

**STUDI AWAL PEMANFAATAN RUMPUT LAUT DAN DAUN
CINCAU HIJAU SEBAGAI ALTERNATIF POLIMER UNTUK
PRODUKSI MINYAK TAHAP LANJUT**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

MIFTAH HULJANNAH

NPM 153210215



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

2019

**STUDI AWAL PEMANFAATAN RUMPUT LAUT DAN DAUN
CINCAU HIJAU SEBAGAI ALTERNATIF POLIMER UNTUK
PRODUKSI MINYAK TAHAP LANJUT**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

MIFTAH HULJANNAH

NPM 153210215



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

2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun oleh :

Nama : Miftah Huljannah
NPM : 153210215
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Tugas Akhir : Studi Awal Pemanfaatan Rumput Laut Dan Daun
Cincau Hijau Sebagai Alternatif Polimer Untuk
Produksi Minyak Tahap Lanjut

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewaan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelas Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : _____ ()

Penguji : _____ ()

Penguji : _____ ()

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 13 Desember 2019

Disahkan oleh:

**DEKAN
FAKULTAS TEKNIK**

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**

Ir. H. Abdul Kudus Z, MT

Dr. Eng. Muslim, MT

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, 13 Desember 2019



Miftah Huljannah

NPM 153210215

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

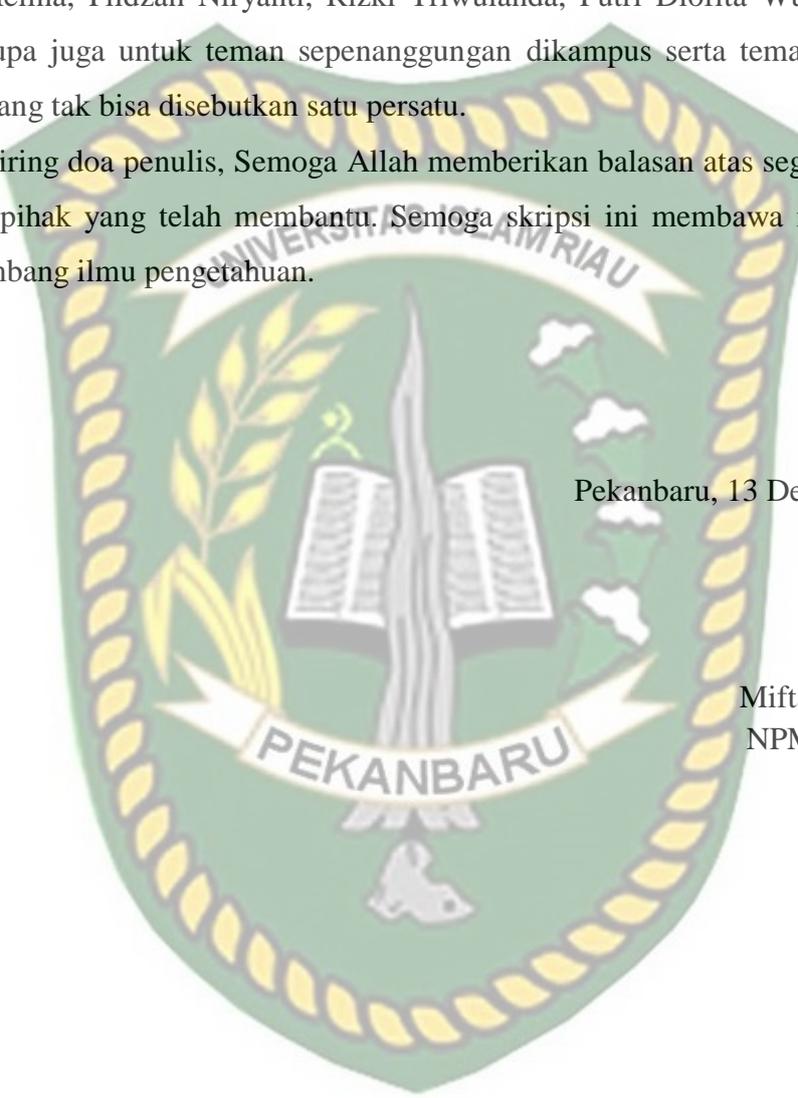
1. Bapak Tomi Erfando, S.T., M.T., selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga, serta pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Fitrianti, S.T., M.T., selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat serta menyemangati penulis selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan.
3. Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau yang telah menyediakan sarana serta prasarana guna mendukung keberhasilan penelitian tugas akhir ini
4. Ibu Novia Rita S.T., M.T., selaku kepala laboratorium Reservoir Teknik Perminyakan yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan *experiment research*.
5. Bapak Dr. Eng. Muslim, M.T., selaku Kepala Prodi Teknik Perminyakan, Ibu Novrianti S.T., M.T., selaku Sekretaris Prodi Perminyakan dan seluruh Dosen yang ada di Prodi Perminyakan yang telah membantu penulis selama perkuliahan dan ilmu pengetahuan yang telah diberikan.
6. Kedua orang tua, Papa Jon Alianis dan Mama Yeliza tercinta, abang Andre Pratama Putra, ST, kak Dini Amaya, SE, kak Geny Meylisya, SE dan bang Edo Prima, SE. Terimakasih atas segala doa, kasih sayang, dan dukungan moril maupun materil yang selalu diberikan kepada penulis sampai penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini

7. Seluruh orang terdekat yang telah memberikan semangat kepada penulis terutama untuk Dona Putra Ananda, S.E., yang telah menyemangati penulis tiada henti, teman-teman prodi Perminyakan terutama Endclass 2015, sahabat seperjuangan Tugas Akhir yaitu Dinda Pamela Fasya, Nur Venny Helina, Fildzah Niriyanti, Rizki Triwulanda, Putri Diofita Wulandari. Tak lupa juga untuk teman sepenanggungan dikampus serta teman-teman lain yang tak bisa disebutkan satu persatu.

Teriring doa penulis, Semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembang ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 13 Desember 2019

Miftah Huljannah
NPM 153210215



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
DAFTAR SINGKATAN	x
DAFTAR SIMBOL.....	xi
ABSTRAK.....	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.2 <i>Polymer Flooding</i>	4
2.3 Alternatif Polimer.....	6
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	9
3.1 Jenis Penelitian	9
3.2 <i>Flowchart</i>	10
3.3 Alat Dan Bahan	11
3.4 Prosedur Penelitian.....	15
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Viskositas Polimer.....	19
4.2 Kompatibilitas Polimer.....	23
4.1 <i>Shear Rate</i> Polimer.....	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	31

5.1	Kesimpulan.....	31
5.2	Saran.....	31
	DAFTAR PUSTAKA	32
	LAMPIRAN.....	36



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

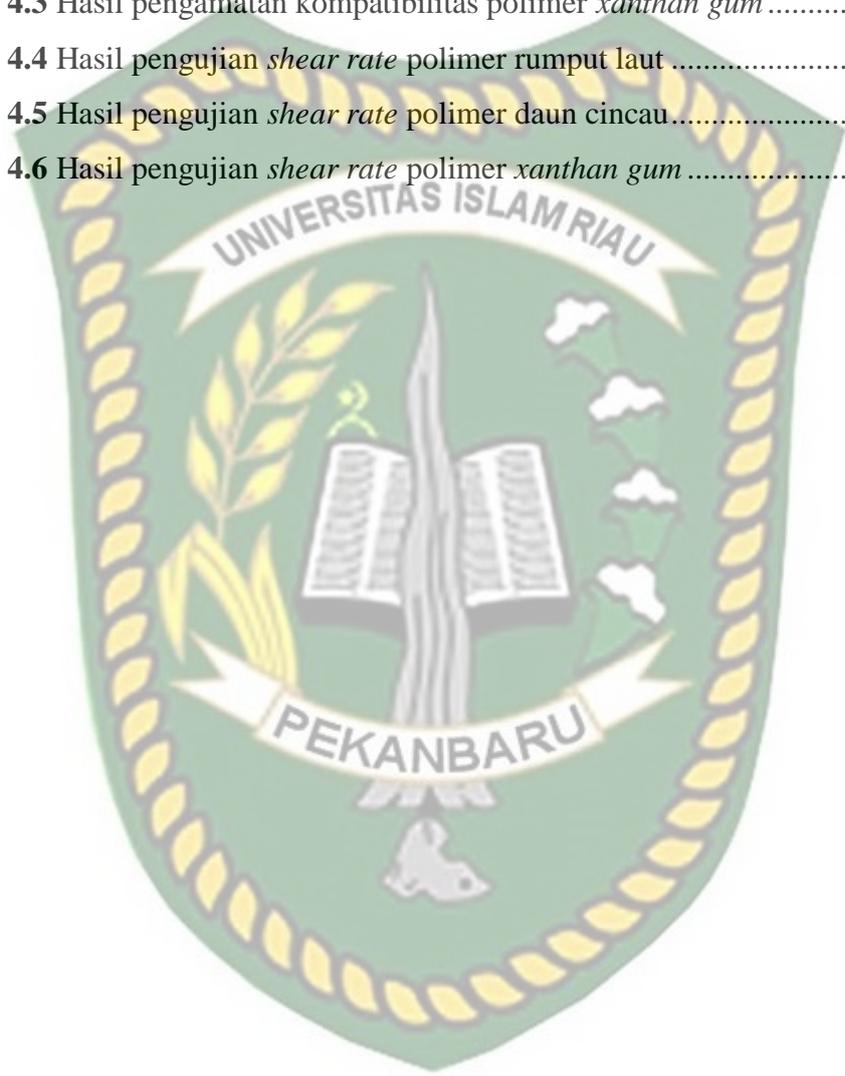
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peralatan yang digunakan selama penelitian	11
Gambar 3.2 Bahan yang digunakan selama penelitian.....	14
Gambar 4.1 Polimer rumput laut	19
Gambar 4.2 Grafik nilai viskositas polimer dari rumput laut.....	20
Gambar 4.3 Polimer daun cincau	20
Gambar 4.4 Grafik nilai viskositas polimer dari daun cincau	21
Gambar 4.5 Polimer <i>xanthan gum</i>	21
Gambar 4.6 Grafik nilai viskositas polimer <i>xanthan gum</i>	22
Gambar 4.7 Klasifikasi <i>Natural Polymer</i> (Kaushik, Sharma, Agarwal, & Pradesh, 2016)	27



