

# **STUDI AWAL SINTESIS DAN KARAKTERISASI PATI TAPIOKA TERIKAT SILANG (*CROSS-LINKED*) DENGAN REAGEN ASAM SITRAT**

## **Laporan Penelitian**

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

oleh :

**Theodorus Limawan** (6141801006)

**Valent Pangrastika** (6141801130)

Pembimbing :

**Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih**

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



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
2022**

**A PRELIMINARY STUDY ON THE SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION  
OF CITRIC ACID CROSS-LINKED TAPIOCA STARCH**

**CHE 184650- Research**

Compiled to fulfill the final project in order to achieve a  
bachelor's degree in Chemical Engineering

By :

**Theodorus Limawan (6141801006)**

**Valent Pangrastika (6141801130)**

Advisor:

**Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih**

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



**UNDERGRADUATE PROGRAM OF CHEMICAL ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : STUDI AWAL SINTESIS DAN KARAKTERISASI PATI TAPIOKA TERIKAT SILANG (*CROSS-LINKED*) DENGAN REAGEN ASAM SITRAT**

**CATATAN :**

Telah diperiksa dan disetujui,  
Bandung, 9 Februari 2022

Pembimbing 1



Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih

Pembimbing 2



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



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

### **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama 1 : Theodorus Limawan

NPM 1 : 6141801006

Nama 2 : Valent Pangrastika

NPM 2 : 6141801130

Dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul

**Studi Awal Sintesis dan Karakterisasi Pati Tapioka Terikat Silang (*Cross-Linked*)  
dengan Reagen Asam Sitrat**

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 dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 8 Juli 2021

Theodorus Limawan  
(6141801006)

Valent Pangrastika  
(6141801130)

## LEMBAR REVISI

**JUDUL : STUDI AWAL SINTESIS DAN KARAKTERISASI PATI TAPIOKA  
TERIKAT SILANG (*CROSS-LINKED*) DENGAN REAGEN ASAM  
SITRAT**

**CATATAN :**

Telah diperiksa dan disetujui,  
Bandung, 9 Februari 2022

Penguji 1



Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T.

Penguji 2



Ir. Y.I.P. Arry Miryanti, M.Si.

## INTISARI

Pati tapioka adalah pati yang berasal dari tanaman singkong. Pati tapioka memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan karena produksi singkong di Indonesia sangat banyak dan bertambah setiap tahunnya. Dalam industri pangan, pati tapioka dapat digunakan sebagai bahan pengental (*food thickener*). Namun pemanfaatan pati tapioka alami memiliki keterbatasan dalam pengaplikasiannya, karena sifat fisika dan sifat kimia yang kurang stabil untuk digunakan secara luas saat digunakan sebagai bahan pengental. Maka dari itu, dilakukan proses modifikasi terhadap pati tapioka alami, salah satunya dengan proses *cross-linking* menggunakan reagen asam sitrat. Modifikasi dengan metode *cross-linking* akan menghasilkan pati yang lebih stabil terhadap suhu tinggi. Asam sitrat digunakan sebagai reagen *cross-linking* dikarenakan harganya yang murah dan aman untuk dikonsumsi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari rasio mol asam sitrat : mol anhidroglukosa, suhu pemanasan dan pH terhadap sifat kimia dan sifat fungsional dari pati sitrat.

Dalam penelitian ini, dilakukan percobaan awal dan percobaan utama. Percobaan awal dilakukan dengan memvariasikan prosedur kerja yang meliputi reaksi *cross-linking* berbasis *wet*, *dry*, dan campuran yang dilakukan secara duplo sehingga percobaan dilakukan sebanyak 6 tempuhan. Dalam percobaan awal ini, jumlah asam sitrat yang digunakan adalah 5 % (mol asam sitrat/ mol anhidroglukosa) dan pH yang digunakan adalah 4, serta suhu pemanasan 80°C . Pada percobaan utama, dilakukan variasi reagen asam sitrat (1, 5, 10 % mol asam sitrat/ mol anhidroglukosa) terhadap variasi pH reaksi (3 dan 5) dan terhadap variasi suhu pereaksian (60, 80, dan 100°C). Percobaan utama akan dilakukan secara duplo sehingga total tempuhan yang dilakukan berjumlah 36 tempuhan.

