

**STUDI AWAL SINTESIS DAN KARAKTERISASI
PATI TAPIOKA FOSFAT DENGAN REAGEN STPP DAN
STMP**

Laporan Penelitian

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

oleh:

Tiatira Angel
(2016620111)

Pembimbing:

Dr. Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : STUDI AWAL SINTESIS DAN KARAKTERISASI PATI FOSFAT
DENGAN REAGEN STPP DAN STMP**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 18 Agustus 2021

Pembimbing 1



Dr. Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc.



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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tiatira Angel

NRP : 6216111

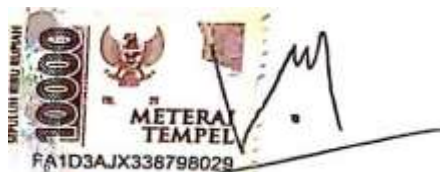
dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

Studi Awal Sintesis dan Karakterisasi Pati Fosfat dengan Reagen STPP dan STMP

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, 18 Agustus 2021



Tiatira Angel
(6216111)

INTISARI

Pati tapioka adalah pati yang berasal dari tanaman singkong. Melihat tingginya dan terus meningkatnya produksi tanaman singkong di Indonesia, pati tapioka memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Pati tapioka dapat dimanfaatkan dalam berbagai industri pangan dan non pangan. Dalam industri pangan, pati tapioka dapat dimanfaatkan sebagai *food thickener*. Namun, penggunaan pati tapioka alami pada industri pangan terbatas akibat terdapat beberapa kekurangan seperti rendahnya *swelling power*, kelarutan, dan kejernihan pasta pati. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan proses modifikasi kimia terhadap pati tapioka alami melalui proses fosforilasi menggunakan STPP dan STMP. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh rasio campuran berat reagen STPP dan STMP per berat pati terhadap nilai derajat substitusi pati fosfat yang dihasilkan.

Percobaan dalam penelitian ini dilakukan dengan variasi reagen STPP (2,5;5;7,5 g/100g pati) dan STMP (rasio STPP/STMP=2,5:1 b/b). Percobaan ini dilakukan secara duplo sehingga percobaan dilakukan sebanyak enam tempuhan. Karakterisasi produk pati fosfat yang dihasilkan dilakukan melalui serangkaian analisis meliputi analisis *swelling power*, *solubility*, dan kejernihan pasta.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan analisis varian, rasio reagen STPP/berat pati tidak mempengaruhi nilai Derajat Substitusi (DS) pati. Nilai DS pati meningkat pada rasio reagen STPP/berat pati 2,5-5 % dan cenderung konstan pada peningkatan rasio reagen STPP/berat pati 5-7,5 %. Nilai derajat substitusi produk pati tapioka fosfat berkisar dari 0,00814-0,0121 dengan kisaran kandungan fosfor dari 0,155-0,237 %, sehingga berdasarkan standar yang ditetapkan oleh *Food Chemical Codex* (FCC), dapat digunakan pada bahan pangan. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa reaksi fosforilasi dapat meningkatkan *swelling power* dan kejernihan pasta pati serta menurunkan kelarutan pati, sehingga produk pati fosfat cocok untuk digunakan sebagai *food thickener* pada produk makanan kaleng seperti saus dan sup.

Kata kunci: pati tapioka, fosforilasi, natrium tripolifosfat, natrium trimetafosfat, DS

ABSTRACT

Tapioca starch is starch that comes from the cassava plant. see and continue to develop the production of cassava plants have great potential to be developed. Tapioca starch can be used in various food and non-food industries. In the food industry, tapioca starch can be used as a food thickener. However, the use of natural tapioca starch in the food industry is limited due to several shortcomings such as swelling power, solubility, and clarity of starch paste. Therefore, in this study, the chemical modification process of natural tapioca starch was carried out through the phosphorylation process using STPP and STMP. The purpose of this study was to determine the effect of the mixture ratio of STPP and STMP reagents per weight of starch on the value of the degree of substitution of starch phosphate produced.

Experiments in this study were carried out with variations of STPP reagents (2.5;5;7.5 g/100g starch) and STMP (ratio STPP/STMP=2.5:1 w/w). This experiment was carried out in duplicate so that the experiment was carried out for six distances. The characterization of starch phosphate products was carried out through analysis including analysis of swelling strength, solubility, and clarity of the paste.

