



**FOTO-OKSIDASI PATI JAGUNG KOMERSIAL DAN  
NON-KOMERSIAL MENGGUNAKAN SINAR UV-C  
DAN HIDROGEN PEROKSIDA**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Izzatul Qani'ah**

**141710101051**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**



**FOTO-OKSIDASI PATI JAGUNG KOMERSIAL DAN  
NON-KOMERSIAL MENGGUNAKAN SINAR UV-C  
DAN HIDROGEN PEROKSIDA**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil  
Pertanian (S1) dan meraih gelar Sarjana Teknologi Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Oleh:

**Izzatul Qani'ah**

**141710101051**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

## PERSEMBAHAN

Bismillaahirrahmaannirrahiim, dengan ini saya panjatkan rasa syukur kepada Allah subhanahu wa ta'ala serta tauladan seluruh umat manusia Rasulullah Muhammad sallahu alaihi wa sallam atas terselesainya skripsi ini. Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terima kasih yang tidak terkira kepada:

1. kedua orang tua saya Bapak Maryanto dan almarhum Ibu Eko Rinianti serta saudara saya tercinta Muflihatul Hasanah, Isma Alfian, Muhammad Fathul Ihsan, Isroq Amalia, Dzurratun Nafi'ah, Muhtar Fadili, Muhammad Nashiruddin Islam, Ismail Faruqi dan Roudotul Jannah yang telah banyak memberikan dukungan kepada saya,
2. guru-guru saya sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi,
3. almamater tercinta Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember,
4. organisasi yang membantu pengembangan diri saya semasa di perguruan tinggi KOSINUS TETA, HIMAGIHASTA, KAMMI Komisariat SAHABAT, Relawan Nusantara Jember dan GK JL,
5. serta teman-teman saya yang telah banyak memberikannya kepada saya.

**MOTTO**

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”

(QS. Al Mujadalah : 11)

“Barang siapa menempuh suatu jalan untuk menuntut ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga.”

(HR. Muslim)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(QS. Al Insyirah : 6-8)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Izzatul Qani'ah

NIM : 141710101051

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “**Foto-Oksidasi Pati Jagung Komersial Dan Non-komersial Menggunakan Sinar UV-C Dan Hidrogen Peroksida**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2018  
Yang menyatakan

Izzatul Qani'ah  
NIM. 141710101051

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Foto-Oksidasi Pati Jagung Komersial Dan Non-Komersial Menggunakan Sinar UV-C Dan Hidrogen Peroksida” karya Izzatul Qani’ah, NIM 141710101051 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

**Prof. Dr. Yuli Witono, STP, MP**

NIP. 196912121998021001

Penguji Utama

**Dr. Ir. Jayus**

NIP. 196805161992031004

Penguji Anggota

**Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P.**

NIP. 196808141998032001

**Dr. Puspita Sari, S.TP., M.Ph.**

NIP. 197203011998022001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

**Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng**

NIP. 196809231994031009

## RINGKASAN

**Foto-Oksidasi Pati Jagung Komersial Dan Non-Komersial Menggunakan Sinar Uv-C Dan Hidrogen Peroksida**; Izzatul Qani'ah; 2018; 32 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Modifikasi pati dapat dilakukan juga dengan iradiasi UV dan asam. Penggunaan asam bersamaan dengan pemaparan sinar UV lebih efektif untuk mendegradasi pati. Namun metode tersebut belum pernah diujikan pada pati jagung komersial dan nonkomersial. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh iradiasi UV-C, oksidator  $H_2O_2$  serta kombinasi iradiasi UV-C dan penggunaan oksidator  $H_2O_2$  terhadap sifat fungsional pati jagung komersial dan non komersial. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental. Pati jagung diberi perlakuan dengan menggunakan satu faktor yaitu metode oksidasi. Perlakuan meliputi tanpa penambahan  $H_2O_2$  1% dan tanpa penyinaran iradiasi UV-C selama 1 jam, dengan iradiasi UV-C, dengan penambahan  $H_2O_2$  dan kombinasi iradiasi UV-C dan penambahan  $H_2O_2$  yang dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan untuk setiap sampel dengan jenis pati jagung berbeda yaitu komersial dan non komersial.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pati jagung termodifikasi akan menghasilkan pati dengan ukuran nano dengan perlakuan penambahan oksidator  $H_2O_2$  1% serta kombinasi penyinaran iradiasi UV-C 1 jam dan penambahan oksidator  $H_2O_2$  1%. Pati jagung komersial memiliki pH yang lebih tinggi dibandingkan pati nonkomersial. Nilai WHC, OHC dan *solubility* semakin dengan penambahan oksidator  $H_2O_2$  1%, sedangkan nilai *swelling* semakin dengan penambahan oksidator  $H_2O_2$  1%. Nilai *swelling* pati jagung tanpa penyinaran dan oksidator 11,33 g/g untuk komersial dan 8,93 g/g untuk nonkomersial, sedangkan pati jagung dengan kombinasi penyinaran dan oksidator hasilnya 4,37 g/g untuk komersial dan 4,67 g/g untuk nonkomersial.

## SUMMARY

**COMMERCIAL AND NON-COMMERCIAL CORN STARCH PHOTO-OXIDATION USING UV-C LIGHT AND HYDROGEN PEROXIDE;** Izzatul Qani'ah; 2018; 32 pages; Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Modification of starch can also be done by UV irradiation and acid. The use of acid together with UV exposure is more effective for degrading starch. However, this method has never been tested on commercial and noncommercial corn starch. The purpose of this study was to determine the effect of UV-C irradiation, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oxidizer and the combination of UV-C irradiation and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oxidizer use on the functional properties of commercial and non-commercial corn starch. This research was conducted using an experimental method. Corn starch was treated using one factor, namely the oxidation method. The treatment included without adding 1% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and without irradiation of UV-C irradiation for 1 hour, with UV-C irradiation, with the addition of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and a combination of UV-C irradiation and the addition of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> by 3 repetitions for each sample with different types of corn starch namely commercial and non-commercial.

The results showed that modified corn starch would produce nano-size starch with the treatment of 1% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oxidizer and a combination of UV-C irradiation 1 hour and the addition of 1% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oxidizer. Commercial corn starch has a higher pH than noncommercial starch. The value of WHC, OHC and solubility increasingly with the addition of 1% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oxidizer, while the swelling value is increasingly with the addition of 1% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oxidizer. The value of swelling of corn starch without irradiation and oxidizing was 11.33 g/g for commercial use and 8.93 g/g for noncommercial use, while corn starch with a combination of irradiation and oxidizer yielded 4.37 g/g for commercial and 4.67 g/g for noncommercial.



## PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah subhanahu wa ta'ala, karena atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan Skripsi yang berjudul "Foto Oksidasi Pati Jagung Komersial Dan Nonkomersial Menggunakan Sinar UV-C Dan Hidrogen Peroksida". Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan ke haribaan Rasulullah Muhammad salallahu alaihi wa sallam, karena dengan perjuangan beliau, kita berada dalam tuntutan risalah suci. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari kendala-kendala yang ada, namun berkat dukungan dan arahan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Jayus selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember dan sebagai Dosen Pembimbing Anggota (DPA) saya yang telah memberi motivasi dan membimbing;
3. Prof. Dr. Yuli Witono, STP, MP. sebagai Dosen Pembimbing Utama (DPU) saya yang telah memberi motivasi dan membimbing;
4. Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P. dan Dr. Puspita Sari, S.TP., M.Ph. selaku tim penguji, atas evaluasi dan saran penulisan skripsi;
5. Keluarga besar Maryanto yang telah memberikan motivasi, doa, dan dukungan moral spiritual;
6. Seluruh staff dosen dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan saran dan motivasi selama perkuliahan, penelitian hingga penyusunan skripsi;

7. Jajaran staf Laboratorium RPPHP Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada dan staf laboratorium CDAST Universitas Jember yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian;
8. Rekan satu tim penelitian, Sofin Murdiana Agustin dan Vindy Julian Try Kurniawan, atas motivasi dan bantuannya selama pelaksanaan penelitian ini;
9. Teman-teman di THP-C 2014 dan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian angkatan 2014 yang telah memberikan dukungan dan semangat;
10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis berharap ada kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga penulisan ini menjadi lebih baik. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat menambah wawasan dan memberikan manfaat untuk berbagai pihak.

Jember, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vi
SUMMARY.....	vii
RINGKASAN.....	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Pati Jagung .....	3
2.1.1 Komponen Pati .....	3
2.1.2 Metode Pembuatan Pati Jagung .....	4
2.2 Nanopartikel.....	4
2.2.1 Definisi Nanopartikel.....	4
2.2.2 Metode Pembuatan Nanopartikel.....	5
2.3 Sinar UV (Ultraviolet).....	5
2.3.1 Definisi Sinar UV .....	5
2.3.2 Mekanisme Oksidasi Sinar UV .....	5
2.4 Hidrogen Peroksida (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ).....	6

2.4.1 Definisi Hidrogen Peroksida.....	6
2.4.2 Mekanisme Oksidasi Hidrogen Peroksida.....	7
BAB 3. METODE PENELITIAN .....	9
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	9
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	9
3.2.1 Bahan Penelitian.....	9
3.2.2 Alat Penelitian.....	9
3.3 Rancangan Penelitian .....	9
3.4 Rancangan Percobaan.....	10
3.5 Pelaksanaan Penelitian Pembuatan Nanopartikel Pati Jagung.....	10
3.6 Parameter Penelitian.....	13
3.7 Prosedur Analisis .....	13
3.7.1 Distribusi Ukuran.....	13
3.7.2 Derajat Keasaman (pH).....	13
3.7.3 <i>Water Holding Capacity</i> (WHC).....	13
3.7.4 <i>Oil Holding Capacity</i> (OHC).....	14
3.7.5 Kekuatan Mengembang ( <i>Swelling Power</i> ) dan Dayat Larut ( <i>Solubility</i> )...14	
3.8 Analisis Data.....	14
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	15
4.1 Distribusi Ukuran.....	15
4.2 Keasaman (pH).....	17
4.3 <i>Water Holding Capacity</i> (WHC).....	18
4.4 <i>Oil Holding Capacity</i> (OHC).....	19
4.5 Kekuatan Mengembang ( <i>Swelling Power</i> ).....	20
4.6 Dayat Larut ( <i>Solubility</i> ).....	21
BAB 5. PENUTUP .....	22
5.1 Kesimpulan.....	22
5.2 Saran.....	22
DAFTAR PUSTAKA .....	23
LAMPIRAN.....	27