Metode pereaksian kering dipilih sebagai metode yang tepat karena menghasilkan nilai DS yang paling tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah reagen asam sitrat yang ditambahkan, pH reaksi rendah, dan suhu reaksi dinaikan, maka nilai Derajat Substitusi (DS) akan semakin besar. Kondisi terbaik yang diperoleh dalam penelitian ini adalah saat divariasikannya reagen asam sitrat sebesar 10 %, suhu reaksi 100 °C, dan pH reaksi sebesar 3. Rentang nilai DS yang didapatkan pada percobaan utama adalah 0,0071 – 0,1997. Nilai DS pati sitrat yang dihasilkan telah sesuai dengan syarat aman bagi penggunaan bahan pangan. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pati sitrat yang dihasilkan dapat digunakan sebagai *food thickener*. Hasil modifikasi berupa pati sitrat ini menghasilkan kemampuan mengembang, daya serap minyak, dan kejernihan yang lebih rendah dari pati *native*, dan memiliki daya serap air yang lebih tinggi dibandingkan pati *native*. Sifat dari pati termodifikasi yang dihasilkan tentunya banyak digunakan dalam pengaplikasiannya dalam industri pangan seperti, pembuatan sup, saus, roti, dan makanan olahan lainnya.

kata kunci: pati tapioka, *cross-linking* , asam sitrat, sifat kimia, sifat fungsional

## ABSTRACT

Tapioca starch is starch that comes from the cassava plant. Tapioca starch has considerable potential to be developed because the production of cassava in Indonesia is very large and it increases every year. In the food industry, tapioca starch can be used as food thickener. However, the use of native tapioca starch has limitations in its application, due to its physical and chemical properties which are not stable enough to be widely used as a thickening agent. Therefore, a modification process was carried out on native tapioca starch, one of its modification method was cross-linking using citric acid as the reagent. Cross-linked starch will produce starch that is more stable on high temperature. Citric acid is used as a cross-linking because it is cheap and safe for consumption. The purpose of this study was to determine the effect of the mole ratio of citric acid: mole of anhydroglucose, heating temperature and medium pH on the chemical and functional properties of starch citrate.

In this study, the initial experiment and the main experiment were carried out. The initial experiment was carried out by varying the working procedure which included wet, dry, and mixed-based medium in the cross-linking reactions which were carried out in duplicate so that the experiment was carried out for 6 times. In this initial experiment, the amount of citric acid used was 5% (mol citric acid/mole anhydroglucose) and the pH used was 4, and the heating temperature was 80 °C. In the main experiment, variations of citric acid reagent (1, 5, 10 % mol of citric acid/mol of anhydroglucose) were carried out with variations in reaction pH (3 and 5) and with variations in reaction temperature (60, 80, and 100 °C). The main experiment will be carried out in duplicate so that the total number of the experiment carried out is 36 times.

The dry reaction method was chosen as the appropriate method because it produced the highest DS value. The results showed that the more the amount of citric acid reagent was added, the lower pH of the reaction, and the higher reaction temperature would produce a greater value of the Degree of Substitution (DS). The best conditions obtained in this study were when the citric acid reagent was varied by 10%, the reaction temperature was 100 °C, and the pH of the reaction was 3. The range of DS values obtained in the main experiment was from 0.0071 to 0.1997. The DS value of the starch citrate produced was in accordance with the safe requirements for the use as food ingredients. The results also showed that the starch citrate produced could be used as a food thickener. The modified results in the form of starch citrate resulted in lower swelling power, oil absorption, and clarity than native starch, but it had a higher water absorption capacity than native starch. The nature of the modified starch produced can be widely used in its application in the food industry for soups, sauces, breads, and other processed foods.

keywords: tapioca starch, cross-linking, citric acid, chemical properties, functional properties

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus, oleh karena anugerah-Nya dan kasih setia-Nya yang melimpah dan begitu besar sehingga penulis dapat menulis, menyusun, dan menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul “Studi Awal Sintesis dan Karakterisasi Pati Tapioka Terikat Silang (*Cross-Linked*) dengan Reagen Asam Sitrat” dengan tepat waktu.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyusun proposal penelitian ini, khususnya kepada :

1. Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih selaku dosen pembimbing yang telah membantu penulis dengan sabar dan memberikan saran serta nasihat kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan baik.
2. Dr. Henky Muljana, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang juga telah membantu penulis dengan sabar dan memberikan saran serta nasihat kepada penulis, sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan penelitian dengan baik.
3. Seluruh dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan yang telah mengarahkan penulis agar dapat menyusun dan menyelesaikan laporan penelitian dengan baik.
4. Orang tua yang selalu memberikan dukungan dan selalu menyemangati penulis agar penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan tepat waktu.
5. Rekan-rekan seperjuangan dan pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis agar dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan baik.