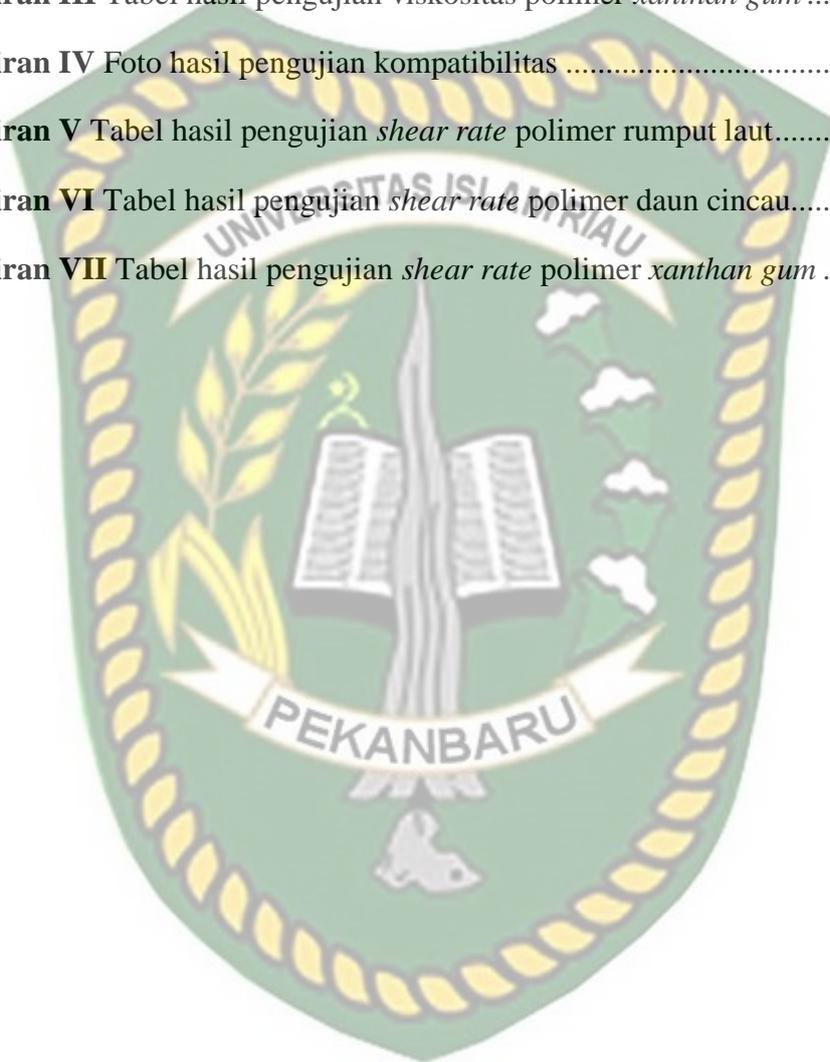
DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	9
Tabel 4.1 Hasil pengamatan kompatibilitas polimer rumput laut	24
Tabel 4.2 Hasil pengamatan kompatibilitas polimer daun cincau.....	25
Tabel 4.3 Hasil pengamatan kompatibilitas polimer <i>xanthan gum</i>	26
Tabel 4.4 Hasil pengujian <i>shear rate</i> polimer rumput laut	28
Tabel 4.5 Hasil pengujian <i>shear rate</i> polimer daun cincau.....	29
Table 4.6 Hasil pengujian <i>shear rate</i> polimer <i>xanthan gum</i>	29



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Tabel hasil pengujian viskositas polimer rumput laut.....	36
Lampiran II Tabel hasil pengujian viskositas polimer daun cincau	37
Lampiran III Tabel hasil pengujian viskositas polimer <i>xanthan gum</i>	38
Lampiran IV Foto hasil pengujian kompatibilitas	39
Lampiran V Tabel hasil pengujian <i>shear rate</i> polimer rumput laut.....	44
Lampiran VI Tabel hasil pengujian <i>shear rate</i> polimer daun cincau.....	45
Lampiran VII Tabel hasil pengujian <i>shear rate</i> polimer <i>xanthan gum</i>	46



DAFTAR SINGKATAN

C	Celcius
cp	Centipoise
cst	Centistoke
DC	Daun Cincau
EOR	Enhanced Oil Recovery
gr/ml	Gram per Mili Liter
HPAM	Partiallyhydrolyzed Polyacrylamide
IOR	Improved Oil recovery
mg/L	Mili Gram per Liter
ml	Mili Liter
mm	Mili Miter
OOIP	Original Oil In Place
pH	Power of Hydrogen
ppm	Part Per Million
RL	Rumput Laut
rpm	Revolution Per Minute
s	Second
t	Time
XG	Xanthan Gum



DAFTAR SIMBOL

%	Persen
°	Derajat
μ	Viskositas
μ_{kin}	Viskositas Kinetik
μ_{din}	Viskositas Dinamik
μ_a	Apparent Viscosity
γ	Shear Rate
>	Besar dari
C	Konstanta alat Ostwald
d	Densitas
C	Dial Reading dari rotor Fann VG
\leq	Kurang dari sama dengan



STUDI AWAL PEMANFAATAN RUMPUT LAUT DAN DAUN CINCAU HIJAU SEBAGAI ALTERNATIF POLIMER UNTUK PRODUKSI MINYAK TAHAP LANJUT

MIFTAH HULJANNAH

153210215

ABSTRAK

Penurunan produksi bisa terjadi karena sumur yang sudah lama berproduksi tidak lagi mampu mengangkat minyak ke permukaan dengan cara primer dan sekunder. Oleh karena itu, dilakukanlah cara tersier berupa *chemical injection* seperti *polymer flooding*. Polimer yang biasa digunakan dalam *polymer flooding* terbagi menjadi tiga yaitu polimer sintetis, biopolimer, polimer alam. Polimer alam memiliki sumber yang sangat melimpah seperti rumput laut dan daun cincau. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi polimer alternatif terbarukan sebagai opsi untuk material *polymer flooding* dengan mengetahui karakteristik awal seperti viskositas, kompatibilitas dan pengaruh *shear rate* pada polimer alami tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan metode *experiment* dengan beberapa tahapan yaitu pengeringan, penghancuran hingga menjadi bubuk, dan pembuatan polimer yang dilarutkan kedalam *brine* yang memiliki salinitas yang berbeda. Kemudian polimer didiamkan selama lebih dari 24 jam hingga dilakukan pengujian. Bahan yang diuji berupa rumput laut lokal, daun cincau dan *biopolimer xanthan gum* sebagai pembanding. Parameter yang digunakan yaitu konsentrasi polimer 1000 ppm, 2000 ppm dan 3000 ppm dengan masing-masing salinitas yaitu 3000 ppm, 9000 ppm dan 15.000 ppm. Hasil pengujian yang diperoleh menunjukkan bahwa karakteristik dari polimer alam sama dengan biopolimer, yaitu mengalami penurunan viskositas seiring meningkatnya salinitas *brine*, larutan polimer *compatible* dengan air formasi dengan menunjukkan larutan yang homogen dan tidak ada gumpalan, serta pengaruh dari pengujian *shear rate* dari rendah ke tinggi mengakibatkan *apparent viscosity* dari polimer menurun dikarenakan rantai polimer yang rusak akibat gesekan yang besar.

Kata kunci: Kompatibilitas, *Polymer flooding*, *Shear Rate*, Salinitas, Viskositas.

STUDI AWAL PEMANFAATAN RUMPUT LAUT DAN DAUN CINCAU HIJAU SEBAGAI ALTERNATIF POLIMER UNTUK PRODUKSI MINYAK TAHAP LANJUT

MIFTAH HULJANNAH

153210215

ABSTRACT

The decline in production can occur because wells that have long been in production are no longer able to lift oil to the surface in primary and secondary ways. Therefore, tertiary methods such as chemical injection are carried out such as flooding polymers. Polymers commonly used in flooding polymers are divided into three namely synthetic polymers, biopolymers, and natural polymers. Natural polymers have very abundant sources such as seaweed and grass jelly. This study aims to identify alternative renewable polymers as an option for flooding polymeric materials by knowing early characteristics such as viscosity, compatibility and the effect of shear rates on these natural polymers. This test is carried out by an experimental method with several stages, namely drying, crushing to powder, and making polymers that are dissolved into brines that have different salinity. Then the polymer is allowed to stand for more than 24 hours until testing. The material tested in the form of local seaweed, grass jelly and biopolymer xanthan gum as a comparison. The parameters used are polymer concentration of 1000 ppm, 2000 ppm and 3000 ppm with salinity of 3000 ppm, 9000 ppm and 15,000 ppm respectively. The test results obtained indicate that the characteristics of natural polymers are the same as biopolymers, namely experiencing a decrease in viscosity with increasing brine salinity, polymer solutions compatible with formation water by showing a homogeneous solution and no lumps, as well as the effect of shear rate testing from low to high resulting apparent viscosity of the polymer decreases due to polymer chains damaged by large friction.

Keywords: *Compatibility, Polymer flooding, Shear Rate, Salinity, Viscosity.*

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan penurunan produksi sering terjadi karena bertambahnya waktu produksi sumur yang menjadikan *primary* dan *secondary recovery* tidak lagi mampu mendorong minyak ke permukaan (Yasahardja, Setiawan, & Prihantini, 2018). Untuk itu diperlukan usaha pengurusan tahap lanjut berupa *chemical injection*. *Polymer flooding* merupakan metode EOR yang sudah berhasil di aplikasikan di banyak lapangan minyak di dunia yang dapat meningkatkan *oil recovery* lebih dari 3% setelah *waterflooding* dilakukan (Pu, Shen, Wei, Yang, & Li, 2018). Di industri perminyakan, polimer ditambahkan ke dalam *injection brine* yang berguna meningkatkan viskositas aliran fluida. Penambahan 2000 ppm polimer sintesis terbukti mampu meningkatkan viskositas *injection brine* 5 sampai 10 kali lipat (Purwono, 2003). Denney (2015) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa terjadi peningkatan produksi dengan menginjeksikan polimer ber-konsentrasi tinggi sebanyak 2500 mg/L pada Lapangan Daqing Cina. Tidak hanya itu, pengujian ini juga dilakukan di tiga lapangan besar dan memberikan respon yang baik.