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Struktur amilosa (A) dan amilopektin (B).....	3
Gambar 2.2 Radikal bebas yang dihasilkan oleh sinar UV .....	6
Gambar 2.3 Mekanisme oksidasi katalis dan degradasi pati oleh H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	7
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Nanopartikel Pati Jagung.....	12
Gambar 4.1 Grafik distribusi ukuran pati jagung termodifikasi.....	15
Gambar 4.2 Grafik nilai pH pati jagung termodifikasi.....	17
Gambar 4.3 Grafik nilai WHC pati jagung termodifikasi.....	18
Gambar 4.4 Grafik nilai OHC pati jagung termodifikasi.....	19
Gambar 4.5 Grafik nilai <i>swelling</i> pati jagung termodifikasi.....	20
Gambar 4.6 Grafik nilai <i>solubility</i> pati jagung termodifikasi.....	21

**DAFTAR TABEL**

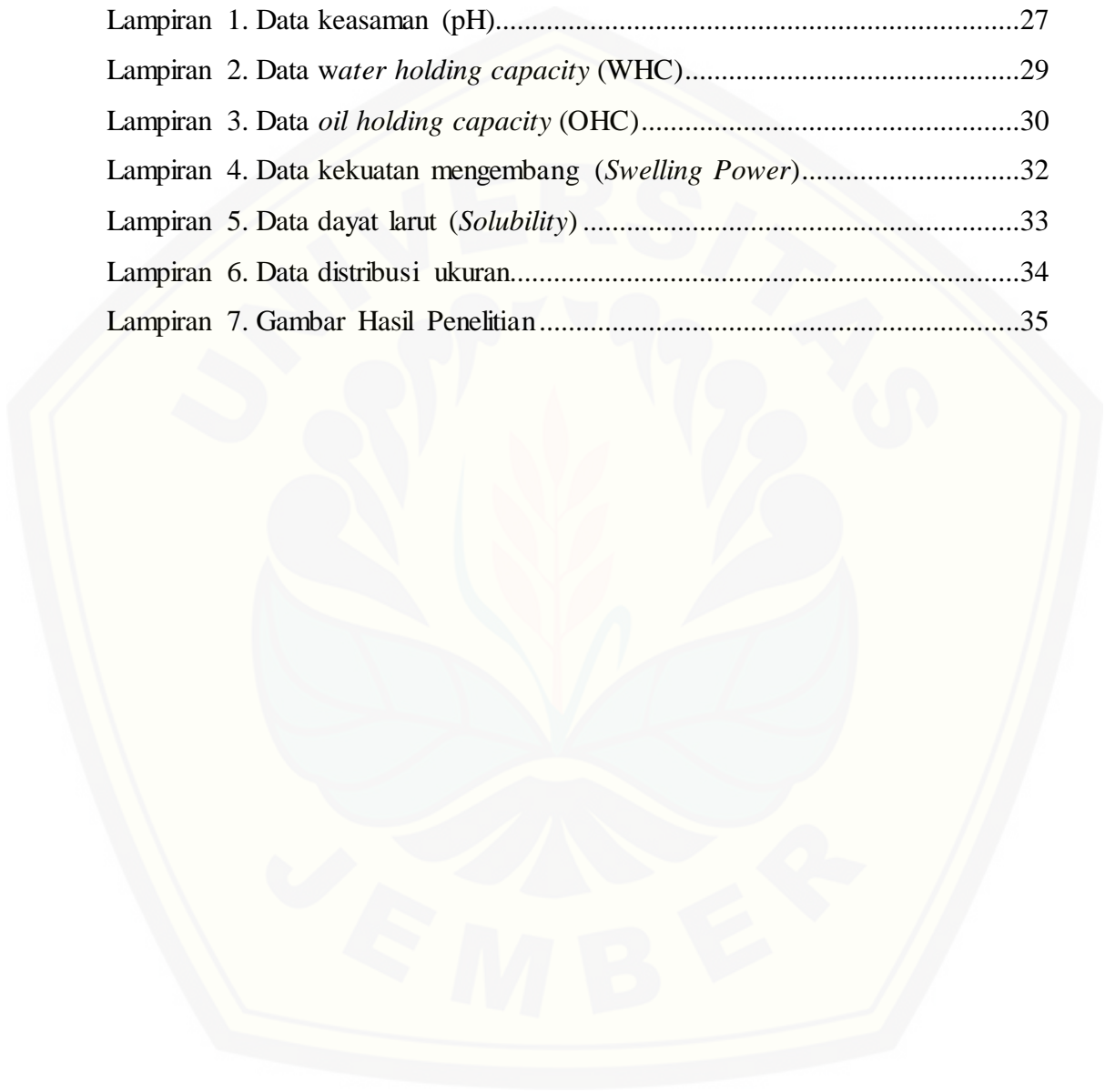
halaman

Tabel 3.1 Perlakuan pada pengolahan pati jagung metode fotooksidasi.....10



**DAFTAR LAMPIRAN**

	halaman
Lampiran 1. Data keasaman (pH).....	27
Lampiran 2. Data <i>water holding capacity</i> (WHC).....	29
Lampiran 3. Data <i>oil holding capacity</i> (OHC).....	30
Lampiran 4. Data kekuatan mengembang ( <i>Swelling Power</i> ).....	32
Lampiran 5. Data dayat larut ( <i>Solubility</i> ).....	33
Lampiran 6. Data distribusi ukuran.....	34
Lampiran 7. Gambar Hasil Penelitian.....	35



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Menurut data BPS (2016), dengan luas panen 1.213.654 ha, produktivitas jagung di provinsi Jawa Timur tahun 2015 mencapai 50,52 kuintal/ha dan jagung yang diproduksi sebanyak 6.131.163 ton. Jagung adalah sumber karbohidrat dengan kadar pati sebesar 70% yang terdiri atas amilosa dan amilopektin (Suarni *et al.*, 2008). Proses pembuatan pati jagung yang beredar di pasar atau sering disebut jagung komersial, selama ini menggunakan *bleaching agent*. Bahan kimia tersebut berfungsi untuk memutihkan pati jagung dan juga sebagai bahan oksidator, sehingga pada pembuatan pati jagung *bleaching agent* akan menyebabkan proses oksidasi. *Bleaching agent* yang digunakan ini tentunya mempengaruhi karakteristik pati yang dihasilkan sehingga pati jagung komersial akan berbeda dari pati jagung nonkomersial atau tradisional yang dibuat tanpa menggunakan *bleaching agent* (Qomar *et al.*, 2017).

Penggunaan hidrogen peroksida sebagai *reagen* oksidasi pati sudah banyak diteliti. Hidrogen peroksida merupakan salah satu senyawa oksidator yang banyak digunakan dalam proses oksidasi pati. Hidrogen peroksida dalam proses oksidasi tidak menghasilkan senyawa atau residu yang berbahaya karena akan terurai menjadi oksigen dan air. Oleh karena itu, senyawa ini pada konsentrasi rendah aman dan bersifat ramah lingkungan, sehingga cocok diaplikasikan dalam industri pangan (Ketola and Hagberg, 2003).

Modifikasi pati selain menggunakan hidrogen peroksida juga dapat dilakukan juga memanfaatkan iradiasi UV sebagai katalisator. Penelitian Bertolini *et al.* (2000) menunjukkan bahwa oksidasi hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) bersamaan dengan pemaparan sinar UV lebih efektif untuk mendegradasi pati. Hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) digunakan karena potensi radikal hidroksil untuk mendegradasi pati pada senyawa tersebut jumlahnya besar (Masschelein, 2002).

Variasi metode modifikasi pati jagung diduga akan menghasilkan pati jagung karakteristik yang berbeda. Selama ini belum ada perbandingan sifat fungsional pati jagung komersial dan non-komersial termodifikasi. Oleh karena itu perlu adanya perbandingan pati jagung komersial dan non-komersial



termodifikasi dengan variasi metode oksidasi dengan penyinaran iradiasi UV-C dan oksidasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> secara terpisah serta metode oksidasi kombinasi penyinaran iradiasi UV-C dan oksidasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> pengaruhnya pada perubahan karakteristik pati jagung khususnya sifat fungsional.

## 1.2 Perumusan Masalah

Modifikasi pati jagung menggunakan metode hidrolisis asam, hidrolisis enzimatis, dan homogenisasi tekanan tinggi memiliki kelemahan yakni menghasilkan bentuk partikel yang tidak seragam dan mudah beragregasi membentuk partikel yang berukuran mikro. Metode modifikasi pati jagung dengan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan iradiasi UV-C diduga dapat mempengaruhi karakteristik pati jagung. Hal ini disebabkan oleh kemampuan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> menghasilkan radikal hidroksil untuk memaksimalkan proses oksidasi pati dan kemampuan iradiasi UV-C menghasilkan radikal bebas untuk mendegradasi pati. Oleh karena itu, modifikasi pati jagung komersial dan non komersial menggunakan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan atau iradiasi UV-C perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya pada karakteristik pati jagung.

## 1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. mengetahui pengaruh iradiasi UV-C terhadap sifat fungsional pati jagung komersial dan non komersial.
2. mengetahui pengaruh oksidasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> terhadap sifat fungsional pati jagung komersial dan non komersial.
3. mengetahui pengaruh kombinasi iradiasi UV-C dan oksidasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> terhadap sifat fungsional pati jagung komersial dan non komersial.