Penulis sadar bahwa laporan penelitian yang dirancang ini masih jauh dari kata sempurna karena adanya keterbatasan waktu dan kemampuan dari penulis sendiri. Maka dari itu, penulis sangat membutuhkan dukungan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun, sehingga kritik dan saran tersebut dapat membantu memperbaiki laporan penelitian ini. Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih dan penulis berharap agar laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Bandung,

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
INTISARI.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah .....	2
1.3 Identifikasi Masalah.....	3
1.4 Premis .....	4
1.5 Hipotesis .....	7
1.6 Tujuan Penelitian .....	7
1.7 Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
2.1 Bahan Tambahan Pangan.....	9
2.1.1 Pemanis .....	9
2.1.2 Pengawet .....	10
2.1.3 Perisa .....	10
2.1.4 Pewarna .....	10
2.1.5 Pengental ( <i>Thickener</i> ) .....	11
2.2 Pengental Makanan ( <i>Food Thickener</i> ).....	11
2.2.1 Karakteristik <i>Food Thickener</i> .....	11
2.2.2 Komponen Dasar <i>Food Thickener</i> .....	12
2.2.2.1 Agar-Agar .....	12
2.2.2.2 Karagenan.....	13
2.2.2.3 Gelatin .....	14
2.2.2.4 Pektin .....	15
2.2.2.5 Pati beserta Turunannya .....	15
2.3 Pati .....	16
2.3.1 Struktur Penyusun Pati .....	17
2.3.1.1 Amilosa.....	17

2.3.1.2 Amilopektin .....	18
2.3.2 Sifat Fisikokimia Pati .....	19
2.3.2.1 Karakteristik Granula Pati .....	19
2.3.2.2 Gelatinasi Pati .....	21
2.3.2.3 Retrogradasi Pati .....	21
2.3.2.4 Pasta Pati .....	22
2.3.2.5 Sifat Reologi Pati .....	23
2.4 Jenis Pati .....	24
2.4.1 Pati Gandum .....	24
2.4.2 Pati Jagung .....	24
2.4.3 Pati Kentang .....	24
2.4.4 Tapioka Sebagai Sumber Pati .....	25
2.5 Pati Tapioka .....	26
2.5.1 Proses Pembuatan dan Pemurnian Pati Tapioka .....	26
2.5.2 Karakteristik Pati Tapioka .....	27
2.6 Modifikasi Pati .....	28
2.6.1 Faktor yang Mempengaruhi Proses Modifikasi Pati .....	29
2.6.2 Modifikasi secara Fisika .....	29
2.6.2.1 Pre-gelatinasi .....	29
2.6.2.2 Annealing .....	30
2.6.2.3 Heat-Moisture Treatment .....	30
2.6.3 Modifikasi secara Kimia .....	31
2.6.3.1 Oksidasi .....	31
2.6.3.2 Esterifikasi .....	32
2.6.3.3 Eterifikasi .....	32
2.6.3.4 Cross-Linking .....	33
2.7 Pati <i>Cross-Linking</i> dengan Reagen Asam Sitrat .....	35
2.7.1 Reagen Asam Sitrat .....	35
2.7.2 Reaksi <i>Cross-Linking</i> dengan Reagen Asam Sitrat .....	36
2.7.3 Sifat Pati Sitrat .....	37
2.7.4 Aplikasi Pati <i>Cross-Linking</i> Asam Sitrat .....	38
2.7.5 Sintesis Pati Sitrat .....	39
2.8 Analisis Bahan Baku Pati <i>Cross-Linking</i> .....	41
2.8.1 Analisis Kadar Karbohidrat .....	41
2.8.3 Analisis Kadar Lemak .....	42
2.8.4 Analisis Kadar Air .....	42