Polimer berfungsi untuk meningkatkan *mobility ratio* hingga aliran air tidak akan mendahului aliran minyak dan *sweep efficiency* akan meningkat. Karakteristik polimer yang dapat diaplikasikan dalam teknik EOR diantaranya harus larut dalam air, memiliki viskositas yang tinggi pada konsentrasi yang rendah, memiliki ketahanan termal yang baik (tidak terdegradasi pada suhu tinggi), dan juga memiliki kestabilan mekanik, serta salinitas yang baik (Arina & Kasmungin, 2015).

Menurut Audibert-hayet, Rousseau, et al (1999) polimer yang larut dalam air yang digunakan dalam industri perminyakan dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis utama, yaitu polimer sintesis, biopolimer, dan polimer alam. Polimer sintesis atau *Polyacrylamides* yang biasa digunakan untuk *polymer flooding* adalah *Partiallyhydrolyzed Polyacrylamide* (HPAM), namun HPAM rentan terhadap kondisi reservoir yang keras termasuk salinitas, suhu dan gaya geser yang tinggi. Biopolimer yang biasa digunakan untuk *polymer flooding* yaitu

Xanthan Gum (Abidin, Puspasari, & Nugroho, 2012). *Xanthan Gum* memiliki biaya cukup tinggi, dan kerentanan terhadap biodegradasi didalam reservoir. Polimer alam yaitu polimer yang terjadi secara alami dan senyawa yang dihasilkannya yaitu dari proses metabolisme makhluk hidup. Polisakarida sebagai polimer alam juga terdapat didalam beberapa tumbuhan seperti alga/rumput laut (Samudra & Chintama, 2018) dan daun cincau (Nurdin, Suharyono, & Rizal, 2012).

Rumput laut dan daun cincau dapat dijadikan sebagai salah satu bahan baku polimer karena mudah didapatkan dan sangat ekonomis. Proses pembuatan polimer dari bahan baku berupa pengeringan, penghancuran hingga menjadi bubuk polimer, dan proses pecampuran dengan *brine*. Kandungan polisakarida didalam daun cincau mencapai 40% (Nurdin et al., 2012) dan rumput laut mencapai 48% (Rasmussen & Morrissey, 2007) sehingga bisa dijadikan bahan baku untuk pembuatan polimer. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi polimer alternatif terbaru sebagai opsi *polymer flooding* dengan mengetahui karekteristik awal seperti viskositas, kompatibilitasnya terhadap air formasi serta pengaruhnya terhadap *shear rate*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari proposal penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui viskositas dari rumput laut dan daun cincau sebagai polimer.
2. Mengetahui kompatibilitas dari rumput laut dan daun cincau sebagai polimer.
3. Mengetahui pengaruh *Shear Rate* dari rumput laut dan daun cincau sebagai polimer
4. Mengetahui perbandingan viskositas polimer berbahan dasar alam dengan polimer komersial yang sudah ada.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan proposal penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi polimer terbarukan yang mudah diperoleh dan mudah diolah sebagai polimer alternatif untuk dapat digunakan sebagai *polymer flooding* pada produksi minyak tahap lanjut.
2. Diharapkan bisa sebagai penelitian awal dan acuan untuk penelitian lanjutan mengenai polimer alternatif berbahan dasar alam.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian yang dimaksud, maka dalam penelitian ini hanya membatasi mengenai beberapa hal sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan pada konsentrasi 1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm dengan variasi salinitas masing-masing yaitu 3000 ppm, 9000 ppm dan 15.000 ppm.
2. Viskositas polimer alami akan dibandingkan dengan viskositas dari polimer komersial yang sudah ada yaitu *Xanthan Gum*.
3. Pengujian Polimer alami ini tidak membahas keterkaitannya dengan parameter lainnya seperti ketahanan termal, kekuatan *gel* serta parameter lainnya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

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 (Kokal & Al-kaabi, 2010). Permasalahan umum yang dihadapi oleh kegiatan produksi minyak di Indonesia adalah permasalahan produksi yang terjadi pada *mature field* (lapangan tua). 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 pada lapangan minyak dan gas di Indonesia 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, Bae, Novriansyah, & Khalid, 2016).

2.2 *Polymer Flooding*

Injeksi larutan polimer merupakan salah satu metode *Enhanced Oil Recovery* yang dapat meningkatkan faktor perolehan minyak. Penambahan polimer akan mengurangi mobilitas air sehingga aliran air tidak akan mendahului aliran minyak dan *sweep efficiency* akan meningkat. Menurut Laoroongroj et al., (2012) *polymer flooding* dapat digunakan untuk meningkatkan pemulihan lebih lanjut yang melibatkan pencampuran polimer yang larut dalam air dengan air yang di injeksikan untuk meningkatkan viskositas air sehingga menurunkan rasio mobilitas.

Polymer flooding telah digunakan selama lebih dari 40 tahun untuk secara efektif memulihkan sisa minyak dari reservoir, hingga 30% dari *original oil in place*. Karena produksi air menurun dan produksi minyak ditingkatkan, total biaya menggunakan teknik *polymer flooding* lebih murah dari *waterflooding*. Polimer ditambahkan ke air untuk meningkatkan viskositas dan mengurangi permeabilitas

air karena jebakan mekanik, sehingga menurunkan mobilitasnya (Abidin et al., 2012). Metode dari pengaplikasian polimer menurut Arina & Kasmungin, (2015) yaitu menambahkan polimer yang larut dalam air ke dalam air (*fresh water*) sebelum diinjeksikan ke reservoir. Konsentrasi yang digunakan biasanya 250-2500 mg/L dari beberapa polimer sintetis atau biopolimer.

Injeksi polimer pada dasarnya merupakan injeksi air yang disempurnakan. Penambahan polimer ke dalam air injeksi dimaksudkan untuk memperbaiki sifat fluida pendesak, dengan harapan perolehan minyaknya akan lebih besar. Injeksi polimer dapat meningkatkan perolehan minyak yang cukup tinggi dibandingkan dengan injeksi air konvensional. Akan tetapi mekanisme pendesaknya sangat kompleks dan tidak dipahami seluruhnya. Ada dua tipe dasar polimer yang sekarang banyak digunakan untuk EOR yaitu *polyacrylamide* (HPAM) dan *polysacharide* (Novriansyah, 2014).

Menurut Audibert-hayet et al., (1999) Polimer yang larut dalam air yang digunakan dalam industri minyak dan gas dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis utama, yaitu polimer sintetis, polimer berbasis alam dan biopolimer. HPAM (*Partiallyhydrolyzed polyacrylamide*) adalah salah satu polimer sintetis yang banyak digunakan untuk aplikasi kontrol mobilitas karena biayanya yang rendah dan kemampuannya menghasilkan viskositas injeksi yang tinggi. Ditemukan bahwa injeksi HPAM ke media berpori jauh lebih baik daripada *micro gels* bahkan pada kondisi pH netral karena retensi yang lebih kecil dan filtrasi mekanik yang lebih kecil. Diperlukan penggunaan konsentrasi HPAM yang tinggi untuk meningkatkan pemulihan dari reservoir minyak yang kental (Yerramilli, Zitha, & Yerramilli, 2013). Namun, HPAM rentan terhadap kondisi reservoir yang keras termasuk salinitas tinggi, suhu, dan gaya geser yang menurunkan polimer dan mempengaruhi kinerjanya dalam EOR (Corredor, Maini, Husein, & Engineering, 2018)

Biopolymer xanthan gum adalah polisakarida yang biasa digunakan sebagai bahan tambahan makanan dan pengubah reologi, itu dihasilkan oleh fermentasi glukosa atau sukrosa oleh bakteri *Xanthomonas campestris*. Di lapangan, *xanthan gum* telah digunakan dalam industri minyak sebagai pengental lumpur pengeboran serta bahan baku untuk *polymer flooding* (Chang, Im, Kharis, & Cho, 2015).

Namun demikian, biaya tinggi, kemungkinan masalah injeksi yang disebabkan oleh tingginya kandungan puing-puing sel yang dihasilkan selama proses produksi *xanthan gum* dan kerentanan terhadap biodegradasi di dalam reservoir, membatasi penggunaan *Xanthan gum* untuk aplikasi lapangan skala besar (Corredor et al., 2018). Berdasarkan buku *Handbook of Pharmaceutical excipients edisi 6* nilai viskositas dinamik *xanthan gum* yaitu berkisar 1200–1600 mPa (1200 – 1600 cP) untuk 1% gram zat terlarut/ 1L larutan air pada 25°C.

2.3 Alternatif Polimer

Rajendran, Puppala, et al (2012) dalam penelitiannya mengatakan rumput laut paling dikenal sebagai polisakarida alami yang dapat diekstrak, yang banyak digunakan terutama di bidang teknologi pangan, bioteknologi, mikrobiologi dan bahkan obat-obatan tetapi belum di industri plastik. Karena mereka sumber daya biomassa terbarukan dan polimer yang terbuat dari gula yang mengandung karbon. Menurut Rasmussen & Morrissey, (2007) Rumput laut mengandung sejumlah besar polisakarida yang mana berupa alginat, keragenan, agar, dan beberapa polisakarida minor lainnya yang ada didalam kandungan rumput laut. Kandungan polisakarida dari rumput laut yaitu mencapai 48%.

Kandungan kimia rumput laut sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh faktor musim, lokasi geografis, tempat tumbuh, jenis spesies, umur panen dan kondisi lingkungan (Denis et al., 2010). Secara umum rumput laut kaya dengan polisakarida non pati, mineral dan vitamin serta rendah lemak (Wong & Cheung, 2000). Pada rumput laut, polisakarida yang terkandung didalamnya memiliki tiga fungsi penting sesuai lokasi keberadaan dalam jaringan rumput laut, sebagai struktur penyusun dinding sel untuk memberi kekuatan mekanik dan bersifat tidak larut pada air dingin, sebagai bagian dari adaptasi terdapat lingkungan tempat hidupnya (Martone, 2007).

