

**PENGARUH TEKANAN DAN RASIO KATALIS PADA
TRANSESTERFIKASI XANTHAN GUM DENGAN
VINYL LAURATE DALAM MEDIA CO₂ BERTEKANAN**

CHE 184650.04 – Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar sarjana di bidang ilmu
Teknik Kimia

Oleh:

Gladys Triana Ayu

(2016620047)

Pembimbing:

Dr. Henky Muljana, ST., M. Eng.

Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih.



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : **PENGARUH TEKANAN DAN RASIO KATALIS PADA
TRANSESTERIFIKASI XANTHAN GUM DENGAN VINYL
LAURATE DALAM MEDIA CO₂ BERTEKANAN**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 1 September 2020

Pembimbing 1



Dr. Henky Muljana, S.T., M.Eng

Pembimbing 2



Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih



PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gladys Triana Ayu

NRP : 6216047

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

**PENGARUH TEKANAN DAN RASIO KATALIS PADA TRANSESTERIFIKASI
XANTHAN GUM DENGAN *VINYL LAURATE* DALAM MEDIA CO₂
BERTEKANAN**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 1 September 2020



Gladys Triana Ayu
(6216047)

LEMBAR REVISI

JUDUL : **PENGARUH TEKANAN DAN RASIO KATALIS PADA
TRANSESTERIFIKASI XANTHAN GUM DENGAN VINYL
LAURATE DALAM MEDIA CO₂ BERTEKANAN**

CATATAN :

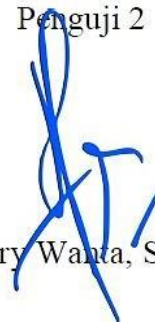
Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 1 September 2020

Penguji 1



Hans Kristianto, S.T., M.T.

Penguji 2



Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan seminar yang berjudul “PENGARUH TEKANAN DAN RASIO KATALIS PADA TRANSESTERIFIKASI XANTHAN GUM DENGAN *VINYL LAURATE* DALAM MEDIA CO₂ BERTEKANAN” sesuai waktu yang telah ditentukan.

Sebuah penghantar dan persembahan bagi tiap-tiap orang yang telah memberikan dukungan dan bantuan sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat diselesaikan. Seberapapun kalimat yang ditulis takkan mampu mewakili ungkapan yang sebenarnya, namun tidak ada cara lain selain mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan, bimbingan, dan dukungannya kepada:

1. Dr. Henky Muljana, ST., M. Eng. dan Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih selaku dosen pembimbing atas kesabaran dan kesediaan waktu disela-sela kesibukannya, yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, saran dan kritik dalam proses penulisan, sehingga laporan penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik sesuai dengan waktu yang ditentukan;
2. Orang Tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moril maupun materi juga memberikan kasih sayang, nasihat dan doa, selama penyelesaian laporan penelitian ini;
3. Seluruh dosen dan karyawan/i Program Studi Teknik Kimia Universitas Katolik Parahyangan yang sepenuh hati berdikasi dalam memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis, serta segala bantuan secara teknis maupun adminsitratif yang diberikan kepada penulis selama menyelesaikan studi;
4. Teman-teman yang telah memberi dukungan, bantuan, canda tawa, motivasi serta telinga yang senantiasa selalu ada dikala penulis ingin menyerah selama penyelesaian laporan penelitian ini;
5. Dan semua pihak lain yang telah ikut serta memberikan bantuan dalam proses penyelesaian penelitian penelitian ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat terbuka untuk segala bentuk kritik dan saran demi kesempurnaan penelitian ini. Akan tetapi, penulis berharap laporan penelitian ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi para pembaca.

Bandung, 1 September 2020

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end.

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	5
1.3 Identifikasi Masalah	5
1.4 Premis.....	5
1.5 Hipotesis Penelitian.....	5
1.6 Tujuan Penelitian	6
1.7 Manfaat Penelitian	6
1.7.1 Bagi Industri.....	6
1.7.2 Bagi Pemerintah	6
1.7.3 Bagi Masyarakat.....	6
1.7.4 Bagi Ilmuwan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Polisakarida	10
2.1.1 Pati.....	10
2.1.2 Selulosa	12
2.1.3 Eksopolisakarida.....	14
2.2 Xanthan Gum.....	15