2.8.5 Analisis Kadar Abu .....	43
2.9 Analisis Produk Pati <i>Cross-Linking</i> .....	43
2.9.1 Analisis Sifat Kimia .....	43
2.9.2 Analisis Sifat Fungsional .....	44
<b>BAB III BAHAN DAN METODE .....</b>	<b>46</b>
3.1 Bahan Penelitian .....	46
3.1.1 Bahan Utama .....	46
3.1.2 Bahan Analisis.....	46
3.2 Peralatan.....	46
3.2.1 Peralatan Utama .....	46
3.2.2 Peralatan Analisis .....	47
3.3 Prosedur Percobaan.....	48
3.3.1 Percobaan Utama.....	49
3.3.1.1 Prosedur Basah .....	49
3.3.1.2 Prosedur Kering.....	50
3.3.1.3. Prosedur Campuran .....	51
3.3.2 Analisis Bahan Baku Pati Tapioka.....	52
3.3.2.1 Analisis Kadar Karbohidrat .....	52
3.3.2.2 Analisis Kadar Protein.....	52
3.3.2.3 Analisis Kadar Lemak .....	52
3.3.2.4 Analisis Kadar Air .....	53
3.3.2.5 Analisis Kadar Abu .....	53
3.3.3 Analisis Produk Pati Sitrat .....	53
3.3.3.1 Analisis Sifat Kimia.....	53
3.3.3.2 Analisis Sifat Fungsional.....	54
3.4 Rancangan Percobaan .....	55
3.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	56
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>57</b>
4.1 Analisa Bahan Baku Pati Tapioka .....	57
4.2 Percobaan Pendahuluan .....	58
4.3 Percobaan Utama .....	61
4.4 Karakteristik Produk Pati Tapioka Sitrat .....	61
4.4.1 Analisis Sifat Kimia Pati Tapioka Sitrat .....	62
4.4.2 Analisis Sifat Fungsional Pati Tapioka Sitrat .....	64
4.4.2.1 Analisis Kelarutan dan Kekuatan Mengembang Pati Tapioka Sitrat .....	65
4.4.2.2 Analisis Daya Serap Air dan Minyak Pati Tapioka Sitrat .....	67

4.4.2.3 Analisis Kejernihan Pati Tapioka Sitrat .....	70
4.5 Kondisi Terbaik Hasil Penelitian .....	72
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>74</b>
5.1 Kesimpulan .....	74
5.2 Saran .....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>76</b>
<b>LAMPIRAN A PROSEDUR ANALISIS .....</b>	<b>81</b>
A.1 Prosedur Analisis Bahan Baku Pati .....	81
A.1.1 Analisis Kadar Protein.....	81
A.1.1.1 Tahap Destruksi .....	81
A.1.1.2 Tahap Distilasi .....	82
A.1.1.3 Standarisasi Larutan HCl 0,02 N .....	83
A.1.1.4 Titrasi Distilat dengan HCl 0.02 N Standar.....	84
A.1.1.5 Titrasi Blanko .....	85
A.1.2 Analisis Kadar Lemak .....	86
A.1.3 Analisis Kadar Air.....	86
A.1.4 Analisis Kadar Abu .....	87
A.2 Prosedur Analisis Produk Pati Asetat .....	88
A.2.1 Analisis Derajat Substitusi (DS).....	88
A.2.2 Analisis Kelarutan dan Kekuatan Mengembang Pati.....	89
A.2.3 Analisis Kejernihan Pasta Pati .....	90
A.2.4 Analisis Daya Serap Air dan Minyak.....	91
<b>LAMPIRAN B MATERIAL SAFETY DATA SHEET .....</b>	<b>92</b>
B.1 Asam Sitrat (C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> ).....	92
B.2 Asam Klorida (HCl).....	93
B.3 Natrium Hidroksida (NaOH).....	94
B.4 Kalium Sulfat (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ).....	95
B.5 Merkuri II Oksida (HgO) .....	96
B.6 Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ).....	97
B.7 Natrium Tiosulfat (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .5H <sub>2</sub> O) .....	98
B.8 Asam Borat (H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> ).....	99
B.9 Heksana .....	100
B.10 Indikator Phenolphtalein (PP) .....	101
B.11 Indikator Metilen Red .....	102
B.12 Indikator Metilen Blue .....	103
<b>LAMPIRAN C HASIL ANTARA.....</b>	<b>105</b>

