



**STUDI AWAL FOSFORILASI PATI AREN  
(*Arenga pinnata M.*) DENGAN REAGEN  
SODIUM TRIPOLIFOSFAT PADA  
KONSENTRASI RENDAH**

**Laporan Penelitian**

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

Oleh:

**Jordi Loanda (2014620018)**

Pembimbing:

**Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
2018**

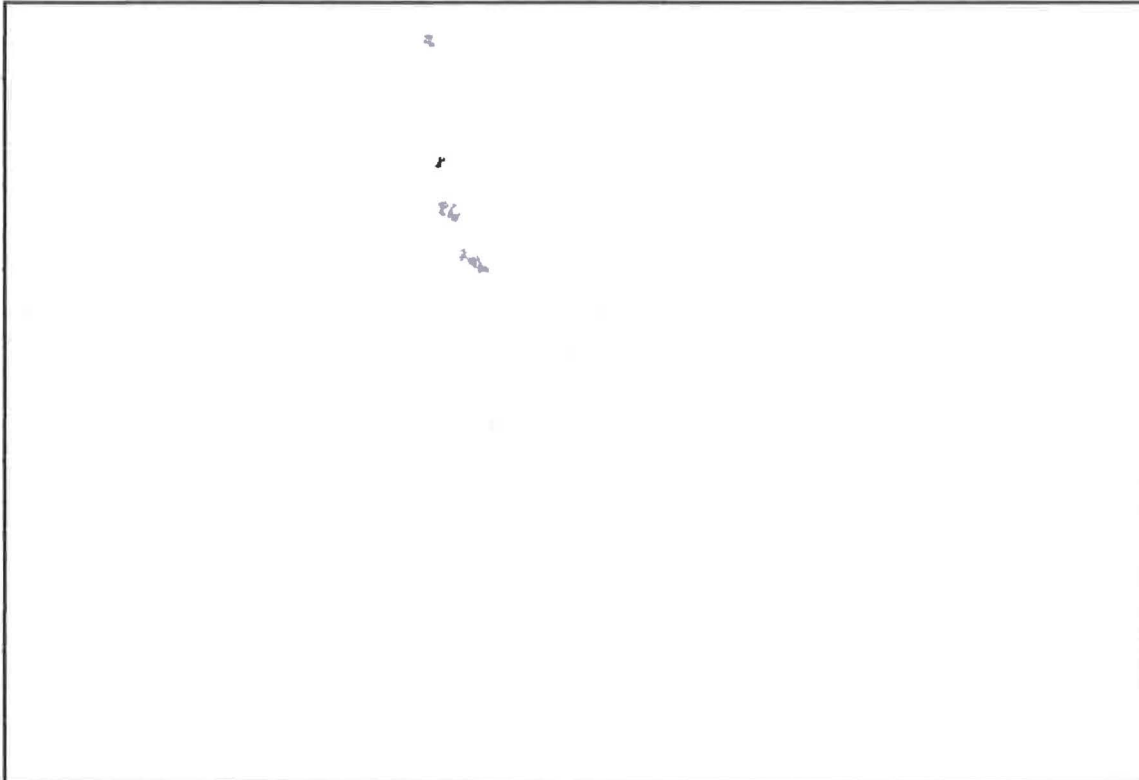
No. Kode	: TK LOA 5/18
Tanggal	: 8 Februari 2019
No. Ind.	: 4350-FTI /SKP 36018
Divisi	:
Madrasah / Bell	:
Dari	: FTI



## LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL: STUDI AWAL FOSFORILASI PATI AREN (*Arenga pinnata M.*)  
DENGAN REAGEN SODIUM TRIPOLIFOSFAT PADA KONSENTRASI  
RENDAH**

### CATATAN:



Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 19 Juli 2018

Pembimbing

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 : Jordi Loanda

NPM : 2014620018

Dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian yang berjudul:

### **STUDI AWAL FOSFORILASI PATI AREN (*Arenga pinnata M.*) DENGAN REAGEN SODIUM TRIPOLIFOSFAT PADA KONSENTRASI RENDAH**

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, 19 Juli 2018

Jordi Loanda  
(2014620018)



## LEMBAR REVISI

**JUDUL: STUDI AWAL FOSFORILASI PATI AREN (*Arenga pinnata M.*)  
DENGAN REAGEN SODIUM TRIPOLIFOSFAT PADA KONSENTRASI  
RENDAH**

### CATATAN:

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 19 Juli 2018

Penguji

Dr. Angela Justina Kumalaputri, S.T., M.T.