2.2.1 Aplikasi Xanthan Gum	15
2.2.2 Sifat Xanthan Gum	17
2.3 Plastik Biodegradable	19
2.4 Pelarut.....	22
2.4.1 Fluida Superkritik	23
2.4.2 Karbon Dioksida (CO ₂) Sebagai Pelarut.....	25
2.5 Modifikasi Xanthan Gum	26
2.5.1 Modifikasi Xanthan Gum dalam Pelarut <i>Liquid</i> Ionik	26
2.5.2 Modifikasi Xanthan Gum dengan Formaldehida	28
2.5.3 Modifikasi Pati dengan Media Superkritik CO ₂	29
2.5.4 Modifikasi Xanthan Gum dalam Media Superkritik CO ₂	31
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Peralatan Penelitian.....	33
3.2 Bahan Penelitian	34
3.3 Metodologi Penelitian	35
3.4 Percobaan Pendahuluan	35
3.5 Percobaan Utama.....	35
3.4 Rancangan Percobaan	38
3.5 Tahap Analisis	38
3.5.2 Analisis Nilai Derajat Substitusi (DS) dengan Metode Titrasi Hidrolisis	39
3.5.3 Analisis Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR).....	40
3.5.4 Analisis Scanning Electron Microscope (SEM).....	40
3.5.5 Analisis X-Ray Diffraction (XRD).....	40
3.5.6 Analisis Thermogravimetric Analysis (TGA).....	41
3.6 Lokasi Penelitian.....	41
3.7 Jadwal Kerja Penelitian	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Percobaan Pendahuluan.....	43
4.1.1 Penentuan Kadar Air Xanthan Gum	43
4.1.2 Percobaan Awal.....	43

4.2 Percobaan Utama	44
4.3 Nilai Derajat Substitusi (DS)	45
4.3.2 Pengaruh Rasio Katalis pada Nilai DS	48
4.4 Gugus Fungsi	49
4.4 Morfologi.....	51
4.5 Sifat Kristalinitas	52
4.6 Kestabilan Termal.....	54
BAB V KESIMPULAN.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN A	62
A.1 Analisis Nilai Derajat Substitusi (DS) dengan Metode Titrasi Hidrolisis.....	62
A.1.1 Standarisasi NaOH.....	62
A.1.2 Standarisasi HCl	62
A.1.3 Metode Analisis Titrasi Hidrolisis.....	63
A.2 Analisis Fouried Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR).....	63
A.4 Analisis Scanning Electron Microscope (SEM)	63
A.5 Analisis X-Ray Diffraction (XRD)	64
A.6 Analisis Thermogravimetric Analysis (TGA)	64
LAMPIRAN B.....	65
B.1 Xanthan Gum	65
B.2 Vinyl laurate.....	66
B.3 Karbon Dioksida	67
B.4 Natrium Hidroksida	68
B.5 Asam Klorida	69
B.6 Natrium Hidroksida	70
B.5 Asam Oksalat	71
B.11 Fenolftalein	73
LAMPIRAN C.....	74

