). Studi Laboratorium Pengaruh Injeksi Polimer CMC-AM Terhadap Perolehan Minyak. *Institut Teknologi Bandung (ITB)*, 1–19.
- Purwaningsih, H., Irawadi, T. T., Mas'ud, Z. A., & Fauzi, A. M. (2012). Rekayasa Biopolimer Jerami Padi dengan Teknik Kopolimerisasi Cangkok dan Taut Silang. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(4).
- Purwanto, W. W., Supramono, D., Muthia, R., & Annisa, G. (2012). Konversi Limbah Kelapa Sawit Menjadi Bio-Oil melalui Proses Catalytic Fast Pyrolysis dan Konversi Limbah Kelapa Sawit Menjadi Bio-Oil melalui Proses. *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia Dan Musyawarah Nasional APTEKINDO 2012*, (September), 1–10.
- Rahmanto, A. E., Sudibjo, R., & Kasmungin, S. (2017). Injeksi Polimer Dengan Pengaruh Jenis Polimer, Konsentrasi Dan Salinitas Brine Pada Recovery Factor Minyak (Laboratorium Study). *Seminar Nasional Cendekiawan Ke 3*,

(1), 27–32.

- Richana, N., & Sunarti, T. C. (2004). Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Umbi dan Tepung Pati Dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubi Kelapa dan Gembili. *J.Pascapanen*, 1(1), 29–37.
- Rita, N. (2012). Studi Mekanisme Injeksi Surfaktan-Polimer pada Reservoir Berlapis Lapangan NR Menggunakan Simulasi Reservoir. *Journal of Earth Energy Engineering*, 1(1), 22.
- 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, 1–13.
- Santoso, Agung, & Kasmungin, S. (2017). Kajian Awal Laboratorium Mengenai Viskositas Polimer Terhadap Pengaruh Salinitas, Temperatur Dan Konsentrasi Polimer (Laboratorium Study). *Seminar Nasional Cendekiawan Ke 3*, (3), 1–6.
- Santoso, Anwar. (2008). *Rumus Lengkap Kimia SMA*. Jakarta Selatan: PT WahyuMedia.
- Sorbie, K. S., & Phil, D. (1991). *Polymer-Improved Oil Recovery*. Edinburgh: Heriot-Watt University.
- Susanti, A. A., & Waryanto, B. (2018). *Statistik Pertanian 2018*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Swinkels, J. J. M. (2007). *Industrial Starch Chemistry*. San. Ve Tic: Starch-Stärke.
- Syed, A. H., Idris, A. K., Mohshim, D. F., Yekeen, N., & Buriro, M. A. (2019). Influence of lauryl betaine on aqueous solution stability, foamability and foam stability. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 9(4), 2659–2665.
- Taber, J. J., Martin, F. D., & Seright, R. S. (1997). EOR Screening Criteria Revisited - Part 2: Applications and Impact of Oil Prices. *SPE Reservoir Engineering (Society of Petroleum Engineers)*, 12(3), 199–204.
- Tongdang, T. (2008). Some Properties of Starch Extracted From Three Thai

- Aromatic Fruit Seeds. *Starch- Stärke*, 60(3- 4), 199–207.
- Usman. (2011). Potensi Pengembangan EOR untuk Peningkatan Produksi Minyak Indonesia. *Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Minyak Dan Gas Bumi "LEMIGAS,"* 45(28), 91–102.
- Wang, W., Liu, Y., & Gu, Y. (2003). Application of a novel polymer system in chemical enhanced oil recovery (EOR). *Colloid and Polymer Science*, 281(11), 1046–1054.
- Wicaksono, H., Sutijan, & Yuliansyah, A. T. (2015). Karakterisasi Larutan Polimer KYPAM HPAM untuk Bahan Injeksi dalam Enhanced Oil Recovery (EOR). *Jurnal Rekayasa Proses*, 9(1), 9–15.
- Widyarso, A., Swadesi, B., Wibowo, W. A., & Sudarmoyo. (2006). Studi Laboratorium Pengaruh Injeksi Polimer Dengan Berbagai Konsentrasi Terhadap Peningkatan Perolehan Minyak Pada Reservoir Karbonat. *IATMI*, (November), 1–9.
- Wirawan, Y., Rosyidi, D., & Widayastuti, E. S. (2017). Pengaruh Penambahan Pati Biji Durian (*Durio zibethinus murr*) terhadap Kualitas Kimia dan Organoleptik Bakso Ayam. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak (JITEK)*, 11(1), 52–57.
- 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.
- Zaitoun, A., Makakou, P., Blin, N., Al-Maamari, R. S., Al-Hashmi, A.-A. R., & Abdel-Goad, M. (2012). Shear Stability of EOR Polymers. *SPE Journal*, 17(02), 335–339.
- Zhang, Z., Li, J., & Zhou, J. (2011). Microscopic Roles of “Viscoelasticity” in HPMA polymer flooding for EOR. *Transport in Porous Media*, 86(1), 199–214.
- Zulaidah, A. (2012). Peningkatan Nilai Guna Pati Alami Melalui Proses Modifikasi Pati. *Dinamika Sains*, 1–13.