Menurut Sumarno, Rahayu, & Taslim, (2013) daun cincau memiliki komponen pembentuk *gel* yang merupakan suatu senyawa hidrokoloid. Meskipun belum diketahui bentuk senyawa dari *gel* tersebut, akan tetapi diduga senyawa tersebut merupakan suatu polisakarida yang dapat memberikan kekentalan tinggi secara efektif. Heyne (1987) dalam Sumarno (2013) menyatakan bahwa senyawa yang menyebabkan terbentuknya *gel* cincau hijau adalah suatu karbohidrat yang

mempunyai kemampuan mengikat diri dengan air menjadi massa yang padat. Nurdin et al., (2012) menyatakan komponen utama ekstrak cincau hijau yang membentuk *gel* adalah polisakarida pektin. Pektin termasuk jenis serat pangan yang larut air. Ekstrak daun cincau hijau rambat mengandung polisakarida pektin hingga 40%.

Pada buku Abrahamsen, (2012) menerangkan bahwa alga/rumput laut mengandung polisakarida yang dapat memberikan kekentalan, polisakarida di dalam rumput laut berupa alginat, keragenan, dan agar yang mana kandungannya mencapai 48%. Beberapa referensi dari jurnal yang melakukan penelitian pembuatan maupun pengujian polimer/*gel* seperti pada jurnal Nurdin et al., (2012), peneliti melakukan pengujian terhadap daun cincau untuk melihat karakteristik polisakarida daun cincau dengan tahap awal pembuatan bubuk daun cincau yaitu dengan proses pengeringan, dan penghancuran, hingga proses pembuatan polimer/*gel* dengan mencampurkan bubuk daun cincau ke dalam pelarut. Hasil yang didapatkan yaitu kekentalan dari *gel* daun cincau berasal dari polisakarida pektin sebesar 40%.

Penelitian yang menguji polimer yaitu pada jurnal Wicaksono & Yuliansyah, (2015) peneliti melakukan pengujian polimer *polyacrylamide* KYPAM HPAM sebagai bahan untuk *polymer flooding* dengan melihat karakteristik berupa viskositas jika di pengaruhi oleh suhu, *shear rate*, dan salinitas. Hasil yang di dapatkan peneliti ialah viskositas semakin menurun saat *shear rate*, salinitas, dan suhu meningkat. Penelitian lain yang menguji polimer yaitu pada penelitian (Kasmungin & Santoso, 2017) yang mana peneliti melakukan pengujian polimer *xanthan gum* yang di maskudkan untuk memperbaiki sifat fluida pendesak dengan melihat pengaruh viskositas terhadap konsentrasi, dan suhu. Hasil dari penelitian peneliti yaitu viskositas menurun seiring suhu dan salinitas meningkat, dan viskositas meningkat saat konsentrasi juga meningkat.

Dari beberapa penelitian diatas, belum ada penelitian yang menjadikan daun cincau maupun rumput laut untuk dijadikan polimer sebagai alternatif yang bisa digunakan untuk *polymer flooding*. Pada penelitian ini, peneliti akan membuat alternatif polimer dari daun cincau dan rumput laut dengan melihat karakteristik

awal seperti viskositas, kompatibilitas, dan pengaruh *shear rate*. Hasil ini nantinya dapat di jadikan sebagai bahan penelitian awal dan dapat di lanjutkan hingga pengujian ketahanan *thermal*, kekuatan *gel* serta karakteristik lainnya.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB 3 METODE PENELITIAN

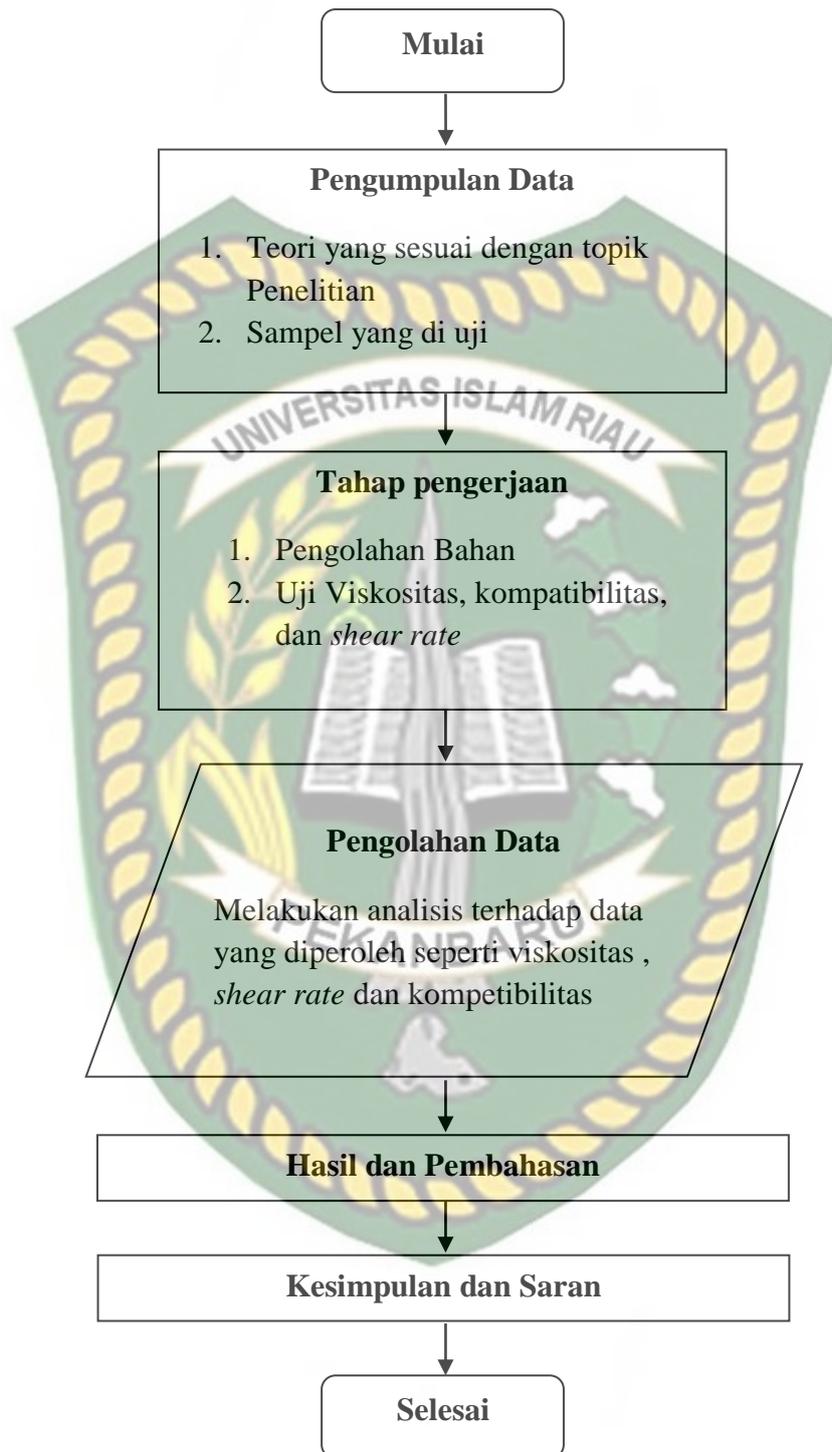
3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau yang dimulai dari Bulan Maret hingga Bulan November 2019. Metode yang digunakan adalah *Experiment research*. Adapun jadwal kegiatan yang akan di lakukan selama melakukan penelitian ini sesuai dengan tabel 1.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

Kegiatan	Bulan, tahun 2019																					
	Maret				April				Mei				Juni				Juli					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Studi Literatur																						
Persiapan Alat dan Bahan																						
Pengolahan Rumput Laut dan Daun Cincin menjadi polimer																						
Uji Viskositas, Kompatibilitas, dan Shear rate																						
Pengolahan Data																						
Analisis Hasil dan Pembahasan																						

Kegiatan	Bulan																					
	Agustus				September				Oktober				November									
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
Studi Literatur																						
Persiapan Alat dan Bahan																						
Pengolahan Rumput Laut dan Daun Cincin menjadi polimer																						
Uji Viskositas, Kompatibilitas, dan Shear rate																						
Pengolahan Data																						
Analisis Hasil dan Pembahasan																						

3.2 *Flowchart*

3.3 Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan di dalam penelitian ini dijelaskan pada sub-bab dibawah ini:

3.3.1 Alat

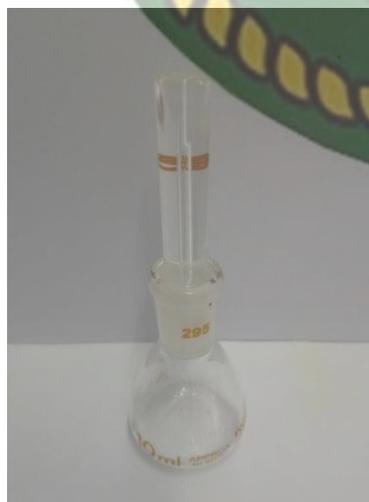
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi sebagai alat untuk menentukan nilai viskositas (μ) dan *shear rate* (γ) larutan polimer, serta untuk menentukan kompatibilitas dari larutan polimer tersebut. Adapaun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:



Viskometer Ostwald



Fann VG meter



Picnometer



Bola Hisap



Blender



Oven



Heater



Corong



Gelas Kimia



Gelas Ukur



Gambar 3.1 Peralatan yang digunakan selama penelitian

3.3.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa tumbuhan diantaranya



Rumput Laut lokal



Daun Cincau Hijau



NaCl



Biopolimer *Xanthan Gum*



Air Formasi

Aquadess

Gambar 3.2 Bahan yang digunakan selama penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

Berikut adalah langkah percobaan yang dilakukan pada penelitian ini:

3.4.1 Pembuatan Larutan Polimer dari bahan alami

Langkah pertama yang harus dilakukan untuk menentukan viskositas, *shear rate* dan kompatibilitas dari polimer ini adalah dengan mengolah bahan alami tersebut menjadi polimer. Adapun tahap pengerjaan pembuatan *gel* dari daun cincau dilakukan prosedur penelitian berdasarkan penelitian Nurdin (2012) yang di modifikasi yaitu, Mengeringkan Daun Cincau didalam oven dengan suhu 50°C selama 12 jam. Setelah daun cincau kering, daun cincau/rumput laut akan di haluskan menggunakan *blender* dan dilakukan penyaringan menggunakan *Sieve Shaker* dengan Mesh 100. Bubuk Daun Cincau kemudian di buat menjadi polimer ber-konsentrasi 1000 ppm, 2000 ppm dan 3000 ppm dengan variasi salinitas pada masing-masing nya yaitu 3000 ppm, 9000 ppm, dan 15.000 ppm, lalu disaring untuk memastikan tidak ada ampas yang terbawa. Larutan akan didiamkan selama >24 jam hingga larutan mengental. Untuk bahan rumput laut, diberlakukan prosedur yang sama dengan daun cincau.