C.1 Penentuan Nilai Derajat Substitusi (DS)	74
LAMPIRAN D	76
D.1 Perhitungan Nilai Derajat Substitusi (DS).....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Urutan Negara Penghasil Limbah Plastik di Dunia	1
Gambar 1.2 Penurunan Cadangan Minyak Bumi di Indonesia	3
Gambar 2.1 Struktur dari Amilosa dan Amilopektin.....	11
Gambar 2.2 Stuktur dari Selulosa	13
Gambar 2.3 Struktur Utama dari Xanthan Gum.....	17
Gambar 2.4 Perilaku Gaya Geser Terhadap Viskositas pada Xanthan Gum	18
Gambar 2.5 Klasifikasi Bioplastik dan Bio-based.....	20
Gambar 2.6 Klasifikasi Polimer Biodegradable	22
Gambar 2.7 Diagram Fasa Superkritik CO ₂ Murni.....	24
Gambar 2.8 Struktur Xanthan Gum pada Reaksi Asetilasi Dengan Pelarut BMIMCI.....	28
Gambar 2.9 Esterifikasi dari Pati dengan Variasi Asam Lemak	29
Gambar 3.1 Skema Rangkaian Alar Reaktor Bertekanan Tinggi.....	33
Gambar 3.2 Prosedur Percobaan Utama	37
Gambar 4.1 Sampel kering Xanthan gum murni; Xanthan laurat DS 4,59 dan Xanthan laurat DS 7,09.....	45
Gambar 4.2 Pengaruh Tekanan dan Rasio Katalis terhadap Nilai Derajat Substitusi	49
Gambar 4.3 Hasil analisis spektrum FTIR sampel	50
Gambar 4.4 Hasil Analisis SEM pada Xanthan gum murni (Perbesaran 300x); Xanthan laurat DS 7,09 (Perbesaran 300x); Xanthan gum murni (Perbesaran 1000x); Xanthan laurat DS 7,09 (Perbesaran 1000x).....	52
Gambar 4.5 Hasil XRD pada Xanthan gum murni; dan Xanthan laurat DS 7,09.....	54
Gambar 4.6 Hasil Analisis Kestabilan Termal dengan TGA	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel Premis	8
Tabel 2.1 Derajat Polimerisasi Rata-Rata dari Beberapa Selulosa	12
Tabel 2.2 Aplikasi Xanthan Gum dalam Industri	15
Tabel 2.3 Sifat Fisik Khas dari Xanthan Gum Komersil	19
Tabel 2.4 Kondisi Pada Titik Kritik Dari Beberapa Bahan Kimia	24
Tabel 2.5 Perbandingan Sifat Gas, Cairan dan Fluida Superkritik	26
Tabel 3.1 Daftar Alat Penelitian Utama	34
Tabel 3.2 Daftar Alat Penelitian Analisis	34
Tabel 3.3 Daftar Bahan Penelitian	35
Tabel 3.4 Tabel Rancangan Variasi Percobaan Utama	38
Tabel 3.5 Analisis Rancangan Percobaan Utama	39
Tabel 3.6 Jangka Waktu Penelitian	42
Tabel 4.1 Derajat Substitusi Xanthan laurat pada Percobaan Awal	44
Tabel 4.2 Derajat Substitusi Rata – Rata Xanthan Laurat pada Percobaan Utama	46
Tabel 4.3 Hasil Analisis Rancangan Faktorial pada Percobaan Utama	47
Tabel 4.4 Hasil Analisis Kestabilan Termal dengan TGA	55
Tabel C.1 Hasil Antara Penentuan Nilai DS	75

INTISARI

Plastik memiliki peran sebagai penunjang kebutuhan masyarakat yang mengakibatkan penggunaan plastik semakin meningkat setiap tahunnya. Namun, penggunaan plastik menimbulkan beberapa permasalahan seperti pencemaran lingkungan dan menyebabkan menipisnya persediaan minyak bumi (*non renewable*) yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik. Oleh karena itu, diperlukan sumber alternatif lain untuk bahan baku pembuatan plastik yang bersifat mudah terurai di alam (*biodegradable*). Xanthan gum dipilih karena merupakan bahan yang *renewable* dan memiliki potensi untuk dimanfaatkan menjadi plastik *biodegradable*, namun xanthan gum memiliki beberapa kekurangan, seperti sifat tidak tahan air (hidrofilik) dan kekuatan mekanik yang masih rendah (rapuh). Sehingga, diperlukan modifikasi yang sesuai, baik secara fisika maupun kimia untuk memperbaiki sifat – sifat tersebut.

Penelitian ini dilakukan dengan reaksi transesterifikasi xanthan gum dengan *vinyl laurate* dalam media CO₂ bertekanan. Reaksi ini berlangsung dengan variasi tekanan reaksi (80; 100; 120 bar) dan variasi rasio katalis K₂CO₃ (0,05; 0,1; 0,3 mol/mol XGU) pada temperatur reaksi 140 °C dengan waktu reaksi selama 6 jam. Produk yang dihasilkan akan diamati pengaruhnya terhadap nilai Derajat Substitusi (DS). Derajat substitusi merupakan jumlah gugus laurat yang menggantikan gugus hidroksil pada xanthan gum. Karakterisasi produk xanthan laurat dilakukan dengan serangkaian analisis, seperti analisis nilai DS dengan metode titrasi hidrolisis, analisis instrumen sebagai berikut analisis FTIR, SEM, XRD, dan TGA.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan tekanan reaksi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan nilai DS, sedangkan rasio katalis tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan pada peningkatan nilai DS. Produk xanthan laurat dengan variasi tekanan reaksi 120 bar dan rasio katalis 0,3 mol/mol XGU menghasilkan nilai DS paling besar, yaitu sebesar 7,09. Berdasarkan hasil analisis FTIR, terlihat adanya senyawa baru yaitu penambahan gugus C = O. Berdasarkan hasil analisis SEM dan TGA, terjadi perubahan morfologi produk menjadi lebih besar dan beraglomerasi, serta kestabilan termal pada xanthan laurat meningkat seiring dengan peningkatan nilai DS. Namun, hasil analisis XRD tidak menunjukkan adanya perubahan pada sifat kristalin, sehingga xanthan laurat masih bersifat amorf. Berdasarkan hasil karakterisasi sampel, dapat dikatakan bahwa reaksi transesterifikasi xanthan gum menggunakan *vinyl laurate* dengan media CO₂ bertekanan berhasil dilakukan.