The results showed that based on the analysis of variance, the STPP reagent ratio/weight of starch did not affect the value of the degree of substitution (DS) of starch. The DS value of starch increased at the STPP reagent/starch weight ratio of 2.5-5% and tended to be constant at an increase in the STPP reagent/starch weight ratio of 5-7.5%. The value of the degree of substitution of tapioca starch phosphate products ranges from 0.00814-0.0121 with a phosphorus content range of 0.155-0.237%, so that based on the standards set by the Food Chemical Codex (FCC), it can be used in foodstuffs. The results also showed that the phosphorylation reaction could increase the swelling and clarity of starch paste and decrease the solubility of starch, so that starch phosphate products are suitable for use as a food thickener in canned food products such as sauces and soups.

Keywords: tapioca starch, phosphorylation, sodium tripolyphosphate, sodium trimetaphosphate, DS

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih karunia dan penyertaan-Nya sehingga laporan penelitian yang berjudul “Studi Awal Sintesis dan Karakterisasi Pati Fosfat dengan Reagen STPP dan STMP” dapat terselesaikan.

Dalam proses penyusunan karya tulis ilmiah ini, penulis melalui berbagai kesulitan dan hambatan terutama dalam menyelesaikan penelitian di lab. Namun, berkat bantuan dan dukungan orang-orang yang terlibat langsung maupun tidak langsung, serta segala upaya yang diperjuangkan demi terselesaikannya penelitian ini, penelitian ini dapat selesai. Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun penelitian ini, khususnya kepada:

1. Orangtua, sebagai sponsor biaya kuliah penulis
2. Pak Asaf, yang dengan segala caranya selalu mengingatkan dan memastikan penulis dapat menyelesaikan penelitian di semester ini
3. Pak Henky, yang senantiasa memeriksa setiap detail konsep dan kesalahan penulisan penulis serta memberikan arahan dan pengertian yang penulis perlukan dalam penulisan laporan penelitian ini.
4. Pak Hans, selaku dosen kimia organik yang dengan sukarela memberikan dukungan dalam bentuk pengertian dasar yang dibutuhkan penulis dalam proses penulisan laporan penelitian ini.
5. Bu Jenny, selaku substitusi dosen pembimbing yang selalu sigap dan cekatan dalam mendukung penulis dalam proses bimbingan dan penyelesaian penelitian ini
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Metha Armelita, Ivana Hasjem, Sherly Agustin, Fransisca Jeremia, Emelia Kezia, dan semua teman-teman lain yang tidak disebutkan yang selalu membantu memberikan arahan, inspirasi, dan semangat sehingga penulisan laporan penelitian dapat diselesaikan dengan tuntas.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan penelitian ini karena keterbatasan waktu dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca sehingga dapat menjadi bekal bagi penulis untuk memperbaiki laporan penelitian ini. Semoga dengan adanya laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Bandung, 20 Agustus 2021,

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	14
1.1 Latar Belakang.....	14
1.2 Tema Sentral Masalah.....	3
1.3 Identifikasi Masalah.....	3
1.4 Premis.....	4
1.5 Hipotesis.....	7
1.6 Tujuan Penelitian.....	7
1.7 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 <i>Food Thickener</i>	9
2.2 Pati.....	10
2.2.1 Struktur Pati.....	10
2.2.1.1 Amilosa.....	12
2.2.1.2 Amilopektin.....	13
2.2.2 Sifat Fisiokimia Pati.....	14
2.2.2.1 Sifat Gelatinisasi dan <i>Pasting</i> Pati.....	14