3.4.2 Pengujian Nilai Viskositas dengan Alat *Viscometer Oswald*

Pengujian viskositas berfungsi untuk mengetahui nilai kekentalan dari suatu larutan atau keengganan suatu larutan untuk mengalir. Alat yang digunakan pada pengujian viskositas ini adalah *Viscometer Oswald*. Adapun tahap pengujiannya yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan Densitas Polimer dengan menggunakan Picnometer (Komariah, Juliani, & Dimiyati, 2013)

Siapkan alat, timbang picnometer dalam keadaan kosong (dalam gram). Setelah ditimbang, isi picnometer dengan sampel polimer hingga penuh dan tutup dengan penutup picnometer. Timbang picnometer berisi sampel polimer (dalam gram). Selisih dari berat picnometer berisi sampel polimer dengan picnometer kosong adalah massa polimer (gram). Pada alat picnometer sudah diketahui volumenya, maka densitas bisa ditentukan.

2. Menentukan Viskositas Larutan Polimer dengan menggunakan *Viscometer Oswald* (Kasmungin & Santoso, 2017)

Siapkan alat, masukkan 10 ml larutan polimer kedalam viscometer oswald. Hisap cairan menggunakan bola karet hingga berada 1 mm diatas batas atas. Jalan stopwatch dan ukur waktu pengaliran larutan polimer saat melewati batas yang ada pada batas bawah oswald. Adapun rumus menghitung viskositas ini yaitu:

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

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

Keterangan:

μ_{kin} = viskositas kinetik (cst)

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

t = waktu alir (detik)

μ_{din} = viskositas dinamik (cp)

d = densitas cairan (gr/ml)

3.4.3 Pengujian Nilai Kompatibilitas Larutan Polimer

Uji ini dilakukan untuk mengetahui kemungkinan terjadinya endapan baru dari larutan polimer yang dibuat (Yasahardja et al., 2018). Dalam pengujian kompatibilitas ini digunakan tabung reaksi sebagai wadah. Pengujian kompatibilitas dilakukan pada 10 ml larutan terhadap campuran air formasi (*brine*) dan larutan polimer yang telah dibuat. Tutup tabung reaksi dengan *aluminium foil* untuk mencegah penguapan dan masukkan kedalam *oven* yang temperaturnya sesuai dengan temperatur reservoir. Sampel akan di amati setelah di letakkan didalam *oven* selama 3 jam dengan masing-masing temperaturnya yaitu 50°C, 60°C dan 70°C.

4.3 Pengujian *Shear Rate* dengan menggunakan Alat Fann VG Meter

Adapun cara penggunaan alat Fann VG meter menurut (Rita, Mursyidah, Erfando, Herfansyah, & Ramadhan, 2019) letakkan alat fann VG meter, sesuaikan rotor dan bob sampai terendam kedalam fluida polimer sesuai batasnya. Gerakkan rotor pada skala *high* di rotor 600 rpm, biarkan alat berputar sampai skala (dial) seimbang. Turunkan skala *low* ke rotor 300 rpm dan biarkan alat berputar sampai skala (dial) seimbang. Catat harga pada kecepatan yang diinginkan. Rumus menghitung nilai *shear rate* menurut Widada, Afifah, Said, & Hendaryono (2019) dan rumus menghitung viskositas nyata menurut Parera & Siregar (2011) yaitu :

$$\gamma = 1.704 \times RPM$$

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

Dimana :

γ = *Shear Rate* (detik⁻¹)

RPM = *Revolution per minute* dari rotor

C = *Deal Reading*

μ_a = *Apparent Viscosity* (cp)

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumber daya alam adalah segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah SWT di bumi ini yang dapat dimanfaatkan oleh manusia agar kebutuhan hidupnya dapat tercukupi. Seperti yang kita ketahui sumber daya alam terdapat dimana saja di air, udara, dan tanah yaitu berupa tanaman, hewan, serta tambang seperti minyak bumi. Berdasarkan firman Allah SWT yang tertera pada QS. Al-Mu'minin (23) ayat 19-20 yang artinya “lalu dengan (air) itu, Kami tumbuhkan untukmu kebun-kebun kurma dan anggur, disana kamu memperoleh buah-buahan yang banyak dan sebagian (buah-buahan) itu kamu makan. Kami tumbuhkan pohon (zaitun) yang tumbuh dari Gunung Sinai, yang menghasilkan minyak dan bahan pembangkit selera bagi orang-orang yang makan”. Dari kedua ayat tersebut dapat diartikan bahwa sesungguhnya Allah SWT telah menciptakan sumber daya alam yang berlimpah agar dimanfaatkan oleh umatnya. Pada penelitian ini memanfaatkan tumbuhan yang akan diubah menjadi polimer yang bisa dijadikan sebagai alternatif *polymer flooding* untuk proses produksi minyak tahap lanjut.

Sebagai manusia yang dhoif sangat patut kita bersyukur atas ketersediaan sumber daya alam yang melimpah yang diberikan oleh Allah SWT, karena Allah SWT telah berjanji jika umatnya bersyukur maka akan Ia tambah sebagaimana yang tertera pada firman-Nya QS. Ibrahim (14) ayat 7 yang artinya “dan (ingatlah) ketika Tuhanmu memaklumkan, sesungguhnya jika kamu bersyukur, niscaya Aku akan menambah (nikmat) kepadamu, tetapi jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka pasti azab-Ku sangat berat.”

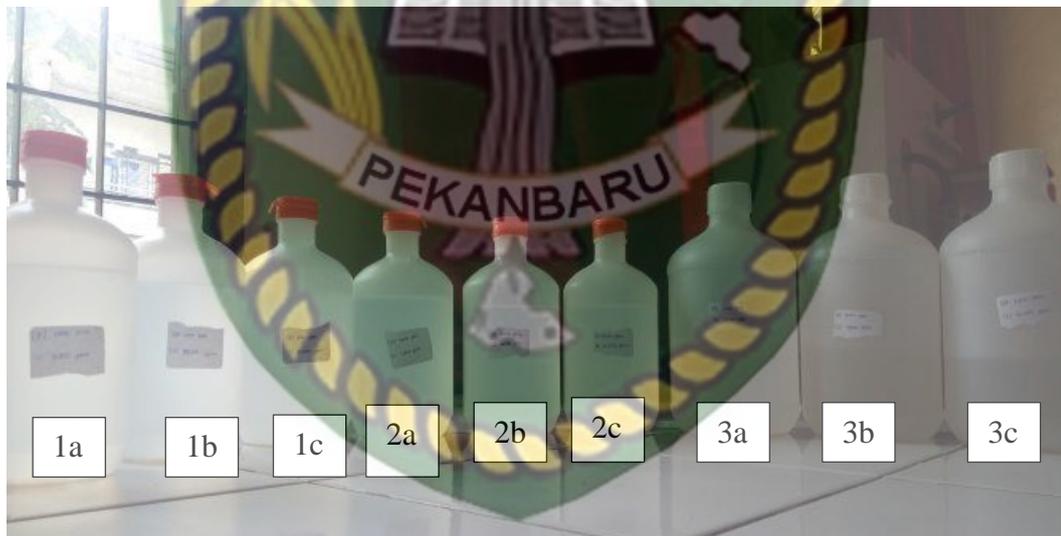
Pengujian Polimer alami yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari 2 bahan yaitu Rumput Laut serta Daun Cincau Hijau. Adapun pengujiannya terbagi atas 3 yaitu pertama pengujian viskositas yang dilakukan dengan alat Viscometer Oswald yang mana berfungsi untuk mengetahui nilai kekentalan dari polimer dengan prinsip nya mengukur waktu alir dari polimer tersebut. Kedua pengujian kompatibilitas yang mana untuk mengetahui kemungkinan terjadinya endapan baru dari larutan polimer yang dibuat, dan yang ketiga pengaruh *shear rate* yang mana untuk melihat pengaruh dari laju geser polimer dengan alat fann VG meter.

Pada penelitian ini juga menguji polimer komersial yang sudah ada yaitu *xanthan gum* yang mana sebagai pembanding terhadap polimer berbahan dasar alam.

4.1 Viskositas Polimer

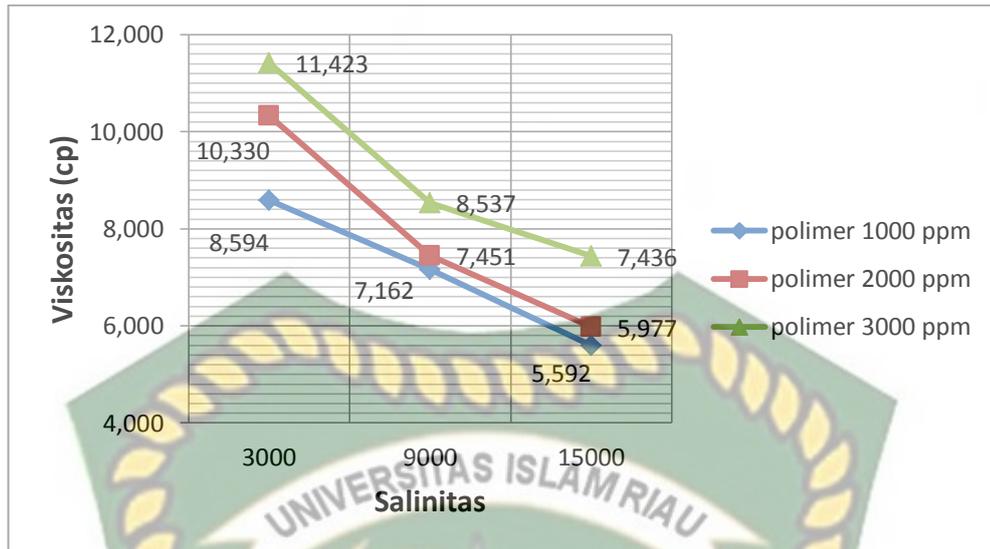
Pengujian viskositas polimer bertujuan untuk mengetahui nilai kekentalan dari polimer tersebut. Pada penelitian ini, viskositas polimer diuji dengan tiga sampel yaitu rumput laut (RL), daun cincau (DC), dan *xanthan gum* (XG) sebagai pembanding.

