

**PENGARUH TEKANAN DAN RASIO KATALIS PADA  
TRANSESTERIFIKASI PATI SAGU DENGAN  
MINYAK GORENG BEKAS 10X PENGGORENGAN  
DALAM MEDIA CO<sub>2</sub> BERTEKANAN**

**ICE-410 Penelitian**

Oleh :

**Crist Evan Januar (2013620102)**

Pembimbing :

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

**Dr. Asaf Kleopas Sugih, Ir.**



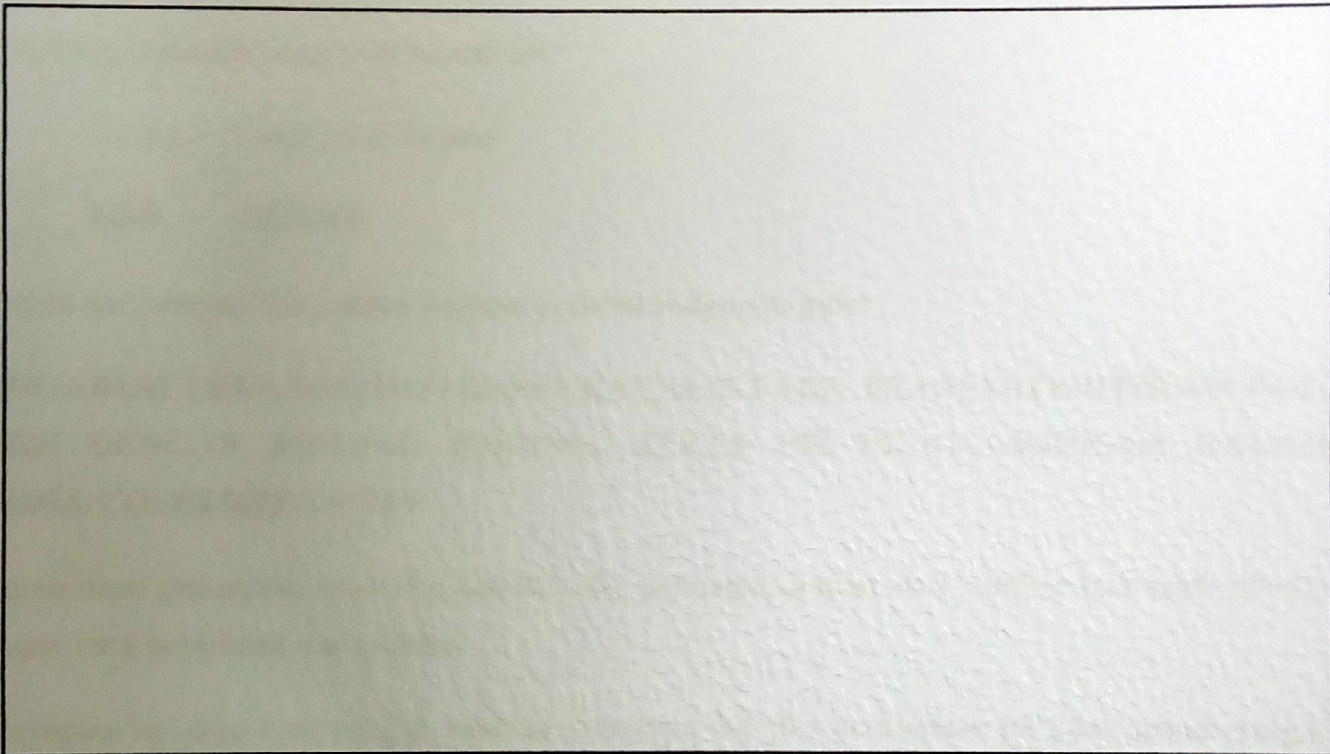
**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG**

**2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : **PENGARUH TEKANAN DAN RASIO KATALIS PADA  
TRANSESTERIFIKASI PATI SAGU DENGAN MINYAK  
GORENG BEKAS 10X PENGGORENGAN DALAM MEDIA CO<sub>2</sub>  
BERTEKANAN**

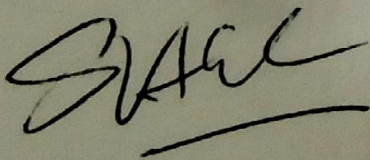
CATATAN :