2.2.2.2	Sifat Retrogradasi Pati	14
2.2.3	Jenis-jenis Pati	15
2.2.3.1	Pati Gandum	15
2.2.3.2	Pati Kentang.....	16
2.2.3.3	Pati Jagung	16
2.2.3.4	Pati Tapioka	16
2.3	Pati Tapioka	17
2.3.1	Proses Pembuatan dan Pemurnian Pati Tapioka	17
2.3.2	Karakteristik Pati Tapioka	18
2.4	Modifikasi Pati.....	19
2.4.1	Modifikasi Pati Secara Fisika.....	19
2.4.1.1	Pregelatinisasi	19
2.4.1.2	<i>Heat-Moisture Treatment</i> (HMT).....	19
2.4.1.3	<i>Annealing</i>	20
2.4.2	Modifikasi Pati Secara Kimia.....	20
2.4.2.1	<i>Cross-linking</i>	20
2.4.2.2	Eterifikasi.....	20
2.4.2.3	Oksidasi	21
2.4.2.4	Esterifikasi	21
2.5	Fosforilasi Pati	24
2.5.1	Reaksi Fosforilasi Pati	24
2.5.2	Fosforilasi Pati dengan STPP dan STMP	24
BAB III BAHAN DAN METODE		31
3.1	Bahan Penelitian	31
3.1.1	Bahan Utama	31
3.1.2	Bahan Pendukung.....	31
3.1.3	Bahan Analisis.....	31

3.2	Peralatan.....	31
3.2.1	Peralatan Utama.....	31
3.2.2	Peralatan Analisis	32
3.3	Prosedur Percobaan.....	32
3.3.1	Percobaan Utama.....	32
3.3.2	Analisis Produk Pati Fosfat	34
3.3.2.1	Analisis Sifat Kimia	34
3.3.2.2	Analisis Sifat Fungsional	34
3.4	Rancangan Percobaan Penelitian	34
3.5	Lokasi dan Rencana Kerja Penelitian	35
BAB IV PEMBAHASAN		36
4.1	Tahap Persiapan.....	36
4.2	Percobaan Utama	37
4.2.1	Analisis Sifat Kimia Pati Fosfat	38
4.2.2	Analisis Sifat Fungsional Pati Fosfat	40
4.2.2.1	Analisis Kelarutan (<i>Solubility</i>)	40
4.2.2.2	Analisis <i>Swelling Power</i>	42
4.2.2.3	Analisis Kejernihan Pasta	44
4.3	Pemilihan Produk Terbaik	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....		50
LAMPIRAN A PROSEDUR ANALISIS		53
A.1	Prosedur Analisis Sifat Kimia Pati Fosfat	53
A.2	Prosedur Analisis Sifat Fungsional Pati Fosfat.....	55
A.2.1	Analisis Kejernihan Pasta.....	55

A.2.2	Analisis <i>Swelling Power</i> dan Kelarutan Pati	56
LAMPIRAN B	<i>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</i>	57
B.1	Natrium Hidroksida (NaOH).....	57
B.2	Asam Klorida (HCl).....	58
B.3	Natrium Tripolifosfat (STPP)	59
B.4	Natrium Trimetafosfat (STMP).....	60
B.5	Natrium Sulfat (Na ₂ SO ₄).....	61
B.6	<i>Vanadate-Molybdate</i>	61
B.7	Kalium Dihidrogen Fosfat (KH ₂ PO ₄)	62
B.8	Natrium Karbonat (Na ₂ CO ₃)	63
LAMPIRAN C	HASIL ANTARA	65
C.1	Pembuatan Kurva Standar Fosfat	66
C.2	Hasil Analisis Derajat Substitusi (DS)	66
C.3	Hasil Analisis <i>Solubility</i>	67
C.4	Hasil Analisis <i>Swelling Power</i>	67
C.5	Hasil Analisis Kejernihan Pasta	61
LAMPIRAN D	GAMBAR.....	69
D.1	Diagram Batang Hasil Analisis Derajat Substitusi	69
D.2	Kurva Standar Fosfat	69
LAMPIRAN E	CONTOH PERHITUNGAN.....	70
E.1	Contoh Perhitungan Analisis Varian	70
E.2	Contoh Perhitungan Analisis Derajat Substitusi	71
E.3	Contoh Perhitungan Analisis Kelarutan dan Kekuatan Mengembang	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perkembangan Produksi Ubi Kayu di Indonesia Tahun 1970-2017	1
Gambar 2.1 Digram Lingkaran Persentase Sektor Industri Produk Pati Turunan Tahun 2007	10
Gambar 2.2 Ikatan α -D-(1 \rightarrow 4) pada Molekul Amilosa	13
Gambar 2.3 Ikatan α -D-(1 \rightarrow 4) dan α -D-(1 \rightarrow 6) pada Molekul Amilopektin	14
Gambar 2.4 Struktur Akar Tanaman Singkong	17
Gambar 2.5 Mekanisme Reaksi Pati Hidroksipropil	21
Gambar 2.6 Reaksi Pembentukan Pati Asetat	23
Gambar 2.6 Reaksi Pembentukan Pati Suksinat.....	24
Gambar 2.7 Reaksi Fosforilasi Pati dengan STPP pada pH >10.....	26
Gambar 2.8 Reaksi Pembentukan Pati Difosfat	26
Gambar 2.9 Reaksi Unimolekular STPP pada pH <9	26
Gambar 2.10 Reaksi Pembentukan Pati Monofosfat.....	26
Gambar 2.11 Reaksi Pembukaan Cincin STMP oleh Pati	27
Gambar 2.12 Reaksi Fosforilasi Pati dengan STMP pada pH >8	27
Gambar 2.13 Reaksi Fosforilasi Pati dengan STMP pada pH <7	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Percobaan Utama.....	33
Gambar 4.1 Diagram Batang Hasil Analisis Substitusi.....	39
Gambar A.1 Diagram Alir Pembuatan Kurva Standar Fosfat	53
Gambar A.2 Diagram Alir Analisis Derajat Substitusi Pati Fosfat	54
Gambar A.3 Diagram Alir Analisis Kejernihan Pasta.....	55
Gambar A.4 Diagram Alir Analisis <i>Swelling Power</i> dan Kelarutan Pati	56
Gambar D.1 Diagram Batang Hasil Analisis Derajat Substitusi	69
Gambar D.2 Kurva Standar Fosfat	69

