

**UJI KARAKTERISTIK DASAR BIOPOLIMER DARI  
KOMBINASI CINCAU HITAM DAN TAPIOKA  
UNTUK PRODUKSI MINYAK TAHAP TERSIER**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna melengkapi syarat dalam menggapai gelar Sarjana Teknik*



Oleh  
**WAHYU PABRIAN IRAMA**  
**NPM 163210727**

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

**2021**

**UJI KARAKTERISTIK DASAR BIOPOLIMER DARI  
KOMBINASI CINCAU HITAM DAN TAPIOKA  
UNTUK PRODUKSI MINYAK TAHAP TERSIER**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna melengkapi syarat dalam menggapai gelar Sarjana Teknik*

Oleh

**WAHYU PABRIAN IRAMA**

**NPM 163210727**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**PEKANBARU**

**2021**

## 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. Ibu Novia Rita, ST., MT selaku Ketua Prodi dan bapak Tomi Erfando, ST., MT selaku Sekretaris Prodi sekaligus dosen pembimbing akademik serta 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 bapak Nasril dan ibu Beni Erita serta kakak dan adik-adik saya dan tak lupa pula 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. Terkhusus teman-teman satu tempat tinggal dengan saya dan teman-teman satu angkatan serta senior-senior 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, 2021

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xii
ABSTRAK .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Batasan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 STATE OF THE ART.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Polymer Flooding (Injeksi Polimer).....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Polimer Alternatif .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Pengujian Polimer Kombinasi Cincin Hitam dan Tapioka .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4.1 Pengujian Kompatibilitas Polimer .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4.2 Pengujian Densitas Fluida.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4.3 Pengujian Viskositas Polimer .....</b>	<b>12</b>
<b>2.4.4 Pengujian Gelation Time.....</b>	<b>13</b>
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Uraian Metode Penelitian.....</b>	<b>14</b>

3.2	Flowchart .....	15
3.3	Alat dan Bahan.....	16
3.1.1	Alat .....	16
3.1.2	Bahan .....	16
3.4	Prosedur Penelitian.....	16
3.4.1	Pembuatan Larutan Polimer Cincau Hitam .....	16
3.4.2	Pengujian Kompatibilitas Polimer .....	17
3.4.3	Pengujian Densitas Larutan Polimer Menggunakan Piknometer .....	19
3.4.4	Pengujian Viskositas Polimer .....	20
3.4.5	Pengujian Gelation time .....	20
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>22</b>
4.1	Kompatibilitas Polimer.....	22
4.2	Densitas Polimer.....	24
4.3	Viskositas Polimer.....	25
4.3.1	Pengaruh Salinitas Terhadap Viskositas Polimer .....	26
4.3.2	Pengaruh Konsentrasi Polimer Terhadap Viskositas Polimer .....	29
4.3.3	Pengaruh Temperatur terhadap Viskositas Polimer .....	32
4.3.4	Pengaruh Shear Rate Terhadap Apparent Viscosity .....	36
4.3.5	Perbandingan Viskositas Polimer Cincau Hitam dan Tapioka Dengan Polimer Xanthan Gum.....	39
4.4	Uji <i>Gelation Time</i> .....	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>43</b>
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran .....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>45</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>53</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Daerah penyapuan injeksi air dan polimer .....	8
<b>Gambar 2. 2</b> struktur rantai molekul Amilosa dan Amilopektin .....	11
<b>Gambar 4. 1</b> Grafik pengaruh konsentrasi salinitas terhadap polimer cincau hitam & tapioka pada suhu 70°C.....	26
<b>Gambar 4. 2</b> Grafik pengaruh konsentrasi salinitas terhadap polimer cincau hitam & tapioka pada suhu 80°C.....	27
<b>Gambar 4. 3</b> Grafik Pengaruh Konsentrasi Salinitas Terhadap Xanthan Gum Pada Temperatur 70°C.....	28
<b>Gambar 4. 4</b> Grafik Pengaruh Konsentrasi Salinitas Terhadap Viskositas Polimer Xanthan Gum Pada Temperatur 80°C.....	28
<b>Gambar 4. 5</b> Grafik pengaruh penambahan konsentrasi polimer terhadap viskositas polimer cincau hitam & tapioka pada temperatur 70°C.....	29
<b>Gambar 4. 6</b> Grafik pengaruh penambahan konsentrasi polimer terhadap viskositas polimer cincau hitam & tapioka pada temperatur 80°C.....	30
<b>Gambar 4. 7</b> Grafik pengaruh penambahan konsentrasi polimer terhadap viskositas polimer xanthan gum pada temperatur 70°C .....	31
<b>Gambar 4. 8</b> Grafik pengaruh penambahan konsentrasi polimer terhadap viskositas polimer xanthan gum pada temperatur 80°C .....	31
<b>Gambar 4. 9</b> Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer cincau hitam & tapioka pada salinitas 5000 ppm .....	32
<b>Gambar 4. 10</b> Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer cincau hitam & tapioka pada salinitas 30000 ppm .....	33
<b>Gambar 4. 11</b> Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer cincau hitam & tapioka pada salinitas 5000 ppm .....	33
<b>Gambar 4. 12</b> Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer xanthan gum pada konsentrasi salinitas 5000 ppm.....	34
<b>Gambar 4. 13</b> Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer xanthan gum pada konsentrasi salinitas 30000 ppm .....	35
<b>Gambar 4. 14</b> Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer xanthan gum pada konsentrasi salinitas 60000 ppm .....	36
<b>Gambar 4. 15</b> Grafik Pengaruh Shear Rate Terhadap Viskositas Polimer Kombinasi Cincau Hitam dan tapioka pada suhu 70°C.....	37

<b>Gambar 4. 16</b> Grafik Pengaruh Shear Rate Terhadap Viskositas Polimer Kombinasi Cincau Hitam dan tapioka pada suhu 80°C.....	37
<b>Gambar 4. 17</b> Grafik Pengaruh Shear Rate Terhadap Viskositas Polimer Xanthan Gum pada suhu 70°C .....	38
<b>Gambar 4. 18</b> Grafik Pengaruh Shear Rate Terhadap Viskositas Polimer Xhantan Gum Pada Suhu 80°C .....	39
<b>Gambar 4. 19</b> Grafik Perbandingan Nilai Viskositas Polimer Kombinasi Cincau Hitam dan Tapioka Terhadap Polimer Xhantan Gum pada Konsentrasi 1000 ppm dengan temperatur 80°C .....	40
<b>Gambar 4. 20</b> Grafik Perbandingan Nilai Viskositas Polimer Kombinasi Cincau Hitam dan Tapioka Terhadap Polimer Xhantan Gum pada Konsentrasi 1000 ppm dengan temperatur 70°C .....	41



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> State Of The Art .....	5
<b>Tabel 3. 1</b> Jadwal kegiatan penelitian .....	14
<b>Tabel 3. 2</b> tabel simulasi pengujian konsentrasi polimer dan salinitas.....	17
<b>Tabel 3. 3</b> Sambungan tabel 3.2 .....	18
<b>Tabel 3. 4</b> Perhitungan massa polimer .....	18
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil Kompatibilitas Polimer Cincau Hitam & Tapioka.....	22
<b>Tabel 4. 2</b> Hasil Kompatibilitas Polimer Xanthan Gum.....	23
<b>Tabel 4. 3</b> Hasil Perhitungan Densitas Cincau Hitam dan Tapioka .....	24
<b>Tabel 4. 4</b> Hasil Perhitungan Densitas Xanthan Gum.....	25
<b>Tabel 4. 5</b> Hasil Pengujian Gelation Time Polimer Cincau Hitam dan Tapioka.....	41
<b>Tabel 4. 6</b> Hasil Pengujian Gelation Time Polimer Xanthan Gum .....	42

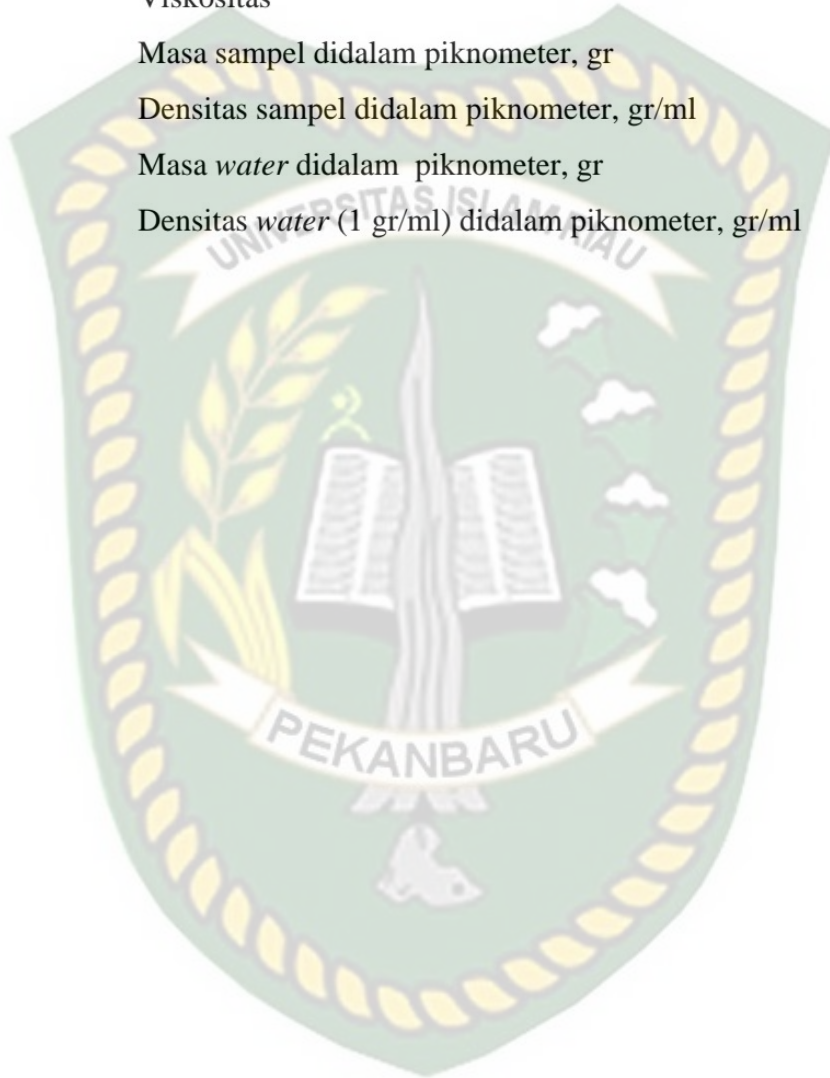
## DAFTAR SINGKATAN

b/b	Berat per Berat
C	Celcius
EOR	Enhanced Oil Recovery
Gr	Gram
gr/ml	Gram per Mili Liter
HPAM	Partiallyhydrolyzed Polyacrylamide
KPG	Komponen Pembentuk Gel
MI	Mili Liter
OOIP	Original Oil In Place
Ppm	Part Per Million
Rpm	Revolution Per Minute



## DAFTAR SIMBOL

%	Persen
°	Derajat
P	Densitas
M	Viskositas
$m_1$	Masa sampel didalam piknometer, gr
$\rho_1$	Densitas sampel didalam piknometer, gr/ml
$m_2$	Masa <i>water</i> didalam piknometer, gr
$\rho_2$	Densitas <i>water</i> (1 gr/ml) didalam piknometer, gr/ml



# UJI KARAKTERISTIK DASAR BIOPOLIMER DARI KOMBINASI CINCAU HITAM DAN TAPIOKA UNTUK PRODUKSI MINYAK TAHAP TERSIER

WAHYU PABRIAN IRAMA  
163210727

## ABSTRAK

Polimer yang bisa diaplikasikan dalam metode EOR mempunyai karakteristik diantaranya harus larut dalam air, mempunyai viskositas yang besar, mempunyai ketahanan terhadap termal, memiliki kestabilan mekanik, dan juga salinitas yang baik. Hidrokoloid ialah komponen polimer yang berasal dari tumbuhan, hewan, mikroba ataupun komponen sintetik yang umumnya mengandung hidroksil. Salah satu tumbuhan yang mempunyai kandungan hidrokoloid yang cukup tinggi yaitu cincau hitam. Tapioka berfungsi sebagai aditif bagi cincau hitam, karena memiliki kandungan amilosa dan amilopektin yang cukup tinggi. Pada penelitian ini akan dilakukan penelitian terhadap kombinasi cincau hitam dan tapioka. Proses pembuatan daun cincau hitam menjadi Komponen Pembentuk Gel (KPG) dilakukan dengan metode ekstraksi dan dicampurkan dengan tapioka yang beredar dipasaran. Setelah itu dilakukan pengujian densitas dan kompatibilitas dengan konsentrasi polimer 1000, 2000 dan 3000 ppm dengan perbandingan 1:1, pada salinitas 5000, 30000, dan 60000 ppm, pada suhu 70 dan 80°C. setelah dilakukan pengujian didapatkan 8 sampel cincau hitam dan tapioka yang kompatibel serta 8 sampel xanthan gum yang kompatibel, kemudian dilakukan pengujian densitas, dimana penambahan konsentrasi polimer dapat meningkatkan densitas, namun seiring bertambahnya temperatur terjadi penurunan densitas. Selanjutnya dilakukan pengujian viskositas, dari pengujian tersebut didapatkan nilai viskositas tertinggi cincau hitam dan tapioka 2.086cp sedangkan xanthan gum 3.525cp. Viskositas akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi polimer, namun seiring bertambahnya tingkat salinitas serta *shear rate* mengakibatkan penurunan viskositas polimer.

**Kata kunci :** Densitas, *Enhanced Oil Recovery* (EOR), Kompatibilitas, *Polymerflooding*, Viskositas dan *Xanthan Gum*

# UJI KARAKTERISTIK DASAR BIOPOLIMER DARI KOMBINASI CINCAU HITAM DAN TAPIOKA UNTUK PRODUKSI MINYAK TAHAP TERSIER

WAHYU PABRIAN IRAMA  
163210727

## ABSTRACT

Polymers that can be applied in the EOR method have characteristics such as being soluble in water, having a large viscosity, having thermal resistance, having mechanical stability, and also having good salinity. Hydrocolloids are polymer components derived from plants, animals, microbes or synthetic components which generally contain hydroxyl. One of the plants that has a fairly high hydrocolloid content is black grass jelly. Tapioca serves as an additive for black grass jelly, because it contains high amylose and amylopectin. In this study, a research will be conducted on the combination of black grass jelly and tapioca. The process of making black grass jelly leaves into Gel Forming Components (KPG) is carried out by the extraction method and mixed with tapioca circulating in the market. After that, density and compatibility tests were carried out with polymer concentrations of 1000, 2000 and 3000 ppm with a ratio of 1:1, at salinities of 5000, 30000, and 60000 ppm, at temperatures of 70 and 80°C. After the test, 8 samples of black grass jelly and tapioca were compatible and 8 samples of xanthan gum were compatible, then a density test was carried out, where the addition of polymer concentration could increase the density, but with increasing temperature the density decreased. Furthermore, the viscosity test was carried out, from this test, the highest viscosity values of black grass jelly and tapioca were 2.086cp while xanthan gum was 3.525cp. Viscosity will increase with increasing polymer concentration, but as the salinity and shear rate increase, the polymer viscosity decreases.

Keywords : Density, Enhanced Oil Recovery (EOR), Compatibility, Polymerflooding, Viscosity and Xanthan Gum

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Permasalahan penurunan produksi sering terjadi karena bertambahnya umur produksi suatu sumur yang mengakibatkan *primary* dan *secondary recovery* tidak lagi mampu mendorong minyak ke permukaan dengan maksimal (Yasahardja, Setiawan, & Prihantini, 2018). Untuk itu dalam meningkatkan perolehan minyak perlunya dilakukan EOR. Injeksi polimer merupakan *enhanced oil recovery* (EOR) yang terkenal dan telah berhasil diterapkan di banyak lapangan minyak di seluruh dunia dan dapat meningkatkan *oil recovery* lebih dari 3% setelah water flooding dilakukan (Pu, Shen, Wei, Yang, & Li, 2018).. *Polymer flooding* awalnya digunakan pada tahun 1960-an dan sejak itu telah sering digunakan untuk meningkatkan *sweep efficiency* dengan cara mengurangi mobilitas air terhadap minyak, sehingga terjadi peningkatan produksi minyak dan penurunan produksi air (Erfando, Rita, & Ramadhan, 2019)

Polimer berperan dalam meningkatkan mobility ratio sehingga tidak menyebabkan *fingering* dan peningkatan *sweep efficiency*. Polimer yang bisa diaplikasikan dalam metode EOR wajib mempunyai karakteristik diantaranya harus larut dalam air, mempunyai viskositas yang besar pada konsentrasi yang rendah, mempunyai ketahanan terhadap termal, memiliki kestabilan mekanik, dan juga salinitas yang baik. (Arina & Kasmungin, 2015)

Menurut Audibert-hayet, et al (1999) polimer yang larut dalam air yang digunakan dalam industri perminyakan dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis utama, yaitu polimer sintetik dan biopolimer. Polimer sintetik atau *Polyacrylamides* yang biasa digunakan untuk polymer flooding adalah *Partiallyhydrolyzed Polyacrylamide* (HPAM), namun HPAM rentan terhadap kondisi reservoir yang memiliki salinitas, suhu dan gaya geser yang tinggi. Biopolimer yang biasa digunakan untuk polymer flooding yaitu Xanthan Gum (Abidin, Puspasari, & Nugroho, 2012). *Xanthan gum* bersifat ionik dan polar, lebih tahan terhadap degradasi mekanis dan kimia dibandingkan *polyacrylamides* (Widyarso, Swadesi, Wibowo, & Sudarmoyo, 2006).

Hidrokoloid ialah komponen polimer yang berasal dari tumbuhan, hewan, mikroba ataupun komponen sintetik yang umumnya mengandung hidroksil. Hidrokoloid dapat larut dalam air, mampu membentuk koloid, dan dapat mengentalkan atau membentuk gel dari suatu larutan. Karena karakteristik yang dimiliki, biasanya hidrokoloid dimanfaatkan sebagai pembentuk gel, pengental, emulsifier, perekat, penstabil, dan pembentuk lapisan film (Herawati, 2018).

Cincau hitam atau biasa disebut jenggalan (*Mesona palustris BL*) mengandung hidrokoloid yang berfungsi sebagai pembentuk gel, namun pembentukan gel pada pada cincau hitam merupakan suatu fenomena yang unik, dimana komponen pembentuk gel (KPG) cincau hitam tidak dapat berdiri sendiri, perlu adanya penambahan pati atau mineral tertentu salah satunya tapioka (Nuriani, Sunarto, & Lucyana, 2000). Menurut Boonjing & Ruttarattanamongkol, (2020) kandungan polisakarida cincau hitam dalam pembentukan gel dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kondisi ekstraksi, konsentrasi, campuran pati, dan pemilihan bagian tanaman.