Kata kunci: Xanthan Gum, Transesterifikasi, Plastik *Biodegradable*, Derajat Substitusi

ABSTRACT

Plastic plays a significant role in the society. This affects to the increase of plastic consumption each year. However, plastic may cause environmental issue and the scarcity of fossil fuel which is the raw material for plastic production. Therefore, better alternatives are needed, such as plastic's raw material that is biodegradable. Xanthan gum is chosen for its renewable nature and has the potential to be used as raw material for biodegradable plastic, yet it has some downside, such as it is not waterproof (hydrophilic) and has low mechanical power (fragile). For that reason, proper modification is needed, both physically and chemically to improve these characters.

This research was done by reacting xanthan gum with vinyl laurate in densified Carbon Dioxide (CO₂) using transesterification method. This reaction takes place under variations pressure conditions (80; 100; 120 bar) and K₂CO₃ catalyst ratio (0,05; 0,1; 0,3 mole / mole XGU) at a temperature of 140 °C and 6 hours of reaction time. The result from the product can be observed from the value of the degree of substitution (DS). The degree of substitution (DS) is the number of lauric acid groups that replace the hydroxyl groups on xanthan gum. The characterization of xanthan lauric products was carried out using several method of analysis including hydrolysis titration, FTIR, SEM, XRD and TGA methods.

The result showed that the increase in reaction pressure caused significant increase in the DS value, while the catalyst ratio did not show any significant effect on the increase of the DS value. The xanthan laurate with a reaction pressure of 120 bar and a catalyst ratio of 0,3 mole / mole XGU produced the greatest DS value, with a DS value of 7,09. Based on the results of FTIR analysis, it showed that there were new compounds, that is, the addition of C = O. SEM and TGA analysis showed that there were changes in the product's morphology to be bigger and agglomerated, and its thermal stability increased as the DS increases. However, the XRD analysis results did not show any changes in the crystalline properties, so it was still amorphous. Based on the results of characterization analysis, the transesterification reaction of xanthan gum using vinyl laurate with CO₂ as its medium was successful.

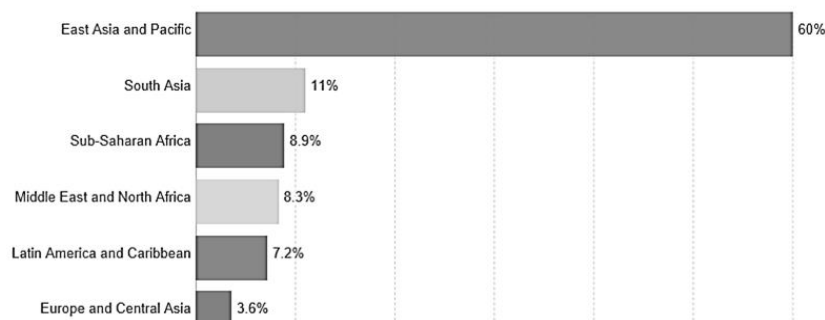
Keywords: Xanthan Gum, Transesterification, Biodegradable Plastics, Degree of Substitution