Telah diperiksa dan disetujui,

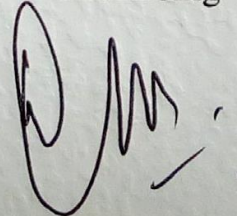
Bandung, 7 Juni 2017

Pembimbing



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

Pembimbing



Dr. Asaf Kleopas Sugih, Ir

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Crist Evan Januar

NRP : 6213102

Dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul :

**PENGARUH TEKANAN DAN RASIO KATALIS PADA TRANSESTERIFIKASI PATI SAGU DENGAN MINYAK GORENG BEKAS 10X PENGGORENGAN DALAM MEDIA CO<sub>2</sub> BERTEKANAN**

Adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan 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.

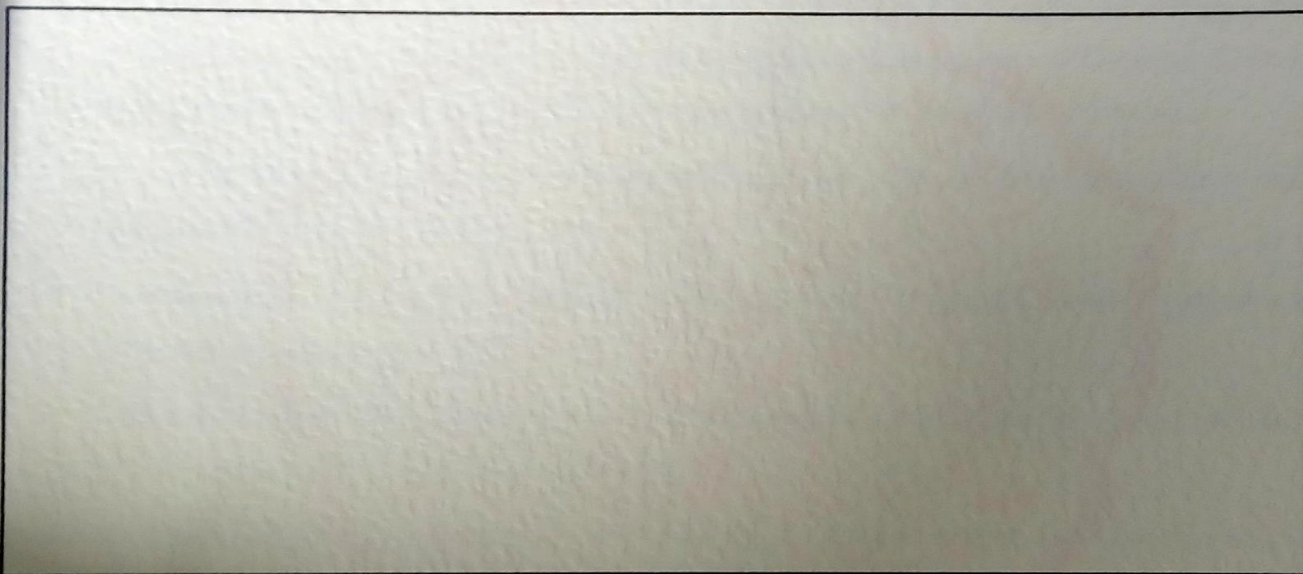
Bandung, 6Juni 2017

Crist Evan Januar  
(6213102)

**LEMBAR REVISI**

**JUDUL : PENGARUH TEKANAN DAN RASIO KATALIS PADA  
TRANSESTERIFIKASI PATI SAGU DENGAN MINYAK GORENG  
BEKAS 10X PENGGORENGAN DALAM MEDIA CO<sub>2</sub>  
BERTEKANAN**

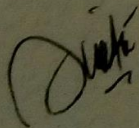
**CATATAN :**



Telah diperiksa dan disetujui oleh :

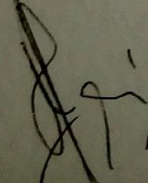
Bandung, 6 Juni 2017

Penguji



Angela Martina, S.T., M.T

Penguji



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

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Pengaruh Tekanan dan Rasio Katalis Terhadap Transesterifikasi Pati Sagu dengan Minyak Goreng Bekas 10x Penggorengan dalam Media CO<sub>2</sub> Bertekanan” sesuai waktu yang telah ditentukan.