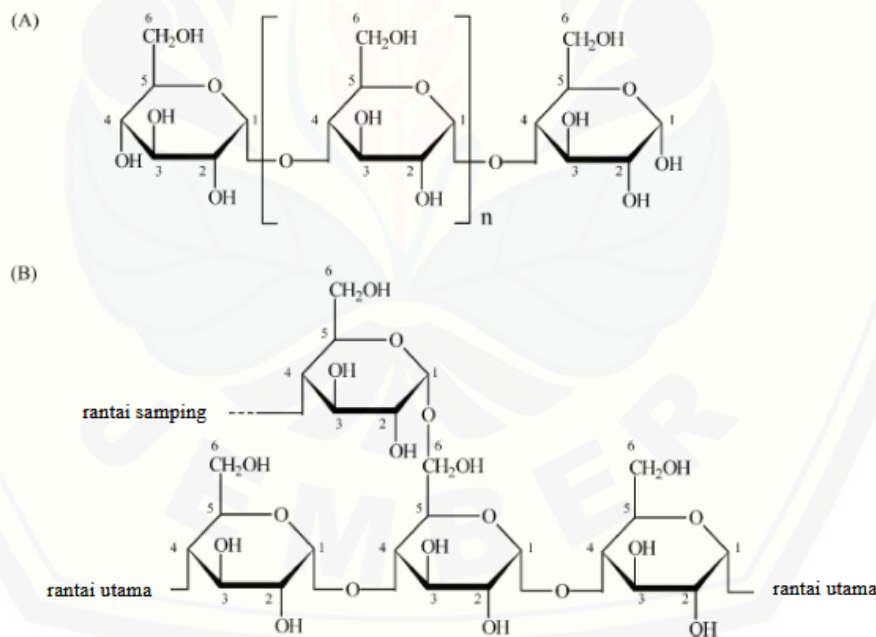
## 1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan fungsi pati jagung sebagai alternatif bahan pembuatan pati jagung termodifikasi menggunakan metode yang lebih efektif dan efisien dengan sifat fungsional yang sesuai dengan kebutuhan industri pangan.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Komponen Kimia Penyusun Pati Jagung

Tanaman jagung terutama pada bagian biji memiliki komponen karbohidrat paling besar berupa pati. Jagung mengandung pati sebesar  $\pm 70\%$  (Kasryno, 2003). Pati jagung rata-rata memiliki ukuran granula pati beragam dengan kisaran 1-7  $\mu\text{m}$  (ukuran granula kecil) dan 15-20  $\mu\text{m}$  (ukuran granula besar) (Singh *et al.*, 2005). Pati merupakan karbohidrat yang terdiri dari unit glukosa. Jumlahnya melimpah dalam berbagai produk pertanian seperti beras, gandum, jagung dan kentang (Zhou *et al.*, 2006). Pati terbentuk dari dua polimer glukosa yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan komponen minor dari pati dan mempunyai struktur linier yang terbentuk dari ikatan  $\alpha$ -1,4 glikosidik dengan derajat polimerisasi antara 100-1000 unit glukosa. Amilopektin terbentuk dari ikatan  $\alpha$ -1,4 glikosidik dan bercabang pada ikatan 1,6 glikosidik. Struktur amilosa dan amilopektin disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur amilosa (A) dan amilopektin (B) (Martinez *et al.*, 2004).

Gambar 2.1 menggambarkan struktur amilosa dan amilopektin. Amilosa dan amilopektin di dalam granula pati terikat rapat melalui ikatan inter- dan intramolekul. Amilosa dan amilopektin terbagi menjadi bagian amorf dan kristalin. Hal ini menyebabkan pati bersifat tidak larut dalam air dingin seringkali resisten

terhadap perlakuan kimia ataupun enzim (Mitsuiki *et al.*, 2005; van der Maarel *et al.*, 2002). Pati dapat diaplikasikan pada makanan dan industri bidang pengental, agen pembentuk gel, agen bulking dan agen retensi air (Che *et al.*, 2007; Tester, Karkalas, and Qi, 2004).

Menurut Singh *et al.*, (2005), terdapat empat jenis pati pada jagung berdasarkan sifatnya. Pertama, jenis jagung normal mengandung 74-76% amilopektin dan 24-26% amilosa. Jenis yang kedua yaitu jenis waxy yang memiliki kandungan amilopektin 99% dan hampir tidak memiliki amilosa. Jenis ketiga yaitu jagung amilomaize yang memiliki kandungan amilopektin sebesar 20% dan amilosa 42,6% - 67,8%. Jenis yang keempat, jagung manis mengandung amilosa sebanyak 22,8% dengan sejumlah sukrosa disamping pati.

## 2.2 Metode Pembuatan Pati Jagung

Proses pembuatan pati jagung non komersial berdasarkan penelitian Iffan (2010) diawali dengan proses pembersihan. Bahan baku yang masuk berupa jagung pipilan kering dibersihkan dengan memisahkan kotoran atau benda-benda asing (pasir, tanah, ranting atau batu) yang turut bercampur dengan jagung pipilan secara manual. Tujuannya adalah untuk menjaga mutu pati jagung yang dihasilkan dengan persentase kotoran yang tercampur sekecil mungkin. Disamping itu, dilakukan juga pemisahan antara jagung pipilan kering yang baik dan jagung pipilan yang cacat. Jagung pipilan yang telah dibersihkan ditampung di dalam wadah dan siap direndam. Proses perendaman dalam larutan natrium bisulfit bertujuan untuk melindungi zat gizi dari reaksi enzimatis browning sehingga dapat berpengaruh terhadap penampakan, rasa dan aroma produk yang dihasilkan. Perendamam ini dilakukan selama 48 jam pada konsentrasi larutan 0,5 persen.

Proses selanjutnya adalah penirisan yang bertujuan untuk memisahkan fraksi larutan natrium bisulfit yang meresap ke dalam jagung pipilan sehingga kadar air yang terkandung cukup besar selama perendaman akan berkurang. Penirisan ini dilakukan sampai sesedikit mungkin kadar airnya sehingga memudahkan dalam proses penggilingan. Setelah jagung pipilan selesai ditiriskan, dilakukan penggilingan. Tujuan penggilingan adalah untuk memperkecil ukuran

dan memperbesar luas permukaan bahan sesuai dengan ukuran yang diinginkan sehingga akan mempermudah proses ekstraksi pati melalui proses pengendapan.

Proses penyaringan dilakukan dengan melakukan bahan bubuk jagung yang telah digiling di atas saringan dengan ukuran lubang 100 dan 200 mesh. Setelah proses penyaringan ini akan dihasilkan tepung jagung yang halus. Setelah proses penyaringan, tepung jagung dimasukkan dalam bak pengendapan yang telah berisi air. Tujuannya adalah untuk memisahkan suspensi pati jagung dengan supernatannya (larutan encer sisa pengendapan). Pengendapan dilakukan sebanyak tiga kali. Pada pengendapan I, suspensi jagung masih banyak dan setelah pengendapan III suspensi semakin berkurang. Pada tahap akhir dilakukan pemisahan dengan menggunakan sentrifuse. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven. Tujuan pengeringan adalah untuk menguapkan air yang terkandung dalam bahan sehingga dihasilkan pati jagung berbentuk tepung yang kering dengan kadar air rendah. Pada pembuatan jagung komersial, digunakan *bleaching agent* seperti hidrogen peroksida yang berfungsi juga sebagai oksidator, sehingga terjadi oksidasi dalam pembuatan pati jagung komersial (Qomar *et al.*, 2017).

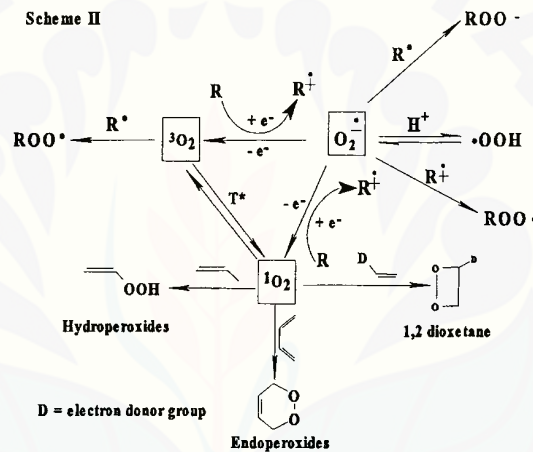
#### 2.4 Mekanisme Oksidasi Iradiasi UV (Ultraviolet)

Sinar UV adalah radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang antara 100 sampai dengan 400 nanometer. Sinar UV dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu UV-A dengan panjang gelombang 400-315 nm (sering disebut sebagai UV dekat), UV-B dengan panjang gelombang 315-280 nm (sering disebut sebagai medium UV), dan UV-C dengan panjang gelombang 280-200 nm (sering disebut sebagai UV jauh (Masschelein, 2002). Berdasarkan penelitian Bertolini *et al.* (2001<sup>c</sup>) disebutkan bahwa iradiasi UV yang dapat memicu depolimerasi pada pati kasava lebih efektif terjadi pada panjang gelombang 254 nm daripada 360 nm. Hal ini ditunjukkan dengan nilai dengan nilai viskositas dan berat molekul yang lebih rendah.

Sinar UV memiliki karakteristik dasar yaitu foton pada panjang gelombang tertentu memiliki energi yang cukup untuk menaikkan atom atau molekul pada kedudukan tereksitasi dengan sifat yang tidak stabil. Hasil dari

proses transfer energi ialah kembalinya atom pada tingkat dasarnya atau terjadinya reaksi kimia (Masscelein, 2002). Radikal bebas yang dihasilkan pada proses oksidasi yang dibantu sinar UV dapat terlihat pada Gambar 2.2.

Gambar 2.2 menggambarkan radikal bebas yang dihasilkan oleh sinar UV. Aspek-aspek yang berhubungan dengan aplikasi teknologi iradiasi sinar UV meliputi reaksi fotolitik langsung pada komponen-komponen kimia, reaksi fotokimia yang dapat memproduksi oksidan (terutama radikal bebas hidroksil), reaksi fotokimia sebagai proses katalitik (Masscelein, 2002). Sinar UV dapat diabsorpsi oleh beberapa komponen kimia pada panjang gelombang tertentu. Selain itu, sinar UV juga dapat menghasilkan radikal bebas OH dan (RO<sub>2</sub>) (Scoponi dan Ghiglione, 1997).