Susiana Prasetyo, S.T., M.T.





## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih, anugerah, dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul “Studi Awal Sintesis Pati Fosfat Dari Pati Aren (*Arenga Pinnata M.*) Sebagai Pengental makanan”. Laporan penelitian ini disusun sebagai syarat awal bagi penulis untuk melakukan penelitian selama beberapa bulan ke depan di Laboratorium Kimia Terapan, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam – dalamnya, khususnya kepada:

1. Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membantu, mengarahkan, dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, dorongan, serta saran-saran yang sangat berarti bagi penulis dalam penulisan laporan ini.
2. Seluruh dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu kepada penulis.
3. Orang tua dan keluarga yang selalu memberi doa, dukungan, dan semangat bagi penulis selama penyusunan laporan ini.
4. Teman-teman Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, serta semua pihak yang turut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, sehingga akhirnya laporan penelitian ini dapat selesai tepat waktu.

Penulis menyadari bahwa adanya keterbatasan waktu, kemampuan, dan pengetahuan dalam penyusunan laporan ini masih terdapat banyak kekurangan sehingga masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dan dapat mengarahkan penulis kepada penyusunan laporan yang lebih baik lagi. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandung,

Penulis

# DAFTAR ISI



<b>COVER</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR REVISI</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>INTISARI</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>BAB I</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tema Sentral Masalah .....	2
1.3. Identifikasi Masalah.....	2
1.4. Premis .....	2
1.5. Hipotesis .....	4
1.6. Tujuan Penelitian .....	4
1.7. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II</b> .....	6
2.1. Pengental makanan .....	6
2.2. Pati .....	6
2.2.1. Karakteristik Pati.....	7
2.2.2. Sumber Pati .....	17
2.3. Pati Aren .....	19
2.3.1. Morfologi Tanaman Aren .....	19

2.3.2.	Penyebaran Tanaman Aren .....	21
2.3.3.	Potensi Hutan Aren .....	21
2.3.4.	Pembuatan Pati Aren .....	21
2.4.	Modifikasi Pati .....	22
2.4.1.	Modifikasi Fisika .....	22
2.4.2.	Modifikasi Kimia .....	23
2.5.	Fosforilasi Pati .....	25
2.5.1.	Metode Fosforilasi .....	26
2.5.2.	Pati Fosfat .....	28
2.6.	Sintesis Pati Aren secara Fosforilasi .....	29
2.6.1.	Analisis Bahan Baku .....	31
2.6.2.	Analisis Pati Fosfat .....	34
<b>BAB III</b>	.....	<b>37</b>
3.1.	Alat .....	37
3.1.1.	Alat Utama .....	37
3.1.2.	Alat Analisis .....	37
3.2.	Bahan .....	37
3.2.1.	Bahan Utama .....	38
3.2.2.	Bahan Analisis .....	38
3.3.	Prosedur Fosforilasi Pati Aren .....	38
3.3.1.	Tahap Percobaan Pendahuluan .....	38
3.3.2.	Tahap Percobaan Utama .....	38
3.4.	Prosedur Analisis .....	39
3.4.1.	Analisis Bahan Baku .....	39
3.4.2.	Analisis Pati Fosfat .....	41
3.5.	Rancangan Percobaan .....	44