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Persebaran Produksi Pati Tapioka di Indonesia	2
Tabel 1.2 Premis	4
Tabel 2.1 Bentuk dan Ukuran Granula Pati pada Berbagai Sumber	11
Tabel 2.2 Komposisi Amilosa dan Amilopektin pada Berbagai Jenis Pati	12
Tabel 2.3 Perbedaan Pati Tapioka dengan Pati Jenis Lain	19
Tabel 3.1 Rancangan Percobaan.....	35
Tabel 3.2 Jadwal Kerja Penelitian	35
Tabel 4.1 Hasil Analisis Proksimat Pati Tapioka.....	36
Tabel 4.2 Kandungan Fosfor (%-b) dan Nilai Derajat Substitusi (DS) Pati Tapioka Fosfat	39
Tabel 4.3 Data Percobaan Pengaruh Rasio Reagen STPP/ Berat Pati Terhadap Nilai DS Produk Pati Fosfat	39
Tabel 4.4 Analisis Varian	40
Tabel 4.5 Data Hasil Analisis Kelarutan Pati Tapioka Fosfat.....	41
Tabel 4.6 Data Hasil Analisis <i>Swelling Power</i> Pati Tapioka Fosfat	42
Tabel 4.7 Data Hasil Analisis Kejernihan Pasta Pati Tapioka Fosfat	45
Tabel 4.8 Perbandingan Sifat Fungsional Pati Tapioka Alami dan Modifikasi	46

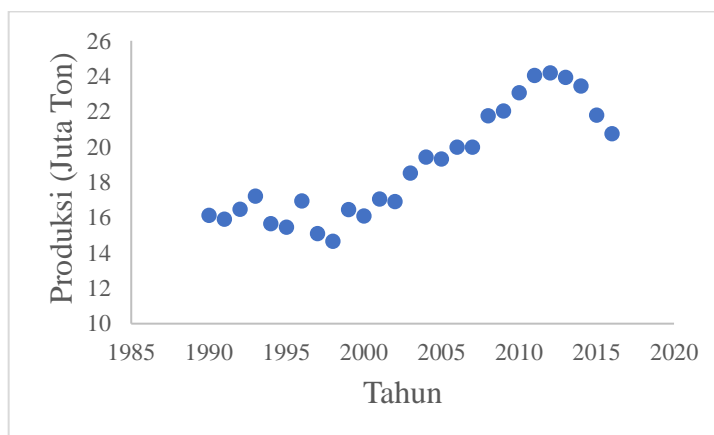
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pati merupakan polisakarida berbentuk granula yang disintesis oleh tanaman tingkat tinggi dan digunakan sebagai cadangan karbohidrat. Sebagian besar pati tersimpan dalam umbi (ubi kayu, ubi jalar, dan kentang), biji (jagung, padi, dan gandum), batang (sagu), dan buah (pisang dan mangga). Karena ketersediaannya yang tinggi di alam, pati merupakan salah satu bahan penyusun pangan terbesar yang berfungsi sebagai sumber energi bagi manusia. Pati menyediakan sekitar 70-80 % kalori yang dikonsumsi manusia di seluruh dunia (Whistler dan Bemiller, 1997; Alcazar-Alay dan Meireles, 2015).