Pada penyusunan penelitian ini penulis mendapat banyak bantuan dari pihak lain. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

- Dr. Henky Muljana, ST., M. Eng dan Dr. Asaf Kleopas Sugih, Ir selaku dosen pembimbing yang senantiasa membimbing, memberi arahan dan memberikan masukan serta pengetahuan kepada penulis selama penyusunan proposal penelitian ini.
- Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dorongan dan motivasi selama dalam penyusunan proposal penelitian ini.
- Teman-teman yang selalu memberi dukungan dan semangat selama penyusunan proposal penelitian ini
- Dan semua pihak lain yang telah ikut serta memberikan bantuan dan dorongan dalam proses penyusunan proposal penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dalam kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat membantu penulis demi kesempurnaan Penelitian ini.

Akhir kata, penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila dalam penyusunan penelitian ini terdapat banyak kesalahan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi para pembaca

Bandung, 6 Juni 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah .....	4
1.3 Identifikasi Masalah .....	5
1.4 Premis .....	6
1.5 Hipotesis Penelitian .....	8
1.6 Tujuan Penelitian.....	8
1.7 Manfaat Penelitian.....	8

1.7.1	Bagi Industri .....	8
1.7.2	Bagi Ilmuwan .....	8
1.7.3	Bagi Pemerintah .....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>		<b>9</b>
2.1	Pati .....	9
2.1.1	Amilosa .....	9
2.1.2	Amilopektin.....	9
2.1.3	Granula Pati.....	12
2.1.4	Pati Sagu.....	12
2.2	Modifikasi Pati .....	13
2.2.1	Modifikasi Fisika.....	14
2.2.2	Modifikasi Kimia .....	15
2.3	Minyak.....	17
2.3.1	Minyak Kelapa Sawit .....	20
2.4	Pelarut.....	22
2.4.1	Superkritik CO <sub>2</sub> .....	22
2.4.2	Modifikasi Pati dalam Media CO <sub>2</sub> Bertekanan .....	24
2.5	Katalis.....	25
2.6	Karakteristik Produk.....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>28</b>

3.1	Waktu Penelitian.....	28
3.2	Lokasi Penelitian .....	28
3.3	Alat dan Bahan .....	28
3.3.1	Alat .....	29
3.3.2	Bahan.....	30
3.4	Prosedur Percobaan .....	31
3.4.1	Percobaan Pendahuluan .....	31
3.4.2	Percobaan Utama.....	35
3.5	Matriks Percobaan .....	36
BAB IV PEMBAHASAN.....		38
4.1	Percobaan Pendahuluan.....	38
4.1.1	Pengukuran Kadar Air Dalam Pati.....	38
4.1.2	Penentuan dan penurunan persentase FFA pada minyak goreng bekas.....	39
4.2	Percobaan Utama.....	41
4.2.1	Analisa Kimia.....	41
4.2.2	Analisa Fisika.....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran .....	53
DAFTAR PUSTAKA .....		54



LAMPIRAN A METODE ANALISIS .....	59
LAMPIRAN B MSDS BAHAN .....	62
LAMPIRAN C DATA PERCOBAAN DAN HASIL ANTARA .....	70
LAMPIRAN D CONTOH PERHITUNGAN .....	72

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Cadangan minyak bumi di Indonesia <sup>(5)</sup> .....	2
Gambar 1.2. Laju produksi dan konsumsi minyak bumi di Indonesia <sup>(6)</sup> .....	2
Gambar 2.1. Struktur amilosa <sup>(9)</sup> .....	9
Gambar 2.2. Struktur amilopektin <sup>(9)</sup> .....	10
Gambar 2.3. Struktur granula pati <sup>(21)</sup> .....	12
Gambar 2.4. Skema reaksi antara minyak dan pati <sup>(3)</sup> .....	17
Gambar 2.5. Struktur umum trigliserida <sup>(33)</sup> .....	18
Gambar 2.6. Reaksi oksidasi asam linoleat dan asam oleat <sup>(203)</sup> .....	21
Gambar 2.7. Diagram fasa CO <sub>2</sub> murni <sup>(3)</sup> .....	23
Gambar 2.8. Mekanisme reaksi transesterifikasi dengan katalis K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> <sup>(205)</sup> .....	26
Gambar 3.1. Skema rangkaian alat reaktor bertekanan tinggi.....	29
Gambar 3.2. Prosedur analisis kadar air dalam pati.....	32
Gambar 3.3. Prosedur penentuan kadar asam lemak bebas.....	33
Gambar 3.4. Prosedur penurunan asam lemak bebas.....	34
Gambar 3.5. Prosedur percobaan utama.....	35
Gambar 4.1. Reaksi hidrolisis trigliserida <sup>(38)</sup> .....	39
Gambar 4.2. Reaksi saponifikasi <sup>(38)</sup> .....	40
Gambar 4.3. Reaksi esterifikasi <i>fatty acid</i> dengan metanol <sup>(40)</sup> .....	40
Gambar 4.4. Hasil analisa FTIR.....	42