3.6. Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....	44
<b>BAB IV</b> .....	47
4.1. Tahap Karakterisasi Pati Aren .....	47
4.2. Percobaan Pendahuluan .....	48
4.3. Percobaan Utama .....	49
4.4. Tahap Karakterisasi Produk Pati Fosfat.....	50
4.4.1. Analisis Sifat Kimia .....	50
4.4.2. Analisis Sifat Fungsional .....	52
4.5. Pemilihan Kondisi Operasi Terbaik.....	57
<b>BAB V</b> .....	59
5.1. Kesimpulan .....	59
5.2. Saran .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	60
<b>LAMPIRAN A</b> .....	60
<b>LAMPIRAN B</b> .....	73
<b>LAMPIRAN C</b> .....	128
<b>LAMPIRAN D</b> .....	140
<b>LAMPIRAN E</b> .....	143
<b>LAMPIRAN F</b> .....	145





## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Fosforilasi Berbagai Jenis Pati dengan Reagen STPP.....	3
Tabel 2.1	Jumlah Amilosa dalam Berbagai Sumber Pati.....	9
Tabel 2.2	Kajian Jenis, Diameter, dan Bentuk Granula Berbagai Sumber Pati .....	11
Tabel 2.3	Klasifikasi Tanaman Aren.....	19
Tabel 2.4	Kandungan Fosfor pada Berbagai Sumber Pati.....	26
Tabel 3.1	Matriks Percobaan Pendahuluan .....	44
Tabel 3.2	Matriks Percobaan Utama .....	44
Tabel 3.3	Jadwal Kerja Penelitian di Tahun 2017.....	45
Tabel 3.4	Jadwal Kerja Penelitian di Tahun 2018.....	46
Tabel 4.1	Hasil Analisis Proksimat Pati Aren.....	47
Tabel 4.2	Hasil Analisis DS pada Percobaan Pendahuluan .....	48
Tabel 4.3	Hasil Analisis Sifat Kimia pada Pati Fosfat Aren .....	50
Tabel 4.4	Hasil Analisis Kejernihan (%-Transmitan).....	52
Tabel 4.5	Hasil Analisis Kelarutan (%-Berat Pati Terlarut/Sampel Pati).....	54
Tabel 4.6	Hasil Analisis Kekuatan Mengembang (g Pasta/g Sampel Pati).....	55
Tabel 4.7	Hasil Analisis Daya Serap Air dan Minyak (g Fluida Terserap/g Sampel Pati).....	56



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Dasar (a) Glukosa, (b) Amilosa, (c) Amilopektin .....	7
Gambar 2.2	Unit Glukopiranososa yang Terikat dalam Amilosa .....	8
Gambar 2.3	Struktur Amilopektin .....	10
Gambar 2.4	Granula Pati Aren ketika Dilihat dengan SEM.....	11
Gambar 2.5	Granula Pati ketika Dilihat dengan SEM: (a) Jagung (Normal), (b) Jagung (Lunak), (c) Kentang, (d) Gandum, (e) Sorgum, (f) Jagung Manis; (g) Bayam; (h) Jagung (Amilosa Tinggi).....	12
Gambar 2.6	Struktur Granula Pati .....	13
Gambar 2.7	Pola Kristalisasi Jenis A (Kiri) dan Jenis B (Kanan).....	14
Gambar 2.8	Tanaman Aren.....	18
Gambar 2.9	Protonasi Gugus Terminal Fosfat dari STPP.....	27
Gambar 2.10	Reaksi Pembentukan <i>Monostarch Phosphate</i> .....	27
Gambar 2.11	Reaksi Fosforilasi dengan STPP pada pH > 10 .....	28
Gambar 2.12	Reaksi Pembentukan <i>Distarch Phosphate</i> .....	28
Gambar 4.1	Kurva Derajat Substitusi Pati Fosfat sebagai Fungsi Temperatur dan Rasio STPP/Pati.....	51



## INTISARI

Pati sangat dekat dengan kehidupan manusia dan telah banyak digunakan sebagai bahan dasar makanan. Pati memiliki beragam jenis, salah satunya adalah pati aren yang bisa diperoleh dari batang pohon aren (*Arenga pinnata M.*) yang tumbuh pada wilayah perbukitan dan lembah yang memiliki ketinggian 1.500 mdpl. Pati juga memiliki peranan yang sangat penting dalam industri pangan, salah satunya adalah sebagai bahan pengental makanan. Akan tetapi, pati alami memiliki beberapa keterbatasan untuk diaplikasikan sebagai bahan pengental makanan sehingga pati alami perlu dimodifikasi agar dapat memenuhi standar industri.