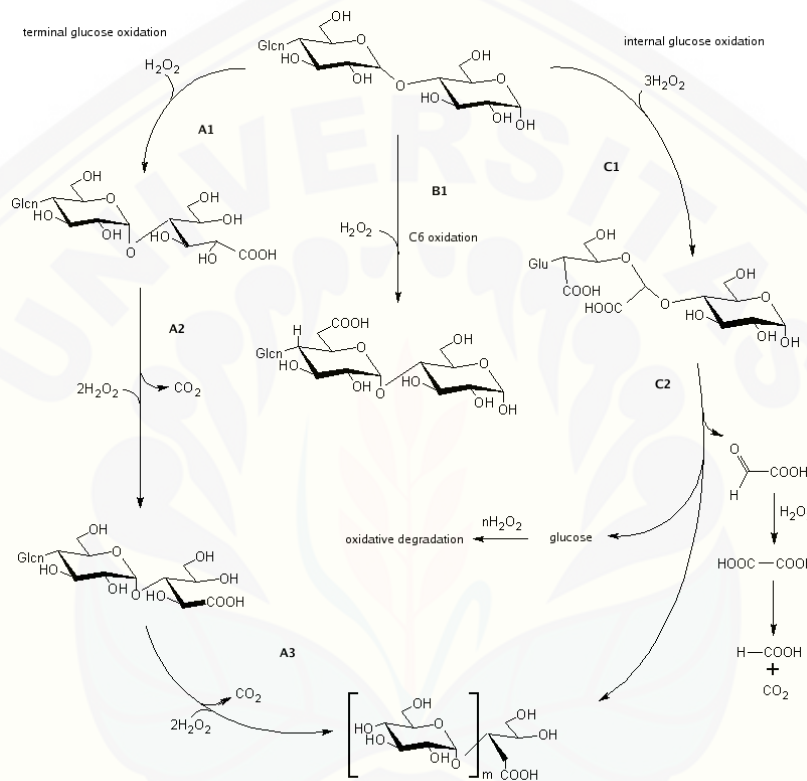


Gambar 2.2 Radikal bebas yang dihasilkan oleh sinar UV (Scoponi dan Ghiglione, 1997)

## 2.5 Mekanisme Oksidasi Hidrogen Peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

Hidrogen peroksida merupakan bahan kimia anorganik yang sangat efektif digunakan sebagai oksidator dan pemutih (Jones, 1999). Senyawa ini terbentuk dari gas hidrogen (H<sub>2</sub>) dan gas oksigen (O<sub>2</sub>) dan penggunaannya dimaksudkan untuk memanfaatkan dan merekayasa reaksi dekomposisi. Hidrogen peroksida dalam proses oksidasi tidak menghasilkan senyawa atau residu yang berbahaya karena akan terurai menjadi oksigen dan air. Oleh karena itu, senyawa ini pada konsentrasi rendah aman dan bersifat ramah lingkungan, sehingga cocok diaplikasikan dalam industri pangan (Ketola and Hagberg, 2003).

Hidrogen peroksida sebagai oksidator dalam pengolahan pati memiliki mekanisme yang kompleks dan melibatkan reaksi berantai pembentukan radikal bebas. Senyawa  $H_2O_2$  mengalami dekomposisi membentuk radikal bebas hidroksil ( $OH^*$ ). Radikal ini memiliki sifat reaktif dan cepat bereaksi dengan karbohidrat (Fry, 1998). Radikal ini mampu memisahkan hidrogen dari gugus C-H pada cincin gula menghasilkan radikal  $R^*CHOH$  yang dapat memutus ikatan glikosidik sehingga menghasilkan gugus karbonil (Arts *et al.*, 1997).



Gambar 2.3 Mekanisme oksidasi katalis dan degradasi pati oleh  $H_2O_2$  (Lukasiewicz *et al.*, 2007)

Berdasarkan Gambar 2.3. mekanisme oksidasi katalis dan degradasi pati oleh peroksida dapat melalui tiga jalur (Lukasiewicz *et al.*, 2007). Pada jalur A, senyawa hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) mengoksidasi pati pada gugus hidroksil di C2 yang terdapat di terminal (ujung) rantai pati (A1). Oksidasi lebih lanjut menghasilkan  $CO_2$  dan molekul pati yang terbuka salah satu struktur kursinya (A2-A3). Kemudian pada jalur B,  $H_2O_2$  mengoksidasi gugus hidroksil utama yaitu gugus hidroksil pada C6. Pada jalur C,  $H_2O_2$  dengan konsentrasi yang tinggi mampu mengoksidasi gugus hidroksil pada 2 atom C sekaligus yaitu C2 dan C3

yang terdapat pada internal molukul glukosa (C1). Oksidasi lebih lanjut menghasilkan molekul karboksilat dengan berat molekul rendah, CO<sub>2</sub> dan molekul pati yang terbuka salah satu strukturnya kursinya (C2). Ketiga jalur tersebut dapat dilalui salah satunya maupun ketiga-tiganya dalam waktu yang bersamaan.

## 2.6 Daya Kembang dan Kelarutan Pati Termodifikasi

Daya kembang pati atau *swelling power* didefinisikan sebagai pertambahan volume dan berat maksimum yang dialami pati dalam air. *Swelling power* dan kelarutan atau *solubility* terjadi karena adanya ikatan non-kovalen antara molekul-molekul pati (Winarno, 2004). Ketika granula pati dipanaskan dalam air, granula pati mulai mengembang (*swelling*). Ikatan hidrogen yang lemah antar molekul pati pada daerah amorf akan terputus saat pemanasan, sehingga terjadi hidrasi air oleh granula. Granula pati akan terus mengembang, sehingga viskositas meningkat hingga volume hidrasi maksimum yang dapat dicapai oleh granula pati.

Faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik pati alami seperti rasio amilosa-amilopektin, distribusi berat molekul dan panjang rantai, serta derajat percabangan dan konformasinya menentukan *swelling power* dan *solubility* (Moorthy, 2004), sedangkan pada pati modifikasi, proses oksidasi menyebabkan terjadinya depolimerasi dan melemahnya struktur granula pati akibat berkurangnya amilosa sehingga pati menjadi lebih mudah larut (Adebowale et al., 2002; Lorlowhakarn and Naivikul, 2005). Namun pada oksidasi berlebih, akan menyebabkan terbentuknya *crosslinking* atau ikatan silang dari molekul pati yang terjadi saat reaksi oksidasi. Ikatan silang tersebut dapat menstabilkan pembengkakan granula dan mencegah depolimerasi sehingga mampu menurunkan nilai kelarutan dan pembengkakan (Kuakpetoon and Wang, 2001; Wang and Wang, 2003).

Nilai *swelling power* dapat diukur pada kisaran suhu terbentuknya pasta pati yaitu sekitar 50-95°C dengan interval 5°C. Pengukuran *swelling power* dapat dilakukan dengan membuat suspensi pati dalam botol sentrifus lalu dipanaskan selama 30 menit pada suhu yang telah ditentukan. Kemudian bagian yang cair

(supernatan) dipisahkan dari endapan. *Swelling power* diukur sebagai berat pati yang mengembang (endapan) per berat pati kering (Noranizan et al., 2010).

Pati jagung memiliki *swelling power* yang besar. Ketika pati dipanaskan dalam air, sebagian molekul amilosa akan keluar dari granula pati dan larut dalam air. Presentase pati yang larut dalam air ini dapat diukur dengan mengeringkan supernatan yang dihasilkan saat pengukuran *swelling power*. Ketika molekul pati sudah benar-benar terhidrasi, molekul-molekulnya mulai menyebar ke media yang ada di luarnya dan yang pertama keluar adalah molekul-molekul amilosa yang memiliki rantai pendek. Semakin tinggi suhu maka semakin banyak molekul pati yang akan keluar dari granula pati. Selama pemanasan akan terjadi pemecahan granula pati, sehingga pati dengan kadar amilosa lebih tinggi, granulanya akan lebih banyak mengeluarkan amilosa. Menurut Pomeranz (1991), kelarutan pati semakin tinggi dengan meningkatnya suhu, serta kecepatan peningkatan kelarutan adalah khas untuk setiap jenis pati. Pola kelarutan pati dapat diketahui dengan cara mengukur berat supernatan yang telah dikeringkan dari hasil pengukuran *swelling power*. Solubilitas atau kelarutan pati jagung lebih besar dibandingkan umbi-umbian lain.

## 2.7 Kemampuan Menahan Air dan Minyak Pati Termodifikasi

*Water Holding Capacity* (WHC) merupakan kemampuan fungsional teknis jaringan pati dalam mengikat air, sedangkan *Oil Holding Capacity* (OHC) merupakan kemampuan pati dalam mengikat minyak dalam jaringannya. Kemampuan pati dalam mengikat air atau *Water Holding Capacity* (WHC) dapat ditunjukkan ketika granula pati dipanaskan dalam air, granula pati mulai mengembang sehingga viskositas meningkat hingga volume hidrasi maksimum yang dapat dicapai oleh granula pati. (Winarno, 2004).

Nilai WHC dan OHC pati termodifikasi oleh proses oksidasi lebih besar dibandingkan pati alami. Proses oksidasi akan mendegradasi molekul pati jagung menjadi molekul yang lebih sederhana. Molekul yang lebih sederhana menyebabkan beratnya akan mengecil dan permukaannya akan berporus sehingga penyerapan juga lebih banyak (Chelule et al., 2010). Pati yang dioksidasi oleh hidrogen peroksida, gugus hidroksil akan digantikan oleh gugus aldehida yang



bersifat hidrofobik, sehingga hal ini menyebabkan pati mampu mengikat minyak lebih banyak (Zang *et al.*, 2009). Reaksi oksidasi juga menghasilkan gugus hidroksil lebih daripada pati alami sehingga kemampuan menahan air dalam pati meningkat (Rivera *et al.*, 2005).



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Hasil Pertanian (RPPHP), Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada untuk pembuatan pati jagung termodifikasi, Laboratorium Fisika Bahan, Ruang Zat Padat, Institut Teknologi Sepuluh Nopember untuk pengujian ukuran partikel dengan konsep *Dynamic Light Scattering* (DLS), dan Laboratorium Biomaterial dan Rekayasa Bioproses *Center for Development of Advanced Science and Technology* (CDAST) Universitas Jember untuk pengujian pH, *Water Holding Capacity*, *Oil Holding Capacity*, *swelling power* dan *solubility*. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus-Oktober 2018.

### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

#### 3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pembuatan pati jagung termodifikasi pada penelitian ini adalah pati jagung komersial merk *Kingmao Corn Starch*, pati jagung non komersial yang diproduksi di Laboratorium Rekayasa Proses dan Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember, hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) konsentrasi 30% dan air. Bahan yang digunakan untuk pengujian adalah aquades serta *palm oil* merk Bimoli.

#### 3.2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua fungsi yaitu alat yang digunakan untuk pembuatan pati jagung termodifikasi dan alat untuk pengujian. Peralatan yang digunakan untuk pembuatan pati jagung termodifikasi adalah satu set alat fotooksidasi yang dilengkapi dengan lampu UV-C menggunakan merk Alinco dan pompa merk interbat model DB-108 HATTEN,, *drying cabinet*, dan *blender*. Peralatan yang digunakan untuk pengujian nanopartikel pati jagung adalah Malven Zetasizer nano merk Malven Instruments Ltd, UK, *sentrifuse* merk Hitachi CR21GIII, *moisture analyzer* merk Ohaus, pH *meter* merk Jen Way tipe 3320, neraca analitik merk Ohaus, *vortex*

merk Thermolyne type 16700, *magnetic stirrer* merk SM stuart Scientific SM24, *erlenmeyer*, *hot plate*, *beaker glass* dan gelas ukur.