Konsentrasi polimer yang digunakan yaitu 1000 ppm, 2000 ppm dan 3000 ppm yang disesuaikan dengan keadaan *real* penggunaan polimer di lapangan yaitu berkisar 250-2000 mg/L polimer sintetis. Konsentrasi salinitas yang digunakan yaitu 3000 ppm, 9000 ppm dan 15.000 ppm. Salinitas 15.000 ppm di pilih dikarenakan menurut Frigrina, Kasmungin, & Mardiana (2017) salinitas 15.000 ppm di anggap mewakili kondisi salinitas *reservoir* pada umumnya. Adapun hasil dari pengujian viskositas sebagai berikut:



Gambar 4.1 Polimer Rumput Laut

Gambar di atas menerangkan (1a) Polimer 1000 ppm + salinitas 3000 ppm (1b) Polimer 1000 ppm + salinitas 9000 ppm (1c) Polimer 1000 ppm + salinitas 15000 ppm. (2a) Polimer 2000 ppm + salinitas 3000 ppm (2b) Polimer 2000 ppm + salinitas 9000 ppm (2c) Polimer 2000 ppm + salinitas 15000 ppm. (3a) Polimer 3000 ppm + salinitas 3000 ppm (3b) Polimer 3000 ppm + salinitas 9000 ppm (3c) Polimer 3000 ppm + salinitas 15000 ppm.

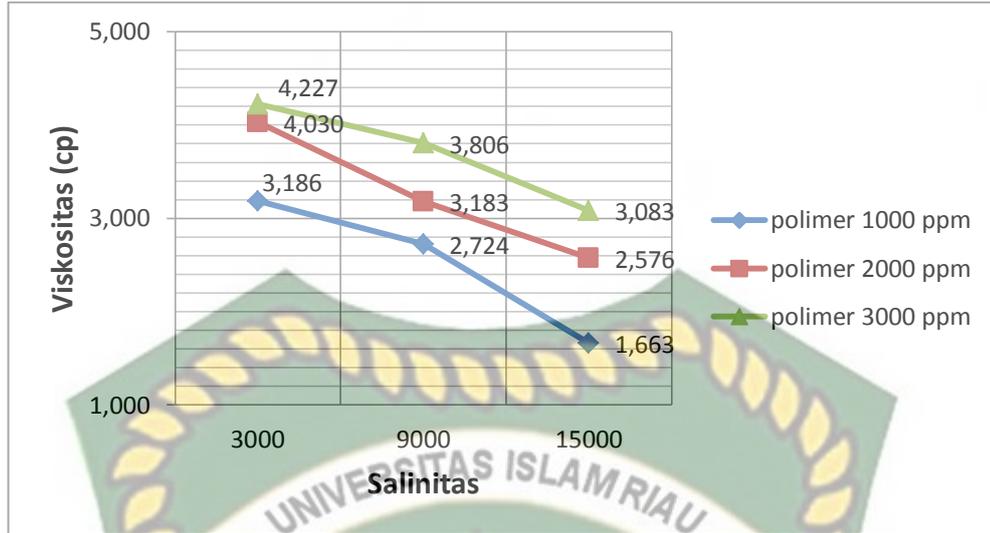


Gambar 4.2 Grafik nilai viskositas polimer dari rumput laut

Gambar 4.1 menunjukkan penampakan dari polimer RL, yang mana polimer berwarna bening seperti air. Gambar 4.2 menunjukkan penurunan nilai viskositas seiring besarnya nilai salinitas *brine* untuk setiap konsentrasi polimer yang sama. Nilai viskositas terendah berada pada konsentrasi polimer 1000 ppm dengan salinitas 15000 ppm yaitu sebesar 5,592 cp dan nilai viskositas tertinggi berada pada konsentrasi polimer 3000 ppm dengan salinitas 3000 ppm yaitu sebesar 11,423 cp.



Gambar 4.3 Polimer Daun Cincau



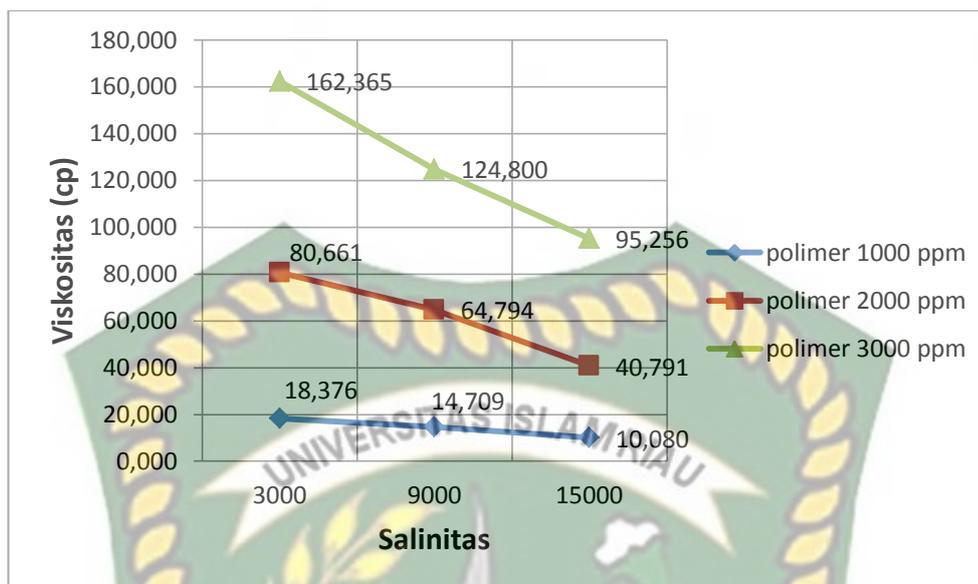
Gambar 4.4 Grafik nilai viskositas polimer dari daun cincau hijau

Gambar 4.3 menunjukkan kenampakan dari polimer DC yang mana memiliki warna yang berbeda-beda di karenakan konsentrasi polimer yang berbeda. Pada konsentrasi polimer 1000 ppm (1a, 1b, 1c) warna polimer memudar seiring meningkat nya salinitas. Pada konsentrasi polimer 2000 ppm (2a, 2b, 2c) dan 3000 ppm (3a, 3b, 3c) terlihat bahwa warna polimer semakin pekat seiring meningkatnya salinitas.

Gambar 4.4 menunjukkan hal yang sama dengan gambar 4.2. Viskositas polimer mengalami penurunan seiring meningkatnya salinitas *brine* di konsentrasi polimer yang sama. Viskositas terendah berada di konsentrasi polimer 1000 ppm dengan salinitas 15000 ppm dengan nilai 1,663 cp dan viskositas tertinggi di konsentrasi polimer 3000 ppm dengan salinitas 3000 ppm yaitu sebesar 4,227 cp.



Gambar 4.5 Polimer *Xanthan Gum*



Gambar 4.6 Grafik nilai viskositas polimer *xanthan gum*

Gambar 4.5 menunjukkan kenampakan dari polimer XG yang mana polimer XG berwarna putih bening dan sedikit keruh. Gambar 4.6 menunjukkan hasil pengujian viskositas XG sama dengan polimer RL dan DC diatas yang mana mengalami penurunan viskositas seiring meningkatnya salinitas *brine* pada konsentrasi polimer yang sama. Nilai viskositas terendah berada di konsentrasi polimer 1000 ppm dengan salinitas 15000 ppm dan viskositas tertinggi di konsentrasi polimer 3000 ppm dengan salinitas 3000 ppm.

Hasil pengujian dari ketiga polimer menunjukkan hasil sama yaitu viskositas nya mengalami penurunan. Dari ketiga grafik diatas, juga terlihat bahwa terjadi peningkatan nilai viskositas seiring bertambahnya konsentrasi polimer di salinitas yang sama, akan tetapi terjadi penurunan viskositas seiring bertambahnya konsentrasi salinitas dengan konsentrasi polimer yang sama. Penyebab penurunan nilai viskositas ketiga bahan diatas adalah adanya ion-ion logam yang menarik rantai-rantai cabang dari polimer yang berasal dari garam yang menyebabkan rantai polimer menjadi lebih pendek, bentuk rantai polimer yang pendek inilah yang menyebabkan viskositas dari polimer tersebut menurun (Wicaksono & Yuliansyah, 2015). Menurut Kang (2001) dalam Sheng, Leonhardt, & Gmbh (2015) perilaku viskoelastik larutan akan meningkat ketika konsentrasi polimer tinggi dan konsentrasi salinitas rendah. Perbedaan viskositas

ini juga dapat menunjukkan adanya degradasi yang terjadi saat proses ekstraksi hingga degradasi ini dapat menurunkan berat molekul dari RL maupun DC yang berakibat pada penurunan viskositas (Vold & Kristiansen, 2006). Penurunan viskositas dari polimer XG juga bisa disebabkan oleh biodegradasi dari mikroba pembentuk XG, dan hal ini sering terjadi dan menjadi kelemahan polimer XG (Abrahamsen, 2012).

Nilai viskositas yang rendah pada polimer RL dan DC ini dikarenakan polimer yang belum membentuk *gel* di konsentrasi 1000 ppm, 2000 ppm dan 3000 ppm serta tekstur dan kekentalan polimernya yang hampir seperti air sedangkan pada penelitian Nurdin (2012), larutan polimer DC mulai membentuk *gel* pada konsentrasi 25 gram (25.000 mg/L) serbuk daun cincau. Dalam hal ini, nilai viskositas polimer RL dan DC memiliki kesamaan dengan polimer XG yaitu mengalami penurunan viskositas saat salinitas meningkat. Bisa dikatakan bahwa polimer rumput laut dan daun cincau ini bisa menjadi alternatif polimer untuk *polymer flooding*. Akan tetapi untuk mencapai viskositas yang dibutuhkan sebagai *screening criteria* dari polimer flooding, memerlukan konsentrasi polimer alami yang cukup tinggi, yang tidak bisa disamakan dengan polimer sintetis/biopolimer, yang mana membutuhkan 250-2500 mg/L polimer sintetis.