Tapioka dipilih karena telah banyak dipakai sebagai bahan campuran dalam pembuatan gel cincau hitam, tapioka memiliki karakteristik gel yang cukup kuat, dimana tapioka memiliki kandungan amilosa dan amilopektin cukup yang tinggi, yaitu 17% amilosa dan 83% amilopektin

Cincau hitam (*Mesona palustris BL*) dan tapioka dapat dijadikan sebagai salah satu bahan pembuatan polimer karena mudah didapat dan ekonomis. Proses pembuatan cincau hitam menjadi polimer dimulai dari pembuatan komponen pembentuk gel (KPG), pencampuran dengan tapioka dan pencampuran dengan *brine*. Cincau hitam memiliki kandungan kandungan hidrokoloid yang berfungsi sebagai pembentukan gel (Nuriani et al., 2000), sehingga bisa dijadikan bahan baku dalam pembuatan polimer. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi polimer alternatif terbaru sebagai opsi *polymer flooding* dengan mengetahui karekteristik seperti kompatibilitas, densitas dan viskositas.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan dari penelitian ini:

1. Mengetahui kompatibilitas dari kombinasi cincau hitam dan tapioka terhadap salinitas air formasi (*brine*) sebesar 5.000, 30.000 dan 60.000 ppm dengan konsentrasi polimer 1.000, 2.000 dan 3.000 ppm
2. Mengetahui densitas, viskositas dan *gelation time* dari kombinasi cincau hitam dan tapioka sebagai polimer alternatif
3. Membandingkan hasil uji karakteristik polimer alternatif dari kombinasi cincau hitam dan tapioka terhadap polimer komersil (*xanthan gum*).

### 1.3 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat dari penelitian ini:

1. Mengidentifikasi polimer terbarukan yang mudah di olah dan diperoleh disekitar alam yang terbuat dari bahan dasar cincau hitam sebagai bahan baku polimer alternatif untuk dapat digunakan sebagai polymer flooding pada produksi minyak tahap tersier.
2. Diharapkan bisa sebagai penelitian awal dan acuan untuk penelitian mengenai polimer alternatif berbahan dasar cincau hitam.

### 1.4 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang diharapkan, diantaranya sebagai berikut:

1. Pengujian hanya dilakukan pada konsentrasi salinitas 5000 ppm, 30000 ppm dan 60000 ppm
2. Pengujian kompatibilitas dan densitas hanya di lakukan pada konsentrasi polimer 1000, 2000 dan 3000 ppm
3. Pengujian temperatur hanya dilakukan pada 70 °C dan 80 °C
4. Menggunakan *xanthan gum* selaku polimer komersil sebagai pembanding terhadap polimer alternative demi mengetahui perbedaan uji karakteristik kombinasi cincau hitam dan tapioka
5. Tidak terdapat pembahasan keekonomiaan penggunaan polimer berbahan dasar cincau hitam dan *xanthan gum* dalam penelitian ini.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

ALLAH SWT berfirman dalam surat Al-baqarah ayat 22 yang berisi tentang pemanfaatan sumber daya alam

“(Dialah) yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap, dan Dialah yang menurunkan air (hujan) dari langit, lalu Dia hasilkan dengan (hujan) itu buah-buahan sebagai rezeki untukmu. Karena itu janganlah kamu mengadakan tandingan-tandingan bagi Allah, padahal kamu mengetahui.”

Firman ALLAH SWT ini menjelaskan bahwa telah disediakan segala sumber daya alam untuk dimanfaatkan oleh manusia, agar manusia dapat mengembangkannya dengan cara yang baik, sehingga bisa dimanfaatkan untuk kepentingan orang banyak. Jika dikaitkan dengan penelitian ini, firman ALLAH pada surah Al-baqarah ayat 22 tersebut berkaitan tentang pemanfaatan daun cincau hitam dan tapioka sebagai bahan alternatif polimer untuk industry migas, sehingga apabila nantinya bisa dikembangkan, maka para petani cincau hitam dan tapioka akan mendapatkan pasar yang lebih luas dalam menjual hasil kebunnya.

Menurut Kokal et al., (2010) *Enhanced Oil Recovery* merupakan perolehan minyak yang dilakukan setelah *secondary recovery* tidak mampu lagi meningkatkan jumlah perolehan minyak sehingga proyek tidak lagi ekonomis untuk diproduksi dengan metode tersebut. Berdasarkan data SKKMIGAS rata-rata lapangan minyak di Indonesia merupakan lapangan tua yang sudah berproduksi lebih 20 tahun. Aplikasi penggunaan *primary recovery* dan *secondary recovery* seperti *artificial lift* dan *waterflooding* hanya mencapai 5% - 30%, sedangkan jumlah cadangan minyak masih banyak yaitu sekitar 50 *billion* barrel. Perusahaan migas di Indonesia mulai mengembangkan penggunaan kegiatan EOR untuk meningkatkan perolehan minyak hingga mencapai 65% dari OOIP (*Original Oil in Place*). Kegiatan EOR yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah *steamflooding* dan *chemical injection*. *Steamflooding* mulai digunakan di Indonesia sejak tahun 1957 dan *chemical injection* pada tahun 1980 (Abdurrahman, Novriansyah, & Khalid, 2016)

## 2.1 STATE OF THE ART

Pada bagian *State Of The Art*, dapat dilihat beberapa hasil penelitian terdahulu dalam pemanfaatan cincau hitam, yang mana dapat dijadikan acuan dalam melakukan penelitian ini, agar dapat menciptakan suatu inovasi baru, sehingga dapat menghindari terjadinya pengulangan penelitian, dimana dapat dilihat pada table berikut

**Tabel 2. 1 State Of The Art**

No	Judul Penelitian	Bahan baku	Metode Produksi	Hasil dan Pemanfaatannya
1	Ekstraksi Komponen Pembentuk Gel Cincau Hitam dan Karakteristik Gelatinisainya (Nuriani et al., 2000)	Daun Cincau Hitam kering	Ekstraksi hingga menjadi bubuk KPG dan diolah menjadi Gel cincau hitam dengan perbandingan KPG dan pati 1:1, 29:1, 14:1, 11:1, 9:1, 7:1, 5:1, 4:1, dan 1:3	Pengujian dengan alat brabender amylograph, semakin tinggi jumlah KPG semakin bagus konsistensi dari gel yang dihasilkan.  Pemanfaatannya: sebagai cincau hitam instan untuk pembuatan gel
2	Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Cincau Hitam Terhadap Karakteristik Fisikokimia Gel Cincau Hitam (Firdhauzi et al., 2019)	Daun Cincau Hitam	Pembuatan gel cincau hitam dan dilakukan pengujian pH, Viskositas, total padatan terlarut dan pengujian tekstur	Asam organic dan pektin yang terdapat pada cincau hitam berpengaruh terhadap pH pelarut cincau hitam. Viskositas dipengaruhi oleh total padatan yang terlarut serta pH pelarut. Tekstur gel dipengaruhi nilai oleh pH dan penambahan pati tapioka.  Pemanfaatannya: Pembuatan cincau hitam.

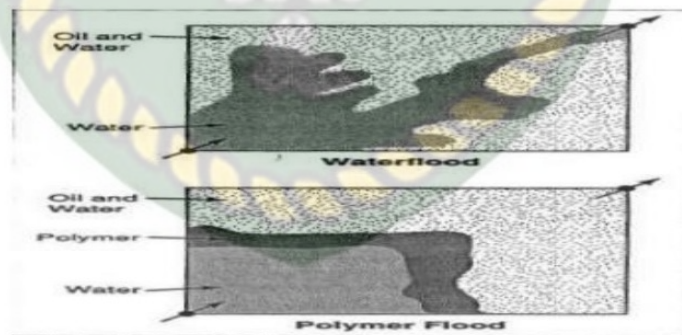
3	Pengaruh Penggunaan Berbagai Basa Dan Pati Dalam Pembuatan Cincou Hitam Instant Terhadap Sifat-sifat Fisik Gel Yang Dihasilkan(A, Kartikaningrum et al., 2001)	Cincou Hitam	Pembuatan gel cincou hitam dengan berbagai basa dan pati	<p>Penggunaan basa bervalensi dua untuk ekstraksi menghasilkan gel cincou hitam instan dengan breaking strength yang lebih tinggi dibandingkan dengan basa monovalent, dengan nilai sineresis yang lebih besar, tetapi elastisitasnya mempunyai nilai yang hampir sama. Pati dengan kandungan amilosa yang tinggi dapat membuat gel yang tegar dan breaking strength yang lebih tinggi.</p> <p>Pemanfaatannya: Untuk pembuatan cincou instan</p>
4	Pengaruh Jenis Hidrokoloid Terhadap Tekstur Gel Cincou Hitam(Nuraini et al., 2000)	Cincou Hitam	Pembuatan gel cincou hitam dengan tambahan hidrokoloid Gum arab, Kappa karagenan dan asam alginat	<p>Adanya hidrokoloid lain dalam pembentukna gel cincou hitam sangat mempengaruhi sifat-sifat gel yang terbentuk. Penambahan jumlah dan jenis hidrokoloid yang tepat akan dapat meningkatkan sifat-sifat tekstur gel cincou hitam</p> <p>Pemanfaatan:</p>

				Pembuatan cincau hitam instan
5	Pengaruh Jenis Pengekstrak dan Jenis Pati Terhadap Sifat Gel Cincau Yang Dibuat Ddengan Ekstrasi dan Pemasakan Optimal(Nusantoro, Haryadi, & Supriyadi, 1998)	Cincau Hitam	Pembuatan gel cincau hitam dengan berbagai macam pati	Lama optimal ekstraksi janggelan dengan basa NaOH (pH 11) adalah 60 menit dan dengan abu qi 4 % adalah 70 menit. Lama optimal pemasakan gel pada ekstraksi dengan NaOH untuk tapioka, aen, dan sagu berturut-turut 70, 40, dan 50 detik. Sedangkan pada ekstraksi dengan abu qi untuk tapioka, aren, dan sagu berturut-turut; 60, 40, dan 50 detik.  Nilai rata-rata <i>breaking strength</i> gel cincau hitam yang tertinggi dihasilkan dari ekstraksi dengan abu qi 4% dan pati aren sebesar 39,622 N

Dari beberapa penelitian diatas, belum ada penelitian yang menjadikan daun cincau hitam untuk dijadikan polimer sebagai alternatif yang bisa digunakan untuk polymer flooding. Pada penelitian ini, peneliti akan membuat alternatif polimer dari daun cincau cincau hitam dengan melihat karakteristik seperti densitas, kompatibilitas, viskositas dan *gelation time* dari polimer kombinasi cincau hitam dan tapioka

## 2.2 Polymer Flooding (Injeksi Polimer)

Polimer injeksi merupakan salah satu metode EOR yang tepat diaplikasikan untuk meningkatkan perolehan oil recovery ketika metode peinjeksian air (*waterflooding*) menunjukkan ketidakefektifan dalam meningkatkan perolehan minyak dan meningkatnya produksi air pada saat *water breakthrough* (Widyarso et al., 2006). Pada dasarnya injeksi polimer sendiri berfungsi sebagai *mobility control agent* untuk merubah *waterflooding* menjadi *polymerflooding*, dimana air yang diinjeksikan akan mengalami perubahan secara fisik yang menyebabkan terjadinya peningkatan nilai viskositas fluida pendesak (Rita, 2012). Hal ini dapat meningkatkan perolehan *oil recovery*, ditandai dengan turunnya *mobility ratio* air terhadap minyak dan meningkatnya *sweep efficiency*. Ketika peinjeksian polimer, terlebih dahulu perlu dilakukan metode pengaplikasian polimer yaitu dengan cara *mixing* polimer ke dalam air (*fresh water*) (Rahmanto et al., 2017)



**Gambar 2. 1** Daerah penyapuan injeksi air dan polimer (Pramadika, Kasmungin, & Kartika, 2015)

Gambar di atas merupakan daerah penyapuan injeksi air (*waterflooding*) dan injeksi polimer (*polymerflooding*). Menggambarkan bahwa penyapuan injeksi polimer dapat memberikan penyapuan yang lebih baik dibandingkan dengan injeksi

air saja (Pramadika et al., 2015). Konsep dari injeksi polimer sendiri yaitu meningkatkan viskositas air sehingga menurunkan mobilitas air dan meningkatkan *sweep efficiency* (Usman, 2011). Pada lapangan Daqing Oil Field pernah di aplikasikan *polymerflooding* dengan konsentrasi 1000, 1500 dan 2000 dengan salinitas *brine* mencapai 20000 ppm, dimana didapatkan kenaikan *recovery factor* sebesar 10-20% (Jiang et al., 2009). Menurut Brock & Shiel, (1983) salinitas terbagi menjadi 4 tingkatan diantaranya, *fresh water* <3000 ppm, *slightly saline* 3000-10000, *saline* 3000-35000 dan *hyper saline* >35000 ppm.

Pada dasarnya polimer pada industri minyak dan gas dibagi kedalam dua pembagian utama yaitu biopolimer dan polimer sintetik. Biopolimer yang banyak digunakan di industri minyak dan gas saat ini *xanthan gum* sedangkan polimer sintetik yang banyak digunakan *polyacrylamide* (Audibert-hayet et al., 1999).

*Xanthan gum* merupakan polisakarida yang banyak digunakan sebagai bahan tambahan makanan dan merubah reologi, *xanthan gum* berasal dari fermentasi glukosa atau sukrosa oleh bakteri *xanthomonas campestris*. Sedangkan pada industri minyak dan gas *xanthan gum* digunakan sebagai pengental lumpur pemboran dan juga bahan baku injeksi polimer (Chang, Im, Kharis, & Cho, 2015).

*Polyacrylamide* merupakan *polymer* sintetik yang telah banyak di aplikasikan dalam industri minyak dan gas karena biayanya yang rendah dan kemampuannya menghasilkan viskositas injeksi yang tinggi (Audibert-hayet et al., 1999). Namun *Polyacrylamide* memiliki kekurangan yaitu rentan terhadap kondisi reservoir yang keras termasuk salinitas tinggi, gaya geser dan suhu yang menurunkan kualitas polimer dan mempengaruhi kinerjanya dalam EOR (Corredor, Maini, Husein, & Engineering, 2018).

### 2.3 Polimer Alternatif

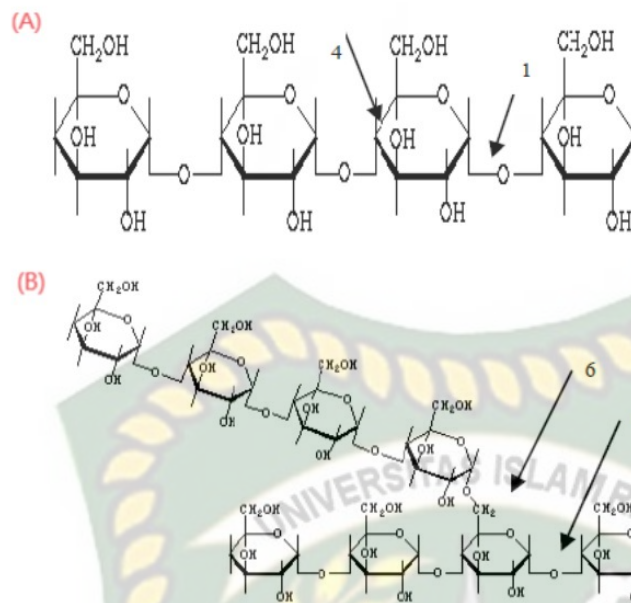
Berdasarkan data penelitian Cholilie (2018) tentang Analisis Kelayakan Finansial Agroindustri Bubuk Cincau Hitam, pada tahun 2010 produksi cincau hitam kering di Jawa Timur mencapai 568 ton pertahun. Tentunya dengan produksi yang besar tersebut akan lebih mudah untuk mendapatkan cincau hitam atau janggolan sebagai bahan baku polimer alternatif

Sebelumnya telah banyak yang melakukan penelitian tentang cincau hitam, namun hanya sebatas memanfaatkan cincau hitam sebagai olahan pangen, belum ada penelitian yang menjadikan cincau hitam sebagai bahan baku biopolimer.

Cincau hitam atau janggolan mempunyai kandungan hidrokoloid yang dapat membentuk gel (Nusantoro et al., 1998) Menurut Herawati (2018) hidrokoloid merupakan komponen polimer yang berasal dari tumbuhan, hewan, mikroba ataupun komponen sintetik yang umumnya mengandung hidroksil. Hidrokoloid dapat larut dalam air, mampu membentuk koloid, dan dapat mengentalkan atau membentuk gel dari suatu larutan. Karena karakteristik yang dimiliki, biasanya hidrokoloid dimanfaatkan sebagai pembentuk gel, pengental, emulsifier, perekat, penstabil, dan pembentuk lapisan film.

Kandungan polisakarida cincau hitam dalam pembentukan gel dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kondisi ekstraksi, konsentrasi, campuran pati, dan pemilihan bagian tanaman (Boonjing & Ruttarattanamongkol, 2020). Menurut Nuraini et al., (2000) pembentukan gel pada cincau hitam merupakan suatu fenomena yang unik, dimana komponen pembentuk gel (KPG) cincau hitam tidak dapat berdiri sendiri, perlu adanya penambahan pati atau mineral tertentu salah satunya tapioka.

Tapioka dipilih karena telah banyak dipakai sebagai bahan campuran dalam pembuatan gel cincau hitam, tapioka memiliki karakteristik gel yang cukup kuat, dimana tapioka memiliki kandungan amilosa dan amilopektin cukup yang tinggi, yaitu 17% amilosa dan 83% amilopektin (Herawati, 2012). Amilosa dan amilopektin merupakan komponen utama penyusun pati yang berperan dalam terbentuknya gel (Artati & P.A., 2006).



**Gambar 2. 2** struktur rantai molekul Amilosa (A) dan Amilopektin (B) (Nisah, 2017)

Kandungan amilosa dan amilopektin berpengaruh terhadap pengaplikasiannya dalam industri, kadar amilosa yang tinggi berpengaruh dalam pembentukan gel dan *film* yang kuat, sedangkan kadar amilopektin berpengaruh terhadap viskositas, kestabilan dan kekuatan mengentalkan yang tinggi. Rasio amilosa dan amilopektin berpengaruh terhadap derajat gelatinisasi, kandungan amilosa yang rendah menunjukkan suhu gelatinisasi yang tinggi, hal ini di pengaruhi kekuatan ikatan hydrogen amilosa yang lebih besar karena jumlah rantai lurus yang besar dalam granula (Pramesti, Siadi, & Cahyono, 2015).