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari dan meneliti lebih lanjut pengaruh temperatur pemanasan dan rasio reagen STPP/pati terhadap produk pati fosfat yang dihasilkan. Pada penelitian ini akan dilakukan dua tahap percobaan, yaitu percobaan pendahuluan dan percobaan utama. Percobaan pendahuluan dilakukan untuk mencari kondisi pH (6; 9; dan 11) yang menghasilkan nilai DS tertinggi, sedangkan percobaan utama dilakukan untuk mencari nilai temperatur pemanasan (120; 130; dan 140°C) dan rasio reagen/pati (0,5; 1; dan 1,5 %-b/b) yang menghasilkan nilai DS dan sifat-sifat fungsional (kejernihan pasta, kelarutan, kekuatan mengembang, dan daya serap air dan minyak) tertinggi.

Kecenderungan yang diperoleh pada penelitian ini adalah semakin besar temperatur dan rasio reagen STPP/pati, maka nilai DS akan semakin besar pula (0,0013 - 0,0068). Nilai DS yang semakin besar ini membuat seluruh sifat fungsional pati semakin meningkat pula. Seluruh hasil fosforilasi pada penelitian ini telah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh FCC (*Food Chemicals Codex*), yaitu kandungan fosfat maksimum pada pati sebesar 0,4%. Pati fosfat terbaik pada penelitian ini diperoleh dari fosforilasi pada temperatur pemanasan sebesar 140 °C dan rasio reagen/pati sebesar 1,5 %-b/b, karena pati fosfat ini mampu menghasilkan nilai DS dan sifat-sifat fungsional yang tertinggi.

**Kata Kunci** : Fosforilasi, Pati Aren, Pati Fosfat, Temperatur Pemanasan, Reagen STPP





## ABSTRACT

Starch is very close to human life and has been widely used as a food base. Starch has a variety of types, one of which is the sugar palm starch. Sugar palm starch can be obtained from the trunks of sugar palm (*Arenga pinnata M.*) tree that growing on the hills and valleys that have a height of 1500 meters above sea level. Starch also has a very important role in the food industry, one of which is as a food thickener. However, natural starch has some limitations to be applied as a food thickener so that natural starch needs to be modified in order to meet industries standards.

This study was conducted to study and further examine the effect of heating temperature and STPP reagent/starch ratio on the resulting phosphate starch product. In this research will be conducted two stages of experiment, that is preliminary experiment and main experiment. Preliminary experiments were performed to find the pH conditions (6; 9; and 11) that produced the highest DS values, while the main experiments were performed to find the heating temperature values (120; 130 and; 140°C) and the STPP reagent/starch ratio (0.5; 1; and 1.5 %-w/w) resulting in the highest value of DS and functionality (paste clarity, solubility, swelling power, and water and oil absorption).

The tendency obtained in this research is the greater temperature and STPP reagent/starch ratio, then the value of DS will be bigger also (0,0013 - 0,0068). The greater the DS value makes the functional properties of the starch increasing as well. All of the phosphorylation results in this study met the standards set by the FCC (Food Chemicals Codex), which is the maximum phosphate content in starch by 0.4%. The best phosphate starch in this study was obtained from phosphorylation at heating temperature of 140°C and STPP reagent/starch ratio of 1.5 %-w/w, because the starch phosphate was able to produce the highest DS value and functional properties.