4.2 Kompatibilitas Polimer

Kompatibilitas polimer menjelaskan pencampuran suatu polimer dengan suatu bahan adiktif atau suatu larutan yang menyatakan hasilnya dapat bercampur atau tidak. Bila antara bahan adiktif atau pelarut tidak terjadi interaksi, maka akan terjadi campuran koloid ataupun suspensi yang tidak mantap/tidak kompatibel (Wirjosentono, 1997). Pada penelitian ini, pengujian kompatibilitas dilakukan dengan polimer sebagai bahan utama yang akan di campurkan dengan air formasi. Adapun polimer yang digunakan yaitu polimer berbahan dasar alam yaitu dari rumput laut dan daun cincau serta biopolimer berupa *Xanthan Gum*. Berikut hasil pengamatan dari kompatibilitas polimer yang diuji dengan menyesuaikan suhu reservoir yaitu pada suhu 50°C, 60°C dan 70°C.

Tabel 4.1. Hasil pengamatan kompatibilitas Polimer Rumput Laut

Konsentrasi Polimer	Konsentrasi Salinitas	Suhu		
		50°C	60°C	70°C
1000 ppm	3000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
	9000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
	15000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
2000 ppm	3000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
	9000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
	15000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
3000 ppm	3000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
	9000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
	15000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan

Tabel 4.2. Hasil pengamatan kompatibilitas Polimer Daun Cincau

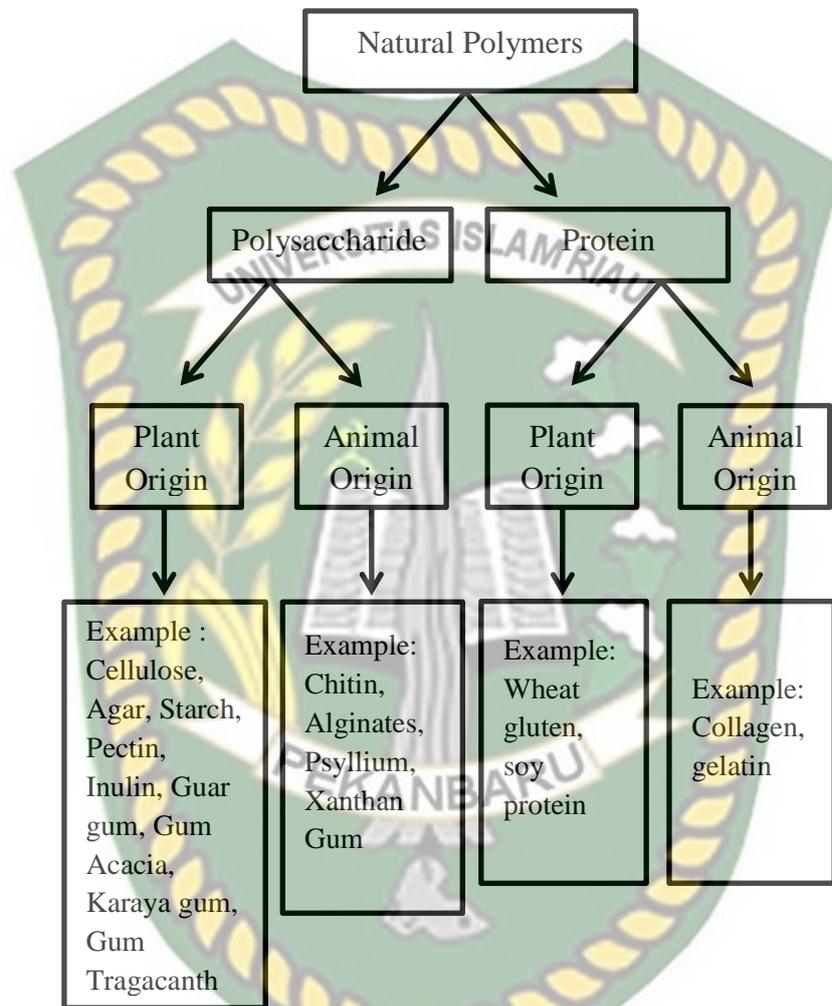
konsentrasi polimer	konsentrasi salinitas	Suhu (°C)		
		50°C	60°C	70°C
1000 ppm	3000 ppm	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan
	9000 ppm	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan
	15000 ppm	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan
2000 ppm	3000 ppm	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan
	9000 ppm	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan
	15000 ppm	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan
3000 ppm	3000 ppm	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan
	9000 ppm	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan
	15000 ppm	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan	jernih, berwarna kuning kehijauan, tidak ada endapan

Tabel 4.3. Hasil pengamatan kompatibilitas Polimer *Xanthan Gum*

Konsentrasi Polimer	Konsentrasi Salinitas	Suhu (°C)		
		50°C	60°C	70°C
1000 ppm	3000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
	9000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
	15000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
2000 ppm	3000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
	9000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
	15000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
3000 ppm	3000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
	9000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan
	15000 ppm	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan	jernih, tidak ada endapan

Dari hasil pengamatan pada tabel 4.1, tabel 4.2, dan tabel 4.3 terlihat bahwa polimer RL, DC dan XG kompatibel terhadap air formasi, tidak terbentuk endapan maupun emulsi pada suhu 50°C, 60°C dan 70°C. Menurut Muspidah & Hambali, (2017) larutan dikatakan kompatibel jika larutan tidak memiliki endapan ataupun gumpalan saat sebelum maupun sesudah pendiaman didalam oven dengan suhu *reservoir*. Pada polimer RL dan DC memiliki kandungan polisakarida dari tumbuhan (gambar 4.7) yang mana polisakarida ini dapat menyatu dengan air bahkan dalam suhu yang diujikan. Sehingga saat dilakukan pengujian didalam oven dengan suhu bervariasi, polimer alami dapat menyatu/homogen terhadap air formasi. Pada polimer DC, hasil dari uji kompatibilitas terlihat berwarna kuning kehijauan dikarenakan polimer DC berwarna hijau, semakin besar konsentrasi polimer DC, maka semakin pekat warna polimer tersebut. Sedangkan Polimer XG merupakan biopolimer yang dihasilkan oleh fermentasi glukosa/sukrosa oleh bakteri *Xanthomonas campestris* (Chang et al., 2015) sehingga dapat kompatibel saat diuji dengan suhu *reservoir*

pada pengujian. Akan tetapi, biopolimer *xanthan gum* ini memiliki kelemahan yaitu rentan terhadap biodegradasi jika berada pada suhu yang tinggi didalam *reservoir* dan karena itu *xanthan gum* dibatasi penggunaannya.



Gambar 4.7 Klasifikasi *Natural Polymer* (Kaushik, Sharma, Agarwal, & Pradesh, 2016)

4.1 Shear Rate Polimer

Larutan polimer termasuk kedalam fluida non-newtonian yang diklasifikasikan sebagai laju geser yang dapat merubah viskositas larutan (Zhang, Li, & Zhou, 2011). Penentuan *shear rate* berfungsi untuk mengetahui besarnya viskositas pada saat polimer berinteraksi/bergesek dengan pori batuan/penampangnya (Rahmanto, Sudibjo, & Kasmungin, 2017). Fluida non-newtonian ditandai dengan viskositas yang berkurang ketika *shear rate* nya meningkat (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 saat meningkatnya *shear rate* (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:

Tabel 4.4. Hasil Pengujian *Shear Rate* Polimer Rumput Laut

Konsentrasi Polimer	Konsentrasi Salinitas	<i>Shear Rate</i> (detik-1)		Viskositas Nyata (cp)	
		RPM 300	RPM 600	RPM 300	RPM 600
1000 ppm	3000 ppm	511,2	1022,4	2,979	1,986
	9000 ppm	511,2	1022,4	1,986	1,49
	15000 ppm	511,2	1022,4	1,986	1,49
2000 ppm	3000 ppm	511,2	1022,4	2,979	2,235
	9000 ppm	511,2	1022,4	2,482	1,738
	15000 ppm	511,2	1022,4	1,986	1,738
3000 ppm	3000 ppm	511,2	1022,4	2,979	2,483
	9000 ppm	511,2	1022,4	2,482	1,738
	15000 ppm	511,2	1022,4	1,986	1,738

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Shear Rate Polimer Daun Cincau

Konsentrasi Polimer	Konsentrasi Salinitas	Shear Rate (detik-1)		Viskositas Nyata (cp)	
		RPM 300	RPM 600	RPM 300	RPM 600
1000 ppm	3000 ppm	511,2	1022,4	2	1,75
	9000 ppm	511,2	1022,4	2,5	1,75
	15000 ppm	511,2	1022,4	2,5	2
2000 ppm	3000 ppm	511,2	1022,4	2,5	1,85
	9000 ppm	511,2	1022,4	3	2
	15000 ppm	511,2	1022,4	3	2
3000 ppm	3000 ppm	511,2	1022,4	3	2,1
	9000 ppm	511,2	1022,4	3	2,25
	15000 ppm	511,2	1022,4	3	2,25

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Shear Rate Polimer Xanthan Gum

Konsentrasi Polimer	Konsentrasi Salinitas	Shear Rate (detik-1)		Viskositas Nyata (cp)	
		RPM 300	RPM 600	RPM 300	RPM 600
1000 ppm	3000 ppm	511,2	1022,4	9	6
	9000 ppm	511,2	1022,4	5	3,5
	15000 ppm	511,2	1022,4	7	4,75
2000 ppm	3000 ppm	511,2	1022,4	9,5	6,5
	9000 ppm	511,2	1022,4	10,5	7,25
	15000 ppm	511,2	1022,4	13	8,5
3000 ppm	3000 ppm	511,2	1022,4	19	12
	9000 ppm	511,2	1022,4	24	15
	15000 ppm	511,2	1022,4	15	10

Pada penelitian ini, pengukuran *shear rate* dilakukan dari RPM rendah yaitu 300 RPM kemudian 600 RPM, hal ini dilakukan untuk melihat ketahanan polimer saat *shear rate* meningkat. Pada tabel 4.4 dan tabel 4.5 hasil pengujian terlihat bahwa pada polimer RL dan DC mengalami penurunan viskositas nyata yang relatif kecil yaitu ≤ 1 cp saat *shear rate* meningkat. Sedangkan pada tabel 4.6 hasil pengujian biopolimer *xanthan gum* mengalami penurunan viskositas nyata sebesar ≤ 9 cp saat *shear rate* meningkat. Nilai viskositas berkurang seiring meningkatnya *shear rate* yang menandakan bahwa polimer alami berbahan rumput laut dan daun cincau termasuk kedalam fluida non-newtonian jenis *pseudoplastic*.