## 2.4 Pengujian Polimer Kombinasi Cincau Hitam dan Tapioka

Sebelum menginjeksikan polimer kedalam reservoir tentunya perlu melakukan pengujian terhadap polimer agar mengetahui karakteristik dari polimer itu sendiri, seberapa baik polimer dari cincau hitam untuk dapat dikembangkan menjadi salah satu opsi *polymerflooding*. Adapun pengujian dari penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

### 2.4.1 Pengujian Kompatibilitas Polimer

Uji kompatibilitas polimer pada *thermal stability* bertujuan mengetahui *resistensi* polimer apabila diberikan suhu reservoir yang berkisar antara 60-94°C (Yasahardja et al., 2018), keberhasilan pengujian kompatibilitas dapat dilihat dari

tidak adanya endapan yang terbentuk pada larutan (Hestuni Eni, Suwartiningsih, & Sugihardjo, 2008)

#### 2.4.2 Pengujian Densitas Fluida

Densitas atau berat jenis larutan dapat diukur menggunakan piknometer, nilai densitas larutan dinyatakan dalam satuan gram per mili-liter atau (gr/ml) (Aini & Tjahjani, 2013).

#### 2.4.3 Pengujian Viskositas Polimer

##### 1. Shear Rate dan Shear Stress

*Shear rate* dan *shear stress* merupakan implementasi dari pergeseran dan pergesekan fluida pada saat diinjeksikan, agar mengetahui nilai *shear rate* dan *shear stress* larutan polimer dalam skala laboratorium dapat menggunakan alat yang bernama Fann VG Meter. Dimana nanti akan didapatkan hasil dari setiap pembacaan skala (*dial*) pada Fann VG Meter yang digunakan untuk mengetahui nilai *shear rate* dan *shear stress* (Wicaksono & Yuliansyah, 2015) Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan harga *shear stress* dan *shear rate*-nya sebagai berikut :

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

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

Dimana:

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

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

Rpm : *revolution per minute* dari rotor

C : *dial reading, derajat*

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

Pada dasarnya viskositas adalah keengganan fluida untuk mengalir. Viskositas terbagi menjadi dua, yaitu dinamik dan kinematic. Fluida pada penelitian ini bersifat fluida non-newtonian, maka perlu diketahui viskositas dinamiknya. Fluida non-newtonian memiliki viskositas yang tidak konstan. Untuk mengetahui nilai

viskositas pada fluida non-newtonian terlebih dahulu harus diketahui nilai *shear rate* dan *shear stress* kemudian data tersebut dapat digunakan untuk menghitung *Apparent viscosity* dengan menggunakan persamaan (3). (Wicaksono & Yuliansyah, 2015). Hubungan antara *shear rate* terhadap viskositas adalah berbanding terbalik, semakin tinggi *shear rate* maka semakin rendah viskositasnya, karena friksi yang disebabkan oleh gesekan permukaan larutan polimer dengan penampang dalam penelitian ini yaitu Rotor pada fann vg meter.

$$\mu_a = \left[ \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \right] \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

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

#### 2.4.4 Pengujian *Gelation Time*

Menurut Frigrina et al., (2017) pengujian *gelation time* dapat dilakukan menggunakan metode *bottle test*, Berikut merupakan prosedur pengujian *gelation time*.

1. Masukkan larutan polimer yang telah dilakukan uji kompatibilitas dan dinyatakan kompatibel kedalam tabung reaksi.
2. Masukkan tabung reaksi yang berisi larutan polimer kedalam *waterbath* dengan suhu pengujian.
3. Lakukan pemeriksaan setiap 15 menit sekali untuk melihat apakah sudah terbentuk terjadi proses gelatinisasi

## BAB III METODE PENELITIAN

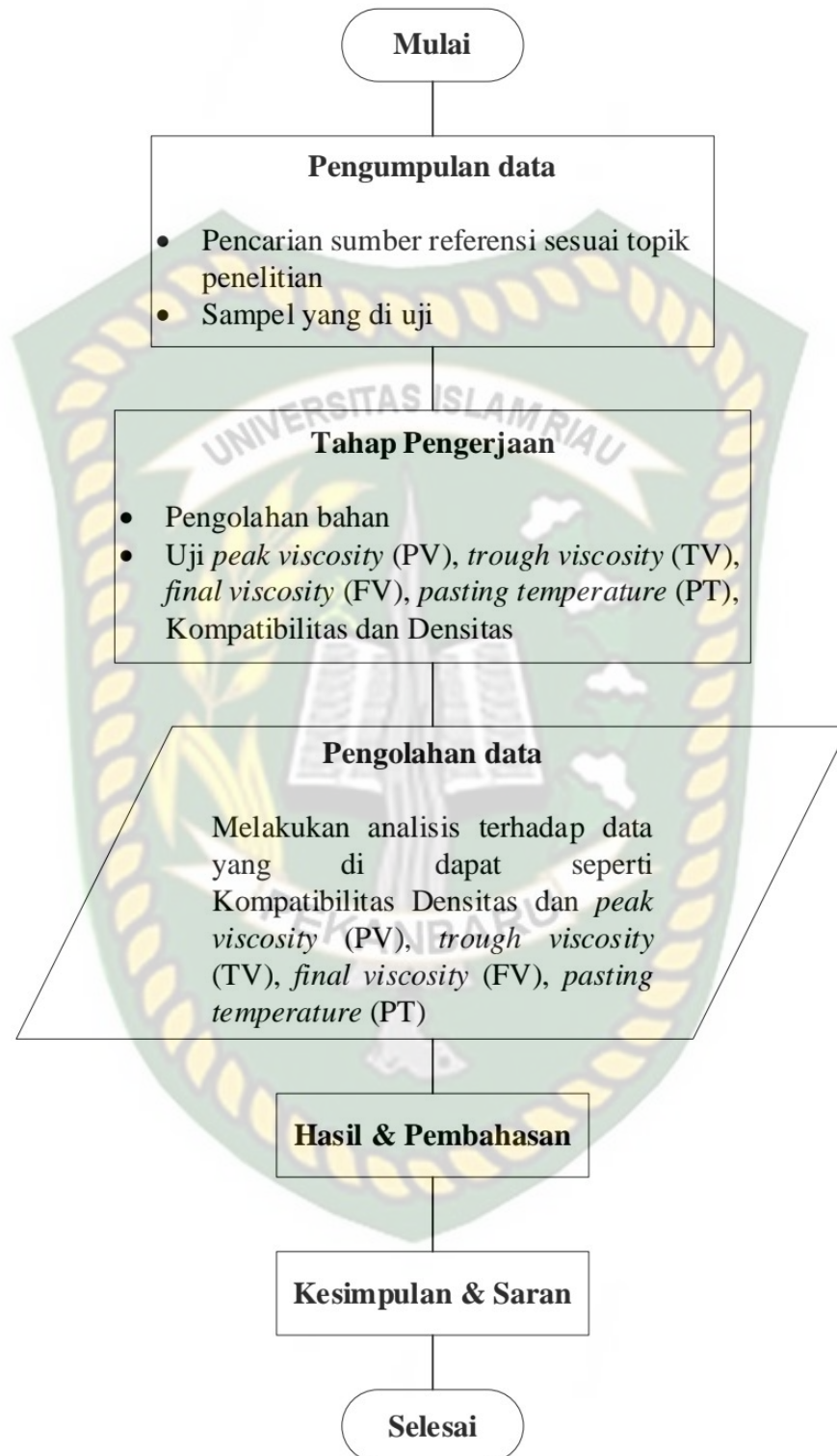
### 3.1 Uraian Metode Penelitian

Judul dari penelitian ini yaitu Uji Karakteristik Dasar Biopolimer Dari Kombinasi Cincau Hitam dan Tapioka Untuk Produksi Minyak Tahap Tersier. Dimana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui densitas serta kompatibilitas, viskositas dan *gelation time* dari polimer kombinasi cincau hitam dan tapioka dan membandingkan hasil tersebut dengan polimer komersil (*xanthan gum*) yang digunakan saat ini. Penelitian ini akan diadakan di Laboratorium Teknik Perminyakan UIR dan Laboratorium Fakultas Teknik Kimia UNAND. Penelitian ini menggunakan metode berupa *experiment research*. Adapun jadwal kegiatan penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1

**Tabel 3. 1** Jadwal kegiatan penelitian

Rencana Kegiatan	Tahun 2021															
	Juli				Agustus				September				Oktober			
	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 Sampel Cincau Hitam dan Tapioka Menjadi Polimer																
Kompatibilitas, densitas, Viskositas dan Gelatinisasi																
Pengolahan Data																
Analisis Hasil Penelitian dan Pembahasan																

### 3.2 Flowchart



### 3.3 Alat dan Bahan

Berikut ini merupakan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian kali ini untuk menentukan densitas, kompatibilitas, viskositas dan *gelation time* dari larutan polimer berbasis alam dari cincau hitam dan tapioka:

#### 3.1.1 Alat

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian kali ini diantaranya Sebagian berikut :

- |                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| 1. Blender                 | 7. Piknometer        |
| 2. <i>Waterbath</i>        | 8. Saringan          |
| 3. <i>Oven</i>             | 9. Fann VG Meter     |
| 4. <i>Magnetic stirrer</i> | 10. <i>Stopwatch</i> |
| 5. Neraca digital          | 11. Tabung reaksi    |
| 6. Heater                  | 12. Thermometer      |

#### 3.1.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Daun cincau hitam
2. Tapioka
3. *Aquadest*
4. NaCl (*brine*)
5. *Xanthan gum*

### 3.4 Prosedur Penelitian

Berikut adalah langkah percobaan yang dilakukan pada penelitian ini:

#### 3.4.1 Pembuatan Larutan Polimer Cincau Hitam

Langkah pertama yang harus dilakukan untuk menentukan kompatibilitas, densitas dan viskositas dari polimer ini adalah dengan mengolah bahan ekstrak daun cincau hitam dan tapioka menjadi polimer. Adapun Langkah pertama pembuatan *gel* cincau hitam yaitu dengan pembuatan bubuk komponen pembentuk gel (KPG), proses pembuatan KPG dilakukan mengikuti penelitian Nuraini et al (2000), pertama daun cincau hitam dipotong-potong dan di rebus dalam air yang mengandung soda abu 1-10% (b/b) dari berat tanaman kering selama 4 jam. Hasil perebusan disaring dan dilakukan pengepresan lalu di tambahkan etanol dalam volume yang sama dan dibiarkan selama 2 jam sampai terbentuk gumpalan yang

kemudian dikeringkan di oven dengan suhu 70-75 °C hingga kering, lalu dilakukan penumbukan hingga diperoleh bubuk KPG. Selanjutnya kombinasi KPG dan tapioka siap untuk dijadikan polimer dengan perbandingan KPG 1:1 dengan tapioka. Lalu pembuatan larutan polimer dengan Langkah sebagai berikut :

### 3.4.1 Pembuatan Larutan *brine*

Pada penelitian ini menggunakan 3 konsentrasi larutan *brine* yaitu 5000, 30.000, dan 60.000 ppm dengan volume *aquadest* 500 ml. Berikut contoh proses pembuatan larutan *brine* dengan salinitas 5.000 ppm :

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

1. Menyiapkan dan mengisi *aquadest* kedalam gelas ukur sebanyak 500 ml
2. Menimbang NaCl (solid) dengan wadah kaca arloji seberat 2,5 gr pada neraca digital.
3. Letakkan gelas kimia di atas *magnetic stirrer* dengan kecepatan mengaduk yang diinginkan hingga larutan NaCl dan *aquadest* menjadi homogen
4. Setelah pencampuran sempurna tuang larutan *brine* ke dalam botol
5. Ulangin tahapan tersebut dengan konsentrasi 30.000 dan 60.000 ppm

### 3.4.2 Pengujian Kompatibilitas Polimer

Proses pengujian kompatibilitas dilakukan mengikuti prosedur penelitian Eni, Suwartiningsih, & Sugihardjo (2008). Konsentrasi larutan polimer yang digunakan pada pengujian ini yaitu 1000, 2000 dan 3000 ppm, dengan zat pelarutnya larutan *brine* yang telah dibuat sebelumnya. Berikut merupakan tabel kombinasi konsentrasi salinitas dan polimer yang akan di uji.

**Tabel 3. 2** tabel simulasi pengujian konsentrasi polimer dan salinitas

Konsentrasi Salinitas (ppm)	Konsentrasi Polimer (ppm)
5000	1000
	2000
	3000
30000	1000
	2000
	3000

**Tabel 3. 3** Sambungan tabel 3.2

Konsentrasi Salinitas (ppm)	Konsentrasi Polimer (ppm)
60000	1000
	2000
	3000
5000	1000
	2000
	3000
30000	1000
	2000
	3000
60000	1000
	2000
	3000

Sebagai contoh membuat larutan polimer kombinasi cincau hitam dan tapioka terhadap larutan brine dengan konsentrasi 1000 ppm:

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

1. Mengisi gelas ukur dengan larutan brine sebanyak 500 ml
2. Menimbang kombinasi cincau hitam dan tapioka seberat 0,5 gr dengan perbandingan 1:1 pada neraca digital.
3. Letakan gelas kimia di atas magnetic stirrer dengan suhu 70 – 80°C dengan kecepatan pengadukan yang diinginkan hingga tampak terjadi pembentukan gel dan larutan tercampur sempurna.
4. Setelah itu masukan larutan kedalam botol.
5. Ulangi proses pembuatan larutan polimer tersebut pada konsentrasi 2000 dan 3000 ppm, dengan hasil perhitungan yang ditunjukkan pada tabel berikut:

**Tabel 3. 4** Perhitungan massa polimer

Konsentrasi polimer (ppm)	Massa polimer (gr)
1000	0,5

2000	1
3000	1,5

6. Memasukkan setiap sampel polimer kedalam masing-masing tabung reaksi sebanyak 10 ml, kemudian ditutup dengan *aluminium foil* untuk mencegah terjadinya penguapan.
7. Memasukkan tabung reaksi yang berisi sampel polimer kedalam oven agar dapat menguji *thermal stability* dengan rekayasa temperatur reservoir 70 dan 80 °C selama 3 jam.
8. Setelah dipanaskan, amati hasil yang terjadi pada larutan polimer.
9. Larutan yang kompatibel dilanjutkan dengan pengujian viskositas.

### 3.4.3 Pengujian Densitas Larutan Polimer Menggunakan Piknometer

Berdasarkan penelitian Aini & Tjahjani (2013) prosedur pengukuran densitas larutan dengan menggunakan alat piknometer dijelaskan sebagian berikut:

1. Siapkan piknometer dengan volume 25 ml atau 50 ml.
2. Timbang piknometer dalam keadaan kosong.
3. Isi piknometer dengan air hingga penuh kemudian tutup.
4. Timbang massa piknometer yang berisi air dengan timbangan digital lalu catat hasilnya
5. Ulangi prosedur tersebut pada sampel polimer lainnya yang ingin di uji densitasnya.

Setelah dilakukan pengukuran pada piknometer, maka data yang didapatkan pada saat pengukuran akan digunakan untuk menghitung densitas menggunakan persamaan berikut :

$$\rho_1 = \frac{m_1}{m_2} \rho_2 \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

- $m_1$  : Masa sampel didalam piknometer, gr  
 $\rho_1$  : Densitas sampel didalam piknometer, gr/ml  
 $m_2$  : Masa *water* didalam piknometer, gr  
 $\rho_2$  : Densitas *water* (1 gr/ml) didalam piknometer, gr/ml

### 3.4.4 Pengujian Viskositas Polimer

#### 1. Tentukan nilai *Shear stress* dan *Shear rate* menggunakan Fann VG Meter

Menurut penelitian Wicaksono, Sutijan, & Yuliansyah (2015) nilai *shear rate* dan *shear stress* larutan polimer dapat diketahui dengan prosedur dibawah ini:

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

Berikut merupakan simulasi kombi

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

Untuk mengetahui nilai viskositas pada fluida non-newtonian dapat digunakan persamaan *Apparent viscosity* seperti yang terlihat pada persamaan (3) dimana untuk mengetahui nilai *Apparent viscosity* diperlukan data pembacaan skala (*dial*) yang digunakan untuk perhitungan *shear stress* dan *shear stress* pada Fann VG Meter.

### 3.4.5 Pengujian Gelation time

Menurut Frigrina, Kasmungin, dan Mardiana (2017) pengujian *gelation time* dapat dilakukan menggunakan metode *bottle test*. Berikut merupakan prosedur pengujian *gelation time* :

1. Masukkan sampel polimer yang kompatibel pada tabung reaksi lalu di tutup dengan alumunium foil.
2. Masukkan tabung reaksi kedalam *waterbath* dan atur suhu pada temperatur 70 dan 80°C
3. Lakukan pemeriksaan setiap 15 menit untuk mengamati waktu terjadinya gelatinisasi



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kompatibilitas Polimer

Pengujian kompatibilitas pada larutan polimer merupakan uji *screening* awal untuk mengetahui apakah larutan polimer tersebut layak untuk di lakukan injeksi polimer. Uji Kompatibilitas dilakukan untuk mengetahui apakah larutan polimer *compatible* apabila dilarutkan pada larutan garam (*brine*). Menurut Hastuti Eni, Suwatiningsih, & Sugihardjo (2008) kadar kegaraman atau salinitas merupakan factor yang sangat berpengaruh terhadap larutan polimer, keberhasilan pengujian kompatibilitas dapat dilihat dari bentuk fisik larutan apakah terdapat emulsi atau endapan. Uji *thermal stability* dilakukan untuk mengetahui ketahanan polimer terhadap suhu reservoir yang berkisar antara 60-94°C, pengujian *thermal stability* dilakukan agar mengetahui apakah polimer memiliki stabilitas *thermal* yang baik untuk menghindari kemungkinan larutan polimer tersebut mengendap dipori baruan reservoir sehingga dapat menutup pori dan efisiensi penyapuan berkurang (Syed, Idris, Mohshim, Yekeen, & Buriro, 2019). Dibawah ini merupakan data kompatibilitas yang didapat pada pengujian laboratoirum.

