

**PENGARUH WAKTU FERMENTASI TERHADAP  
KANDUNGAN SERAT, KARBOHIDRAT, DAN LEMAK PADA  
PEMBUATAN TEPUNG UBI JALAR PUTIH (*Ipomoea batatas*  
L.) TERMODIFIKASI MENGGUNAKAN *Lactobacillus*  
*plantarum***

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai  
Gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Ilmu Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta**



**Disusun oleh:**

**SYIFA UNISA PUTRI  
No. Mahasiswa: 13612047**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2017**

**PENGARUH WAKTU FERMENTASI TERHADAP  
KANDUNGAN SERAT, KARBOHIDRAT, DAN LEMAK PADA  
PEMBUATAN TEPUNG UBI JALAR PUTIH (*Ipomoea batatas*  
*L.*) TERMODIFIKASI MENGGUNAKAN *Lactobacillus*  
*plantarum***

oleh:

**SYIFA UNISA PUTRI**  
No. Mahasiswa: 13612047

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian Skripsi  
Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia

Tanggal: 20 Maret 2017

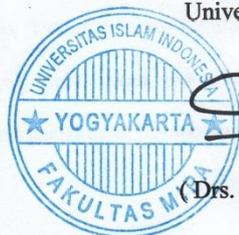
Dewan Penguji

Tanda Tangan

1. Tatang Shabur Julianto, M. Si
2. Habibi Hidayat, M. Si
3. Dhina Fitriastuti, S.Si, M. Sc



Mengetahui,  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia



(Drs. Alwar, M. Sc., Ph. D)

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini dengan baik meskipun jauh dari sempurna. Laporan skripsi dengan judul “Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan Serat, Karbohidrat, dan Lemak pada Pembuatan Tepung Ubi Jalar Putih (*Ipomoea batatas* L.) Termodifikasi Menggunakan *Lactobacillus plantarum*” ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Sains (S. Si.) Program Studi Ilmu Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa dukungan, bantuan, dan dorongan, dan bimbingan dari berbagai pihak, baik secara moral maupun material. Oleh sebab itu dengan segenap kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Allwar, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Dr. Is Fatimah, selaku Ketua Program Studi Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Tatang Shabur Julianto, M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis selama melakukan perencanaan penelitian, penelitian sampai penulisan skripsi.

4. Seluruh dosen dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia yang telah membantu kelancaran penulisan skripsi.
5. Mba Isna, dan mas Tohari selaku Laboran Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
6. kedua orang tua bapak Drs. Mungal Purnomo dan ibu Dra. Malihatun, serta kakak tersayang yang selalu menginspirasi, selalu memberikan doa, semangat, serta dukungannya.
7. Teman seperjuangan Navita Nugrahaeni Ratri, terimakasih atas segalanya.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa selama pelaksanaan Penelitian dan penyusunan Skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran membangun dari semua pihak sangatlah diharapkan.

***Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.***

Yogyakarta, 20 Maret 2017

Penulis,

Syifa Unisa Putri

**PENGARUH WAKTU FERMENTASI TERHADAP KANDUNGAN  
SERAT, KARBOHIDRAT, DAN LEMAK PADA PEMBUATAN TEPUNG  
UBI JALAR PUTIH (*Ipomoea batatas L.*) TERMODIFIKASI  
MENGUNAKAN *Lactobacillus plantarum***

**INTISARI**

**SYIFA UNISA PUTRI**

**No. Mhs : 13612047**

Tepung terigu di Indonesia masih mengimpor dari berbagai negara, hal ini disebabkan karena tanaman gandum sulit tumbuh di Indonesia. Dengan demikian perlu dilakukan upaya untuk mengurangi ketergantungan impor tepung terigu dan mencari bahan alternatif pengganti tepung terigu dari komoditas lokal. Salah satu bahan pangan lokal yang dapat digunakan sebagai alternatif substitusi tepung terigu adalah dari jenis umbi-umbian yang mengandung karbohidrat tinggi yaitu ubi jalar putih. Ubi jalar putih dapat diolah menjadi tepung modifikasi yang dilakukan dengan perlakuan fermentasi menggunakan bakteri asam laktat. Pemanfaatan ubi jalar putih sebagai tepung modifikasi akan meningkatkan nilai ekonomis, daya simpan, dan dapat meningkatkan nilai gizi tepung modifikasi ubi jalar putih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi yang optimal dalam memproduksi tepung ubi jalar putih termodifikasi. Analisis yang dilakukan meliputi analisis kadar serat, karbohidrat dan lemak dengan variasi waktu fermentasi 0, 6, 12 dan 24 jam. Analisis serat menggunakan metode *crude fiber* (serat kasar), analisis karbohidrat menggunakan metode fenol sulfat, dan pada analisis lemak menggunakan metode sokletasi. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kondisi proses fermentasi yang optimal untuk memproduksi tepung ubi jalar termodifikasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* dengan waktu optimal fermentasi 6 jam. Produk tepung ubi jalar termodifikasi yang dihasilkan memiliki kadar serat kasar sebesar 8,5336%; kadar karbohidrat sebesar 2,1266%; dan kadar lemak sebesar 0,2931%.