### 3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental. Pati jagung diberi perlakuan dengan menggunakan satu faktor yaitu metode oksidasi. Perlakuaannya meliputi tanpa oksidasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1% dan tanpa penyinaran iradiasi UV-C selama 1 jam, dengan iradiasi UV-C, dengan oksidasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan kombinasi iradiasi UV-C dan oksidasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan untuk setiap sampel dengan jenis pati jagung berbeda yaitu komersial dan non komersial.

Tabel 3.1 Perlakuan pembuatan pati jagung termodifikasi metode fotooksidasi

Jenis Pati Jagung	Metode			
	Tanpa H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> dan iradiasi UV-C (H <sub>0</sub> P <sub>0</sub> )	Dengan iradiasi UV-C (H <sub>0</sub> P <sub>1</sub> )	Dengan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (H <sub>1</sub> P <sub>0</sub> )	Dengan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> dan iradiasi UV-C (H <sub>1</sub> P <sub>1</sub> )
Komersial (K)	KH <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	KH <sub>0</sub> P <sub>1</sub>	KH <sub>1</sub> P <sub>0</sub>	KH <sub>1</sub> P <sub>1</sub>
Non komersial (NK)	NKH <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	NKH <sub>0</sub> P <sub>1</sub>	NKH <sub>1</sub> P <sub>0</sub>	NKH <sub>1</sub> P <sub>1</sub>

Kontrol: Pati jagung komersial dan non-komersial native

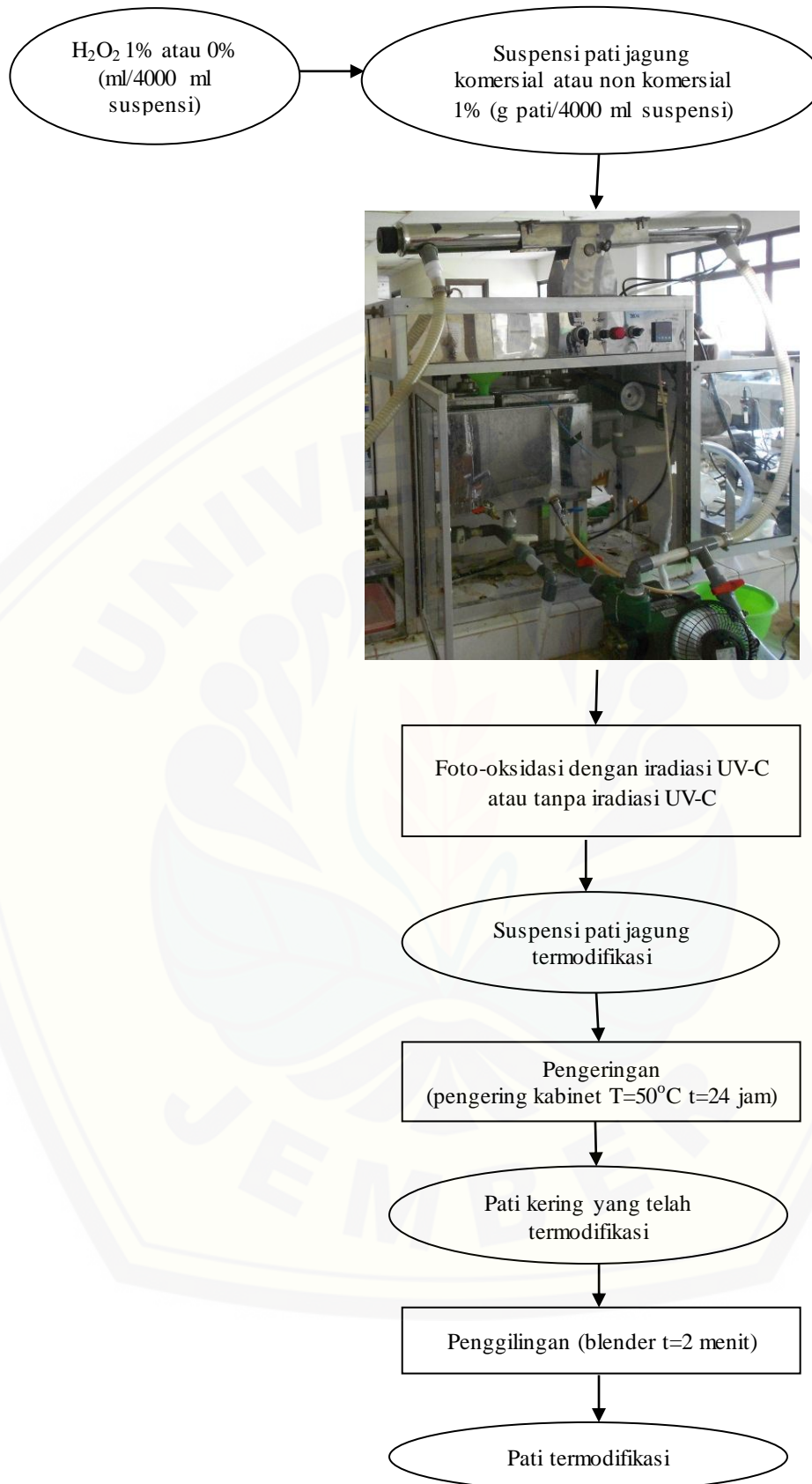
### 3.4 Pelaksanaan Penelitian Pembuatan Pati Jagung Termodifikasi

Pembuatan pati jagung termodifikasidiawali dengan menimbang pati jagung komersial maupun non komersial sebanyak 40 gram. Pati dimasukkan ke dalam baskom, kemudian ditambahkan air sebanyak 3960 ml untuk perlakuan tanpa oksidasi hidrogen peroksida, sedangkan air yang ditambahkan untuk perlakuan oksidasi hidrogen peroksida sebanyak 3888,83 ml. Selanjutnya untuk perlakuan oksidasi hidrogen peroksida ditambahkan oksidator hidrogen peroksida sebanyak 133,33 ml. Semua bahan dalam baskom dihomogenisasi dengan spatula, lalu dimasukkan ke dalam tabung sampel pada alat fotooksidasi.

Alat fotooksidasi dilengkapi dengan *stirrer* untuk homogenisasi. Sebelum mesin dihidupkan, terlebih dahulu mengisi *jacket tank* pada alat fotooksidasi dengan air. Tangki yang berisi air ini berfungsi untuk mempertahankan agar suhu alat tetap pada suhu ruang, caranya adalah air akan menyerap panas yang

dihasilkan alat fotooksidasi. Setelah tangki diisi sampai batas maksimal, alat fotooksidasi dapat dinyalakan. Pada alat terpasang lampu UV-C, yang digunakan untuk membantu mengoptimalkan proses oksidasi. Lampu UV-C dihidupkan dengan menekan tombol on pada saklar lampu UV-C untuk perlakuan pemaparan sinar UV-C selama satu jam, sedangkan untuk perlakuan tanpa sinar, ketika alat dalam kondisi hidup, saklar sinar UV-C dibiarkan dalam keadaan mati. Setelah satu jam, saklar lampu UV-C dimatikan. Kemudian, saklar alat fotooksidasi juga dimatikan setelah satu jam untuk menghentikan proses oksidasi. Setelah alat dimatikan, *slurry* dikeluarkan dari alat fotooksidasi melalui pipa dibagian bawah alat dengan membuka kran pada pipa tersebut.

*Slurry* yang telah dikeluarkan dari alat fotooksidasi diletakkan diatas loyang yang sebelumnya sudah diberi plastik. Tujuan diberi plastik pada loyang untuk mempermudah ketika pengambilan pati yang telah mengering agar tidak menempel pada loyang. Kemudian *slurr* yang sudah dipindahkan ke loyang dikeringkan menggunakan *drying cabinet* selama 24 jam pada suhu 50°C. Suhu tersebut digunakan karena jika diatas 50°C dikhawatikan akan merusak kandungan makromolekul pati dan jika dibawah 50°C *slurry* pati akan sulit mengering yang justru dapat menyebabkan pembusukan. Pati yang telah kering, kemudian dikecilkan ukurannya dengan digiling menggunakan blender selama 10 detik sehingga dihasilkan butiran halus yaitu pati jagung termodifikasi. Berikut ini, diagram alir proses pembuatan pati jagung termodifikasi yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3.1 Diagram alir fotooksidasi pati jagung (Palupi, 2011)

### 3.5 Parameter Penelitian

Parameter yang diuji dalam penelitian ini antara lain:

- a. Derajat keasaman (pH)
- b. *Water Holding Capacity* (WHC)
- c. *Oil Holding Capacity* (OHC)
- d. Kekuatan Mengembang (*Swelling Power*) dan Dayat Larut (*Solubility*)
- e. Distribusi ukuran

### 3.6 Prosedur Analisis

#### 3.6.1 Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH dapat diuji dengan metode AOAC (2005). Pengukuran dilakukan menggunakan pH *meter*. Sampel ditimbang sebanyak 0,1 gram yang kemudian disuspensikan ke dalam aquades sebanyak 9,9 ml dan diaduk hingga homogen. Setelah homogen, suspensi dipanaskan pada suhu 80°C selama 10 menit dengan disertai pengadukan. Setelah 10 menit, dilakukan pendinginan selama 10 menit dengan memasukkan tabung yang berisi sampel ke dalam air. Kemudian, dilakukan pengukuran derajat keasaman menggunakan pH meter digital yang sebelumnya telah dikalibrasi. Selanjutnya nilai pH sampel yang tertera di layar pH *meter* dicatat.