**Tabel 4. 1** Hasil Kompatibilitas Polimer Cincau Hitam & Tapioka

Konsentrasi Salinitas	Konsentrasi Polimer	Keadaan Larutan	
		70°C	80°C
5000 ppm	1000 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan
	2000 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan
	3000 ppm	Seperti kabut, ada endapan	Seperti kabut, ada endapan
30.000 ppm	1000 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan
	2000 ppm	Seperti kabut, ada endapan	Seperti kabut, ada endapan

	3000 ppm	Seperti kabut, ada endapan	Seperti kabut, ada endapan
60.000 ppm	1000 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan
	2000 ppm	Seperti kabut, ada endapan	Seperti kabut, ada endapan
	3000 ppm	Seperti kabut, ada endapan	Seperti kabut, ada endapan

**Tabel 4. 2** Hasil Kompatibilitas Polimer Xanthan Gum

Konsentrasi Salinitas	Konsentrasi Polimer	Keadaan Larutan	
		70°C	80°C
5000 ppm	1000 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan
	2000 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan
	3000 ppm	Seperti kabut, ada endapan	Seperti kabut, ada endapan
30.000 ppm	1000 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan
	2000 ppm	Seperti kabut, ada endapan	Seperti kabut, ada endapan
	3000 ppm	Seperti kabut, ada endapan	Seperti kabut, ada endapan
60.000 ppm	1000 ppm	Jernih, tidak ada endapan	Jernih, tidak ada endapan
	2000 ppm	Seperti kabut, ada endapan	Seperti kabut, ada endapan
	3000 ppm	Seperti kabut, ada endapan	Seperti kabut, ada endapan

Larutan polimer dapat dilihat kopatibilitas atau tidaknya setelah dilakukan uji stabilitas *thermal* selama  $\pm$  3 jam dengan temperatur 70 dan 80°C pada masing-masing sampelnya. Berdasarkan **Tabel 4.1** hasil kompatibilitas kombinasi cincau

hitam dan tapioka terdapat 8 sampel larutan polimer yang kompatibel yaitu pada kolom berwarna biru. Sementara pada **Tabel 4.2** hasil kompatibilitas *xanthan gum*, terdapat 8 sampel larutan polimer yang dinyatakan kompatibel yaitu pada kolom berwarna biru. Berdasarkan hasil pengamatan pada **Tabel 4.1** dan **Tabel 4.2** terlihat bahwa kompatibilitas larutan polimer sangat dipengaruhi oleh salinitas larutan dan konsentrasi, dimana semakin tinggi salinitas dan konsentrasi larutan polimer semakin rendah kemungkinan larutan polimer menjadi kompatibel. Kandungan ion pada salinitas yang tinggi menyebabkan terjadinya proses penjumlahan pada polimer itu sendiri. Salinitas merupakan salah satu penyebab terjadinya adsorpsi pada polimer, hal tersebut dikarenakan adanya kandungan garam yang dapat mengendapkan larutan polimer (Verinika, Kasmungin, & Sulistyanto, 2017). Tapioka dan *xanthan gum* sama-sama terbentuk dari glukosa yang mudah terdegradasi oleh suhu dan salinitas tinggi sehingga menyebabkan menurunnya tingkat kompatibilitas larutan kombinasi cincau hitam dan tapioka dan *xanthan gum*. (Widyarso et al., 2006)

#### 4.2 Densitas Polimer

Densitas merupakan berat jenis suatu larutan, pengujian densitas perlu dilakukan agar mengetahui pengaruh temperatur terhadap penambahan konsentrasi polimer yang digunakan. Berikut merupakan hasil perhitungan densitas kombinasi cincau hitam dan tapioka beserta *xanthan gum*

**Tabel 4. 3** Hasil Perhitungan Densitas Cincau Hitam dan Tapioka

Konsentrasi salinitas	Konsentrasi Polimer	Densitas cincau hitam dan tapioka (gr/cm <sup>3</sup> )	
		70°C	80°C
5000 ppm	1000 ppm	1.0036	1.0012
	2000 ppm	1.0104	1.0084
	3000 ppm	1.0172	1.0148
30000 ppm	1000 ppm	1.0281	1.0253
	2000 ppm	1.0325	1.0297
	3000 ppm	1.0381	1.0369
60000 ppm	1000 ppm	1.0421	1.0413
	2000 ppm	1.0449	1.0433

	3000 ppm	1.0494	1.0470
--	----------	--------	--------

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

Konsentrasi Salinitas	Konsentrasi Polimer	Densitas <i>Xanthan Gum</i> (gr/cm <sup>3</sup> )	
		70°C	80°C
5000 ppm	1000 ppm	0,9940	0,9920
	2000 ppm	0,9980	0,9970
	3000 ppm	1,0120	1,0080
30.000 ppm	1000 ppm	1,0206	1,0140
	2000 ppm	1,0220	1,0200
	3000 ppm	1,0260	1,0060
60.000 ppm	1000 ppm	1,0360	1,0340
	2000 ppm	1,0400	1,0380
	3000 ppm	1,0460	1,0420

Berdasarkan data tersebut densitas polimer semakin meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi polimer dan salinitas, hal tersebut dikarenakan bertambahnya massa konsentrasi polimer kedalam zat pelarut. Namun seiring dengan peningkatan temperatur, densitas dari kedua jenis polimer tersebut juga mengalami penurunan, hal tersebut sejalan dengan penelitian Widyarso et al (2006) dimana semakin bertambahnya temperatur menyebabkan jarak antar partikel pada larutan polimer akan semakin menjauh dan menyebabkan densitas mengalami penurunan.

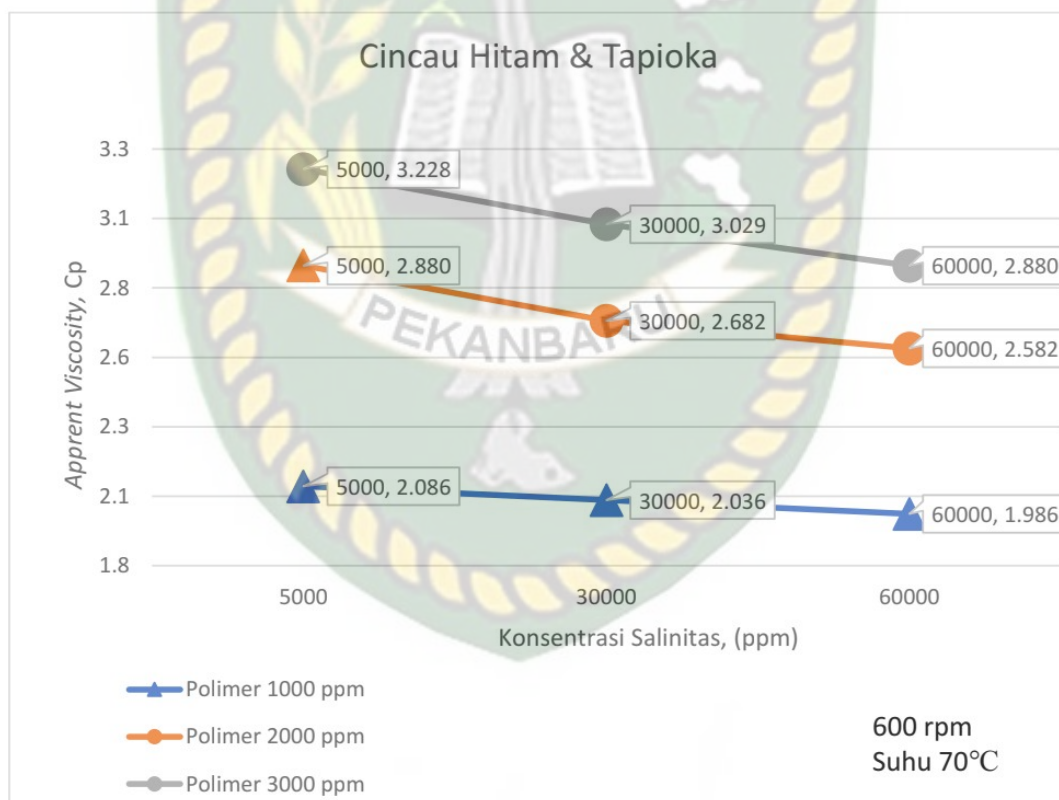
### 4.3 Viskositas Polimer

Pengujian viskositas polimer bertujuan untuk mengetahui tingkat kekentalan polimer, Menurut Widyarso et al (2006) kekentalan atau viskositas larutan polimer sangat berpengaruh untuk dapat mengontrol mobilitas fluida injeksi yang mana bertujuan untuk meningkatkan *sweep efficiency* sehingga polimer dapat medesak minyak dengan baik. Secara harfiah viskositas merupakan keengganan fluida untuk mengalir dengan satuan *centipoise* (cp). Fluida pada penelitian ini bersifat non-newtonian, yang mana viskositas dari fluida akan naik atau turun siring dengan

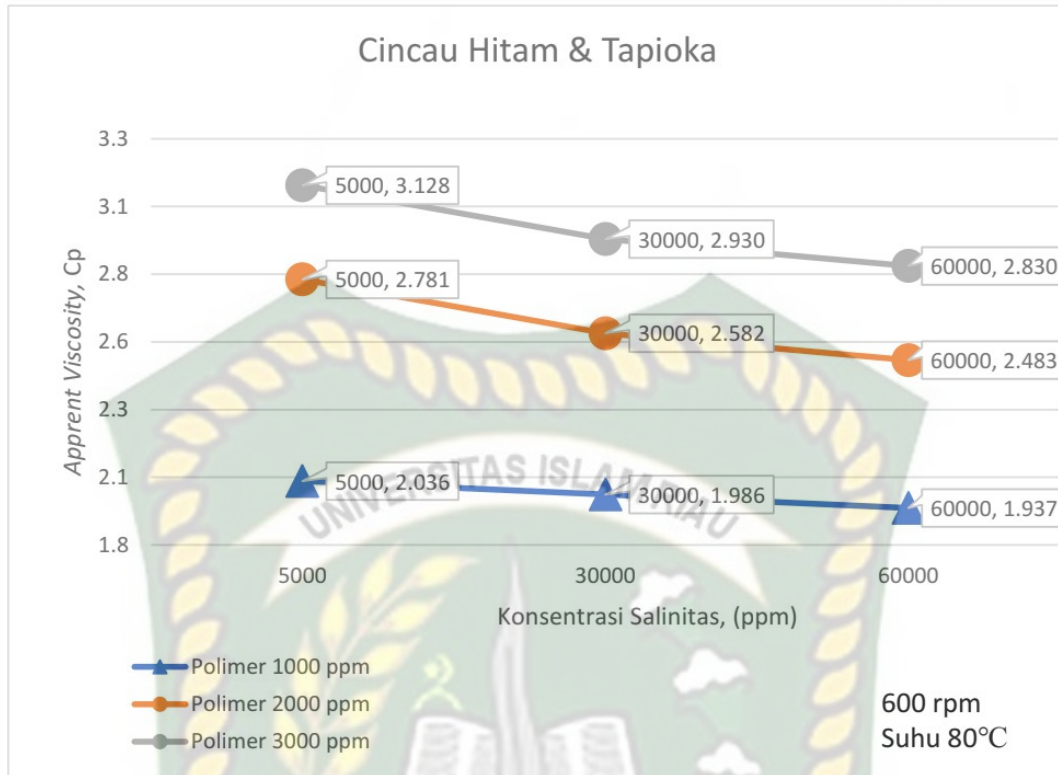
meningkatnya *shear rate*, maka dari itu perlu diketahui viskositas dinamikanya (Wang, Liu, & Gu, 2003). Fluida non-newtonian terbagi menjadi 2 jenis yaitu *Pseudoplastic* dan *Dilatancy*. *Pseudoplastic* merupakan fluida yang mengalami penurunan viskositas seiring dengan meningkatnya *shear rate*, sedangkan *Dilatancy* kebalikan dari *Pseudoplastic* dimana fluida akan mengalami peningkatan viskositas seiring dengan meningkatnya *shear rate* (Hastuti Eni et al., 2008). Viskositas dari fluida non-newtonian tidak konstan, maka dari itu untuk mendapatkan nilai viskositas nyata (*Apparent viscosity*) perlu menggunakan Fann VG meter dengan menggunakan persamaan *shear rate* (Wicaksono & Yuliansyah, 2015).

#### 4.3.1 Pengaruh Salinitas Terhadap Viskositas Polimer

Dibawah ini merupakan grafik pengaruh salinitas terhadap polimer kombinasi cincau hitam dan tapioka :



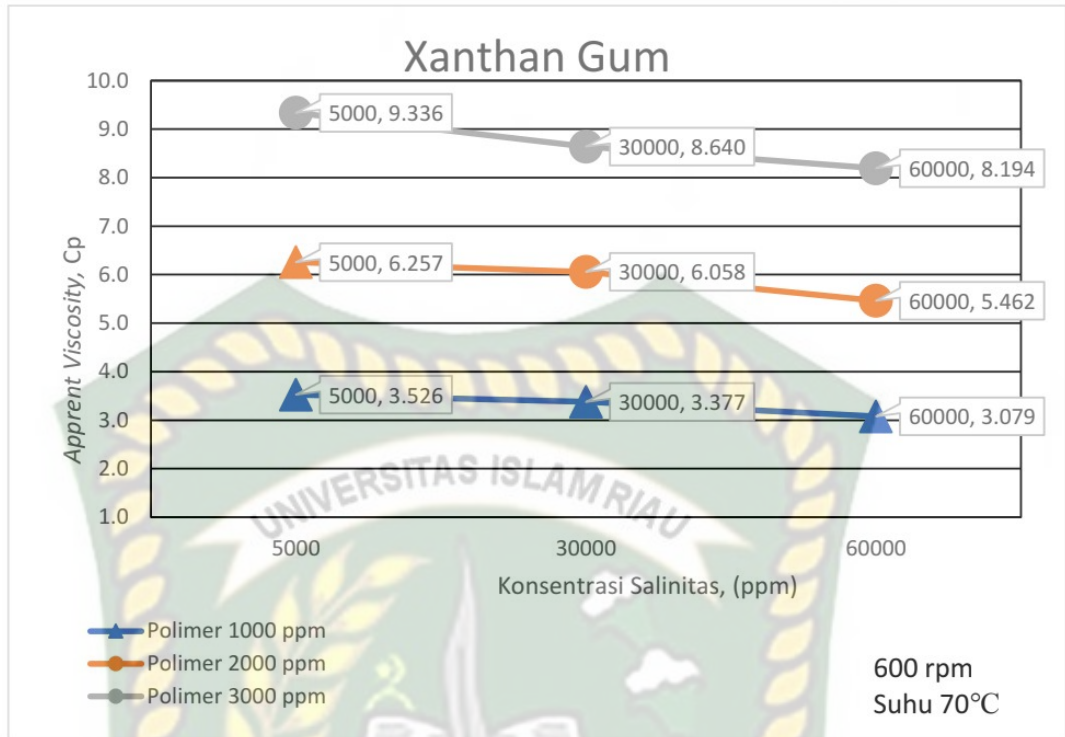
**Gambar 4. 1** Grafik pengaruh konsentrasi salinitas terhadap polimer cincau hitam & tapioka pada suhu 70°C



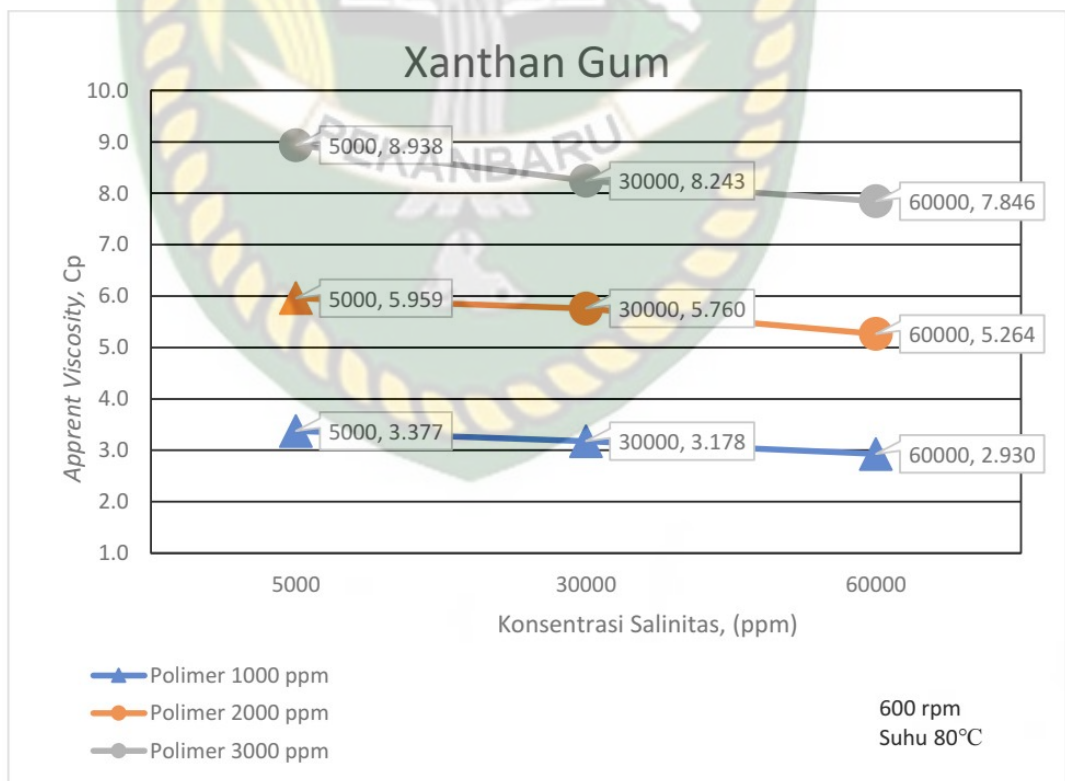
**Gambar 4. 2** Grafik pengaruh konsentrasi salinitas terhadap polimer cincau hitam & tapioka pada suhu 80°C

Berdasarkan grafik pengaruh konsentrasi salinitas terhadap viskositas polimer cincau hitam dan tapioka dengan suhu 70 dan 80°C dengan konsentrasi polimer 1000, 2000 dan 3000 ppm, dan konsentrasi salinitas 5000, 30000 dan 60000 ppm didapatkan 18 jenis sampel larutan polimer cincau hitam dan tapioka, dimana dari 18 sampel tersebut didapatkan 8 sampel yang kompatibel. Merujuk pada hasil pengujian tersebut, peningkatan salinitas berpengaruh terhadap nilai dari viskositas polimer, dimana semakin tinggi konsentrasi salinitas menyebabkan penurunan viskositas dari polimer itu sendiri, hal ini disebabkan oleh kandungan ion-ion logam pada larutan brine menarik rantai-rantai cabang pada polimer sehingga menyebabkan rantai ikatan polimer menjadi lebih pendek dan menyebabkan terjadinya penurunan viskositas (Wicaksono & Yuliansyah, 2015)