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

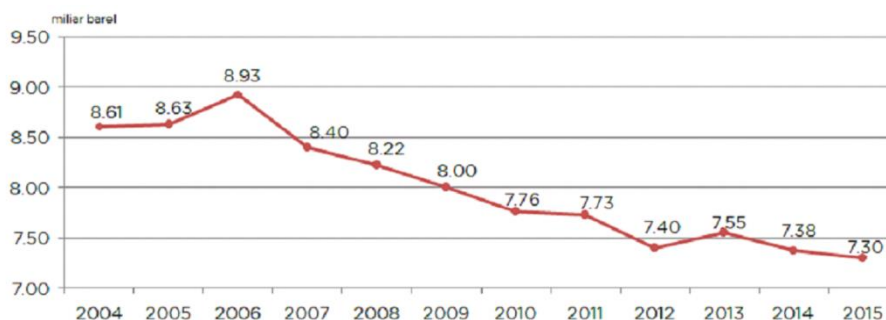
Peningkatan produksi plastik secara signifikan setiap tahunnya merupakan salah satu permasalahan global yang sedang diperhatikan beberapa tahun ini. Peningkatan tersebut disebabkan karena sifat dari material plastik yaitu elastis, ringan namun kuat, fleksibel, tidak mudah pecah, transparan dan tahan air membuat plastik menjadi material yang cocok digunakan di dalam berbagai keperluan manusia sehari-hari misalnya digunakan sebagai pengemas/*packaging*, perabotan rumah tangga, bahan bangunan seperti pipa serta komponen dalam otomotif dan lain-lain (Ashter, 2016). Proses pembuatan plastik secara komersial mulai dilakukan setelah teknologi tersebut dipatenkan pada tahun 1870 dan semenjak itu, penggunaan plastik meningkat hampir 10% setiap tahunnya (Sugih,2018). Diperkirakan 299 juta ton plastik diproduksi pada 2013, mewakili peningkatan 4% dari 2012, dan mengkonfirmasi tren kenaikan selama beberapa tahun terakhir (Gourmelon, 2015). Pada 2008, konsumsi plastik global di seluruh dunia diperkirakan 260 juta ton, dan menurut laporan oleh *Global Industry Analysis* pada tahun 2012 konsumsi plastik akan mencapai 297,5 juta ton pada akhir 2015. Tingginya pemanfaatan plastik di dunia menimbulkan 2 permasalahan besar yaitu limbah plastik yang tidak dapat terurai secara alami di alam yang semakin meningkat (Guern, 2018) dan permasalahan sumber bahan baku plastik yang semakin menipis yaitu minyak bumi (*petroleum based material*). Berikut adalah beberapa negara di dunia yang menghasilkan limbah plastik terbanyak. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil limbah plastik terbanyak di dunia, disajikan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Urutan Negara Penghasil Limbah Plastik di Dunia (Sumber: OWD, 2015)

Limbah plastik secara umum bersifat *non-biodegradable* atau dapat dikatakan membutuhkan waktu yang panjang agar dapat terurai secara alami di alam. Hal tersebut dikarenakan ikatan yang kompleks pada polimer sintesis sehingga dapat menimbulkan dampak pencemaran lingkungan. Penanganan penumpukan limbah plastik di lingkungan sekitar masyarakat adalah dengan membakar sampah termasuk limbah plastik, sedangkan pembakaran tidak sempurna dapat menimbulkan asap beracun yang bersifat karsinogenik yaitu senyawa-senyawa yang dapat berbahaya bagi kesehatan manusia dan memicu kanker seperti dioksan (Kasmawati, 2017). Selain itu, limbah plastik oleh pemerintah akan *dilandfill* yang apabila dengan jangka waktu yang panjang akan mengakibatkan lahan yang tersedia akan semakin menipis sehingga dapat menjadi ancaman bagi kehidupan manusia. Sekitar 10-20 juta ton limbah plastik berakhir di lautan setiap tahunnya (Guern, 2018). Sebuah studi memperkirakan ada 5,25 triliun partikel plastik yang memiliki berat total 268.940 ton mengambang di lautan dunia, selain kerugian dari sektor lingkungan, kerugian sektor ekonomi diperkirakan sebesar 13 miliar USD per tahun karena mengakibatkan kerusakan ekosistem laut, kerugian bidang industri perikanan dan pariwisata serta waktu yang dihabiskan untuk membersihkan pantai-pantai dari plastik tersebut (Lytle, 2017).