**Keywords:** Phosphorylation, Sugar Palm Starch, Phosphate Starch, Heating Temperature, STPP Reagent

# BAB I

## PENDAHULUAN



### 1.1. Latar Belakang

Pengental makanan merupakan bahan aditif yang sering digunakan pada produk makanan untuk memberikan tekstur, kekentalan, menstabilkan, serta memberikan mutu makanan yang lebih. Penambahan pengental makanan dapat divariasikan sesuai jenis dan sifat bahan untuk memberikan viskositas yang lebih tinggi. Pengental makanan bersifat hidrofilik sehingga larut dalam pelarut polar seperti air. Pengental makanan banyak ditambahkan dalam sup, saos, bumbu, produk susu, dan permen.

Pengental makanan bisa didapatkan dari berbagai sumber, yaitu hewan (gelatin, kasein, *whey protein*, dan chitosan), alga (agar, karagenan, dan alginat), mikroorganisme (*gum xanthan*), dan tumbuhan (gum arab, gum tragakan, guar gum, pektin, dan pati) (Philip dan William, 2000). Sampai saat ini pati merupakan bahan baku yang paling banyak digunakan selain harganya yang murah, modifikasi pati cukup mudah dilakukan untuk mendapatkan produk yang diinginkan (Seisun, 2010).

Salah satu sumber pati di Indonesia adalah tanaman aren (*Arenga pinnata M.*) yang merupakan salah satu jenis tanaman tropis yang berasal dari wilayah Asia. Tanaman aren banyak dimanfaatkan niranya sebagai bahan utama pembuat gula, cuka, dan alkohol. Tanaman aren dapat tumbuh hingga 14 meter dengan diameter sekitar 123 centimeter pada ketinggian mulai dari 0 sampai 1.500 meter dpl (Ferita, 2015). Di Indonesia tanaman aren banyak ditemukan tumbuh secara liar pada daerah perbukitan dan lembah.

Di Indonesia, sebagian besar tanaman aren dibudidayakan dalam kawasan hutan milik pemerintah seperti di Cianjur, Jawa Barat yang memiliki luas area 2.915 hektar yang mampu menghasilkan gula sebanyak 3.584 ton dan sebagian lagi di Sulawesi Selatan dengan luas 620 ha (Lempang, 2012). Ketersediaan tanaman aren yang cukup banyak membuka peluang untuk pengembangannya serta membuka potensi pengembangan produk pangan yang menggunakan bahan baku aren. Banyak bagian tanaman aren yang dapat diambil untuk dimanfaatkan sebagai bahan makanan, seperti nira (gula), batang (pati), dan biji (kolang kaling).



Pati aren dapat diaplikasi juga sebagai pengental makanan, namun perlu dimodifikasi terlebih dahulu untuk meningkatkan kualitasnya sebagai pengental makanan, karena pati aren alami memiliki kejernihan pasta, kelarutan, kekuatan mengembang, dan daya serap air dan minyak yang kurang baik. Pada penelitian ini pati aren alami akan dimodifikasi secara kimia dengan metode fosforilasi. Modifikasi kimia yang dilakukan diharapkan dapat meningkatkan sifat kimia dan fungsional pati sebagai pengental makanan sehingga dapat menambah nilai guna dari pati aren.

## **1.2. Tema Sentral Masalah**

Pati aren masih belum memenuhi spesifikasi untuk diaplikasikan dalam industri pangan, tepatnya sebagai pengental makanan sehingga masih perlu dimodifikasi. Tema sentral dalam penelitian adalah pengaruh variasi temperatur dan rasio reagen *sodium tripolyphosphate* (STPP) dalam proses pembuatan pati fosfat dari pati aren.

## **1.3. Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah dalam penelitian ini terbagi menjadi 3, yaitu melihat bagaimana temperatur pemanasan dan rasio reagen STPP/pati mempengaruhi reaksi fosforilasi, melihat bagaimana karakteristik kimia dan fungsional pati fosfat aren seiring perubahan temperatur, dan melihat bagaimana karakteristik kimia dan fungsional pati fosfat aren seiring perubahan rasio reagen STPP/pati.

## **1.4. Premis**

Premis dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.1.