Berikut merupakan grafik pengaruh salinitas terhadap polimer *Xanthan Gum* :



**Gambar 4. 3** Grafik Pengaruh Konsentrasi Salinitas Terhadap *Xanthan Gum* Pada Temperatur 70°C

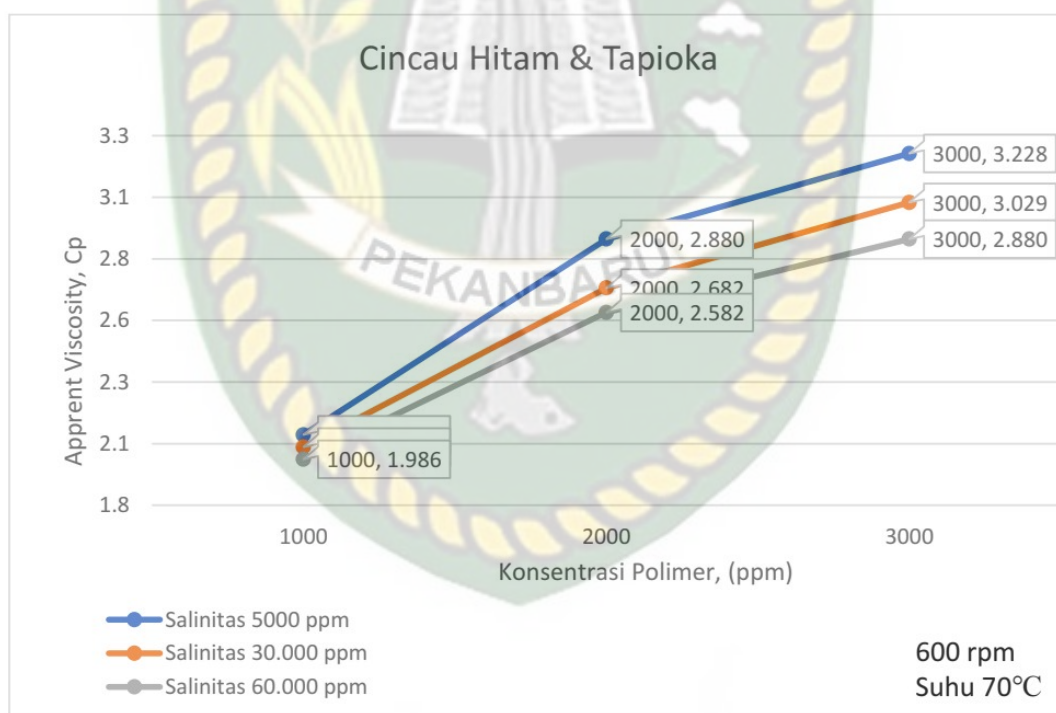


**Gambar 4. 4** Grafik Pengaruh Konsentrasi Salinitas Terhadap Viskositas Polimer *Xanthan Gum* Pada Temperatur 80°C

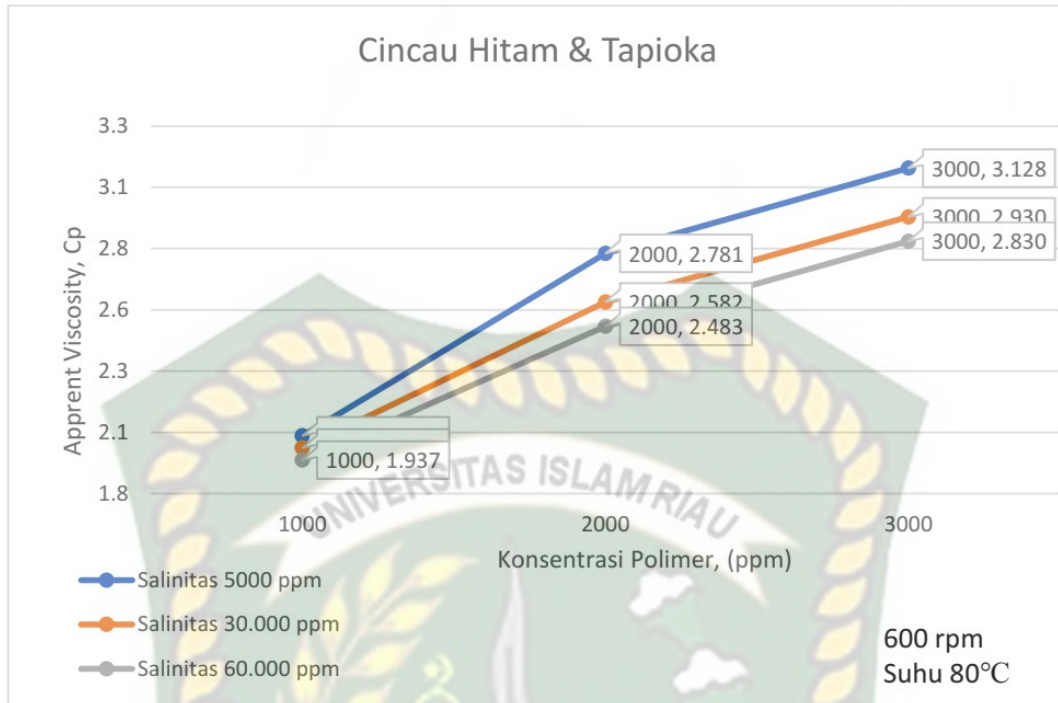
Berdasarkan grafik pengaruh konsentrasi salinitas terhadap viskositas polimer *Xanthan Gum* dengan suhu 70 dan 80°C dengan konsentrasi polimer 1000, 2000 dan 3000 ppm, dan konsentrasi salinitas 5000, 30000 dan 60000 ppm didapatkan 18 jenis sampel larutan polimer *Xanthan Gum*, dimana dari 18 sampel tersebut didapatkan 8 sampel yang kompatibel. Merujuk pada hasil pengujian tersebut, sama seperti pada polimer cincau hitam dan tapioka, pengaruh salinitas pada polimer *Xanthan Gum* juga mengakibatkan penurunan viskositas, hal ini disebabkan kandungan ion-ion logam pada larutan *brine* menarik rantai cabang pada polimer sehingga rantai ikatan polimer menjadi pendek dan menyebabkan terjadinya penurunan viskositas (Wicaksono & Yuliansyah, 2015).

#### 4.3.2 Pengaruh Konsentrasi Polimer Terhadap Viskositas Polimer

Dibawah ini merupakan grafik pengaruh konsentrasi polimer terhadap viskositas polimer cincau hitam dan tapioka :



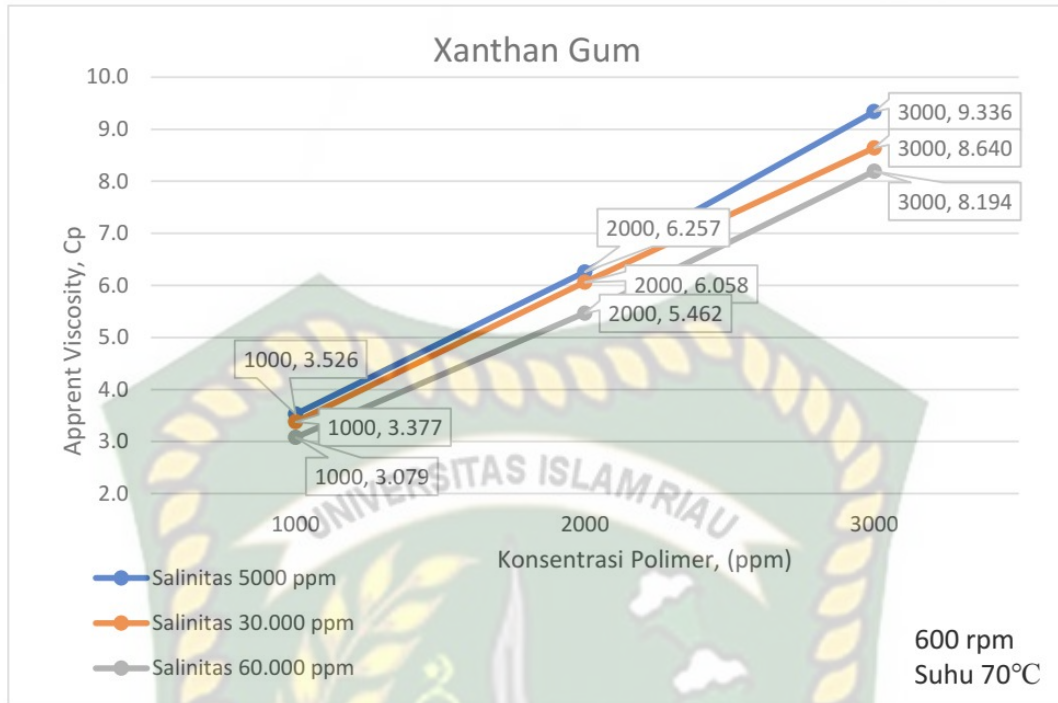
**Gambar 4. 5** Garfikengaruh penambahan konsentrasi polimer terhadap viskositas polimer cincau hitam & tapioka pada temperatur70°C



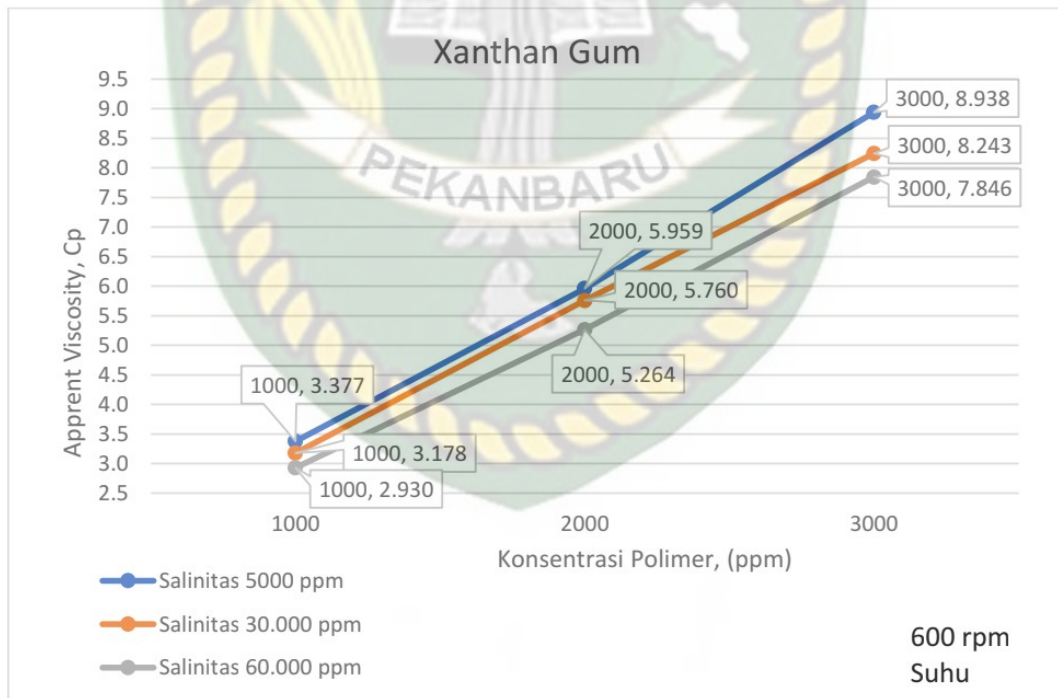
**Gambar 4. 6** Garfik pengaruh penambahan konsentrasi polimer terhadap viskositas polimer cincau hitam & tapioka pada temperatur 80°C

Berdasarkan grafik pengaruh penambahan konsentrasi polimer terhadap viskositas polimer cincau hitam dan tapioka dengan suhu 70 dan 80°C dengan konsentrasi polimer 1000, 2000 dan 3000 ppm, dan konsentrasi salinitas 5000, 30000 dan 60000 ppm didapatkan 18 jenis sampel larutan polimer cincau hitam dan tapioka, dimana dari 18 sampel tersebut didapatkan 8 sampel yang kompatibel. Merujuk pada hasil pengujian tersebut, peningkatan konsentrasi polimer berpengaruh terhadap nilai dari viskositas polimer, dimana penambahan konsentrasi polimer dapat meningkatkan nilai viskositas dari polimer, hal itu disebabkan kandungan hidrokoloid pada cincau hitam serta kandungan amilosa dan amilopektin pada tapioka yang yang mengakibatkan peningkatan gelatinitas pada polimer (Nusantoro et al., 1998).

Berikut merupakan grafik pengaruh penambahan konsentrasi polimer terhadap viskositas polimer *Xanthan Gum* :



**Gambar 4. 7** Garfik pengaruh penambahan konsentrasi polimer terhadap viskositas polimer xanthan gum pada temperatur 70°C



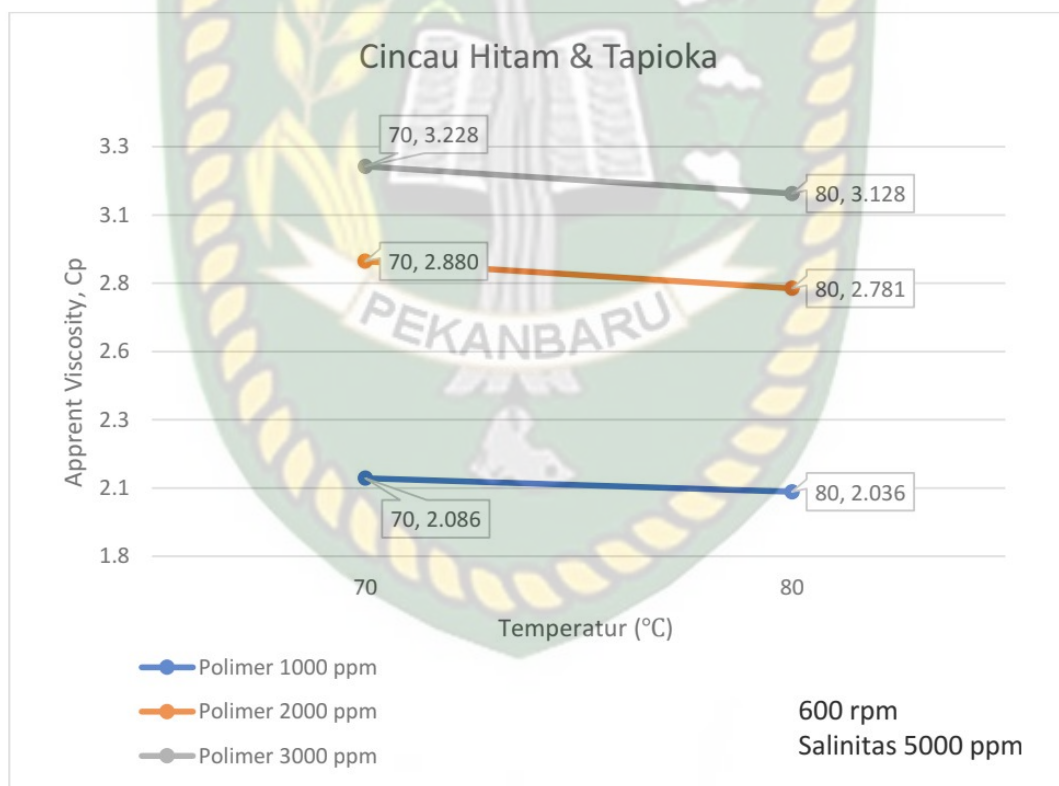
**Gambar 4. 8** Garfik pengaruh penambahan konsentrasi polimer terhadap viskositas polimer xanthan gum pada temperatur 80°C

Berdasarkan grafik pengaruh penambahan konsentrasi polimer terhadap viskositas polimer Xanthan Gum dengan suhu 70 dan 80°C dengan konsentrasi

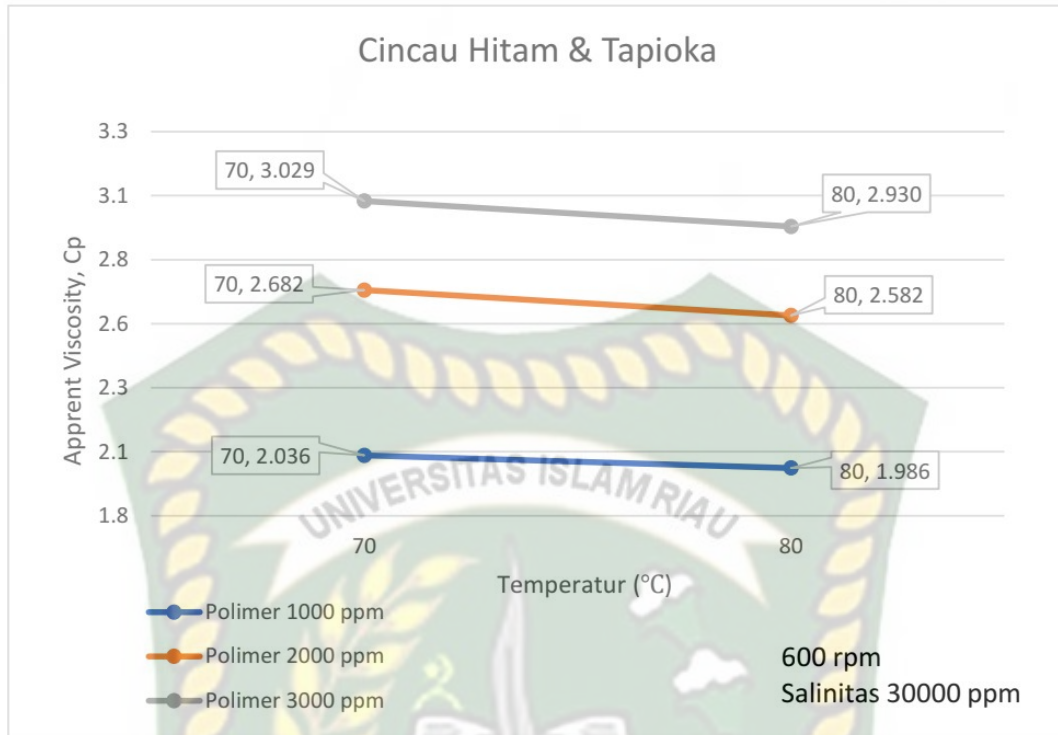
polimer 1000, 2000 dan 3000 ppm, dan konsentrasi salinitas 5000, 30000 dan 60000 ppm didapatkan 18 jenis sampel larutan polimer Xanthan Gum, dimana dari 18 sampel tersebut didapatkan 8 sampel yang kompatibel. Dilihat dari grafik di atas terlihat penambahan viskositas seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari polimer *Xanthan Gum*, hal tersebut dikarenakan penambahan masa polimer dapat meningkatkan gelatinitas dari polimer yang bersumber dari amilosa dan amilopektin yang terkandung didalam glukosa polimer tersebut. Hal inilah yang menyebabkan peningkatan viskositas pada polimer *Xanthan Gum* (Rahmanto et al., 2017).