C.1 Hasil Analisis Bahan Baku.....	105
C.2 Hasil Analisis Karakteristik Pati Asli .....	106
C.3 Hasil Analisis Percobaan Pendahuluan.....	106
C.3.1 Hasil Analisa Derajat Substitusi .....	106
C.3.2 Hasil Analisa Daya Serap Air.....	107
C.3.3 Hasil Analisa Daya Serap Minyak.....	107
C.3.4 Hasil Analisa Kemampuan Mengembang .....	108
C.3.5 Hasil Analisa Kelarutan.....	108
C.4 Hasil Analisis Percobaan Utama.....	109
C.4.1 Hasil Analisa Derajat Substitusi .....	109
C.4.2 Hasil Analisa Daya Serap Air.....	111
C.4.3 Hasil Analisa Daya Serap Minyak.....	113
C.4.4 Hasil Analisa Kemampuan Mengembang .....	115
C.4.5 Hasil Analisa Kelarutan.....	117
C.4.6 Hasil Analisa Kejernihan Pasta Pati .....	119
<b>LAMPIRAN D GAMBAR.....</b>	<b>121</b>
D.1 Grafik Pengaruh Variasi Suhu, Konsentrasi, dan pH terhadap Nilai DS.....	121
D.2 Grafik Pengaruh Variasi Suhu, Konsentrasi, dan pH terhadap Kemampuan Mengembang Pati .....	122
D.3 Grafik Pengaruh Variasi Suhu, Konsentrasi, dan pH terhadap Daya Serap Air....	123
D.4 Grafik Pengaruh Variasi Suhu, Konsentrasi, dan pH terhadap Daya Serap Minyak .....	124
D.5 Grafik Pengaruh Variasi Suhu, Konsentrasi, dan pH terhadap Kejernihan Pasta Pati .....	125
<b>LAMPIRAN E CONTOH PERHITUNGAN.....</b>	<b>126</b>
E.1 Perhitungan Analisa Kadar Karbohidrat .....	126
E.2 Perhitungan Analisis Kadar Lemak.....	126
E.3 Perhitungan Analisis Kadar Protein .....	126
E.4 Perhitungan Analisis Kadar Abu.....	127
E.5 Perhitungan Analisis Derajat Substitusi (DS) .....	127
E.6 Perhitungan Analisis Daya Serap Air.....	127
E.7 Perhitungan Analisis Daya Serap Minyak.....	128
E.8 Perhitungan Analisis Kemampuan mengembang Pati .....	128
E.9 Perhitungan Analisis Kelarutan Pati.....	128

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Agar .....	13
Gambar 2.2 Struktur $\iota$ - Karagenan, $\kappa$ - Karagenan, dan $\lambda$ - Karagenan .....	14
Gambar 2.3 Struktur Gelatin .....	14
Gambar 2.4 Struktur Pektin .....	15
Gambar 2.5 Struktur Amilosa .....	18
Gambar 2.6 Struktur Amilopektin .....	19
Gambar 2.7 Pola Difraksi Pati .....	20
Gambar 2.8 Profil Viskositas .....	23
Gambar 2.9 Mekanisme <i>Cross Linking</i> Pati dengan Asam Sitrat .....	36
Gambar 2.10 Bentuk Ikatan Silang Pati Asam Sitrat .....	37
Gambar 4. 1 Produk Percobaan Pendahuluan Menggunakan Metode Basah.....	60
Gambar 4. 2 Pengaruh Nilai Suhu dan Konsentrasi terhadap DS pada pH 3.....	62
Gambar 4. 3 Pengaruh Nilai pH dan Konsentrasi terhadap DS pada pH 5 .....	63
Gambar 4. 4 Pengaruh Nilai Suhu dan Konsentrasi terhadap Kemampuan Mengembang Pati pada pH 3.....	66
Gambar 4. 5 Pengaruh Nilai Suhu dan Konsentrasi terhadap Kemampuan Mengembang Pati pada pH 5.....	66
Gambar 4. 6 Pengaruh Nilai Suhu dan Konsentrasi terhadap Daya Serap Air pada pH 3 ..	67
Gambar 4. 7 Pengaruh Nilai Suhu dan Konsentrasi terhadap Daya Serap Air pada pH 5 ..	68
Gambar 4. 8 Pengaruh Nilai Suhu dan Konsentrasi terhadap Daya Serap Minyak pada pH 3 .....	69
Gambar 4. 9 Pengaruh Nilai Suhu dan Konsentrasi terhadap Daya Serap Minyak pada pH 5 .....	69
Gambar 4. 10 Pengaruh Nilai Suhu dan Konsentrasi terhadap Kejernihan Pasta Pati pada pH 3 .....	71
Gambar 4. 11 Pengaruh Nilai Suhu dan Konsentrasi terhadap Kejernihan Pasta Pati pada pH 5 .....	72
Gambar A.1 Prosedur Destruksi Protein .....	82
Gambar A.2 Prosedur Distilasi.....	83
Gambar A.3 Prosedur Standarisasi Larutan HCl.....	84
Gambar A.4 Prosedur Titrasi Distilat dengan HCl .....	85