Selain permasalahan limbah plastik, bahan baku plastik yang beredar secara komersial saat ini termasuk dalam kategori polimer sintetik berbahan dasar minyak bumi, plastik tersebut memiliki sifat sulit terurai di alam. Proses pembuatan plastik berasal dari bahan baku berbasis bahan bakar minyak bumi yang tidak terbaharui memiliki dampak negatif yaitu semakin menipisnya cadangan minyak bumi baik tingkat nasional maupun dunia seiring peningkatan produksi plastik. Menurut Gede Pradnyana (Kepala Divisi Humas, Sekuriti, dan Formalitas BPMIGAS), cadangan minyak nasional Indonesia terus menyusut dalam 10 tahun terakhir dari 4,3 milyar barrel menjadi 3,9 milyar barrel (Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012) (Gambar 1.2). Berdasarkan fakta tersebut, dapat diprediksi bahwa cadangan minyak bumi di Indonesia dalam beberapa puluh tahun tentu akan segera habis jika penggunaan cadangan minyak bumi seperti saat ini.



Gambar 1.2 Penurunan Cadangan Minyak Bumi di Indonesia (Sirait, 2015)

Berdasarkan permasalahan yang terjadi diatas, plastik sintesis berbahan dasar minyak bumi tidak dapat lagi dipertahankan penggunaannya secara luas oleh karena banyaknya dampak negatif yang ditimbulkan baik bagi konsumen maupun lingkungan sehingga perlu adanya alternatif kemasan plastik dengan kualitas yang hampir sama dalam sifat mekaniknya serta dapat memenuhi kebutuhan plastik dalam pasaran, tetapi memiliki sifat yang ramah lingkungan. Salah satu alternatifnya yaitu pembuatan plastik yang dapat terurai di lingkungan disebut juga plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* berasal dari bahan polimer alami (biopolimer) yang dapat diperbaharui seperti polisakarida (pati, selulosa), minyak nabati (Muljana dkk., 2010). Plastik *biodegradable* dapat teurai dialam dengan aktivitas mikroorganisme maupun dengan bantuan enzim (Kamsiati, et al., 2017). Akan tetapi, penggunaan biopolimer sebagai bahan baku plastik biodegradable juga masih sangatlah terbatas (Junistia dkk., 2008). Hal ini sebabkan oleh sifat alami dari biopolimer yang sangat rapuh (*brittle*), bersifat hidrofilik, dan memiliki kekuatan mekanik yang rendah (de Graff dkk., 2003). Untuk mendapatkan sifat plastik yang sesuai maka perlu adanya modifikasi memperbaiki kekurangan dari sifat alami biopolimer.

Diantara sumber biomassa lainnya, polisakarida seperti pati telah berhasil dimodifikasi baik secara fisika maupun secara kimia dan menghasilkan material termoplastik. Polisakarida pada dasarnya memiliki sifat unik yang mendekati plastik namun dari segi kekuatan mekanik dan ketahanan air yang masih rendah sehingga perlu adanya penelitian modifikasi agar polisakarida dapat memenuhi sifat plastik komersial. Plastik berbasis alami ini dapat dimodifikasi dengan penambahan *plasticizer* guna meningkatkan sifat dasar polimer alam pembentuk plastik ini. Jenis polisakarida yang telah banyak diteliti dan mendapatkan hasil yang cukup baik antara lain pati seperti yang dilakukan oleh Muljana dkk. melakukan modifikasi pati dengan asam lemak dalam media superkritik CO₂, yang memberikan hasil bahwa pati memiliki potensi aplikasi plastik karena rantai asam lemak menunjukkan pengaruh

terhadap produk seperti sifat hidrofobik dan sifat termal yang baik. Selain pati, telah banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengeksplorasi esterifikasi polisakarida yang berbeda seperti kitin/kitosan, selulosa untuk menghasilkan plastik *biodegradable*, tetapi tidak hanya itu telah ditemukan polisakarida yang disintesa dari mikroorganisme dengan sifat yang mendekati di alam disebut juga *exopolisaccharide*. (Nwodo, et al., 2012).

Xanthan gum merupakan salah satu polisakarida yang sintesa dari mikroorganisme (*exopolisaccharide*) yang cukup berhasil. Xanthan gum diproduksi melalui fermentasi dengan bakteri *Xanthomonas Camperis* dan memiliki sifat yang unik seperti rantai utama yang mirip dengan selulosa, bersifat amorf, pseudoplastik namun bersifat hidrofilik (Imeson, 2010). Xanthan gum dapat digunakan untuk pembuatan plastik, namun xanthan gum perlu dilakukan modifikasi untuk memperoleh sifat yang lebih hidrofobik dan memiliki kekuatan mekanik yang mendekati plastik, modifikasi xanthan gum dalam aplikasi plastik dilaporkan dalam beberapa literatur. Penelitian paling baru dari Muljana dkk. (2018) menunjukkan aplikasi potensial xanthan asetat (dengan DS 1,27-7,08) sebagai bahan bioplastik dimana semakin tinggi nilai DS memberikan sifat hidrofobik. Dalam penelitian tersebut, xanthan gum diasetilasi dengan asetat anhidrida dalam media superkritik CO₂.