#### 4.3.3 Pengaruh Temperatur terhadap Viskositas Polimer

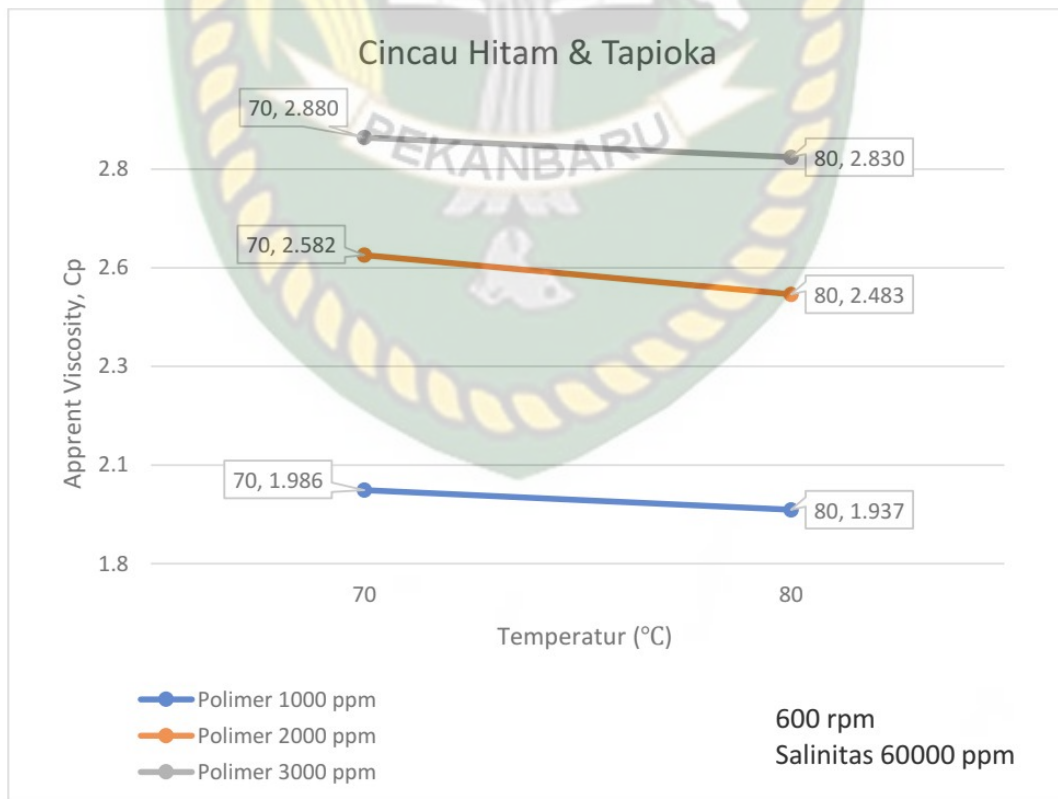
Berikut ini merupakan grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer berdasarkan hasil pengujian laboratorium :



**Gambar 4. 9** Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer cincau hitam & tapioka pada salinitas 5000 ppm



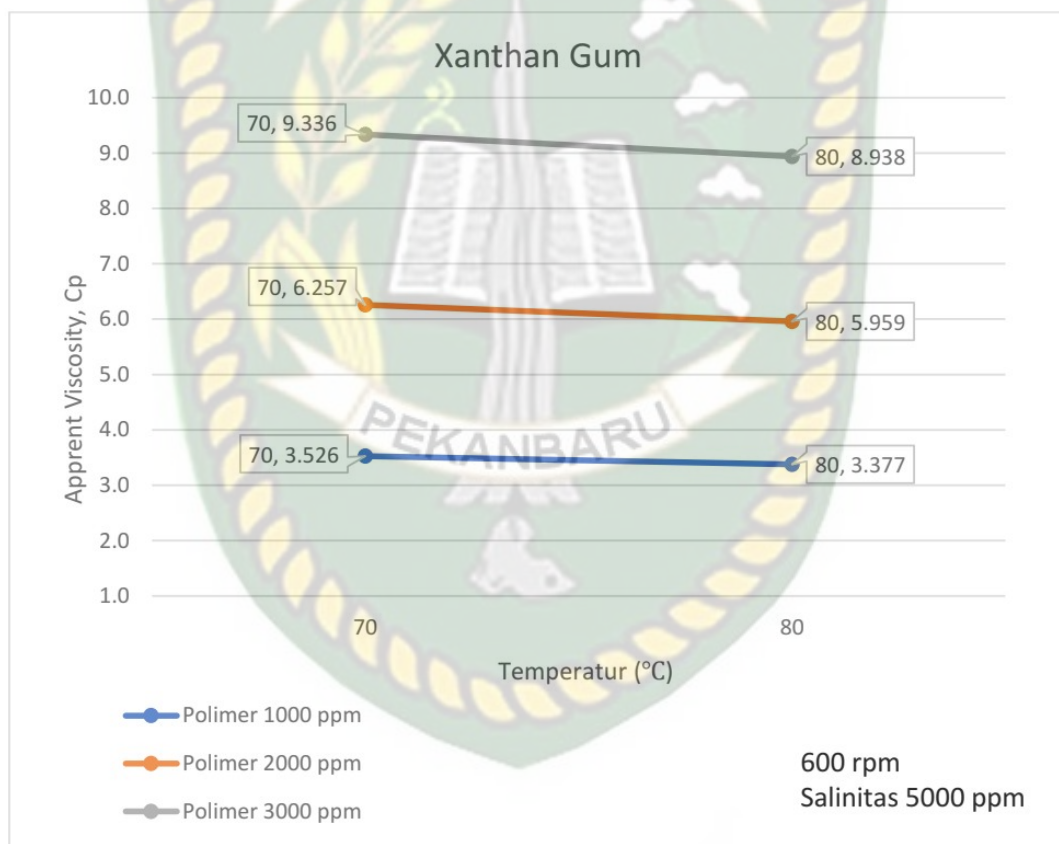
**Gambar 4. 10** Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer cincau hitam & tapioka pada salinitas 30000 ppm



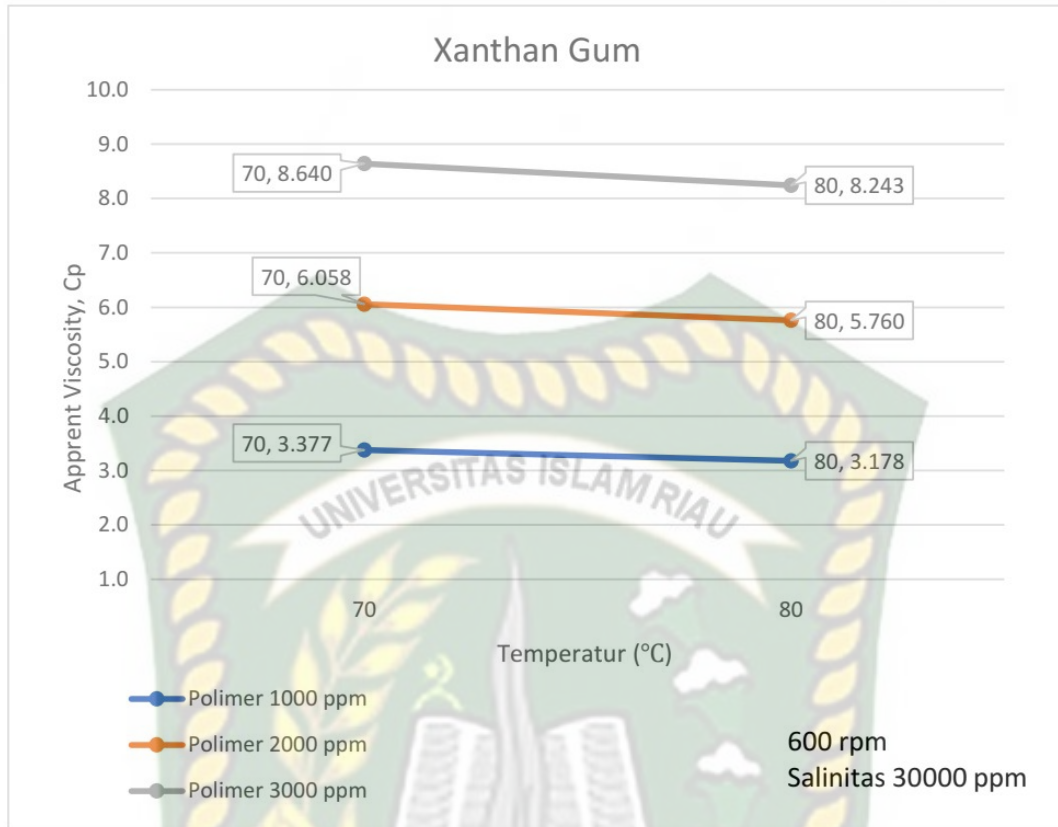
**Gambar 4. 11** Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer cincau hitam & tapioka pada salinitas 5000 ppm

Berdasarkan data pengujian polimer cincau hitam & tapioka dengan konsentrasi polimer 1000, 2000 dan 3000, konsentrasi salinitas 5000, 30000 dan 60000 yang dilakukan pengujian pada temperatur 70 dan 80 °C, menghasilkan 8 sampel polimer yang kompatibel, dapat dilihat terjadi penurunan viskositas seiring dengan kenaikan temperatur, hal ini disebabkan karena semakin meningkatnya temperatur menyebabkan semakin lemahnya gaya tarik-menarik antar partikel pada polimer, hal ini menyebabkan terjadinya penurunan viskositas (Irawansyah & Kamal, 2017).

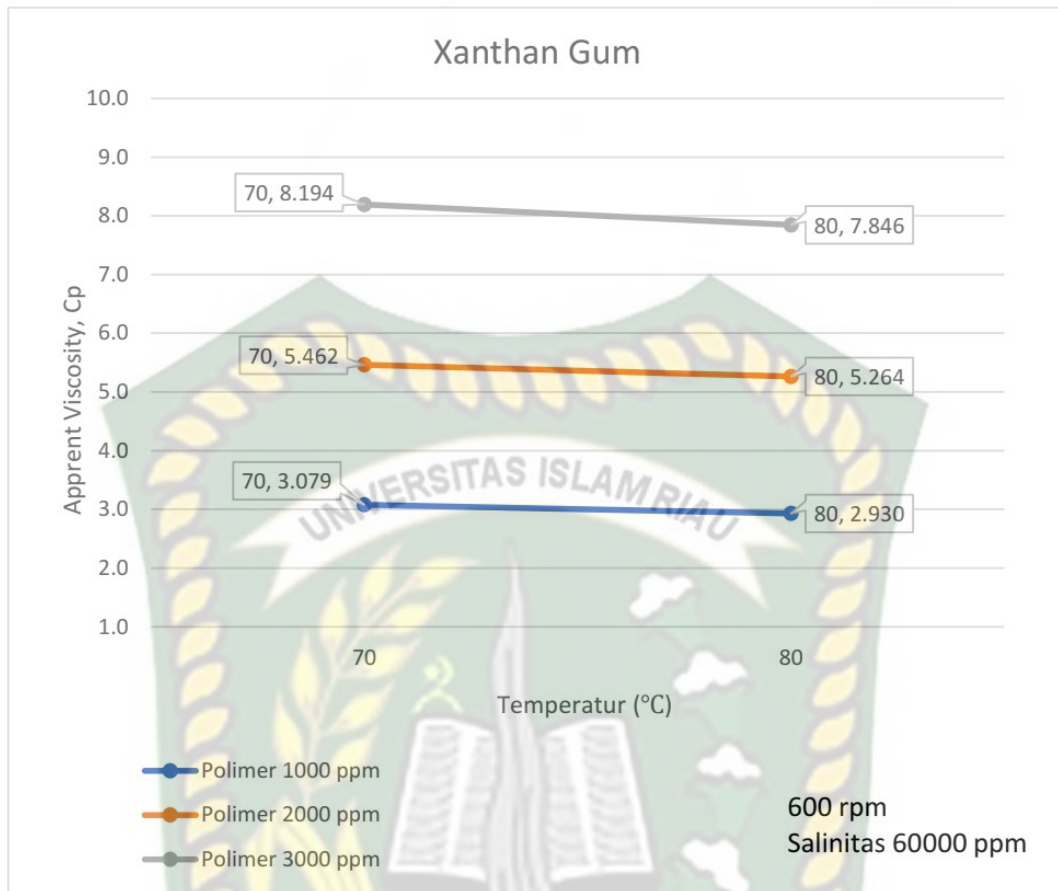
Berikut ini merupakan grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas xanthan gum :



**Gambar 4. 12** Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer xanthan gum pada konsentrasi salinitas 5000 ppm



**Gambar 4. 13** Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer xanthan gum pada konsentrasi salinitas 30000 ppm

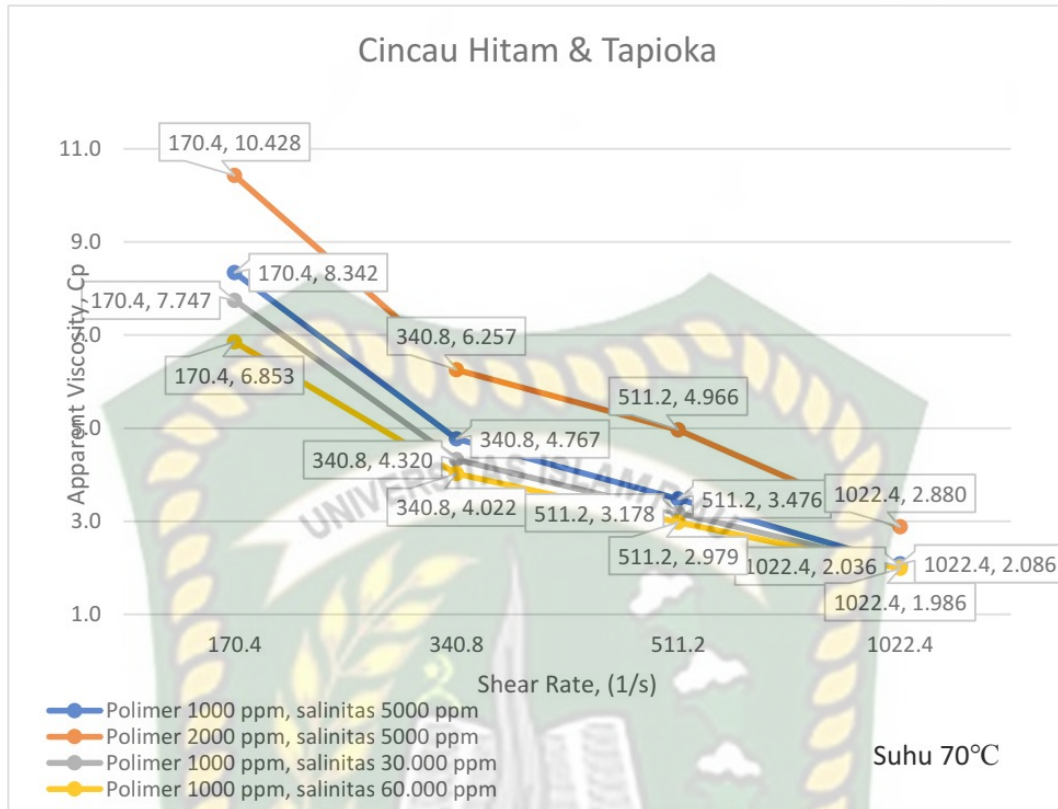


**Gambar 4. 14** Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas polimer xanthan gum pada konsentrasi salinitas 60000 ppm

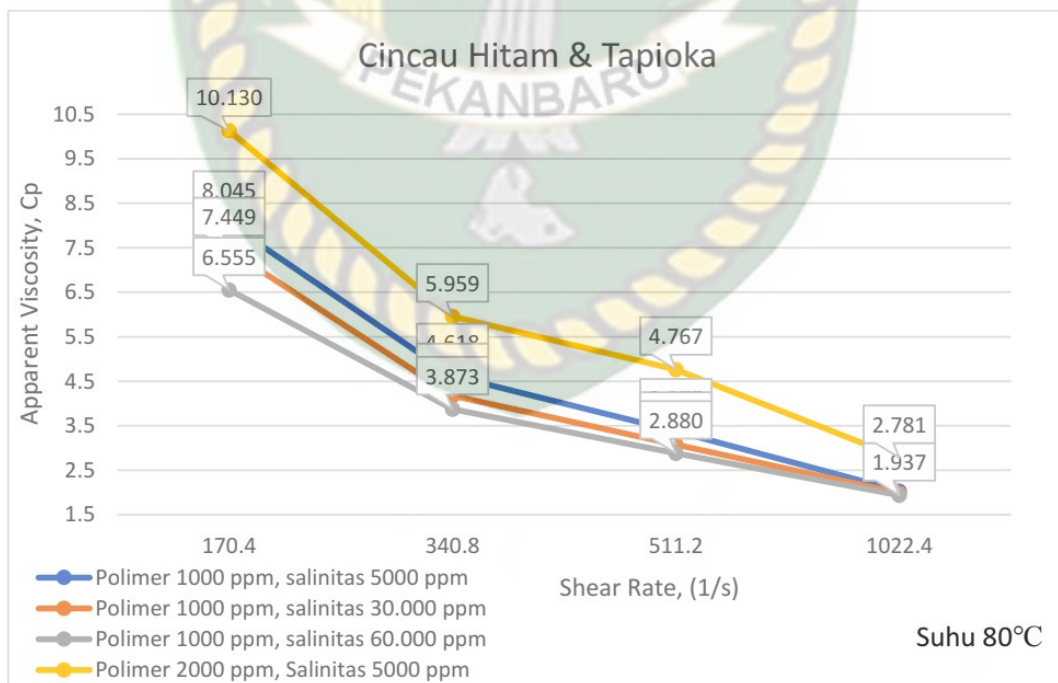
Berdasarkan data pengujian polimer xantha gum dengan konsentrasi polimer 1000, 2000 dan 3000, konsentrasi salinitas 5000, 30000 dan 60000 yang dilakukan pengujian pada temperatur 70 dan 80 °C, menghasilkan 8 sampel polimer yang kompatibel, sama seperti pada polimer cincau hitam dan tapioka, pada polimer xanthan gum juga terjadi penurunan viskositas seiring dengan kenaikan temperatur, hal ini disebabkan karena semakin meningkatnya temperatur menyebabkan semakin lemahnya gaya tarik-menarik antar partikel pada polimer, hal ini menyebabkan terjadinya penurunan viskositas (Irawansyah & Kamal, 2017)