Tanaman ubi kayu atau yang sering disebut sebagai singkong (*Manihot esculanta Crantz*) merupakan salah satu tanaman sumber pati yang sudah lama dikenal dan dibudidayakan masyarakat Indonesia. Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki potensi cukup besar dalam produksi tanaman singkong tersebut. Indonesia merupakan negara produsen ubi kayu terbesar keempat di dunia setelah Nigeria (34 juta ton), Brazilia (24,6 juta ton), dan Thailand (19,2 juta ton). Menurut *Food and Drug Administration* (FAO) (2002), Indonesia memberikan kontribusi sekitar 9,7 % dari total produksi ubi kayu di dunia. Produksi ubi kayu ini meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Pada **Gambar 1.1** dapat diamati bahwa tingkat produksi tanaman singkong dari tahun ke tahun cenderung meningkat. Produksi singkong di Indonesia terus meningkat dari 16,13 juta ton pada tahun 1990 menjadi 23,92 juta ton pada tahun 2010.



Gambar 1.1 Perkembangan Produksi Ubi Kayu di Indonesia
(Kementrian Pertanian, 2017)

Akibat terus meningkatnya produksi singkong, Indonesia memiliki potensi cukup besar dalam pengembangan produk-produk turunan ubi kayu, terutama pati tapioka yang diekstrak dari umbi ubi kayu. Produsen pati tapioka tersebar di berbagai provinsi di Indonesia. Persebaran produksi pati tapioka di Indonesia dapat dilihat **Tabel 1.1**. (Fatchuri dan Wijayaningrum, 2009; Kementerian Pertanian, 2017).

Tabel 1.1 Persebaran Produksi Pati Tapioka di Indonesia (BPS 2014; 2015; 2016; 2017)

Provinsi	Tahun			
	2014	2015	2016	2017
Jawa Tengah	3977,8	3571,6	3536,7	3138,9
Jawa Timur	3635,5	3161,57	2924,9	2908,4
DI Yogyakarta	884,93	873,36	1125,4	1025,7
Nusa Tenggara Timur	677,58	637,32	618,28	823,114
Sulawesi Selatan	478,486	565,96	416,553	368,44
Sumatera Selatan	220,01	217,81	386,881	539,01
Kalimantan Barat	192,97	173,45	163,023	139,048
Sulawesi Tenggara	175,09	175,1	161,52	242,90
Maluku	147,917	134,66	151,767	143,661
Banten	131,887	74,163	90,629	75,486

Selain produksi pati, industri-industri pangan juga kerap memanfaatkan pati sebagai Bahan Tambahan Pangan (BTP), seperti *food thickener*. Hal ini dilakukan karena pati memiliki beberapa kelebihan seperti harganya relatif murah, jumlahnya melimpah, dan tidak mengubah rasa bahan pangan apabila digunakan pada konsentrasi rendah (2-5 %) (Saha dan Bhattacharya, 2010). Namun, pati alami memiliki beberapa keterbatasan dalam penggunaan pada industri akibat pasta pati yang dihasilkan memiliki beberapa seperti ketidakstabilan viskositas terhadap temperatur, tingkat kejernihan yang rendah, lengket, dan tidak tahan terhadap perlakuan dengan asam.