Gambar A.5	Prosedur Titrasi Distilat dengan Blanko.....	86
Gambar A.6	Prosedur Analisa Kadar Lemak .....	87
Gambar A.7	Prosedur Analisa Kadar Air .....	87
Gambar A.8	Prosedur Analisa Kadar Abu .....	88
Gambar A.9	Prosedur Analisa Derajat Substitusi .....	89
Gambar A.10	Prosedur Analisa Kelarutan dan Kekuatan Mengembang Pati.....	90
Gambar A.11	Prosedur Analisa Kejernihan Pasta Pati.....	91
Gambar A.12	Prosedur Analisa Daya Serap Air dan Minyak.....	92

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produksi Pati Komersial di Dunia pada Tahun 2013 .....	1
Tabel 2.1 Kegunaan Pati di Berbagai Industri .....	16
Tabel 2.2 Ukuran dan Bentuk Granula dari Berbagai Jenis Pati .....	19
Tabel 2.3 Perbandingan Pati Tapioka dengan Jenis Pati Lain .....	26
Tabel 2.4 Spesifikasi Umum dari Pati Tapioka Alami .....	28
Tabel 2.5 Suhu Gelatinasi, Kemampuan Mengembang, dan Kelarutan Pati .....	28
Tabel 3.1 Rancangan Percobaan Awal .....	56
Tabel 3.2 Rancangan Percobaan Utama .....	56
Tabel 3.3 Jadwal Penelitian .....	57
Tabel 4. 1 Hasil Analisis Bahan Baku Pati Tapioka.....	57
Tabel 4. 2 Hasil Analisa Produk pada Berbagai Variasi Metode Pereaksian.....	59
Tabel 4. 3 Hasil Analisa Karakteristik Pati Native.....	62
Tabel 4. 4 Perbandingan Sifat Fungsional Pati Tapioka Native dan Modifikasi.....	72



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pati adalah cadangan karbohidrat paling melimpah yang dapat ditemukan di berbagai organ tumbuhan seperti umbi, akar, daun, buah, dan biji. Pati merupakan bahan dari kebanyakan makanan yang dikonsumsi oleh manusia. Oleh sebab itu, pati menempati posisi karbohidrat paling penting dalam nutrisi manusia. Pati adalah salah satu stabilisator makanan yang paling banyak digunakan untuk *food thickener* (BeMiller dan Whistler, 2009). Keuntungan pati sebagai bahan dasar *food thickener* yaitu karena harganya yang murah, jumlahnya yang sangat banyak, dan tidak memberikan perubahan rasa jika digunakan pada konsentrasi rendah (2-5 %) (Saha, 2010).

Singkong merupakan salah satu jenis umbi yang paling banyak ditanam di daerah tropis untuk dijadikan sebagai bahan pokok produksi pati (Krishnakumar, 2019). Indonesia menjadi salah satu negara tropis penghasil ubi kayu terbesar ke-3 di dunia setelah Nigeria dan Thailand, dengan rata rata produksinya sebesar 23,9 juta ton (Kementerian Pertanian, 2016). Produksi ubi kayu untuk bahan dasar pembuatan pati di Indonesia tiap tahunnya terus mengalami peningkatan. Pati tapioka sendiri menjadi jenis pati terbesar ke-2 yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Produksi berbagai jenis pati di dunia pada tahun 2003 dapat dilihat pada tabel 1.1 (BeMiller dan Whistler, 2009). Peningkatan produksi singkong tentunya akan berdampak pada peningkatan produksi pati tapioka. Untuk memanfaatkan produksi pati tapioka yang meningkat, penelitian ini akan digunakan dengan menggunakan bahan dasar pati tapioka.

**Tabel 1.1** Produksi Pati Komersial di Dunia pada Tahun 2003  
(BeMiller dan Whistler, 2009)

Sumber	Kentang	Jagung	Gandum	Tapioka
Produksi (10 <sup>6</sup> ton/tahun)	2,49	45,8	4,9	7,5
Negara yang memproduksi	Belanda Jerman Prancis China	Amerika Jepang China Korea Selatan	Prancis Jerman Amerika China	Thailand Indonesia Brazil China