Kata kunci : ubi jalar putih, waktu optimum, *Lactobacillus plantarum*.

**THE EFFECT OF FERMENTATION TIME TOWARD FIBER,  
CARBOHYDRATE, AND FAT CONTENT ON WHITE SWEET POTATO  
(*Ipomoea batatas L.*) MODIFIED BY *Lactobacillus plantarum***

**ABSTRACT**

**SYIFA UNISA PUTRI**

**No. Mhs : 13612047**

Wheat flour in Indonesia is still imported from other countries. It happens since wheat flour can not grow in Indonesia. To solve the problem, there should be an effort to look for an alternative material to substitute wheat flour from local commodity. One of local foods that can be used as the alternative is tubers containing high carbohydrate is a white sweet potato. It can be processed to be a modified starch treated by fermentation using lactic acid bacteria. An utilization of white sweet potato as the modified starch will increase an economic and a nutritional value as well as storability. The research is aimed to determine a fermentation time effect whether it is optimal to produce white sweet potato modified starch. The analysis is conducted by a fiber, carbohydrate, and fat level analysis with fermentation time 0, 6, 12 and 24 hours. The fiber analysis uses crude fiber method, the carbohydrate analysis uses phenol sulfate method, and the fat analysis uses soxhlet action method. The result shows that the optimal fermentation process condition to produce sweet potato modified starch is the fermentation using *Lactobacillus plantarum* in 6 hours and the product of white sweet potato modified starch product contains 8,5336% of fiber; 2,1266% of carbohydrate; and 0,2931% of fat.

Key words : white sweet potato, optimum time, *Lactobacillus plantarum*.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
INTISARI.....	v
ABSTRAK .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
<b>BAB III DASAR TEORI .....</b>	<b>9</b>
3.1 Pengenalan Ubi Jalar .....	9
3.2 Komposisi Kimia dan Nilai Gizi Ubi Jalar Putih .....	10
3.3 Fermentasi .....	12
3.3.1 Pengertian Fermentasi.....	12
3.3.2 Faktor yang Berpengaruh dalam Fermentasi .....	13
3.3.3 Medium Fermentasi .....	14

3.4	Bakteri <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	15
3.5	Serat Kasar.....	17
3.6	Karbohidrat.....	20
3.7	Lemak.....	25
3.8	Metode Ekstraksi.....	29
3.8.1	Sokletasi.....	29
3.8.2	Refluks.....	31
3.9	Evaporasi.....	31
3.10	Spektrofotometri UV-Visible.....	34
3.11	Hipotesis Penelitian.....	36
	<b>BAB IV METODE PENELITIAN.....</b>	<b>37</b>
4.1	Alat dan Bahan.....	37
4.1.1	Alat yang digunakan.....	37
4.1.2	Bahan yang digunakan.....	37
4.2	Prosedur Penelitian.....	37
4.2.1	Aktivasi Bakteri.....	37
4.2.2	Persiapan Sampel Tepung Ubi Jalar Putih.....	38
4.2.3	Persiapan Pereaksi.....	38
4.2.4	Analisis Kadar Serat Kasar.....	40
4.2.5	Analisis Kadar Karbohidrat.....	41
4.2.6	Analisis Kadar Lemak.....	42
	<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>44</b>
5.1	Fermentasi Ubi Jalar Putih.....	44