Keterbatasan pati dapat diatasi dengan modifikasi. Modifikasi pati dapat dilakukan dengan mengubah struktur molekul pati dengan perlakuan kimia atau fisika (Koswara, 2009). Perlakuan pada pati diharapkan dapat memperbaiki sifat pati menjadi lebih baik sesuai dengan permintaan industri. Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan nilai guna pati tapioka melalui modifikasi kimia. Penelitian dilakukan dengan proses fosforilasi menggunakan campuran STPP (*Sodium Tripolyphosphate*/natrium tripolifosfat) dan STMP (*Sodium Trimetaphosphate*/natrium trimetafosfat) sebagai reagen. Produk pati fosfat ini

diharapkan memiliki beberapa sifat seperti temperatur gelatinisasi rendah, viskositas tinggi, stabilitas tinggi, solubilitas tinggi, dan pasta yang jernih sehingga cocok untuk industri *food thickener*.

1.2 Tema Sentral Masalah

Penelitian yang berkaitan dengan modifikasi pati tapioka secara fosforilasi yang berfokus untuk diaplikasikan sebagai *food thickener* belum banyak dilakukan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih mendalam untuk mengetahui pengaruh dari rasio berat reagen : berat pati terhadap kandungan fosfor yang terbentuk dan sifat fungsional dari produk pati yang dihasilkan.

1.3 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang dan tema sentral masalah di atas, identifikasi masalah yang akan dikaji lebih lanjut, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh rasio berat reagen STPP/berat pati terhadap nilai derajat substitusi pati fosfat dari pati tapioka?
2. Bagaimana pengaruh rasio berat reagen STPP /berat pati terhadap persen *solubility* pati fosfat dari pati tapioka?
3. Bagaimana pengaruh rasio berat reagen STPP/berat pati terhadap nilai *swelling power* pati fosfat dari pati tapioka?
4. Bagaimana pengaruh rasio berat reagen STPP/berat pati terhadap persen kejernihan pasta pati fosfat dari pati tapioka?
5. Berapa rasio reagen STPP/berat pati yang dapat menghasilkan produk pati tapioka fosfat terbaik pada penelitian ini?

1.4 Premis

Tabel 1.2 Premis

No	Bahan Baku Pati	Perlakuan					Hasil	Sumber
		Jenis Reagen	Reagen/100 g pati (basis kering)	pH	Waktu Reaksi (menit)	Temperatur Reaksi (°C)		
1	Ubi jalar	STPP	2,5-7,5	9	120	110-140	a) Nilai DS pati meningkat seiring dengan peningkatan rasio reagen dan temperatur reaksi	Sugih, dkk., 2019
2	Gandum, jagung	STPP dan/STMP	5 (STPP); 2(STMP)	6-11	120	130	<p>b) Nilai DS pati berkisar antara 0,0026-0,0103</p> <p>a) Kandungan fosfor pada pati fosfat hasil reaksi dengan reagen STPP meningkat seiring dengan penurunan pH reaksi</p> <p>b) Kandungan fosfor pada pati fosfat hasil reaksi dengan reagen STMP meningkat seiring dengan peningkatan pH reaksi</p> <p>c) Kandungan fosfor pada pati fosfat menggunakan campuran reagen STPP dan STMP menurun seiring dengan peningkatan pH dari pH 6-10 dan meningkat pada pH 11</p> <p>d) Kandungan fosfor pada pati fosfat berkisar antara 0,1-0,3 %P (STPP) dan 0,1-0,2 %P. Sedangkan kandungan fosfor pati fosfat hasil reaksi dengan campuran reagen STPP dan STMP berkisar antara 0,3-0,5 %P dan jumlahnya hampir sama dengan kandungan fosfor pati fosfat yang</p>	Lim dan Seib, 1993