Gambar 4.5. Hasil analisa H-NMR.....	44
Gambar 4.6. Grafik hasil analisa <i>ester content</i> .....	45
Gambar 4.7. Hasil analisa XRD.....	51
Gambar A.1. Prosedur standarisasi NaOH .....	59
Gambar A.2. Prosedur standarisasi HCl .....	60
Gambar A.3. Prosedur titrasi hidrolisis .....	60
Gambar D.1. Penentuan area pada hasil analisa XRD.....	74

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Kepadatan penduduk Indonesia pada setiap tahun <sup>(2)</sup> .....	1
Tabel 1.2. Daya hasil pati sagu dibandingkan dengan beberapa komoditas lain <sup>(8)</sup> .....	3
Tabel 2.1. Perbedaan sifat amilosa dan amilopektin <sup>(9)</sup> .....	10
Tabel 2.2. Kandungan amilosa dan amilopektin pada berbagai pati <sup>(9,23)</sup> .....	11
Tabel 2.3. Perbandingan komposisi kimia pati sagu <sup>(24)</sup> .....	13
Tabel 2.4. Perbandingan sifat fisikokimia pati sagu <sup>(24)</sup> .....	13
Tabel 2.5. Temperatur gelatinisasi berbagai jenis pati <sup>(29)</sup> .....	15
Tabel 2.6. Berbagai asam lemak dan sumbernya <sup>(31)</sup> .....	18
Tabel 2.7. Komposisi asam lemak pada beberapa sumber minyak dan lemak <sup>(31)</sup> .....	19
Tabel 2.8. Komposisi asam lemak pada <i>crude palm oil</i> dan <i>palm kernel oil</i> <sup>(35)</sup> .....	20
Tabel 2.9. Hidroperoksida asam lemak <sup>(203)</sup> .....	21
Tabel 2.10. Perbandingan sifat gas, cairan dan fluida superkritik <sup>(3)</sup> .....	23
Tabel 2.11. Syarat mutu plastik <i>biodegradable</i> <sup>(15)</sup> .....	26
Tabel 3.1. Matriks percobaan.....	36
Tabel 3.2. Jangka waktu penelitian.....	37
Tabel 4.1. Hasil analisa <i>ester content</i> (EC).....	45
Tabel 4.2. Perbandingan nilai EC H-NMR dan EC titrasi.....	48
Tabel 4.3. Hasil analisa SEM.....	50
Tabel 4.4. Perbandingan nilai A <sub>1017</sub> / A <sub>1044</sub> sampel.....	51

Tabel 4.5. Derajat kristalinitas pati native dan pati hasil modifikasi .....	52
Tabel C.1. Pengukuran kadar air pati.....	70
Tabel C.2. Standarisasi KOH.....	70
Tabel C.3. Pengukuran asam lemak bebas.....	70
Tabel C.4. Pengukuran EC titrasi.....	71
Tabel D.1. Perhitungan nilai y.....	73

## INTISARI

Konsumsi plastik yang meningkat mengakibatkan munculnya dua permasalahan besar yaitu jumlah sampah plastik yang semakin meningkat serta tidak dapat teruraikan dan minyak bumi yang semakin menipis sebagai bahan baku pembuatan plastik. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan bahan baku pembuatan plastik alternatif yang dapat diuraikan oleh alam dan bukan berasal dari minyak bumi.