5.2 Analisis Kadar Serat Kasar .....	46
5.3 Analisis Kadar Karbohidrat Total .....	49
5.4 Analisis Kadar Lemak.....	55
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>59</b>
6.1 Kesimpulan .....	59
6.2 Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>66</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Glukosa dan Fruktosa.....	22
Gambar 2. Struktur Lemak.....	25
Gambar 3. Mekanisme Reaksi antara Glukosa dengan Asam Sulfat dan Fenol..	50
Gambar 4. Panjang Gelombang Maksimum Karbohidrat Total .....	51
Gambar 5. Kurva Baku Glukosa Standar.....	52



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi Kimia Ubi Jalar Putih Setiap 100 gr Bahan.....	11
Tabel 2. Kadar Serat pada Tepung Ubi Jalar Putih.....	48
Tabel 3. Nilai Absorbansi Larutan Glukosa Standar .....	52
Tabel 4. Kadar Karbohidrat Total dalam Tepung Ubi Jalar Putih.....	53
Tabel 5. Kadar Lemak pada tepung ubi jalar putih.....	55
Tabel 6. Hasil Terbaik Tepung Ubi Jalar Putih Termodifikasi.....	57



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Perhitungan Pembuatan Larutan Glukosa Standar .....	67
<b>Lampiran 2.</b> Perhitungan Pembuatan Larutan Pereaksi .....	68
<b>Lampiran 3.</b> Perhitungan Kadar Serat Kasar.....	70
<b>Lampiran 4.</b> Perhitungan Kadar Karbohidrat.....	72
<b>Lampiran 5.</b> Perhitungan Kadar Lemak .....	76
<b>Lampiran 6.</b> Gambar Perendaman Sampel dengan <i>Lactobacillus Plantarum</i> ....	78
<b>Lampiran 7.</b> Gambar Sampel Setelah Perendaman dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	78
<b>Lampiran 8.</b> Gambar Sampel Tepung dengan Variasi Waktu Fermentasi.....	79
<b>Lampiran 9.</b> Gambar Proses Hidrolisis Menggunakan Refluks Pada Uji Serat Kasar.....	79
<b>Lampiran10.</b> Gambar Sampel Tepung Setelah Proses Hidrolisis .....	80
<b>Lampiran 11.</b> Gambar Serat Kasar Tepung Modifikasi Ubi Jalar Putih .....	80
<b>Lampiran 12.</b> Gambar Larutan Standar Glukosa dengan Variasi Konsentrasi ..	81
<b>Lampiran 13.</b> Gambar Larutan Standar Glukosa Setelah Ditambahkan Reagen Fenol-Sulfat .....	81
<b>Lampiran 14.</b> Gambar Larutan Sampel Setelah Ditambahkan Reagen Fenol-Sulfat.....	81
<b>Lampiran 15.</b> Gambar Puncak Panjang Gelombang Maksimum Glukosa Standar .....	82
<b>Lampiran 16.</b> Gambar Nilai Panjang Gelombang Maksimum dan Nilai Absorbansi Glukosa Standar .....	83
<b>Lampiran 17.</b> Gambar Kurva Baku Glukosa Standar .....	84
<b>Lampiran 18.</b> Gambar Nilai Absorbansi Sampel Tepung Modifikasi Ubi Jalar Putih .....	85
<b>Lampiran 19.</b> Gambar Proses Sokletasi Pada Uji Lemak .....	85
<b>Lampiran 20.</b> Gambar Proses Evaporasi Pada Uji Lemak .....	86
<b>Lampiran 21.</b> Gambar Lemak Tepung Modifikasi Ubi Jalar Putih Sebelum Dilakukan Penguapan.....	86

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu jenis komoditas pangan dengan jumlah konsumsinya yang paling meningkat adalah tepung terigu. Meningkatnya kebutuhan tepung terigu di Indonesia setiap tahunnya disebabkan semakin beranekaragamnya produk olahan dari tepung terigu yang berbahan dasar gandum. Namun sulitnya gandum tumbuh subur di Indonesia, mengakibatkan Indonesia masih mengimpor tepung terigu dari berbagai negara seperti Amerika Serikat, Australia, Kanada, Argentina, dan beberapa negara Eropa (Khomsan, 2006). Upaya untuk mengurangi ketergantungan impor tepung terigu yaitu dengan memanfaatkan bahan pangan dari komoditas lokal.