Viskositas nyata polimer menurun seiring kenaikan dari *shear rate*, hal ini disebabkan karna semakin tinggi *shear rate*, hal itu dapat merusak rantai polimer sehingga menurunkan viskositas polimer tersebut (Abrahamsen, 2012). Polimer RL dan DC mengalami penurunan yang relatif kecil karena polimer RL dan DC tidak membentuk *gel* sehingga gesekkan yang terjadi saat rotor bergerak tidak besar. Akan tetapi pada polimer XG mengalami gesekkan yang besar karena XG sudah membentuk *gel* pada konsentrasi 1000 ppm, 2000 ppm dan 3000 ppm.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Viskositas Polimer rumput laut, daun cincau, dan *xanthan gum* sama-sama mengalami penurunan viskositas seiring meningkatnya salinitas *brine*.
2. Formulasi Polimer Rumput Laut, Daun Cincau dan *xanthan gum compatible* terhadap air formasi yang menunjukkan tidak ada gumpalan dan endapan setelah di panaskan pada suhu 50°C, 60°C, dan 70°C
3. Pengaruh yang ditimbulkan oleh pengujian shear rate pada polimer rumput laut, daun cincau dan *xanthan gum* adalah semakin besar nilai *shear rate*, maka viskositas polimer akan semakin menurun.
4. Perbandingan antara viskositas polimer alam terhadap biopolimer *xanthan gum* adalah nilai viskositas polimer alam tidak bisa mencapai nilai viskositas biopolimer pada konsentrasi yang sama.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dijabarkan, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menaikkan konsentrasi polimer alami hingga mencapai viskositas yang sesuai dengan *screening polymer flooding*, dan melakukan uji viskositas dengan dipengaruhi suhu, menguji kekuatan *gel*, uji ketahanan *thermal* dan parameter lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Quran. QS. Al-Mu'minun (23) ayat 19-20.
- Al-Quran. QS. Ibrahim (14) ayat 7.
- Abdurrahman, M., Bae, W. ., Novriansyah, A., & Khalid, I. (2016). Enhanced Oil Recovery (EOR) Challenges And Its Future In Indonesia. *Proceeding of the IRES 28th International Conference, Jakarta, Indonesia*, 6(February).
- Abidin, A. Z., Puspasari, T., & Nugroho, W. A. (2012). Polymers for Enhanced Oil Recovery Technology. *Procedia Chemistry*, 4, 11–16.
- Abrahamsen, A. (2012). Applying Chemical EOR on the Norne Field C-Segment. *Master of Science in Engineering and ICT Norwegian University of Science and Technology*, (June).
- Arina, & Kasmungin, S. (2015). Studi Peningkatan Produksi Minyak Dengan Metode Injeksi Polimer Ditinjau Dari Berbagai Salinitas Air Formasi. *Seminar Nasional Cendekiawan. Trisakti University*, 200–205.
- Audibert-hayet, A., Rousseau, L., Français, I., McGregor, W. M., & Nicora, L. F. (1999). Novel Hydrophobically Modified Natural Polymers for Non-Damaging Fluids. *Offshore Europe Oil and Gas Exhibition and Conference. Society of Petroleum Engineers*.
- Chang, I., Im, J., Kharis, A., & Cho, G. (2015). Effects of Xanthan Gum Biopolymer On Soil Strengthening. *Construction and Building Materials*, 74, 65–72.
- Corredor, L., Maini, B., Husein, M., & Engineering, P. (2018). Improving Polymer Flooding by Addition of Surface Modified Nanoparticles. *SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers*, 1–21.
- Denis, C., Morançais, M., Li, M., Deniaud, E., Gaudin, P., Wielgosz-collin, G., ... Fleurence, J. (2010). Study Of The Chemical Composition Of Edible Red Macroalgae *Grateloupia turuturu* from Brittany (France). *Food Chemistry*, 119(3), 913–917.
- 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. (2009). Screening Polimer Untuk Penentuan Rancangan Fluida Injeksi Kimia. *Jurnal Teknologi Minyak dan Gas Bumi-Edisi 1- LEMIGAS*.
- Frigrina, L., Kasmungin, S., & Mardiana, D. A. (2017). Studi Polimer Gel Dengan Crosslinker Mengenai Pengaruh Variasi Konsentrasi Polimer, Salinitas dan Suhu Terhadap Gelation Time dan Resistance Factor Pada Proses Water Shut Off. *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*, 139–144.
- Kasmungin, S., & Santoso, A. (2017). Kajian Awal Laboratorium Mengenai Viskositas Polimer Terhadap Pengaruh Salinitas, Temperatur dan Konsentrasi Polimer (Laboratorium Study). *Seminar Nasioanal Cendekiawan*, 1–6.
- Kaushik, K., Sharma, R. B., Agarwal, S., & Pradesh, H. (2016). Natural Polymers and their Applications. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Reviess and Reserarch*, 37(05), 30–36.
- Kokal, S., & Al-kaabi, A. (2010). Enhanced Oil Recovery: Challenges & Opportunities. *World Petroleum Council. Official Publication*, 64–69.
- Komariah, L. N., Juliani, W. D., & Dimyati, M. F. (2013). Efek pemanasan campuran biodiesel dan minyak solar terhadap konsumsi bahan bakar pada boiler. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(4), 53–58.
- Laorongroj, A., Zechner, M., Clemens, T., & Gringarten, A. (2012). Determination of the In-Situ Polymer Viscosity from Fall off Tests. *SPE Europe/EAGE Annual Conference. Society of Petroleum Engineers*.
- Martone, P. T. (2007). Kelp Versus Coralline: Cellular Basis for Mechanical Strength in The Wave-Swept Seaweed Calliarthron (Corallinaceae, Rhodophyta). *Journal of Phycology*, 43(5), 882–891.
- Muspidah, & Hambali, E. (2017). Palm oil anionic surfactants based emulsion breaker (Case study of emulsions breaker at Semanggi Field production wells) Palm oil anionic surfactants based emulsion breaker (Case study of emulsions breaker at Semanggi Field production wells). *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 65(1), 012033.
- Novriansyah, A. (2014). Pengaruh Penurunan Permeabilitas Terhadap Laju

- Injeksi Polimer Pada Lapangan Y. *Journal of Eart, Energy, Engineering.*, 3(1), 25–30.
- Nurdin, S. U., Suharyono, A. ., & Rizal, Sa. (2012). Karakteristik Fungsional Polisakarida Pembentuk Gel Daun Cincau Hijau (*Premna Oblongifolia Merr*). *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 13(1), 4–9.
- Parera, G., & Siregar, S. (2011). Studi Laboratorium Pengaruh Injeksi Polimer CMC-AM Terhadap Perolehan Minyak. *Occam Technology*.
- Purwono, S. (2003). Pembuatan POLimer Pendesak Poliakrilamida Dalam Proses Pembanjiran (waterflooding) Untuk Menaikkan Perolehan Minyak.
- 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.
- Rahayu, R., Taslim, M., & Sumarno, S. (2013). Pembuatan Serbuk Daun Cincau Hijau Rambat “*Barbata L. Miers*” menggunakan Foam Mat Drying. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 2(4), 24–31.
- 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 Nasioanal Cendikiawan*, 3(1), 27–32.
- Rajendran, N., Puppala, S., Shena Raj, M., Ruth Angeeleena, B., & Rajam, C. (2012). Seaweeds Can Be A New Source For Bioplastics. *Journal of Pharmacy Research*, 5(3), 1476–1479.
- Rasmussen, R. S., & Morrissey, M. T. (2007). Marine Biothechnology for Production of Food Ingredients. *Advances Food and Nutrition Research*, 52(06), 237–292.
- Rita, N., Mursyidah, Erfando, T., Herfansyah, H., & Ramadhan, R. (2019). Laboratory study of additional use nano silica composite and bagasse ash to improve the strength of cement drilling. *IOP Conf. Series Science and Engineering*, 536(1. p. 012043).
- Samudra, A. G., & Chintama. (2018). Uji Perbandingan Efektivitas Antidiabetes Ekstrak Polisakarida dan Senyawa Polifenol Alga Coklat (*Sargassum Sp.*) Pada Mencit yang Diinduksi Aloksan. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 4(1), 48–

52.

- Sheng, J. J., Leonhardt, B., & Gmbh, W. H. (2015). Status of Polymer Flooding Technology. *Journal of Canadian Petroleum Technology* 54, 02, 116–126.
- Vold, I. M. ., & Kristiansen, B. . (2006). A Study of the Chain Stiffness and Extension of Alginates , in Vitro Epimerized Alginates , and Periodate-Oxidized Alginates Using Size-Exclusion Chromatography Combined with Light Scattering and Viscosity Detectors. *Biomacromolecules*, 7(7), 2136–2146.
- 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.
- Widada, S., Afifah, H., Said, S., & Hendaryono. (2019). Jenis Mineral Lempung Endapan Kuarter Pantai Semarang Jawa Tengah dan Potensinya sebagai Lumpur Pemboran. *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 3(1), 1–10.
- Wirjosentoso, B. (1997). Kinetika dan Mekanisme Polimerisasi.
- Wong, K. H., & Cheung, P. C. K. (2000). Nutritional Evaluation Of Some Subtropical Red and Green Seaweeds Part I - Proximate Composition, Amino Acid Profiles and Some Physico-Chemical Properties. *Food Chemistry*, 71(4), 475–482.
- Yasahardja, Y., Setiawan, A., & Prihantini, A. (2018). Studi awal pemilihan polimer untuk digunakan pada injectivity dengan skala laboratorium. *Jurnal Migasian Akamigas Balongan Indramayu*, 1(2), 19–22.
- Yerramilli, S. S., Zitha, P. L. J., & Yerramilli, R. C. (2013). Novel Insight into Polymer Injectivity for Polymer Flooding Modeling of Polymer Flow in Porous Media. *Society of Petroleum Engineers, SPE*, 16519, 1–23.
- 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.