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pati sagu. Penggunaan pati sebagai bahan baku pembuatan plastik memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat diperbaharui, dapat diperoleh dari berbagai sumber tanaman dan harganya cenderung lebih murah. Sebelum digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik, pati tersebut harus dimodifikasi terlebih dahulu karena pati *native* memiliki sifat yang hidrofilik, *brittle* dan memiliki kekuatan mekanik yang rendah. Modifikasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan metode transesterifikasi. Metode transesterifikasi dapat membuat pati menjadi lebih hidrofobik dan memiliki kekuatan mekanik yang lebih kuat. Modifikasi ini menggunakan reaktan berupa minyak goreng bekas pakai 10 kali penggorengan dan menggunakan media CO<sub>2</sub> bertekanan serta katalis K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Percobaan utama dilakukan pada temperatur reaksi 100°C, rasio reaktan 2,5 mol/mol dan direaksikan selama 1,5 jam. Pada penelitian ini dilakukan variasi tekanan operasi pada 100 bar, 120 bar dan 150 bar serta rasio katalis pada 0,05 mol/mol AGU, 0,1 mol/mol AGU dan 0,15 mol/mol AGU. Hasil yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan metode titrasi hidrolisis, FT-IR, SEM, XRD dan H-NMR.

Pada hasil analisa FT-IR produk yang dihasilkan mempunyai gugus C=O dan pada analisa H-NMR muncul puncak pada rentang 0,8-2,5 ppm. Nilai *ester content* (EC) yang diperoleh berada pada rentang 287-555 meq/kg. Nilai EC tertinggi berada pada variasi tekanan 150 bar dengan rasio katalis 0,15 mol/mol. Peningkatan tekanan operasi dan rasio katalis akan meningkatkan nilai EC. Pada analisa SEM terlihat bahwa granula pada pati ester mengalami kerusakan sehingga granula menjadi saling melekat akibat adanya efek plasticizer. Pada hasil analisa XRD ditunjukkan bahwa derajat kristalinitas produk yang dihasilkan mengalami penurunan akibat struktur kristalin yang rusak oleh tekanan dan temperatur.

**Kata kunci:** Pati sagu, transesterifikasi, *ester content*

## ABSTRACT

*Increased plastic consumption resulted in two major problems; the increasing amount of plastic which cannot be decomposed and the decreasing amount of petroleum which is a raw material for plastic manufacture. To overcome these problems, we require alternative plastics that can be decomposed by nature and not derived from petroleum.*

*The raw material used in this research is sago starch. The use of starch as a plastic raw material has several advantages; starch is a renewable natural resources, it can be obtained from various sources of plants, and tends to be cheaper. Before used as a raw material for making plastics, the starch should be modified first because the native starch has hydrophilic, brittle, and low mechanical properties. The modification used in this research is by transesterification method. The transesterification method make the starch more hydrophobic and have stronger mechanical strength. This modification uses reactants in the form of used cooking oil (10 times frying) and using pressurized CO<sub>2</sub> media and K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> catalyst.*

*The main experiment occurred at a reaction temperature of 100 ° C., a reactant ratio of 2.5 mol / mol and reacted for 1.5 hours. In this research, variation of operating pressure at 100 bar, 120 bar and 150 bar and catalyst ratio at 0.05 mol/mol AGU, 0.1 mol/mol AGU and 0.15 mol/mol AGU. The obtained results were analyzed using hydrolysis titration, FT-IR, SEM, XRD and H-NMR.*

*FT-IR analysis shows the resulting product has C=O group and on H-NMR analysis the peak appears in the range of 0.8-2.5 ppm. The value of ester content (EC) obtained is in the range 287-555 meq / kg. The highest EC value was at a pressure 150 bar with a catalyst ratio of 0.15 mol / mol. Increased operating pressure and catalyst ratio will increase the EC value. SEM analysis shows that the granules on ester starch is damaged so that the granules become attached to each other due to the plasticizer effect. In XRD analysis results showed that the degree of crystallinity of the resulting product has decreased due to crystalline structure damaged by pressure and temperature.*

**Keywords:** *Sago starch, transesterification, ester content*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Konsumsi plastik di Indonesia pada semester-1 tahun 2013 diproyeksikan mencapai 1,9 juta ton. Jumlah tersebut meningkat sebesar 22,58% dibandingkan pada semester-1 tahun 2012 yaitu sebanyak 1,55 juta ton<sup>(1)</sup>. Peningkatan konsumsi plastik tersebut didukung oleh bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia sepanjang tahun.