#### 3.6.2 *Water Holding Capacity* (WHC)

WHC merupakan kemampuan fungsional jaringan pati dalam menahan air. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui perubahan yang terjadi sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan. WHC pati ditentukan dengan prosedur sentrifugasi oleh Niba *et al.* (2001). Mula-mula sampel sebanyak 1 gram disuspensikan dalam 10 ml air pada tabung sentrifus. Suspensi divortex pada suhu ruangan selama 1 menit dan didiamkan pada suhu ruangan selama 45 menit. Kemudian suspensi disentrifus selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm. Selanjutnya, supernatan dibuang perlahan-lahan. Nilai WHC dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{WHC} \left( \frac{\text{g}}{\text{g}} \right) = \frac{\text{air yang diserap (g)}}{\text{berat sampel (g)}}$$

### 3.6.3 Oil Holding Capacity (OHC)

Uji OHC dilakukan untuk mengetahui kemampuan jaringan pati menahan minyak. Analisa ini ditentukan dengan prosedur sentrifugasi. Sampel sebanyak 1 gram disuspensikan dalam 10 ml minyak pada tabung sentrifus. Suspensi divortex pada suhu ruangan selama 2 menit dan didiamkan pada suhu ruangan selama 45 menit. Kemudian suspensi disentrifus selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm. Selanjutnya, supernatan dibuang perlahan-lahan. (Niba *et al.*, 2001). Nilai OHC dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{OHC} \left( \frac{\text{g}}{\text{g}} \right) = \frac{\text{minyak yang diserap (g)}}{\text{berat sampel (g)}}$$

### 3.6.4 Kekuatan Mengembang (*Swelling Power*) dan Dayat Larut (*Solubility*)

Pengujian terhadap *swelling power* dan *solubility* pati jagung dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh oksidasi dan variabel perlakuan terhadap kemampuannya dalam membengkak dan larut dalam air. Analisis ini diukur menggunakan metode Senanayake *et al.* (2013) dengan sedikit modifikasi. Sampel pati 0,1 gram dimasukkan ke dalam tabung sentrifuse yang sudah dihitung beratnya. Kemudian ditambahkan 10 ml aquadest dan dipanaskan pada suhu 85°C selama 30 menit. Selanjutnya disentrifuse pada kecepatan 3.800 rpm selama 30 menit. Supernatan dimasukkan ke dalam cawan petri yang sudah ditimbang beratnya dan dikeringkan pada suhu 105°C hingga beratnya konstan. Perhitungan *swelling power* dan *solubility* dan daya larut dapat dihitung dengan rumus (a) dan (b).

$$\text{Swelling Power} \left( \frac{\text{g}}{\text{g}} \right) = \frac{\text{berat gel (g)}}{(\text{berat sampel} - \text{berat pati terlarut})(\text{g})} \quad (a)$$

$$\text{Solubility} (\%) = \frac{\text{berat pati terlarut (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\% \quad (b)$$

### 3.6.5 Distribusi Ukuran

Distribusi ukuran diuji dengan prinsip *Dynamic Light Scattering* (DLS) menggunakan Malven Zetasizer nano (Malven Instruments Ltd, UK). Distribusi ukuran dan ukuran rata-rata dilakukan dengan melarutkan sampel dalam aquades dengan konsentrasi 1% (g pati/ml aquades) dan disentrifus sebanyak 2 kali, yaitu 6000 rpm selama 15 menit dilanjutkan dengan 4000 rpm selama 10 menit.

Distribusi ukuran dan ukuran rata-rata dilakukan pada suhu 25°C dengan waktu pembacaan 20 menit per sampel (Liu *et al*, 2011).

### 3.7 Analisis Data

Data hasil dari penelitian ini akan dianalisis secara statistik menggunakan program IBM SPSS 16.0 dengan metode *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%. Hasil beda nyata akan dilakukan uji lanjut menggunakan metode *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Data hasil penelitian disusun dan disajikan dalam bentuk grafik.





## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan bahwa:

1. perlakuan penyinaran iradiasi UV-C 1 jam dapat meningkatkan nilai pH, WHC, OHC dan *solubility* pati jagung non-komersial, tetapi menurunkan nilai *swelling*.
2. perlakuan oksidasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1% dapat menurunkan nilai pH, WHC, OHC dan *solubility* pati jagung komersial maupun non-komersial, tetapi menaikkan nilai *swelling*.
3. perlakuan kombinasi penyinaran iradiasi UV-C 1 jam dan oksidasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1% dapat menurunkan nilai pH, WHC, OHC dan *solubility* pati jagung komersial maupun non-komersial, tetapi menaikkan nilai *swelling*.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini belum diketahui reaksi kimia yang menyebabkan perubahan sifat fungsional pati jagung termodifikasi, sehingga perlu dilakukan uji lanjut untuk mengetahui reaksi kimia yang menjadi penyebab perubahan tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, K.O., T.A. Afolabi, and O.S. Lawal. 2002. Isolation, chemical modification and physicochemical characterization of bambarra groundnut (voandzeia subterranean) starch and flour. *Food Chemistry* 78 : 305-311.
- Alam, N., dan Nurhaeni. 2008. Komposisi kimia dan sifat fungsional pati jagung berbagai varietas yang diekstrak dengan pelarut natrium bikarbonat. *J. Agroland* 15 (2) : 89-94.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. Washington: Association of Official.
- Arts, S. J. H. F., E. J. M. Mombarg, H. Van Bekkum, and R. A. Sheldon. 1997. Hydrogen peroxide and oxygen in catalytic oxidation of carbohydrates and related compounds. *Synthesis* 597-613.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2016. *Produktivitas Jagung Menurut Provinsi (kuintal/ha), 1993-2015*. <https://www.bps.go.id/subject/53/tanaman-pangan.html#subjekViewTab3>. (diakses pada 4 Juni 2018)
- Bertolini, A.C., C. Mestres, dan P. Colonna. 2000. Rheological properties of acidified and uv-irradiated starches. *Starch/Starke* 52 : 340-344.
- Bertolini, A.C., C. Mestres, J. Raffi, A. Bule'on, D. Lerner, and P. Colonna. 2001. Photodegradation of cassava and corn starches. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 675-682.
- Che, L., D. Li, L. Wang, and Z. Mao. 2007. Effect of high-pressure homogenization on the structure of cassava starch. *International Journal of Food Properties* 10(4) : 911-922.
- Chelule, P. K., H. P. Mbongwa., S. Carries., N. Gqaleni. 2010. Lactic acid fermentation improves the quality of amahewu, a traditional south african maize-based porridge. *Food Chemistry* 122: 656-661.
- Chen, Z., H. Meng, G. Xing, and L. Wan. 2006. Acute toxicological effects of copper nanoparticles in vivo. *Toxicology Letters* 163(2):109-20.
- Chellaram, C., G. Murugaboopathi, A. A. John, R. Sivakumar, S. Genesan, S. Krithika, and G. Priya. 2014. Significance of nanotechnology in food industri. *Procesia APCBEE* 8: 109-113.
- Fry, S. C. 1998. Oxidative scission of plant cell wall polysaccharides by ascorbate induced hydroxyl radicals. *Biochemical Journal* 332 : 507-515.
- Hirsch, J.B. and J.L. Kokini. 2002. Understanding the mechanism of cross-linking agents (POCl<sub>3</sub>, STMP, and EPI) trough swelling behavior and pasting properties of cross-linked wazy maize starches. *Cereal Chem.* 79(1): 102-107.
- Iffan, M. 2010. Analisis proses pembuatan pati jagung (maizena) berbasis neraca massa. *Embryo* 7 (1): 40-45.

- Johnson, L. A., and J. B. May. 2003. Wet milling: the basis for corn biorefineries. Dalam *Corn :Chemistry and Technology, 2nd edition*. White, P. J. dan L. A. Johnson (eds.). USA: American Association of Cereal Chemistry Inc. St. Paul, Minnesota.
- Jones, C. W. 1999. *Application of Hydrogen Peroxide and Derivatives*. United Kingdom : Royal Society of Chemistry.
- Kasryno, F. 2003. Perkembangan produksi dan konsumsi jagung dunia dan implikasinya bagi indonesia. Dalam *Ekonomi Jagung Indonesia*. Kasryno et al.(Eds.). Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- Ketola, H., and P. Hagberg. 2003. *Modified Starch*. US Patent Office, Pat. No. 6,670,470.
- Kim, J. Y., D.J. Park, and S.T. Lim. 2008. Fragmentation of waxy rice starch granules by enzymatic hydrolysis. *Cereal Chemistry* 85 (2): 182-187.
- Kuakpetoon, D., and Y.J. Wang. 2001. Characterization of different starches oxidized by hypochlorite. *Starch/Stärke*. 53:211-218.
- Lawal O. S., Adebawale K. O., Ogunsanwo B. M., Barba L. L., Ilo N. S. 2005. Oxidized and acid thinned starch derivatives of hybrid maize: functional characteristics, wide-angle X-ray diffractometry and thermal properties. *Int J Biol Macromol* 35:71-79.
- Le Corre, D., J. Bras, and A. Dufresne. 2011. Influence of botanic origin and amylose contents on the morphology of starch nanocrystals. *J. Nanopart. Res.* 13: 7193-7208.
- Lee, J.S., R.N. Kumar, H.D. Rozman, and B.M.N Azemi. 2005. Pasting, swelling, and solubility properties of UV initiated starch-graft-poly (AA). *Food Chemistry* 91: 203-211.
- Liu, F., A. Makhmoudova, E.A. Lee, R. Wait, M.J. Emes, and I.J. Tetlow. 2009. The amylose extender mutant of maize conditions novel protein-protein interactions between starch biosynthetic enzymes in amyloplasts. *Journal of Experimental Botany* 60:4423-4440.
- Liu, P., F. Xie, M. Li, and L. Chen. 2011. Phase transitions of maize starches with different amylose contents in glycerol-water systems. *Carbohydrate Polymers* 85(1): 180-187.
- Lorlowhakarn, K., and O. Naivikul. 2005. Modification of rice flour by uv irradiation to improve rice noodle quality. *Proceeding The 3<sup>rd</sup> Conference of Starch Technology*.
- Lukasiewicz, M., S. Bednarz, A. Ptaszek, I. Gerlich, A. Bednarz, D. Bogdal, and B. Achremowicz. 2007. Microwave assisted oxidative degradation of starch – estimation of degree of oxidation of the modified biopolymer
- Martinez-Flores, H.E., Yoon-Kil-Chang, F. Martinez-Burtos, and V. Sgarbieri. 2004. Effect of high fiber products on blood lipids and lipoproteins in hamster. *Nutrition Research*. 24(1):85-93.