Tapioka merupakan pati yang diambil dari ubi kayu dan dimanfaatkan sebagai bahan pangan atau pembantu dalam industri non-pangan. Walaupun Indonesia memproduksi tapioka dalam jumlah yang besar, namun pemanfaatannya masih sangat terbatas sebagai sumber karbohidrat (makanan pokok). Pemanfaatan pati tapioka alami masih sangat terbatas karena sifat fisika dan sifat kimia yang kurang stabil untuk digunakan secara luas. Keterbatasan yang dimiliki pati alami, yaitu kestabilannya yang rendah baik karena perubahan suhu ataupun pH. Pati asli memiliki banyak kelemahan dalam aplikasi industri, yaitu tidak larut dalam air dingin, kemampuan untuk kehilangan viskositas dan daya pengental setelah dimasak, serta retrogradasi setelah proses gelatinisasi. Untuk memperbaiki kekurangan dari pati tapioka dilakukan modifikasi baik itu secara kimia ataupun fisika guna mengubah sifat fisik dan kimiawi dari pati tapioka. Nilai ekonomi dari pati tapioka juga akan lebih tinggi jika sifat-sifatnya dimodifikasi secara fisika ataupun kimia (Herawati, 2012). Oleh karena itu, dalam penelitian ini, pati tapioka alami akan dimodifikasi agar cakupan penggunaannya lebih luas.

Pada penelitian ini, modifikasi pati dilakukan dengan secara kimia, yaitu melalui reaksi *cross-linking* dengan menggunakan reagen asam sitrat. Asam sitrat dipilih sebagai reagen modifikasi karena aman digunakan dalam produk makanan dan memiliki harga yang murah. Dalam reaksinya, gugus karboksilat dari asam sitrat dapat dengan mudah membentuk reaksi ikatan silang dengan gugus hidroksil pati dengan membentuk gugus ester di kedua ujungnya (Utomo, 2020). Dengan adanya ikatan silang pada pati maka otomatis pati tersebut memiliki stabilitas yang lebih baik yang dapat dilihat dari strukturnya (Golachowski, dkk., 2020). Selain itu modifikasi dengan asam sitrat ini akan menghasilkan pati yang memiliki kestabilan yang tinggi terhadap suhu tinggi sehingga cocok untuk dijadikan agen pengental makanan (Wilpizewska, dkk., 2019 ; Mei, dkk., 2015).

## **1.2 Tema Sentral Masalah**

Masih terbatasnya penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi modifikasi pati tapioka dengan reagen asam sitrat, seperti rasio mol reagen asam sitrat : mol anhidroglukosa, pH, dan suhu pemanasan terhadap sifat kimia dan sifat fungsional dari pati sitrat.

### 1.3 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang dan tema sentral masalah tersebut, terdapat beberapa identifikasi masalah yang akan dikaji lebih lanjut, yaitu :

- a. Bagaimana pengaruh rasio mol reagen asam sitrat : mol anhidroglukosa terhadap sifat kimia dan sifat fungsional dalam sintesis pati sitrat dari pati tapioka?
- b. Bagaimana pengaruh suhu pemanasan terhadap sifat kimia dan sifat fungsional dalam sintesis pati sitrat dari pati tapioka?
- c. Bagaimana pengaruh pH terhadap sifat kimia dan sifat fungsional dalam sintesis pati sitrat dari pati tapioka?

#### 1.4 Premis

No	Bahan Baku	Perlakuan				Hasil	Sumber
		Reagen Asam Sitrat	Suhu	Waktu	pH		
1	Pati Tapioka	10%, 20%, 30%, dan 40% (b/b)	130°C	5 jam	3	a. Menurunnya kemampuan mengembang dan kelarutan pati tapioka seiring dengan peningkatan nilai DS b. Nilai DS berkisar antara 0,058-0,178 c. Menurunnya kristalinitas pati tapioka	Mei, dkk., (2015)
2	Pati Tapioka	40% (b/b)	135°C	5 jam	3,5	a. Menurunnya kemampuan mengembang dan kelarutan pati tapioka b. Sekumpulan butiran dengan retakan tidak mengalami gelatinasi dan pengembangan c. Viskositas pati tapioka menurun d. Menurunnya kristalinitas pati tapioka	Oltramari, dkk., (2017)
3	Pati Tapioka	10%, 30%, dan 50% (b/b)	100°C, 120°C, dan 140°C	5 jam	3	a. Nilai DS meningkat seiring meningkatnya suhu dan konsentrasi asam sitrat b. Nilai DS berkisar antara 0,06-1,87 (g/100 g sampel)	Srikaeo, dkk., (2019)