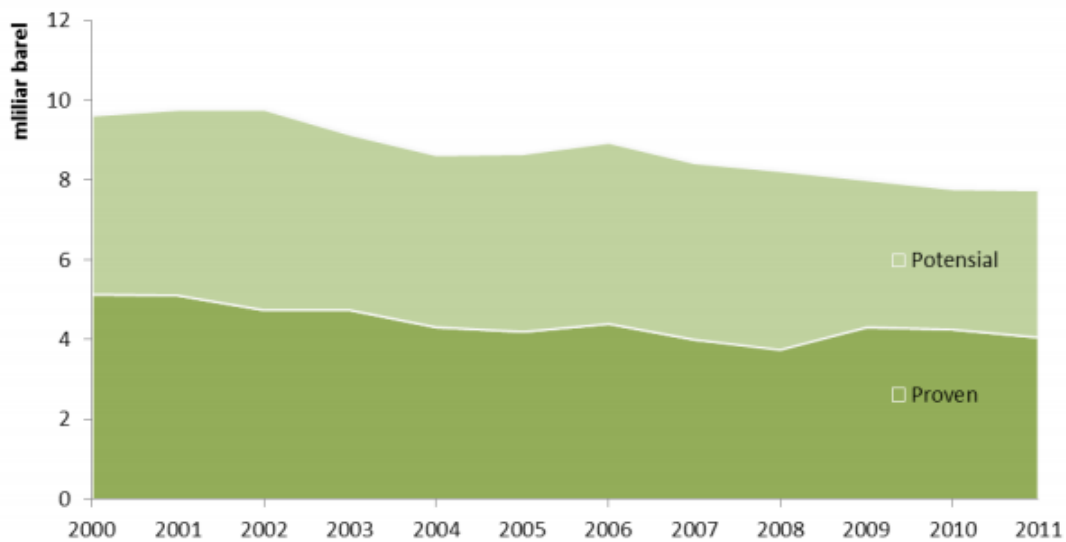
**Tabel 1.1.** Kepadatan penduduk Indonesia pada setiap tahun<sup>(2)</sup>.

Tahun	Kepadatan penduduk (jiwa/km <sup>2</sup> )
2006	118
2007	121
2008	123
2009	124
2010	124
2013	130
2014	132

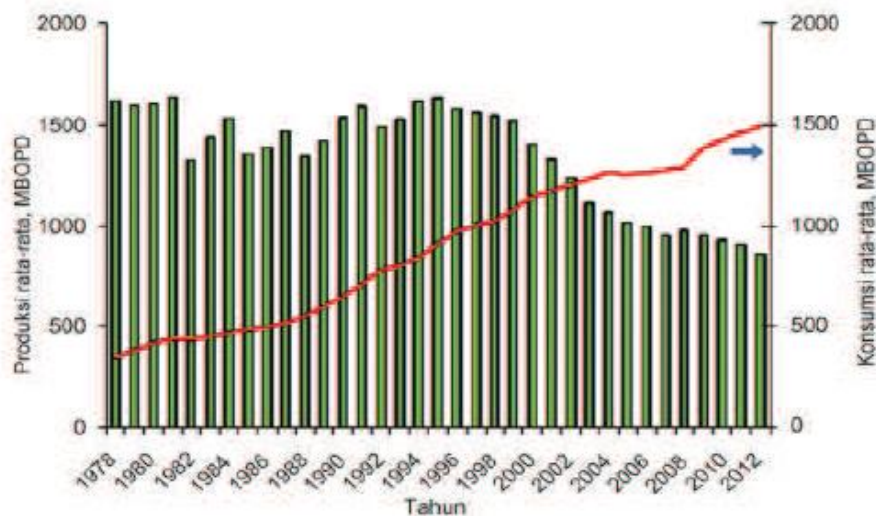
Pertumbuhan jumlah penduduk tersebut mendorong pertumbuhan industri makanan dan minuman sebesar 60%. Sehingga konsumsi produk plastik pun akan meningkat<sup>(1)</sup>. Konsumsi plastik yang meningkat mengakibatkan munculnya dua permasalahan besar yaitu jumlah sampah plastik yang semakin meningkat serta tidak dapat teruraikan dan minyak bumi yang semakin menipis sebagai bahan baku pembuatan plastik<sup>(3)</sup>. Jumlah sampah plastik di



Indonesia pada tahun 2015 mencapai 5,4 juta ton per tahun<sup>(4)</sup>. Minyak bumi sebagai bahan baku pembuatan pembuatan plastik pun akan semakin menipis seiring bertambahnya konsumsi plastik di Indonesia.