**Tabel 1.1 Fosforilasi Berbagai Jenis Pati dengan Reagen STPP**

Peneliti	Jenis Pati	Jenis Reagen	Jumlah Pati (g)	Jumlah Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (g)	Jumlah Air (mL)	Rasio berat Reagen/Pati (%-b/b)	pH	Waktu Pengadukan (jam)	Temperatur Pemanasan (°C)	Waktu Pemanasan (jam)	Hasil DS	Hasil Sifat Fungsional
Deetae (2008)	Beras	STPP	500	-	-	4	9,5	-	120	0,125; 0,25; 0,5; 1; 2	DS tertinggi di waktu pemanasan 2 jam	-
Lim dan Seib (1993)	Jagung dan Gandum	STPP	300	15	300	5	6; 8; 10; 11	1	130	2	DS tertinggi di pH 6	Kejernihan pasta tertinggi di pH 8 dan daya serap air tertinggi di pH 6
Muhammad (2000)	Sagu	STPP	300	15	300	5	6; 8; 9; 10; 11	1	130	2	DS tertinggi di pH 9	Kejernihan pasta tertinggi di pH 6
Polnaya (2012)	Sagu	STPP	300	15	300	5	8; 9; 10; 11	1	130	2	DS tertinggi di pH 9	Kekuatan mengembang, kelarutan, dan daya serap air tertinggi di pH 9

### **1.5. Hipotesis**

Dari identifikasi masalah yang ada, dapat ditarik beberapa hipotesis bahwa temperatur pemanasan yang semakin besar dapat mempercepat laju reaksi fosforilasi, sedangkan rasio reagen STPP/pati yang semakin besar akan meningkatkan konsentrasi pereaksi sehingga laju substitusi gugus OH semakin cepat (Lim dan Seib, 1993). Selain itu, temperatur pemanasan yang semakin besar dan waktu pemanasan yang semakin lama akan meningkatkan nilai DS karena laju reaksi yang meningkat. Hal ini akan membuat sifat-sifat fungsional pati fosfat meningkat (Deetae, 2008). Ada pula pengaruh dari rasio reagen STPP/Pati yang semakin besar akan meningkatkan nilai DS sehingga membuat fosfor dalam pati bertambah banyak. Hal ini akan meningkatkan seluruh sifat fungsional pada pati fosfat (Passauer, 2010).

### **1.6. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian yang dilakukan ini adalah untuk mengetahui apakah reagen STPP dapat digunakan sebagai reaktan dalam reaksi fosforilasi pati, mengetahui pengaruh temperatur terhadap sifat kimia dan fungsional pati aren terfosforilasi untuk pembuatan pengental makanan, dan mengetahui pengaruh rasio reagen STPP/pati terhadap jumlah unit anhidroglukosa pati aren pada sifat kimia dan fungsional pati aren fosforilasi untuk pembuatan pengental makanan.

### **1.7. Manfaat Penelitian**

Penelitian yang dilakukan ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak, seperti kepada pemerintah, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi Pemerintah Indonesia untuk dapat mengenali potensi sumber daya hayati di Indonesia dan dapat melakukan studi lebih lanjut dalam pemanfaatannya sebagai bahan baku dalam industri-industri, baik industri pangan ataupun non-pangan. Ada pula manfaat bagi Industri, di mana penelitian ini dapat menjadi sumber informasi mengenai pembuatan produk pengental makanan dari pati aren sehingga dapat dikaji, diteliti, dan dikembangkan lebih lanjut untuk dapat meningkatkan kualitasnya sebagai bahan pengental dalam industri pangan. Selain itu, diharapkan dapat memberikan informasi mengenai nilai guna dari pati aren sebagai pengental makanan kepada masyarakat sehingga masyarakat dapat menggunakannya dalam keperluan sehari-hari. Dan dapat juga memberikan informasi ilmiah mengenai metode dan proses yang digunakan dalam pembuatan pengental makanan

dari pati aren yang modifikasi dan variabel proses yang mempengaruhinya kepada peneliti lain.