Dalam penelitian ini dilakukan ekstraksi xanthan gum dengan pelarut superkritik CO₂ yaitu melakukan transesterifikasi xanthan gum dengan ester asam lemak yaitu *vinyl laurate*, dalam reaksi transesterifikasi akan terjadi proses substitusi gugus hidroksil (-OH) dengan laurat yang memanfaatkan daya melarutkan dan sifat-sifat diffusional fluida superkritik CO₂. Dibandingkan dengan pelarut cair, pelarut superkritik memiliki difusivitas yang lebih tinggi serta densitas dan viskositas yang lebih rendah. Beberapa keuntungan penggunaan CO₂ sebagai pelarut antara lain bersifat “green”, murah, tidak mudah terbakar, inert dan memiliki sifat sebagai eksternal *plasticizer* untuk kebanyakan material polimer dan biopolimer (Kemmere, 2005). Penggunaan pelarut CO₂ telah terbukti sebagai pelarut yang sangat baik dan tidak berbahaya (ramah lingkungan) serta kemudahan pemisahan CO₂ dari campuran reaksi dengan metode pemisahan yang sederhana dan hemat energi. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui pengaruh dari rasio katalis basa dan tekanan operasi terhadap nilai Derajat Substitusi (DS). Perolehan produk xanthan gum kemudian sifatnya akan dianalisis dengan FT-IR, SEM, XRD, dan TGA.

1.2 Tema Sentral Masalah

Peningkatan konsumsi plastik mengakibatkan tuntutan produksi plastik yang juga semakin meningkat, dengan bahan baku utama dari pembuatan plastik yaitu minyak bumi mengakibatkan cadangan minyak bumi semakin menipis serta limbah plastik yang semakin tinggi volumenya sehingga fokus utama penelitian ini berkaitan dengan proses studi awal pembuatan bahan baku bioplastik dari transesterifikasi xanthan gum dengan *vinyl laurate* dalam media CO₂ superkritik yang belum diteliti di Indonesia. Untuk itu, perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui bahan dan kondisi reaksi operasi optimal dalam proses pembuatan bioplastik dari xanthan gum yang bernilai DS tinggi.

1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh tekanan terhadap nilai derajat substitusi (DS) pada transesterifikasi xanthan gum dengan *vinyl laurate* dalam media CO₂ bertekanan?
2. Bagaimana pengaruh rasio katalis terhadap derajat substitusi (DS) pada transesterifikasi xanthan gum dengan *vinyl laurate* dalam media CO₂ bertekanan?
3. Bagaimana hasil karakterisasi sifat kimia seperti gugus fungsi, morfologi struktur pada transesterifikasi xanthan gum dengan *vinyl laurate* dalam media CO₂ bertekanan?
4. Bagaimana hasil karakterisasi sifat fisik seperti sifat kristanilitas dan kestabilan termal pada transesterifikasi xanthan gum dengan *vinyl laurate* dalam media CO₂ bertekanan?

1.4 Premis

Penelitian ini mengacu pada beberapa literatur dari studi pustaka yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti, dapat dilihat pada Tabel 1.1.

1.5 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, adapun hipotesis yang dapat disusun dari berbagai sumber tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

1. Peningkatan tekanan pada kondisi operasi transesterifikasi xanthan gum dalam media superkritik meningkatkan nilai derajat substitusi (DS).
2. Penggunaan rasio katalis yang lebih besar dapat meningkatkan nilai derajat substitusi (DS).

3. Reaksi transesterifikasi ini dapat dikatakan berhasil apabila terdapat puncak absorbansi gugus C = O pada analisis FTIR yang menunjukkan adanya gugus laurat pada produk.
4. Semakin tinggi nilai DS pada reaksi transesterifikasi menghasilkan produk dengan morfologi struktur produk xanthan laurat yang lebih besar dan terdapat aglomerasi.
5. Reaksi transesterifikasi xanthan gum ini menghasilkan sifat kristalinitas yang lebih baik dan kestabilan termal yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan xanthan gum murni.