**Gambar 1.1.** Cadangan minyak bumi di Indonesia<sup>(5)</sup>.



**Gambar 1.2.** Laju produksi dan konsumsi minyak bumi di Indonesia<sup>(6)</sup>.

Dengan permasalahan yang ada, sehingga diperlukan bahan baku pembuatan plastik yang baru dengan syarat dapat teruraikan dan tidak berasal dari minyak bumi. Pati dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan plastik<sup>(3)</sup>. Pati sagu memiliki potensi yang sangat besar di Indonesia, sekitar 50% luas lahan sagu di dunia berada di wilayah Indonesia<sup>(7)</sup>. Di Indonesia, tanaman sagu menjadi penghasil sumber karbohidrat tertinggi dibandingkan dengan komoditas lain<sup>(8)</sup>.

**Tabel 1.2.** Daya hasil pati sagu dibandingkan dengan beberapa komoditas lain<sup>(8)</sup>.

Komoditas	Hasil pati (ton/ha/tahun)
Sagu	25
Padi	6
Jagung	5.5
Gandum	5
Kentang	2.5
Ubi kayu	1.5

Penggunaan pati sebagai bahan baku pembuatan plastik memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat diperbaharui, dapat diperoleh dari berbagai sumber tanaman dan harganya cenderung lebih murah. Penggunaan pati sebagai bahan polimer alami pertama kali ditemukan oleh Kirchoff pada tahun 1811 dan pada awal tahun 1960-1970, penggunaan pati sebagai bahan campuran pembuatan plastik berkembang pesat di Inggris dan Amerika<sup>(9)</sup>. Sebelum digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik, pati tersebut harus dimodifikasi terlebih dahulu karena pati *native* memiliki sifat yang hidrofilik, *brittle* dan memiliki kekuatan mekanik yang rendah. Modifikasi pati dapat dilakukan dengan metode transesterifikasi sehingga menghasilkan pati ester. Pada umumnya, metode transesterifikasi menggunakan pelarut organik seperti piridin, dimetil formamida, dimetil sulfoksida (DMSO), tetapi pelarut

organik tersebut bersifat korosif, beracun dan kurang ramah lingkungan sehingga dibutuhkan suatu pelarut alternatif<sup>(3,10)</sup>. Fluida superkritik CO<sub>2</sub> dapat digunakan sebagai pelarut alternatif karena memiliki beberapa kelebihan yaitu, ramah lingkungan, tidak mudah terbakar, tidak beracun, inert dan memiliki sifat sebagai *plasticizer*<sup>(3,11,16)</sup>.

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti ingin membuat plastik *biodegradabel* yang berasal dari pati termodifikasi sehingga ramah lingkungan dengan menggunakan reaktan minyak goreng bekas dalam media superkritik CO<sub>2</sub>. Penelitian ini ingin mempelajari pengaruh tekanan dan rasio katalis terhadap perolehan *Ester Content* (EC) pati termodifikasi. Penelitian modifikasi pati dengan metode transesterifikasi menggunakan minyak goreng bekas dalam media superkritik CO<sub>2</sub> pernah dilakukan di UNPAR oleh Natalia Christina dan Kevin Fangdinata. Natalia Christina melakukan reaksi pada temperatur 120°C, rasio reagen 3 mol/mol dengan variasi tekanan dan rasio katalis. Tekanan divariasikan pada 150 bar, 180 bar dan 210 bar serta rasio katalis divariasikan pada 0.1 mol/mol, 0.2 mol/mol dan 0.4 mol/mol. EC yang dihasilkan berkisar antara 127.575-820.125, EC terkecil berada pada tekanan 210 bar dengan rasio katalis 0.4 mol/mol sedangkan EC terbesar berada pada tekanan 150 bar dengan rasio katalis 0.1 mol/mol. Kevin Fangdinata melakukan reaksi pada tekanan 150 bar, rasio katalis 0.1 mol/mol dengan variasi temperatur dan rasio reagen. Temperatur divariasikan pada 100°C, 120°C dan 150°C serta rasio reagen divariasikan pada 2.5 mol/mol, 3 mol/mol dan 4 mol/mol. EC yang dihasilkan berkisar antara 374.2710 - 896.5161, EC terkecil berada pada temperatur 150°C dengan rasio reagen 3 mol/mol sedangkan EC terbesar berada pada temperatur 100°C dengan rasio reagen 2.5 mol/mol. Pada saat ini, Yenni sedang meneliti pengaruh geletinisasi, temperatur dan rasio katalis terhadap perolehan EC.