Jenis bahan pangan lokal yang dapat digunakan sebagai substitusi tepung terigu adalah umbi-umbian. Umbi-umbian seperti talas, gembili, ganyong, garut, kimpul, ubi kayu, dan ubi jalar merupakan komoditas lokal yang dimanfaatkan masyarakat sebagai sumber karbohidrat. Produktivitas ubi jalar di Indonesia yang besar yaitu mencapai 10 ton per hektar lahan, sehingga menempatkan Indonesia sebagai negara penghasil ubi jalar terbesar kedua di dunia. Besarnya potensi ubi jalar sebagai komoditas lokal dapat digunakan untuk bahan baku tepung lokal yang tidak kalah dengan tepung terigu.

Ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*) merupakan salah satu jenis umbi-umbian yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai sumber bahan pangan.

Kandungan gizi pada ubi jalar dalam 100 gram bahan menurut Sentra Informasi Iptek (2005), mengandung protein 1,43%; lemak 0,17%; pati 22,4%; gula 2,4%; serat makanan 1,6%; air 83,3 gram. Komposisi ubi jalar sangat tergantung pada varietas dan tingkat kematangan serta lama penyimpanan. Keistimewaan ubi jalar juga terletak pada kandungan seratnya yang sangat tinggi, sehingga mampu mencegah kanker saluran pencernaan dan mengikat zat karsinogen penyebab kanker di dalam tubuh.

Beberapa jenis ubi jalar antara lain ubi jalar putih, merah atau orange dan ungu. Jenis ubi tersebut mempunyai kandungan gizi dan sifat atau karakteristik yang berbeda-beda. Ubi jalar putih yang digunakan dalam penelitian ini mengandung serat kasar yang tinggi dan sangat berguna bagi kelancaran pembuangan pada metabolisme tubuh. Ubi jalar putih mempunyai tekstur yang masir (*sandy*), rasanya manis dan mempunyai kadar air yang lebih rendah jika dibandingkan dengan ubi jalar jenis yang lain (Rukmana, 2005).

Komoditas ubi jalar putih sangat layak dipertimbangkan dalam pembuatan tepung karena memiliki kandungan nutrisi yang baik, dan produksi yang tinggi. Ubi jalar putih memiliki masa penyimpanan yang singkat, lebih cepat busuk, dan apabila dibiarkan selama 10-14 hari setelah panen akan mengalami susut bobot karena kehilangan kadar air. Oleh karena itu, pengolahan ubi jalar putih menjadi tepung merupakan salah satu upaya pengawetan dan diharapkan dapat menghindari kerugian akibat tidak terserapnya ubi jalar putih di pasar ketika produksi panen berlebih.

Proses penepungan dapat mengkonversi bahan pangan lokal menjadi produk pangan yang bernilai gizi tinggi, bercita rasa sesuai selera masyarakat, serta harganya yang terjangkau. Hal ini sejalan dengan pendapat para ahli pangan bahwa pemanfaatan bahan pangan berkarbohidrat tinggi dalam bentuk tepung lebih menguntungkan, karena lebih luwes, lebih tahan lama, dapat diperkaya gizinya (fortifikasi), dan dapat digunakan sebagai bahan substitusi terigu (Murwati, 2005). Namun pengolahan ubi jalar putih menjadi tepung masih menunjukkan kekurangan seperti rendahnya nilai gizi, memiliki aroma khas ubi jalar yang kurang disukai, sifat organoleptiknya yang rendah, dan warna yang kurang menyerupai terigu. Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi terhadap tepung ubi jalar putih yang dapat dilakukan dengan perlakuan fermentasi asam laktat seperti yang telah berhasil dilakukan pada Mocaf (*Modified cassava flour*) dan uji kualitas dari tepung modifikasi ubi jalar sebagai alternatif pengganti tepung terigu.

Modifikasi sel ubi jalar putih dapat dilakukan dengan cara fermentasi menggunakan Bakteri Asam Laktat (BAL) yang berperan terhadap perubahan karakteristik produk untuk memproduksi asam organik dan enzim spesifik. Jenis bakteri asam laktat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Lactobacillus plantarum*. Asam organik yang dihasilkan selama proses fermentasi dapat memperbaiki aroma, meningkatkan kecerahan warna tepung, dan dapat meningkatkan kualitas nutrisi seperti serat, karbohidrat, dan lemak tepung ubi jalar putih.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan serat, karbohidrat dan lemak dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus plantarum* pada tepung ubi jalar putih termodifikasi?
2. Berapakah waktu optimum fermentasi pada tepung ubi jalar putih termodifikasi?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh waktu fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* terhadap kandungan serat, karbohidrat, dan lemak pada tepung ubi jalar putih termodifikasi.
2. Mengetahui waktu optimum fermentasi pada tepung ubi jalar putih termodifikasi.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang dikemukakan diatas, dapat diketahui manfaat penelitian sebagai berikut :

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang kandungan serat, karbohidrat, dan lemak dalam tepung ubi jalar putih.