- Masschelein, W.J. 2002. *Ultraviolet Light in Water and Wastewater Sanitation*. Lewis publisher USA is an imprint CRC Press LLC.
- Mitsuiki, S., K. Mukae, M. Sakai, and K. Furukawa. 2005. Comparative characterization of raw starch hydrolyzing  $\alpha$ -amylases from various bacillus strains. *Enzyme and Microbial Technology* 37(4):410-416.
- Moorthy, S.N. 2004. *Tropical source of starch*. Di dalam: Ann Charlotte-Eliasson (ed). *Starch in Food: Structure, Function, and Application*. Florida: CRC Press.
- Niba, L. L., M. Bokanga, F.L. Jackson, D. S. Schlimme, and B. W. Li. 2001. Physicochemical properties and starch granular characteristics of flour from various *Manihotesculenta* (Cassava) genotypes. *Journal of Food Science* 67 (5): 170-1705.
- Noranizan, M.A., M.H. Dzulkifly and A.R. Russly. 2010. *Physicochemical Properties and Starch Granular Characteristics of Flour from Various Manihot Esculenta (Cassava) Genotypes*. University of MarylandL Food Chemistry and Toxicology.
- Palupi, N. W. 2011. Pengaruh Konsentrasi Hidrogen Peroksida dan Lama Penyinaran UV-C Terhadap Tingkat Oksidasi Dan Pengembangan Pati Kasava Pada Proses Pemanggangan. *Thesis tidak dipublikasikan*. Yogyakarta:Universitas Gadjah Mada.
- Pomeranz, Y. 1991. *Functional Properties of Food Components*. San Diego, California: Academic Press Inc.
- Qomar, S., M. Aslam, F. Huyop, and M. A. Javed. 2017. Comparative study for the determination of nutritional composition in commercial and noncommercial maize flours. *Pak. J. Bot.*, 49(2): 519-523.
- Rivera, M.M., F.J.L. Garcia-Suarez, V.M. Velazquez, F. Gutierrez-Meraz, and L.A. Bello-Perez. 2005. Partial characterization of banana starches oxidized by different levels of sodium hypochlorite. *Carbohydrate Polymers* 62: 50-56.
- Scoptoni, M., and C. Ghiglione. 1997. Photooxidation mechanism of poly (2,6-dimethyl-1,4-phenyleneoxide). *Die Angewandte Makromolekulare Chemie* 252. 4525 : 237-256. *Paper Presented at the Nineteenth Annual International Conference on Advances in the Stabilization and Degradation of Polymers in Luzern. Switzerland. June, 9-11, 1997.*
- Senanayake, S., A. Gunaratne, KKDS Ramaweera, and A. Bamunurachchi. 2013. Effect of heat moisture treatment conditions on swelling power and water soluble index of different cultivars of sweet potato (*ipomea batatas* (l). Lam) starch. *Agronomy*1-5.
- Sekhon, B. 2010. Food nanotechnology-an overview. *Nanotechnology, Science and Applications* 3(1):1-5.

- Singh, N., K. S. Sandhu, and M. Kaur. 2005. Physicochemical properties including granular morphology, amylose content, swelling and solubility, thermal and pasting properties of starches from normal, waxy, high amylose and sugary corn. *Progress in Food Biopolymer Research* 1: 43-55.
- Suarni, M., Aqil. And I.U. Firmansyah. 2008. Starch characterization of several maize varieties for industrial use in indonesia. *Proceeding of The 10<sup>th</sup> Asian. Regional Maize Workshop* 74-78.
- Tester, R.F., J. Karkalas and X. Qi. 2004. Starch composition, fine structure and architecture. *Journal of Cereal Science*. 39: 151-165.
- Van der Maarel MJEC, Van der Veen B, Uitdehaag JCM, Leemhuis H, and Dijkhuizen L. 2002. Properties and applications of starch-converting enzymes of the  $\alpha$ -amylase family. *J Biotechnol*. 94: 137-155.
- Wang, Y.J. and L. Wang. 2003. Physicochemical properties of common and waxy corn starches oxidized by different levels of sodium hypochlorite. *Carbohydrate Polymers* 52: 207-217.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wirakartakusumah, M. A. 1981. Kinetics of starch gelatinization and water absorption in rice. *PhD Disertation*. Madison: Univ. Of Wisconsin.
- Zhang, S. D., Y. R. Zhang, X. L. Wang, Y. Z. Wang. 2009. High carbonyl content oxidized starch prepared by hydrogen peroxide and its thermoplastic application. *Starch/Stärke* 61: 646-655.
- Zhang, Y. R., X. L. Wang, G.M. Zhao, Y. Z. Wang. 2012. Preparation and properties of oxidized starch with high degree of oxidation. *Carbohydrate Polymers* 87: 2554-2562.
- Zhou, J., J.H. Song and R. Parker. 2006. Structure and properties of starch-based foams prepared by microwave heating from extruded pellets. *Carbohydrate Polymers* 63(4):466-475.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Data hasil pengukuran keasaman (pH) pati termodifikasi**

Tabel 1. Data hasil pengukuran pH

Sampel	Ulangan			Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3		
A1B0	6.62	6.62	6.61	6.62	0.01
A1B1	9.12	9.14	9.12	9.13	0.01
A1B2	9	9.02	8.96	8.99	0.03
A1B3	9.18	9.39	9.32	9.30	0.11
A1B4	9.2	9.31	9.25	9.25	0.06
A2B0	4.41	4.4	4.41	4.41	0.01
A2B1	6.37	6.87	6.4	6.55	0.28
A2B2	6.34	6.44	6.71	6.50	0.19
A2B3	4.89	4.17	4.98	4.68	0.44
A2B4	4.62	4.02	4.59	4.41	0.34

Tabel 2. Analisis varian pH dengan SPSS 16 one way ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	114.849 <sup>a</sup>	11	10.441	224.639	0.000
Intercept	1462.729	1	1462.729	3.147	0.000
JenisPati	84.135	1	84.135	1.810	0.000
Metode	20.983	4	5.246	112.864	0.000
ulangan	0.048	2	0.024	0.516	0.606
JenisPati *	9.683	4	2.421	52.082	0.000
Metode					
Error	0.837	18	0.046		
Total	1578.414	30			
Corrected Total	115.685	29			

a. R Squared = ,993 (Adjusted R Squared = ,988)

Tabel 3. Hasil uji beda pH dengan metode Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Interaksi	N	Subset		
		1	2	3
A2B0	3	4.4067		
A2B4	3	4.4100		
A2B3	3	4.6800		
A2B2	3		6.4967	
A2B1	3		6.5467	
A1B0	3		6.6167	
A1B2	3			8.9933
A1B1	3			9.1267
A1B4	3			9.2533
A1B3	3			9.2967
Sig.		0.158	0.528	0.130

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,046.

## Lampiran 2. Data hasil pengukuran *water holding capacity* (WHC) pati termodifikasi

Tabel 4. Data hasil pengukuran WHC

Sampel	Ulangan			Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3		
A1B0	0.71	0.69	0.75	0.72	0.03
A1B1	0.97	0.89	0.99	0.95	0.05
A1B2	0.91	0.92	0.93	0.92	0.01
A1B3	1.45	1.79	1.33	1.52	0.24
A1B4	1.21	1.74	1.72	1.56	0.30
A2B0	1.2	1.21	1.18	1.20	0.02
A2B1	1.07	1.01	1.24	1.11	0.12
A2B2	1.17	1.1	1.33	1.20	0.12
A2B3	2.05	2.05	2.8	2.30	0.43
A2B4	2.03	2.05	2.32	2.13	0.16

Tabel 5. Analisis varian WHC dengan SPSS 16 one way ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	7.486 <sup>a</sup>	11	.681	19.853	0.000
Intercept	55.515	1	55.515	1.619	0.000
JenisPati	1.546	1	1.546	45.094	0.000
Metode	5.413	4	1.353	39.479	0.000
ulangan	0.169	2	0.085	2.467	0.113
JenisPati *					
Metode	0.358	4	0.089	2.609	0.070
Error	0.617	18	0.034		
Total	63.618	30			
Corrected Total	8.103	29			

a. R Squared = ,924 (Adjusted R Squared = ,877)

Tabel 6. Hasil uji beda WHC dengan metode Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Interaksi	N	Subset				
		1	2	3	4	5
A1B0	3	0.7167				
A1B2	3	0.9200	0.9200			
A1B1	3	0.9500	0.9500			
A2B1	3		1.1067			
A2B0	3		1.1967	1.1967		
A2B2	3		1.2000	1.2000		
A1B3	3			1.5233	1.5233	
A1B4	3				1.5567	
A2B4	3					2.1333
A2B3	3					2.3000
Sig.		0.160	0.111	0.054	0.828	0.285

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,034.



**Lampiran 3. Data hasil pengukuran *oil holding capacity* (OHC) pati termodifikasi**

Tabel 7. Data hasil pengukuran OHC

Sampel	Ulangan			Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3		
A1B0	0.72	0.74	0.76	0.74	0.02
A1B1	0.8	0.89	0.79	0.83	0.06
A1B2	0.75	0.82	0.8	0.79	0.04
A1B3	0.87	0.89	0.91	0.89	0.02
A1B4	0.86	0.86	0.84	0.85	0.01
A2B0	0.87	1.02	1.01	0.97	0.08
A2B1	0.98	0.98	1.01	0.99	0.02
A2B2	1.15	1.04	1.1	1.10	0.06
A2B3	0.93	1.18	1.18	1.10	0.14
A2B4	1.17	1.19	1.12	1.16	0.04

Tabel 8. Analisis varian OHC dengan SPSS 16 one way ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0.573 <sup>a</sup>	11	0.052	15.442	0.000
Intercept	26.564	1	26.564	7.873	0.000
JenisPati	0.439	1	0.439	130.221	0.000
Metode	0.095	4	0.024	7.030	0.001
ulangan	0.015	2	0.007	2.197	0.140
JenisPati * Metode	0.024	4	0.006	1.783	0.176
Error	0.061	18	0.003		
Total	27.198	30			
Corrected Total	0.634	29			

a. R Squared = ,904 (Adjusted R Squared = ,846)

Tabel 9. Hasil uji beda OHC dengan metode Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Interaksi	N	Subset			
		1	2	3	4
A1B0	3	0.7400			
A1B2	3	0.7900	0.7900		
A1B1	3	0.8267	0.8267		
A1B4	3		0.8533		
A1B3	3		0.8900	0.8900	
A2B0	3			0.9667	
A2B1	3			0.9900	
A2B2	3				1.0967
A2B3	3				1.0967
A2B4	3				1.1600
Sig.		0.099	0.067	0.060	0.222

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,003.