## **1.2 Tema Sentral Masalah**

Pembuatan plastik *biodregadable* berbahan dasar pati hasil modifikasi dengan metode transesterifikasi menggunakan pelarut superkritik CO<sub>2</sub> diharapkan dapat mengatasi dua permasalahan besar dari konsumsi plastik yang terus meningkat yaitu sampah plastik yang tidak bisa terurai semakin banyak dan minyak bumi yang terus berkurang.

### 1.3 Identifikasi Masalah

- Bagaimana *Ester Content* yang dihasilkan melalui proses transesterifikasi dalam media superkritik CO<sub>2</sub> ?
- Bagaimana pengaruh variasi tekanan dan rasio katalis terhadap perolehan *Ester Content* ?

#### 1.4 Premis

Jenis pati	Jenis reaktan	Jenis katalis	Rasio reaktan	Rasio katalis	Waktu reaksi	Tekanan	Temperatur	DS	EC	Litelatur
Sagu	Asetat anhidrida	NaOAc	2-5	0.4	1 jam	60 bar	50-100 °C	0.09-0.47	-	3
Sagu	Vinil laurat	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3	0.1-0.4	1.5 jam	80 bar	80-100 °C	0.0432-0.8991	-	12
Sagu	Metil palmitat	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3	0.1	1.5 jam	100-150 bar	100-120 °C	0.042-0.455	-	13
	Metil oleat	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3	0.1	1.5 jam	100-150 bar	100-120 °C	0.069-0.343	-	
Sagu	Metil laurat	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3	0.1	1.5 jam	100-150 bar	100-120 °C	0.031-0.166	-	14

Jenis pati	Jenis reaktan	Jenis katalis	Rasio reaktan	Rasio katalis	Waktu reaksi	Tekanan	Temperatur	DS	EC	Litelatur
Sagu	Metil miristat	$K_2CO_3$	3	0.1	1.5 jam	100-150 bar	100-120 °C	0.034-0.307	-	14
Sagu	Minyak goreng		3	0.1-0.4		150-210 bar	130 °C	-	19.244-86.373	15
			3-7	0.1		100-150 bar	130 °C	-	20.4346-299.1643	
Sagu	Minyak goreng	$K_2CO_3$	2.5-4	0.1	1.5 jam	150 bar	100-150 °C	-	374.2710-896.5161	17
Sagu	Minyak goreng	$K_2CO_3$	3	0.1-0.4	1.5 jam	150-210 bar	120 °C	-	127.575-820.125	18

## 1.5 Hipotesis Penelitian

- Semakin besar tekanan maka *Ester Content* yang dihasilkan akan semakin besar.
- Semakin besar rasio katalis maka *Ester Content* yang dihasilkan akan semakin besar.

## 1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- Mempelajari pengaruh tekanan terhadap perolehan *Ester Content* hasil modifikasi.
- Mempelajari pengaruh rasio katalis pati terhadap perolehan *Ester Content* hasil modifikasi.

## 1.7 Manfaat Penelitian

### 1.7.1 Bagi Industri

Manfaat bagi industri plastik adalah untuk menggunakan pelarut superkritik CO<sub>2</sub> yang lebih ramah lingkungan menggantikan DMSO.

### 1.7.2 Bagi Ilmuwan

Manfaat penelitian bagi ilmuwan adalah menambah pengetahuan pembuatan plastik *biodegradable* yang ramah lingkungan.

### 1.7.3 Bagi Pemerintah

Manfaat bagi pemerintah adalah memberikan wawasan sebagai salah satu masukan untuk pembuatan SNI tentang plastik *biodegradable*.