#### 4.3.4 Pengaruh Shear Rate Terhadap Apparent Viscosity

Berikut merupakan grafik pengaruh *shear rate* terhadap viskositas polimer cincau hitam dan tapioka :



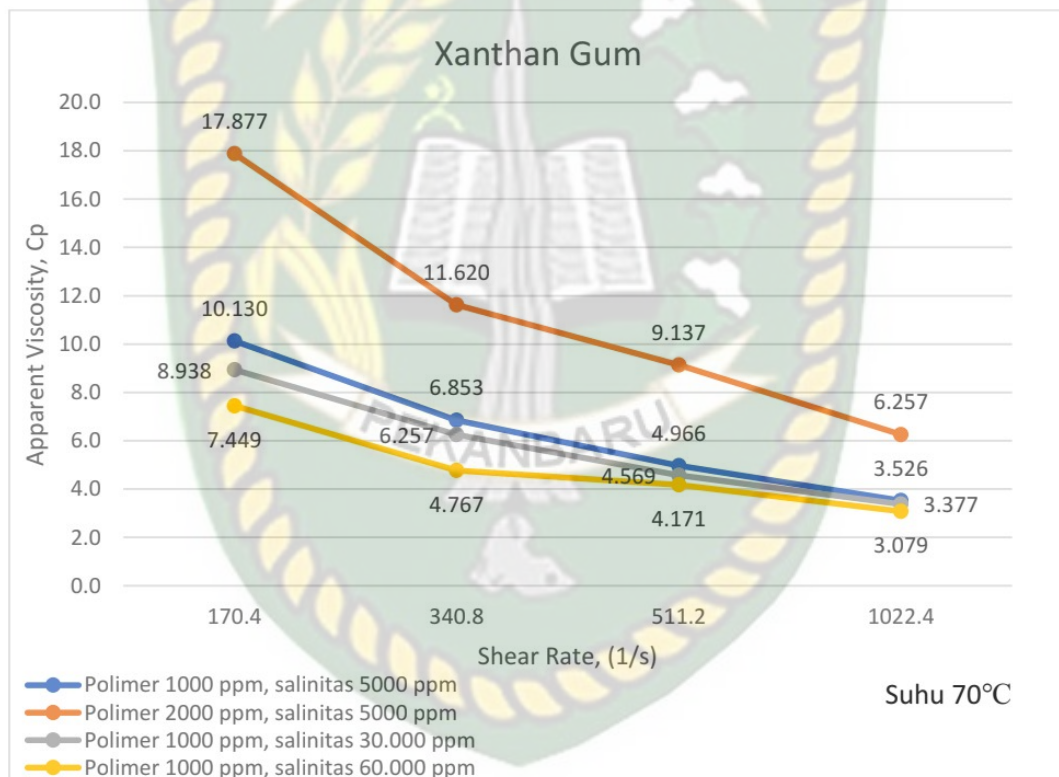
**Gambar 4. 15** Grafik Pengaruh *Shear Rate* Terhadap Viskositas Polimer Kombinasi Cincau Hitam dan tapioka pada suhu 70°C



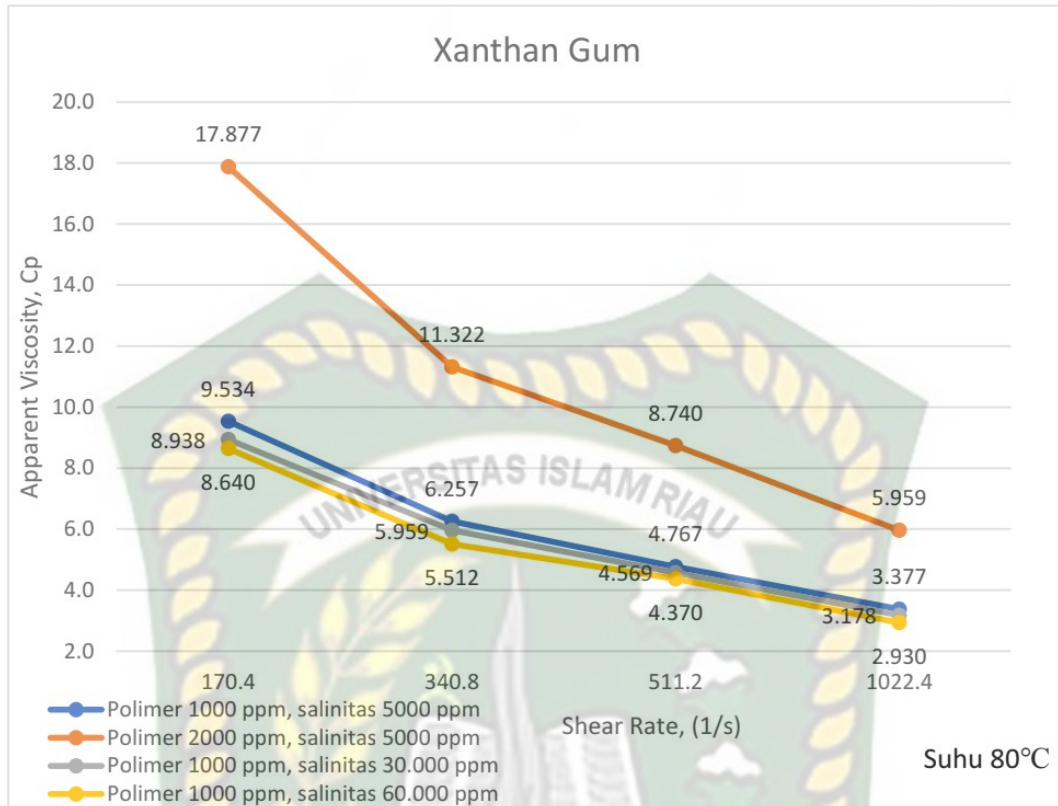
**Gambar 4. 16** Grafik Pengaruh *Shear Rate* Terhadap Viskositas Polimer Kombinasi Cincau Hitam dan tapioka pada suhu 80°C

Berdasarkan data pengujian pengaruh *shear rate* terhadap viskositas polimer cincau hitam dan tapioka pada temperatur 70 dan 80°C, terdapat 8 sampel polimer yang kompatibel dari 18 sampel larutan yang di uji. Pada data grafik tersebut dapat dilihat terjadi penurunan viskositas seiring dengan meningkatnya *Shear rate*, hal ini terjadi karena semakin tinggi *shear rate* dapat mempelemah rantai polimer, sehingga viskositas polimer menjadi turun (Wicaksono & Yuliansyah, 2015).

Setelah pembahasn pengaruh *shear rate* terhadap polimer cincau hitam dan tapioka, berikut merupakan grafik pengaruh *shear rate* terhadap polimer xanthan gum.



**Gambar 4. 17** Grafik Pengaruh *Shear Rate* Terhadap Viskositas Polimer Xanthan Gum pada suhu 70°C

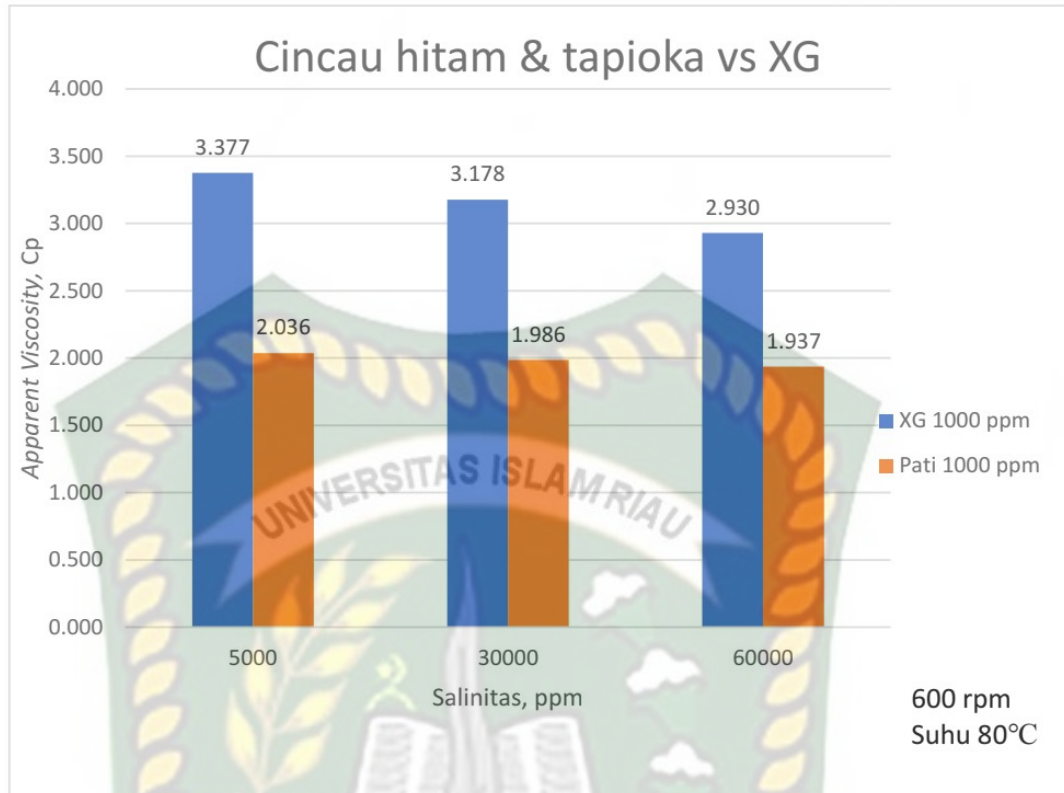


**Gambar 4. 18** Grafik Pengaruh *Shear Rate* Terhadap Viskositas Polimer Xhantan Gum Pada Suhu 80°C

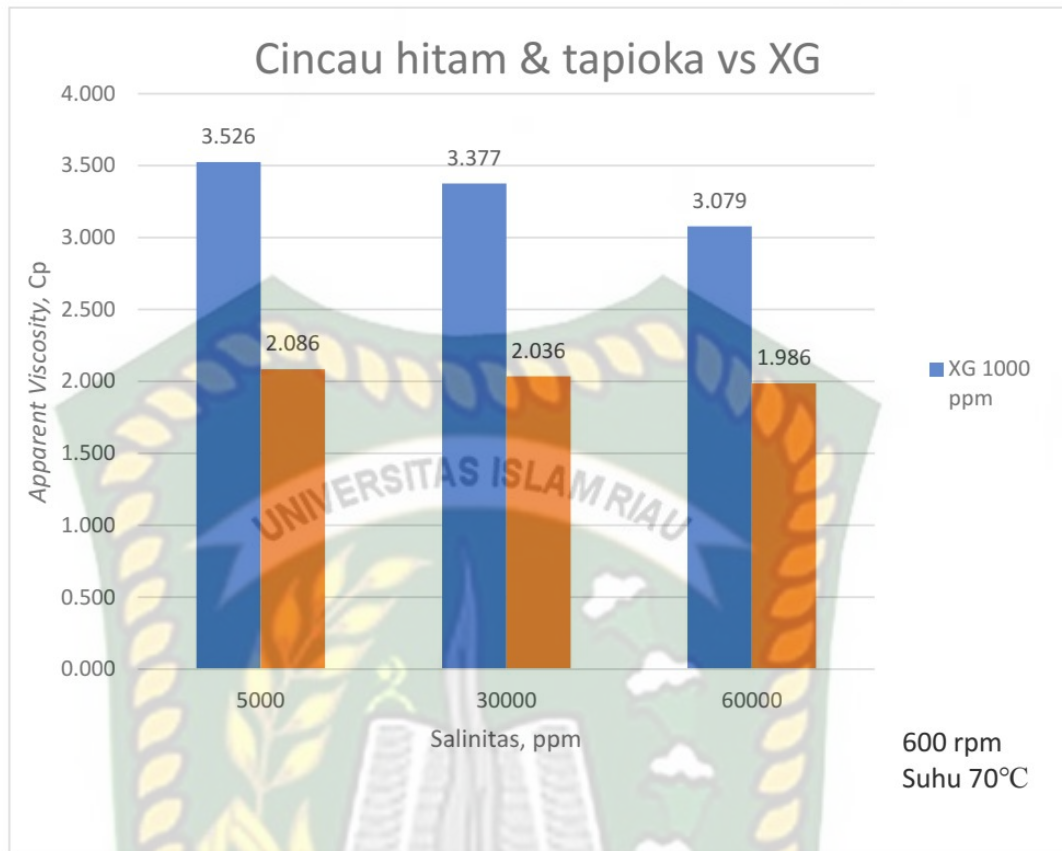
Sama seperti pada pengujian pengaruh *shear rate* terhadap polimer cincau hitam dan tapioka, pada xanthan gum juga terdapat 8 sampel polimer yang kompatibel dari 18 sampel pengujian. Berdasarkan data pengujian di atas, dapat dilihat terjadi penurunan viskositas pada polimer xanthan gum seiring dengan meningkatnya *shear rate*. Menurut Wicaksono dan Yuliansyah (2015) hal tersebut terjadi karena semakin tinggi *shear rate* dapat menyebabkan melemahnya rantai polimer, hal inilah yang menyebabkan penurunan viskositas pada polimer xanthan gum seiring dengan naiknya *shear rate*.

#### 4.3.5 Perbandingan Viskositas Polimer Cincau Hitam dan Tapioka Dengan Polimer Xanthan Gum

Setelah dilakukan pengujian polimer cincau hitam dan tapioka beserta polimer xanthan gum dan di dapatkan nilai viskositasnya, selanjutnya akan dilakukan perbandingan antara nilai viskositas polimer cincau hitam dan tapioka dengan polimer xanthan gum.



**Gambar 4. 19** Grafik Perbandingan Nilai Viskositas Polimer Kombinasi Cincau Hitam dan Tapioka Terhadap Polimer Xhantan Gum pada Konsentrasi 1000 ppm dengan temperatur 80°C



**Gambar 4. 20** Grafik Perbandingan Nilai Viskositas Polimer Kombinasi Cincau Hitam dan Tapioka Terhadap Polimer Xhantan Gum pada Konsentrasi 1000 ppm dengan temperatur 70°C

Berdasarkan data perbandingan tersebut, dapat dilihat perbedaan nilai viskositas diantara kedua polimer, dimana nilai viskositas ter tinggi cincau hitam 2,086 cp dan terendah 1,937 cp sedangkan pada polimer xanthan gum nilai viskositas tertinggi 3,526 cp dan tersendah 2,930 cp. Perbedaan nilai viskositas diantara kedua polimer tidak terlalu jauh, hal ini disebabkan polimer xanthan gum merupakan polimer komersil yang sudah dipakai di industry migas, sedangkan polimer cincau hitam dan tapioka bukan lah poimer komersil dan baru melakukan tahap uji dasar polimer.

#### 4.4 Uji *Gelation Time*

Berikut merupakan data hasil pengujian *gelation time* pada polimer cincau hitam dan tapioka serta xanthan gum yang kompatibel.

**Tabel 4. 5** Hasil Pengujian *Gelation Time* Polimer Cincau Hitam dan Tapioka

Konsentrasi Salinitas ppm	Konsentrasi Polimer ppm	Gelation Time	
		70°C	80°C
5000	1000	1.75 jam	1.5 jam
	2000	2 jam	1.75 jam
30000	1000	1.75 jam	1.5 jam
60000	1000	2 jam	1.75 jam

**Tabel 4. 6** Hasil Pengujian *Gelation Time* Polimer Xanthan Gum

Konsentrasi Salinitas ppm	Konsentrasi Polimer ppm	Gelation Time	
		70°C	80°C
5000	1000	1.5 jam	1.5 jam
	2000	1.75 jam	1.75 jam
30000	1000	1.75 jam	1.5 jam
60000	1000	2 jam	1.75 jam

Berdasarkan data hasil pengujian gelation time pada polimer cincau hitam dan tapioka serta polimer xanthan gum menunjukkan nilai gelation time yang hampir sama. Dari data tersebut dapat dilihat peningkatan temperatur pengujian mempengaruhi nilai dari gelation time. Menurut Frigrina, Kasmungin, & Mardiana (2017) semakin tinggi temperatur akan mempercepat proses gelatinisasi dari polimer. Dari data di atas juga terlihat konsentrasi polimer dan salinitas juga mempengaruhi nilai dari gelation time, dimana semakin tinggi konsentrasi polimer dan salinitas maka akan membuat proses gelatinisasi menjadi lebih lambat.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil pengujian kompatibilitas pada polimer kombinasi cincau hitam dan tapioka serta polimer *xhantan gum* pada konsentrasi polimer 1000, 2000 dan 3000 ppm, salinitas 5000, 30.000 dan 60.000 ppm serta temperatur 70 dan 80, didapatkan 18 sampel larutan kombinasi cincau hitam dan tapioka serta 18 sampel larutan *xhantan gum*, dimana dari 18 sampel polimer cincau hitam dan tapioka didapatkan 8 sampel yang kompatibel dan juga dari 18 sampel *xhantan gum* didapatkan 8 sampel yang kompatibel.
2. Hasil pengujian densitas diperoleh kesimpulan semakin tinggi konsentrasi polimer dan salinitas maka akan meningkatkan nilai dari densitas, namun semakin tinggi temperatur menyebabkan turunnya nilai dari densitas. Pada pengujian viskositas didapatkan kesimpulan viskositas dipengaruhi 4 faktor yaitu konsentrasi polimer, salinitas, temperatur dan *shear rate*, dimana semakin tinggi konsentrasi polimer maka semakin tinggi pula viskositasnya, namun semakin tinggi salinitas, temperatur dan *shear rate* menyebabkan terjadinya penurunan nilai viskositas. Pada pengujian *gelation time* konsentrasi polimer dan salinitas mempengaruhi nilai dari *gelation time* semakin tinggi konsentrasi polimer dan salinitas maka semakin lama pula terjadi proses gelatinisasi, namun perbedaan temperatur 70 dan 80C tidak terlalu berpengaruh signifikan terhadap nilai *gelation time*.
3. Hasil dari pengujian viskositas pada polimer kombinasi cincau hitam dan tapioka serta *xhantan gum* diperoleh nilai perbandingan diantara keduanya, dimana didapatkan nilai viskositas tertinggi pada polimer kombinasi cincau hitam dan tapioka pada konsentrasi polimer 1000 ppm serta salinitas 5000 ppm yaitu 2,086 cp dan terendah pada konsentrasi polimer 1000 ppm serta salinitas 60.000 ppm yaitu 1,937 cp sedangkan pada polimer xanthan gum dengan konsentrasi yang sama dengan cincau hitam dan tapioka, nilai viskositas tertinggi 3,526 cp dan terendah 2,930 cp.