#### Lampiran 4. Data hasil pengukuran kekuatan mengembang (*Swelling Power*) pati termodifikasi

Tabel 10. Data hasil pengukuran *swelling Power*

Sampel	Ulangan			Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3		
A1B0	11.1	10.1	10.4	10.53	0.51
A1B1	11.2	11.5	11.3	11.33	0.15
A1B2	10.8	11.3	10.4	10.83	0.45
A1B3	5.1	5.1	4.7	4.97	0.23
A1B4	4.4	4.4	4.3	4.37	0.06
A2B0	10.4	11.7	9.8	10.63	0.97
A2B1	8.4	8.1	10.3	8.93	1.19
A2B2	8.5	8.4	10.3	9.07	1.07
A2B3	4.8	5.2	5.7	5.23	0.45
A2B4	4.2	4.9	4.9	4.67	0.40

Tabel 11. Analisis varian *swelling power* dengan SPSS 16 one way ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	227.422 <sup>a</sup>	11	20.675	44.664	0.000
Intercept	1947.296	1	1947.296	4.207	0.000
JenisPati	3.675	1	3.675	7.939	0.011
Metode	213.329	4	53.332	115.216	0.000
ulangan	0.515	2	0.257	0.556	0.583
JenisPati * Metode	9.903	4	2.476	5.349	0.005
Error	8.332	18	0.463		
Total	2183.050	30			
Corrected Total	235.754	29			

a. R Squared = ,965 (Adjusted R Squared = ,943)

Tabel 12. Hasil uji beda *swelling power* dengan metode Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Interaksi	N	Subset		
		1	2	3
A1B4	3	4.3667		
A2B4	3	4.6667		
A1B3	3	4.9667		
A2B3	3	5.2333		
A2B1	3		8.9333	
A2B2	3		9.0667	
A1B0	3			10.5333
A2B0	3			10.6333
A1B2	3			10.8333
A1B1	3			11.3333
Sig.		0.168	0.813	0.202

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,463.

**Lampiran 5. Data hasil pengukuran dayat larut (*Solubility*) pati termodifikasi**

Tabel 13. Data hasil pengukuran *solubility*

Sampel	Ulangan			Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3		
A1B0	10	10	10	10.00	0.00
A1B1	20	20	50	30.00	17.32
A1B2	20	30	30	26.67	5.77
A1B3	50	50	60	53.33	5.77
A1B4	60	60	60	60.00	0.00
A2B0	0	0	10	3.33	5.77
A2B1	10	10	20	13.33	5.77
A2B2	20	20	20	20.00	0.00
A2B3	60	60	60	60.00	0.00
A2B4	60	60	50	56.67	5.77

Tabel 14. Analisis varian *solubility* dengan SPSS 16 one way ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13540.000 <sup>a</sup>	11	1230.909	30.490	0.000
Intercept	33333.333	1	33333.333	825.688	0.000
JenisPati	213.333	1	213.333	5.284	0.034
Metode	12700.000	4	3175.000	78.647	0.000
ulangan	206.667	2	103.333	2.560	0.105
JenisPati * Metode	420.000	4	105.000	2.601	0.071
Error	726.667	18	40.370		
Total	47600.000	30			
Corrected Total	14266.667	29			

a. R Squared = ,949 (Adjusted R Squared = ,918)

Tabel 15. Hasil uji beda *solubility* dengan metode Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Interaksi	N	Subset			
		1	2	3	4
A2B0	3	3.3333			
A1B0	3	10.0000	10.0000		
A2B1	3	13.3333	13.3333		
A2B2	3		20.0000	20.0000	
A1B2	3			26.6667	
A1B1	3			30.0000	
A1B3	3				53.3333
A2B4	3				56.6667
A1B4	3				60.0000
A2B3	3				60.0000
Sig.		0.083	0.083	0.083	0.253

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 40,370.

**Lampiran 6. Data hasil pengukuran distribusi ukuran partikel pati termodifikasi**

Tabel 16. Data hasil pengukuran distribusi ukuran partikel pati jadung komersial

X Volume	KH0P0	KH1P0	KH0P1	KH1P1
0.4	0	0	0	0
0.463	0	0	0	0
0.536	0	0	0	0
0.621	0	0	0	0
0.719	0	0	0	0
0.833	0	0	0	0
0.965	0	0	0	0
1.12	0	0	0	0
1.29	0	0	0	0
1.5	0	0	0	0
1.74	0	0.49	0	0
2.01	0	2.203333	0	0
2.33	0	4.066667	0	0
2.7	0	4.3	0	0
3.12	0	3.4	0	0
3.62	0	2.763333	0	0
4.19	0	3.25	0	0.075
4.85	0	5.316667	0	0.565714
5.61	0	7.593333	0	1.701429

6.5	0	7.77	0	3.03
7.53	0	5.917	0	3.757143
8.72	0	4.468667	0	3.914286
10.1	0.14	4.951333	0	4.521714
11.7	1.26	6.133333	0	6.093857
13.5	3.68	6.61	2	8.188571
15.7	7.68	6.186667	6.84	9.95
18.2	12.58	5.316667	9.8	10.53571
21	14.4	4.35	8.24	9.904286
24.4	12.54	3.44	5.1	8.442857
28.2	10.06	2.663333	2.8	6.718571
32.7	7.46	2.01	1.84	5.067143
37.8	4.56	1.486667	1.5	3.672857
43.8	2.36	1.075333	1.28	2.598571
50.7	1.38	0.763667	1.06	1.812857
58.8	1.08	0.531	0.72	1.260286
68.1	0.8	0.366667	0.38	0.881571
78.8	0.5	0.252867	0.14	0.626429
91.3	0.24	0.176533	0.04	0.454143
106	0.1	0.127	0.04	0.339143
122	0.02	0.0954	0.1	0.264071
142	0.02	0.0771	2.32	0.217957
164	0.1	0.069267	7.44	0.196657
190	0.28	0.0705	8.72	0.1973
220	1.08	0.0796	5.6	0.214586

255	2.9	0.094733	5.32	0.240286
295	5.02	0.113367	7.16	0.265457
342	5.12	0.1338	7.12	0.2828
396	3.02	0.154967	5.18	0.288186
459	1.2	0.175667	2.78	0.279323
531	0.42	0.194233	1.34	0.254549
615	0.1	0.190333	0.82	0.201714
712	0	0.148833	0.64	0.123686
825	0	0.099767	0.44	0.06143
955	0	0.068857	0.2	0.031374
1110	0	0.052964	0.04	0.018129
1280	0	0.044117	0	0.011747
1480	0	0.037333	0	0.009392
1720	0	0.030033	0	0.011043
1990	0	0.0219	0	0.018391
2300	0	0.013533	0	0.035714
2670	0	0.0063	0	0.072949
3090	0	0.001797	0	0.146574
3580	0	0.000201	0	0.2748
4150	0	0	0	0.470343
4800	0	0	0.76	0.730857
5560	0	0	1.52	0.694714
6440	0	0	0.76	0.2576
7460	0	0	0	0
8630	0	0	0	0

TOTAL	100.1	99.95467	100.04	99.98377
-------	-------	----------	--------	----------

Tabel 17. Data hasil pengukuran distribusi ukuran partikel pati jadung komersial

X Volume	NKH0P0	NKH1P0	NKH0P1	NKH1P1
0.4	0	0	0	0
0.463	0	0	0	0
0.536	0	0	0	0
0.621	0	0	0	0
0.719	0	0	0	0
0.833	0	0	0	0
0.965	0	0	0	0
1.12	0	0	0	0
1.29	0	0	0	0
1.5	0	0	0	0
1.74	0	0	0	0
2.01	0	0	0	0
2.33	0	0	0	0
2.7	0	0	0	0
3.12	0	0	0	0
3.62	5	0	0	0
4.19	10	0	0	0
4.85	5	0	0	0
5.61	0	0	0	1.385
6.5	0	0	0	5.2175

7.53	0	0.033	0	8.475
8.72	0	0.5025	0	8.125
10.1	0	2.16	0	5.4585
11.7	0	5.38	0	3.4575
13.5	0	9.1775	0	3.53625
15.7	0	11.19	0	5.0665
18.2	0	10.16	0	6.755
21	2.52	7.40375	0	7.5725
24.4	7.52	5.2325	0	7.2325
28.2	7.48	4.3525	0	6.05
32.7	2.48	4.111	0	4.5575
37.8	0	3.75225	0	3.1425
43.8	0	3.1225	0	2.0225
50.7	0	2.36	0	1.2485
58.8	0	1.6615	0	0.76525
68.1	0	1.12575	0	0.4925
78.8	0	0.76575	0	0.35125
91.3	0	0.5535	0	0.284
106	0	0.443	0	0.25575
122	0	0.398	0	0.24775
142	0	0.39875	0	0.25425
164	0	0.444	0	0.28125
190	0	0.54625	0	0.339
220	0	0.71275	0	0.43325
255	0	0.93975	0	0.559

295	0	1.19975	0	0.70275
342	0	1.45575	0	0.84725
396	0	1.67525	0	0.97525
459	0	1.81	0	1.0615
531	0	1.8275	0	1.08475
615	0	1.568	0	0.9535
712	0	1.016	0	0.6355
825	0	0.503	0	0.32725
955	0	0.22255	0	0.15325
1110	0	0.09345	0	0.07072
1280	0	0.03358	0	0.030925
1480	0	0.0076	0	0.010198
1720	0	0.000548	0	0.001683
1990	0	0	0	0.004233
2300	0	0.0071	0	0.02775
2670	0	0.060725	0	0.102365
3090	0	0.268	0	0.299
3580	0	0.80675	0	0.74025
4150	0	1.8625	0	1.5525
4800	0	3.5425	0	2.8075
5560	0	3.6925	0	2.87
6440	0	1.425	0	1.09825
7460	0	0	0	0
8630	0	0	0	0
TOTAL	40	100.0046	0	99.92187



Lampiran 7. Gambar Hasil Penelitian



Pembuatan Suspensi



Memasukkan Suspensi ke Alat Fotooksidasi



Suspensi dalam loyang sebelum pengeringan



Pengeringan Menggunakan *Drying Cabinet*



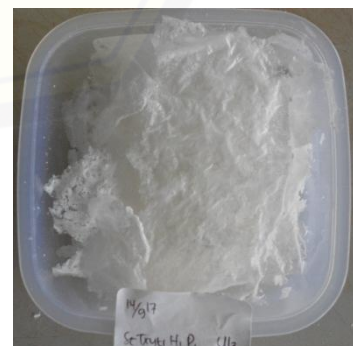
Pengecilan Ukuran dengan *Blender*



Uji pH Menggunakan *pH Meter*



Sampel pati nonkomersial termodifikasi



Sampel pati komersial termodifikasi