1.6 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Membuat plastik berbahan dasar xanthan gum yang bersifat *biodegradable* dan dapat diperbaharui.
2. Mengkaji pengaruh tekanan pada proses transesterifikasi xanthan gum didalam media CO₂ bertekanan.
3. Mengkaji pengaruh jenis katalis pada proses transesterifikasi xanthan gum didalam media CO₂ bertekanan.
4. Mengetahui pengaruh reaksi transesterifikasi dalam media CO₂ bertekanan terhadap karakterisasi sifat kimia dan sifat fisik pada produk xanthan laurat.

1.7 Manfaat Penelitian

1.7.1 Bagi Industri

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi industri plastik dengan memberikan inovasi dalam pembuatan produk plastik yang berasal dari bahan baku dan pelarut yang bersifat ramah lingkungan.

1.7.2 Bagi Pemerintah

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pemerintah dengan memberikan solusi alternatif dari permasalahan limbah plastik yang semakin meningkat setiap tahunnya dan mengurangi penggunaan minyak bumi khususnya di Indonesia.

1.7.3 Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat dengan adanya wawasan baru untuk mendapatkan lingkungan yang lebih bersih dengan berkurangnya sampah plastik

1.7.4 Bagi Ilmuwan

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi ilmuwan yaitu memberikan pengetahuan baru bagi peneliti lainnya mengenai pembuatan plastik yang berasal dari polisakarida dengan pelarut superkritik CO₂ serta pengaruh kondisi operasi seperti tekanan dan jenis katalis yang memberikan hasil optimal.

Tabel 1.1 Tabel Premis

No	Bahan Baku	Reaktan	Katalis	Pelarut	Tekanan (MPa)	Temperatur (°C)	Rasio Reaktan (mol/mol)	Rasio Katalis (%w/w)	Kadar Air (%w/w)	Waktu Reaksi (Jam)	DS	Literatur
1.	Xanthan Gum	Asetat Anhidrida	n.d	BMIM CI	0,1	60-100	5	n.d	12	24	6,4%- 50,3% (DA)	(Endo, et al., 2014)
2.	Pati Sagu	Waste Palm Cooking	K ₂ CO ₃ ,	scCO ₂	15-21	120	3	0,1-0,4	16,9	1,5	0.24- 0.28 (Xc)	(Muljana, et al., 2017)
3.	Pati Sagu	<i>Vinyl lauratee</i>	K ₂ CO ₃ , Na ₂ SO ₄ , NaOAc	scCO ₂	8-20	50-120	0,05 - 0,06	3 dan 5	16,9	1,5-10	0,04- 0,97	(Muljana, et al., 2017)
4.	Xanthan Gum	Asetat Anhidrida	K ₂ CO ₃ , Na ₂ CO ₃ , NaOAc	scCO ₂	5	70	5	0,1-0,5	13,9	3	2,38- 7,08	(Muljana, et al., 2018)

No	Bahan Baku	Reaktan	Katalis	Pelarut	Tekanan (MPa)	Temperatur (°C)	Rasio Reaktan (mol/mol)	Rasio Katalis (%w/w)	Kadar Air (%w/w)	Waktu Reaksi (Jam)	DS	Literatur
5.	Pati Kentang	Asetat Anhidrida	NaOAc	scCO ₂	6-9,8	40-90	2-5	0,1-0,8	15,2	1	0,01-0,46	(Muljana, et al., 2010)
6.	Pati Kentang	Ester Asam Klorida	n.d	Pyridine	0,1	105	1,1-4,5	n.d	14	3	0,54-2,7	(Aburto, et al., 1999)
7.	Pati Sagu	Ester Metil Asam Lemak	K ₂ CO ₃	scCO ₂	100-150	100-120	3	0,1	16,9	1,5	0,034-0,45	(Hermawana, et al., 2015)
8.	Pati Kentang	Ester Asam Lemak	K ₂ CO ₃ , TEA, Na ₂ HPO ₄ , NaOAc	scCO ₂	6-25	120-150	3	0,1	16,2	6-18	0,01-0,31	(Muljana, et al., 2010)