## 5.2 Saran

Dari kesimpulan penelitian berjudul "Uji Karakteristik Dasar Biopolimer Dari Kombinasi Cincau Hitam dan Tapioka Untuk Produksi Minyak Tahap Tersier" diharapkan peneliti selanjutnya dapat melanjutkan penelitian dengan menguji parameter lain seperti Uji Kelarutan, Ukuran Partikel, Polimer *Absortion*, *Recovery Factor*, *Sweep Efficiency*, gugus fungsi dan morfologi.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## DAFTAR PUSTAKA

- A, A., Kartikaningrum, Haryadi, W, D., & Marseno. (2001). Pengaruh Penggunaan Berbagai Basa dan Pati Dalam Pembuatan Cincau Hitam Instan Terhadap Sifat-Sifat Fisik Gel Yang Dihasilkan. *Faculty of Agricultural Technology Universitas Gadjah Mada*, 21(22).
- Abdurrahman, M., Novriansyah, A., & Khalid, I. (2016). Enhanced Oil Recovery (EOR) Challenges and ITS. *Department of Energy and Mineral Engineering, Sejong University*, 26, 7–12.
- Abidin, A. Z., Puspasari, T., & Nugroho, W. A. (2012). Polymers for Enhanced Oil Recovery Technology. *Chemical Engineering Department*, 4, 11–16.
- Aini, F., & Tjahjani, S. (2013). Relationship Between Time of Storage and Viscosity Biodiesel Value of Kapuk Oil Seeds. *Journal of Chemistry*, 2(2), 35–41.
- Arina, & Kasmungin, S. (2015). Studi Peningkatan Produksi Minyak Dengan Metode Injeksi Polimer Ditinjau Dari Berbagai Salinitas Air Formasi. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 1.
- Artati, E., & P.A., A. (2006). Pengaruh Konsentrasi Asam Terhadap Hidrolisis Pati Pisang. *Ekulibrium*, 5(1), 8–12.
- Audibert-hayet, A., Rousseau, L., Français, I., Mcgregor, W. M., & Nicora, L. F. (1999). Novel Hydrophobically Modified Natural Polymers For Non-damaging Fluids. *Society of Petroleum Engineers*, 56965.
- Boonjing, S., & Ruttarattanamongkol, K. (2020). Characteristics and Rheological Properties of Freeze-dried Black Grass Jelly Prepared with Different Gelling Agents. *RSU International Research Conference*, 1, 580–587.
- Brock, M. A., & Shiel, R. J. (1983). The composition of aquatic communities in saline wetlands in Western Australia. *Hydrobiologia*, 105(1), 77–84.
- Chang, I., Im, J., Kharis, A., & Cho, G. (2015). Effects of Xanthan Gum Biopolymer on Soil Strengthening. *Korea Institute of Civil Engineering and Building*, 74(x), 65–72.

- Cholilie, I. A. (2018). Analisis Kelayakan Finansial Agroindustri Bubuk Cincau Hitam (*Mesona palustris*). *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian*
- Corredor, L., Maini, B., Husein, M., & Engineering, P. (2018). Improving Polymer Flooding by Addition of Surface Modified Nanoparticles. *Society of Petroleum Engineers, 192141*, 1–21.
- Eni, Hastuti, Suwatiningsih, & Sugihardjo. (2008). *Ikatan Ika tan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia Ikatan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia Ikatan Ika tan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia*. (November), 12–14.
- Eni, Hestuni, Suwartiningsih, & Sugihardjo. (2008). Studi Laboratorium Untuk Reaktivasi Lapangan-X Dengan Injeksi Kimia. *IATMI, 10*, 08–027.
- Erfando, T., Rita, N., & Ramadhan, R. (2019). The Key Parameter Effect Analysis Of Polymer Flooding On Oil Recovery Using Reservoir Simulation. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology, 4*(1), 49.
- Firdhauzi, A., Dwiputra, D., Susanti, S., & Pratama, Y. (2019). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Cincau Hitam Terhadap Karakteristik Fisikokimia Gel Cincau Hitam. *Jurnal Teknologi Pangan, 3*(2), 315–319.
- Frigrina, L., Kasmungin, S., & Mardiana, D. A. (2017). Studi Polimer dengan Crosslinker Mengenai Pengaruh Variasi Konsentrasi Polymer, Salinitas dan Suhu terhadap Gelation Time dan Resistance Factor pada Proses Water Shut-Off. *Seminar Nasional Cendekiawan, 3*(1), 139–144.
- Herawati, H. (2012). Teknologi proses produksi. *Jurnal Litbang Pertanian, 31*(12), 68–76.
- Herawati, H. (2018). Potensi Hidrokoloid Sebagai Bahan Tambahan Pada Produk Pangan Dan Nonpangan Bermutu. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan*
- Irawansyah, H., & Kamal, S. (2017). Effect of Temperature and Volume Fraction on Viscosity and Density of Nano Fluid TiO<sub>2</sub> / Termo XT32 Oil. *Prosiding SNTTM XVI, 67–69*.
- Jiang, H., Wu, W., Wang, D., Zeng, Y., Zhao, S., & Nie, J. (2009). Effect of elasticity on displacement efficiency: High-concentration-polymer flooding.

*JPT, Journal of Petroleum Technology*, 61(1), 50–51.

- Kokal, B. Y. S., Al-kaabi, A., Advanced, E., & Aramco, S. (2010). Enhanced Oil Recovery : Challenges & Opportunities. *Ecepec Advanced Research Centre, Saudi Aramco*, 64–69.
- Nisah, K. (2017). Study Pengaruh Kandungan Amilosa dan Amilopektin Umbi-umbian Terhadap Karakteristik Fisik Plastik Biodegradable Dengan Plastizicer Gliserol. *Jurnal Biotik, ISSN: 2337-9812*, 5(2), 106–113.
- Nuraini, D., Ferdiaz, D., Puspitasari, N. L., & Syarief, A. M. (2000). Pengaruh Jenis Hidrokolloid Terhadap Tekstur Gel Cincau Hitam. *Agro-Based Industry*, 17(1–2), 13–20.
- Nuriani, D., Sunarto, P., & Lucyana. (2000). Ekstraksi Komponen Pembentuk Gel Cincau Hitam dan Karakteristik Gelatinisainya. *Agro-Based Industry*, 17(1–2), 36–41.
- Nusantoro, B. P., Haryadi, & Supriyadi. (1998). Pengaruh Jenis Pengekstrak Dan Jenis Pati Terhadap Sifat Gel Cincau Yang Dibuat Dengan Ekstraksi Dan Pemasakan Optimal. *Faculty of Agricultural Technology, Universitas Gadjah Mada*, 8(4). Retrieved from
- Pramadika, H., Kasmungin, S., & Kartika. (2015). Peningkatan Perolehan Minyak Dengan Injeksi Air Dengan Penambahan Polimer Konsentrasi Rendah Skala Laboratorium. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 1, 496–501.
- Pramesti, H. A., Siadi, K., & Cahyono, E. (2015). Analisis Rasio Kadar Amilosa/Amilopektin Dalam Amilum Dari Beberapa Jenis Umbi. *Indonesia Journal of Chemical Science*, 4(1).
- Pu, W., Shen, C., Wei, B., Yang, Y., & Li, Y. (2018). A Comprehensive Review of Polysaccharide Biopolymers For Enhanced Oil Recovery (EOR) From Flask To Field. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 61, 1–11.
- Rahmanto, Sudibjo, A. E. and, Kasmungin, R. and, & Sugiatmo. (2017). Injeksi Polimer Dengan Pengaruh Jenis Polimer, Konsentrasi dan Salinitas Brine Pada Recovery Factor Minyak (Laboratorium Study). *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*, 3(1), 27–32.

- Rita, N. (2012). Studi Mekanisme Injeksi Surfaktan-Polimer pada Reservoir Berlapis Lapangan NR Menggunakan Simulasi Reservoir. *Journal of Earth Energy Engineering*, 1(1), 22–36.
- 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.
- Usman. (2011). Potensi Pengembangan EOR untuk Peningkatan Produksi Minyak Indonesia. *Peneliti Muda Pada Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Minyak Dan Gas Bumi "LEMIGAS,"* (28), 91–102.
- Verinika, C., Kasmungin, S., & Sulistyanto, D. (2017). *Kajian laboratorium mengenai pengaruh salinitas, permeabilitas dan konsentrasi surfaktan terhadap perolehan minyak pada proses injeksi surfaktan.* 53–58.
- Wang, W., Liu, Y., & Gu, Y. (2003). Application of a novel polymer system in chemical enhanced oil recovery (EOR). *Colloid and Polymer Science*, 281(11), 1046–1054.
- Wicaksono, H., & Yuliansyah, A. T. (2015). Karakterisasi Larutan Polimer KYPAM HPAM untuk Bahan Injeksi dalam Enhanced Oil Recovery (EOR). *Jurnal Rekayasa Proses*, 9(1), 9–15.
- Widyarso, A., Swadesi, B., Wibowo, W. A., & Sudarmoyo. (2006). Studi Laboratorium Pengaruh Injeksi Polimer Dengan Berbagai Konsentrasi Terhadap Peningkatan Perolehan Minyak Pada Reservoir Karbonat. *IATMI*, 9, 15–17.
- Yasahardja, Y., Setiawan, A., & Prihantini, A. (2018). Studi Awal Pemilihan Polimer Untuk Digunakan Pada Injectivity Dengan Skala Laboratorium. *Jurnal Migasian*, 1(2), 19.
- A, A., Kartikaningrum, Haryadi, W, D., & Marseno. (2001). Pengaruh Penggunaan Berbagai Basa dan Pati Dalam Pembuatan Cincau Hitam Instan Terhadap Sifat-Sifat Fisik Gel Yang Dihasilkan. *Faculty of Agricultural Technology Universitas Gadjah Mada*, 21(22).

- Abdurrahman, M., Novriansyah, A., & Khalid, I. (2016). Enhanced Oil Recovery (EOR) Challenges and ITS. *Department of Energy and Mineral Engineering, Sejong University*, 26, 7–12.
- Abidin, A. Z., Puspasari, T., & Nugroho, W. A. (2012). Polymers for Enhanced Oil Recovery Technology. *Chemical Engineering Department*, 4, 11–16.
- Aini, F., & Tjahjani, S. (2013). Relationship Between Time of Storage and Viscosity Biodiesel Value of Kapuk Oil Seeds. *Journal of Chemistry*, 2(2), 35–41.
- Arina, & Kasmungin, S. (2015). Studi Peningkatan Produksi Minyak Dengan Metode Injeksi Polimer Ditinjau Dari Berbagai Salinitas Air Formasi. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 1.
- Artati, E., & P.A., A. (2006). Pengaruh Konsentrasi Asam Terhadap Hidrolisis Pati Pisang. *Ekulibrium*, 5(1), 8–12.
- Audibert-hayet, A., Rousseau, L., Français, I., Mcgregor, W. M., & Nicora, L. F. (1999). Novel Hydrophobically Modified Natural Polymers For Non-damaging Fluids. *Society of Petroleum Engineers*, 56965.
- Boonjing, S., & Ruttarattanamongkol, K. (2020). Characteristics and Rheological Properties of Freeze-dried Black Grass Jelly Prepared with Different Gelling Agents. *RSU International Research Conference*, 1, 580–587.
- Brock, M. A., & Shiel, R. J. (1983). The composition of aquatic communities in saline wetlands in Western Australia. *Hydrobiologia*, 105(1), 77–84.
- Chang, I., Im, J., Kharis, A., & Cho, G. (2015). Effects of Xanthan Gum Biopolymer on Soil Strengthening. *Korea Institute of Civil Engineering and Building*, 74(x), 65–72.
- Cholilie, I. A. (2018). Analisis Kelayakan Finansial Agroindustri Bubuk Cincau Hitam (*Mesona palustris*). *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 10(2), 25–32.
- Corredor, L., Maini, B., Husein, M., & Engineering, P. (2018). Improving Polymer Flooding by Addition of Surface Modified Nanoparticles. *Society of*

*Petroleum Engineers, 192141, 1–21.*

- Eni, Hastuti, Suwatiningsih, & Sugihardjo. (2008). *Ikatan Ika tan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia Ikatan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia Ikatan Ika tan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia*. (November), 12–14.
- Eni, Hestuni, Suwartiningsih, & Sugihardjo. (2008). Studi Laboratorium Untuk Reaktivasi Lapangan-X Dengan Injeksi Kimia. *IATMI, 10*, 08–027.
- Erfando, T., Rita, N., & Ramadhan, R. (2019). The Key Parameter Effect Analysis Of Polymer Flooding On Oil Recovery Using Reservoir Simulation. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology, 4*(1), 49.
- Firdhauzi, A., Dwiputra, D., Susanti, S., & Pratama, Y. (2019). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Cincau Hitam Terhadap Karakteristik Fisikokimia Gel Cincau Hitam. *Jurnal Teknologi Pangan, 3*(2), 315–319.
- Frigrina, L., Kasmungin, S., & Mardiana, D. A. (2017). Studi Polimer dengan Crosslinker Mengenai Pengaruh Variasi Konsentrasi Polymer, Salinitas dan Suhu terhadap Gelation Time dan Resistance Factor pada Proses Water Shut-Off. *Seminar Nasional Cendekiawan, 3*(1), 139–144.
- Herawati, H. (2012). Teknologi proses produksi. *Jurnal Litbang Pertanian, 31*(12), 68–76.
- Herawati, H. (2018). Potensi Hidrokoloid Sebagai Bahan Tambahan Pada Produk Pangan Dan Nonpangan Bermutu. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian, 37*(1), 17.
- Irawansyah, H., & Kamal, S. (2017). Effect of Temperature and Volume Fraction on Viscosity and Density of Nano Fluid TiO<sub>2</sub> / Termo XT32 Oil. *Prosiding SNTTM XVI, 67–69.*
- Jiang, H., Wu, W., Wang, D., Zeng, Y., Zhao, S., & Nie, J. (2009). Effect of elasticity on displacement efficiency: High-concentration-polymer flooding. *JPT, Journal of Petroleum Technology, 61*(1), 50–51.
- Kokal, B. Y. S., Al-kaabi, A., Advanced, E., & Aramco, S. (2010). Enhanced Oil Recovery : Challenges & Opportunities. *Ecpec Advanced Research Centre,*

*Saudi Aramco*, 64–69.

- Nisah, K. (2017). Study Pengaruh Kandungan Amilosa dan Amilopektin Umbi-umbian Terhadap Karakteristik Fisik Plastik Biodegradable Dengan Plastizicer Gliserol. *Jurnal Biotik*, ISSN: 2337-9812, 5(2), 106–113.
- Nuraini, D., Ferdiaz, D., Puspitasari, N. L., & Syarief, A. M. (2000). Pengaruh Jenis Hidrokoloid Terhadap Tekstur Gel Cincau Hitam. *Agro-Based Industry*, 17(1–2), 13–20.
- Nuriani, D., Sunarto, P., & Lucyana. (2000). Ekstraksi Komponen Pembentuk Gel Cincau Hitam dan Karakteristik Gelatinisainya. *Agro-Based Industry*, 17(1–2), 36–41.
- Nusantoro, B. P., Haryadi, & Supriyadi. (1998). Pengaruh Jenis Pengekstrak Dan Jenis Pati Terhadap Sifat Gel Cincau Yang Dibuat Dengan Ekstraksi Dan Pemasakan Optimal. *Faculty of Agricultural Technology, Universitas Gadjah Mada*, 8(4). Retrieved from
- Pramadika, H., Kasmungin, S., & Kartika. (2015). Peningkatan Perolehan Minyak Dengan Injeksi Air Dengan Penambahan Polimer Konsentrasi Rendah Skala Laboratorium. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 1, 496–501.
- Pramesti, H. A., Siadi, K., & Cahyono, E. (2015). Analisis Rasio Kadar Amilosa/Amilopektin Dalam Amilum Dari Beberapa Jenis Umbi. *Indonesia Journal of Chemical Science*, 4(1).
- Pu, W., Shen, C., Wei, B., Yang, Y., & Li, Y. (2018). A Comprehensive Review of Polysaccharide Biopolymers For Enhanced Oil Recovery (EOR) From Flask To Field. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 61, 1–11.
- Rahmanto, Sudibjo, A. E. and, Kasmungin, R. and, & Sugiatmo. (2017). Injeksi Polimer Dengan Pengaruh Jenis Polimer, Konsentrasi dan Salinitas Brine Pada Recovery Factor Minyak (Laboratorium Study). *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*, 3(1), 27–32.
- Rita, N. (2012). Studi Mekanisme Injeksi Surfaktan-Polimer pada Reservoir Berlapis Lapangan NR Menggunakan Simulasi Reservoir. *Journal of Earth Energy Engineering*, 1(1), 22–36.

- 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.
- Usman. (2011). Potensi Pengembangan EOR untuk Peningkatan Produksi Minyak Indonesia. *Peneliti Muda Pada Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Minyak Dan Gas Bumi "LEMIGAS,"* (28), 91–102.
- Verinika, C., Kasmungin, S., & Sulistyanto, D. (2017). *Kajian laboratorium mengenai pengaruh salinitas, permeabilitas dan konsentrasi surfaktan terhadap perolehan minyak pada proses injeksi surfaktan.* 53–58.
- Wang, W., Liu, Y., & Gu, Y. (2003). Application of a novel polymer system in chemical enhanced oil recovery (EOR). *Colloid and Polymer Science*, 281(11), 1046–1054.
- Wicaksono, H., & Yuliansyah, A. T. (2015). Karakterisasi Larutan Polimer KYPAM HPAM untuk Bahan Injeksi dalam Enhanced Oil Recovery (EOR). *Jurnal Rekayasa Proses*, 9(1), 9–15.
- Widyarso, A., Swadesi, B., Wibowo, W. A., & Sudarmoyo. (2006). Studi Laboratorium Pengaruh Injeksi Polimer Dengan Berbagai Konsentrasi Terhadap Peningkatan Perolehan Minyak Pada Reservoir Karbonat. *IATMI*, 9, 15–17.
- Yasahardja, Y., Setiawan, A., & Prihantini, A. (2018). Studi Awal Pemilihan Polimer Untuk Digunakan Pada Injectivity Dengan Skala Laboratorium. *Jurnal Migasian*, 1(2), 19.