						<ul style="list-style-type: none"> <li>c. Menurunnya daerah kristalin dan suhu gelatinasi pati tapioka</li> <li>d. Pati dengan kadar asam sitrat sebesar 30% pada suhu 120°C tidak mengalami gelatinasi</li> </ul>	
4	Pati Kentang	10%, 20%, dan 30% (b/b)	150°C	5 jam	3,5-5,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Nilai DS meningkat seiring meningkatnya konsentrasi dan menurunnya pH</li> <li>b. Menurunnya kristalinitas pati kentang seiring penurunan pH</li> <li>c. Menurunnya kemampuan mengembang pati kentang</li> </ul>	Lee, dkk., (2017)
5	Pati Kentang	20%, 40%, dan 60% (b/b)	130°C	2 jam	3,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Menurunnya kemampuan mengembang pati kentang</li> <li>b. Menurunnya daerah kristalin pati kentang</li> <li>c. Meningkatnya kemampuan penyerapan air</li> </ul>	Remya, dkk., (2018)
6	Pati Tapioka	10 – 50% (b/b)	60°C	6 jam	3,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Menurunnya kristalinitas pada pati tapioka</li> </ul>	Utomo, dkk., (2020)

						<ul style="list-style-type: none"> <li>b. Menurunnya kelarutan dan kemampuan mengembang pati tapioka</li> <li>c. Menurunnya viskositas pati tapioka</li> </ul>	
7	Pati Beras	1%, 10%, dan 30% (b/b)	140°C	4 jam	3,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Menurunnya kemampuan mengembang dan viskositas pati beras</li> <li>b. Menurunnya kristalinitas pati beras</li> <li>c. Nilai DS berkisar antara 0,01-0,27 dan berbanding lurus terhadap konsentrasi asam sitrat</li> </ul>	Kim, dkk., (2017)
8	Pati Jagung	20 gram	120 – 150°C	3 – 9 jam	3,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Nilai DS berkisar antara 0,09-0,12</li> <li>b. Tidak terjadi pembengkakan pada pati jagung</li> <li>c. Stabilitas meningkat</li> </ul>	Xie dan Liu, (2004)

### 1.5 Hipotesis

Berdasarkan premis yang telah diurai sebelumnya, terdapat beberapa hipotesis dalam penelitian ini, yaitu:

- a. Semakin tinggi rasio mol reagen asam sitrat : mol anhidroglukosa yang digunakan dalam sintesis pati sitrat dari pati tapioka, nilai derajat substitusi juga akan semakin tinggi dan kemampuan mengembangnya semakin menurun
- b. Semakin tinggi suhu pemanasan yang digunakan dalam sintesis pati sitrat dari pati tapioka, nilai derajat substitusi juga akan semakin tinggi dan kemampuan mengembangnya semakin menurun
- c. Semakin tinggi pH, semakin rendah rendah nilai derajat substitusi dan kemampuan mengembangnya semakin meningkat

### 1.6 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Mengetahui pengaruh rasio mol reagen asam sitrat : mol anhidroglukosa terhadap sifat kimia dan sifat fungsional dalam sintesis pati sitrat dari pati tapioka
- b. Mengetahui pengaruh suhu pemanasan terhadap sifat kimia dan sifat fungsional dalam sintesis pati sitrat dari pati tapioka
- c. Mengetahui pengaruh pH terhadap sifat kimia dan sifat fungsional dalam sintesis pati sitrat dari pati tapioka

### 1.7 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat bagi :

- a. Industri Pangan

Penelitian ini bermanfaat bagi industri-industri pangan yaitu karena dengan dilakukannya modifikasi terhadap pati tapioka menggunakan asam sitrat akan menghasilkan pati sitrat yang mana dapat bahan tersebut dapat digunakan sebagai *food thickener* atau bahan pengental yang biasanya digunakan dan ditambahkan ke dalam produk makanan.

- b. Pemerintah

Penelitian ini bermanfaat bagi pemerintah yaitu sebagai ide pemikiran bahwa Indonesia memiliki Sumber Daya Alam (SDA) yang melimpah, terutama tanaman singkong atau ubi kayu, sehingga pemerintah dapat memberikan bantuan untuk mengembangkan potensi alam tersebut agar memiliki nilai jual yang lebih tinggi.

c. Mahasiswa

Penelitian ini bermanfaat bagi mahasiswa yaitu sebagai referensi pada penelitian selanjutnya tentang modifikasi pati tapioka dengan metode *cross-linking* menggunakan reagen asam sitrat menjadi *food thickener*, serta faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses modifikasi tersebut, seperti suhu dan konsentrasi asam sitrat.

d. Masyarakat

Penelitian ini bermanfaat bagi masyarakat yaitu sebagai informasi tentang pentingnya pati tapioka sebagai bahan tambahan pangan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga masyarakat dapat membantu dalam pengembangan tanaman singkong guna meningkatkan mutu agar lebih bermanfaat.