3	Beras	STPP dan/atau STMP	1 (STMP); 4 (STPP)	9,5	7,5-120	120	masing-masing direaksikan dengan reagen STPP dan STMP. a) Nilai DS meningkat seiring dengan peningkatan waktu reaksi menggunakan reagen STMP, STPP, dan STPP dan STMP b) Nilai DS pati hasil reaksi menggunakan STPP dan STMP memiliki nilai hampir sama dengan jumlah nilai DS pati menggunakan reagen STPP dan reagen STMP	Deetae, dkk., 2008
4	Sagu	STPP dan/atau STMP	2 (STMP); 5 (STPP)	6-11	120	130	a) Kandungan fosfor pati hasil reaksi dengan STPP menurun dari 0,186-0,083 %P seiring dengan peningkatan pH reaksi dari pH 6-11 kecuali pada pH 9 dimana diperoleh kandungan fosfor sebesar 0,224 %P b) Kandungan fosfor pati hasil reaksi dengan STMP meningkat dari 0,066-0,119 %P seiring dengan peningkatan pH reaksi c) Kandungan fosfor pati hasil reaksi dengan campuran reagen STPP dan STMP menurun dari 0,32-0,115 %P seiring dengan peningkatan pH reaksi	Muhammad, dkk., 1999
5	Aren	STPP	0,5-1,5	9	120	120-140	a) Nilai DS pati meningkat dari 0,0013-0,0068 seiring dengan peningkatan rasio reagen dan temperatur reaksi	Sugih, dkk., 2016
6	Kacang hijau	STPP	5	6-10	120	130	a) Nilai DS pati fosfat berkisar antara 0,002-0,004	Nathania, dkk., 2017

7	Tapioka	STPP dan/atau STM	2 (STMP); 5 (STPP)	9	120	130	<p>b) Nilai DS pati fosfat meningkat seiring dengan peningkatan pH reaksi (pH 6-8) dan menurun pada pH>8</p> <p>a) Nilai DS pati fosfat berkisar antara 0,005-0,0132</p> <p>b) Pati hasil reaksi menggunakan STPP dan STMP menghasilkan nilai DS tertinggi dan nilainya hampir sama dengan jumlah nilai DS pati yang direaksikan dengan reagen STPP (DS= 0,0084) dan reagen STMP (DS= 0,005)</p>	Sugih, dkk., 2019
8	Garut	STPP dan STMP	2,5-7,5% (STPP) dengan rasio STPP/STMP sebesar 2,5:1	9	120	120-140	<p>a) Nilai DS pati fosfat berkisar antara 0,003-0,013</p> <p>b) Nilai DS pati fosfat meningkat seiring dengan peningkatan temperatur reaksi dan rasio reagen</p>	Sugih, dkk., 2015

1.5 Hipotesis

Berdasarkan premis, terdapat beberapa hipotesis dalam penelitian ini, yaitu:

1. Semakin tinggi rasio berat campuran reagen STPP/berat pati, semakin tinggi derajat substitusi yang terbentuk pada pati.
2. Semakin tinggi rasio berat campuran reagen STPP/berat pati, semakin tinggi persen *solubility* produk pati yang dihasilkan.
3. Semakin tinggi rasio berat campuran reagen STPP/berat pati, semakin tinggi nilai *swelling power* produk pati yang dihasilkan.
4. Semakin tinggi rasio berat campuran reagen STPP/berat pati, semakin tinggi persen kejernihan pasta produk pati yang dihasilkan.
5. Rasio reagen STPP/berat pati yang dapat menghasilkan produk pati tapioka fosfat terbaik pada penelitian ini adalah sebesar 7,5 % b/b.

1.6 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari rasio campuran reagen STPP dan STMP : berat pati terhadap besar derajat substitusi pati fosfat yang dihasilkan

1.7 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi:

a) Industri Pangan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi industri-industri pangan tentang pati modifikasi secara fosforilasi yang dapat digunakan sebagai *food thickener* yang biasa ditambahkan dalam produksi makanan.

b) Pemerintah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gagasan bagi pemerintah mengenai melimpahnya Sumber Daya Alam (SDA) terutama tanaman ubi kayu, sehingga pemerintah dapat lebih memfasilitasi upaya pemanfaatan dan pengembangan potensi alam tersebut.

c) Mahasiswa

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi bagi mahasiswa dalam pengembangan penelitian mengenai modifikasi pati tapioka secara fosforilasi menjadi *food thickener* serta pengaruh rasio berat campuran reagen STPP dan STMP : berat pati terhadap modifikasi pati tersebut.

d) Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru kepada masyarakat terhadap pemanfaatan pati tapioka selain sebagai makanan pokok, yaitu sebagai *food thickener*, sehingga masyarakat dapat membantu dalam upaya budidaya tanaman ubi kayu.