2. Memberikan alternatif tambahan pangan untuk memperpanjang simpan ubi jalar putih dari hasil panen yang melimpah.
3. Mengurangi ketergantungan impor gandum sebagai bahan baku tepung terigu.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Di Indonesia, pemanfaatan ubi jalar masih terbatas untuk bahan pangan dan sedikit untuk bahan baku industri pangan. Umur simpan ubi jalar yang singkat juga menjadi kendala dalam pengolahannya. Namun akhir-akhir ini telah ada upaya untuk mengolah ubi jalar menjadi tepung untuk memperpanjang umur simpannya. Berdasarkan hasil penelitian, tepung ubi jalar dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk industri makanan seperti roti, kue tradisional, kue kering, biskuit, mie dan lain lain (Suprapti, 2003). Tepung ubi jalar berpotensi sebagai pengganti tepung terigu terutama karena bahan bakunya banyak terdapat di Indonesia dan rasanya manis sehingga dapat mengurangi penggunaan gula dalam pengolahannya (Aini, 2004).

Dari penelitian sebelumnya, diketahui bahwa tepung ubi jalar mempunyai banyak kelebihan antara lain adalah lebih luwes untuk pengembangan produk pangan dan nilai gizi, lebih tahan disimpan, dapat diperkaya gizinya (fortifikasi), dan dapat digunakan sebagai bahan substitusi terigu (Murwati *et al.*, 2005). Hasil penelitian Zuraida dan Supriati (2001) menyatakan bahwa tepung ubi jalar memiliki kadar abu dan kadar serat yang lebih tinggi, serta kandungan karbohidrat dan kalori yang hampir setara dengan tepung terigu. Hal ini dapat mendukung pemanfaatan tepung ubi jalar sebagai alternatif sumber karbohidrat yang dapat disubstitusikan pada produk tepung terigu dan turunannya yang bernilai gizi tinggi. Ubi jalar yang berwarna putih lebih diarahkan untuk pengembangan tepung dan pati karena umbi yang berwarna cerah cenderung lebih baik kadar

patinya dan warna tepung lebih menyerupai terigu (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Dalam pembuatan tepung dengan dilakukannya proses fermentasi akan menghasilkan kandungan nutrisi tepung yang lebih baik. Penelitian ini dilakukan oleh Kurniati *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa proses pembuatan tepung *mocaf* dengan proses fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* mampu meningkatkan kadar protein dan menurunkan kadar HCN dari tepung *mocaf*.

*L. plantarum* merupakan salah satu bakteri asam laktat yang dominan pada proses fermentasi pickel dan banyak digunakan untuk memodifikasi tepung fermentasi (Yuliana *et al.*, 2014), (Simsek *et al.*, 2014), dan (Marcon *et al.*, 2006). *Lactobacillus plantarum* merupakan mikroorganisme GRASS (*Generally Recognized As Safe*) dan dapat berfungsi sebagai pengawet makanan karena mampu menghasilkan asam organik (Kurniadi *et al.*, 2011).

Penelitian yang dilakukan Subagio *et al.* (2008) menunjukkan pada saat fermentasi tepung singkong dengan Bakteri Asam Laktat (BAL) terjadi perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemudahan melarut, serta aroma dan cita rasa khas yang cenderung disukai konsumen. Selama proses fermentasi juga terjadi penghilangan komponen penimbul warna, seperti pigmen dan protein yang dapat menyebabkan warna coklat ketika pemanasan. Dampaknya adalah warna *mocaf* yang dihasilkan lebih putih, selain itu proses ini akan menghasilkan tepung yang secara karakteristik dan kualitas hampir menyerupai tepung terigu. Penelitian yang dilakukan Salim (2007) juga menyatakan bahwa kandungan gizi tepung singkong terfermentasi hampir sama

dengan tepung terigu sehingga dapat digunakan sebagai pengganti terigu. Kandungan karbohidrat kompleks singkong terfermentasi lebih tinggi (87,3%) dibandingkan dengan tepung terigu. Kandungan serat pada tepung singkong terfermentasi juga lebih tinggi (3,4%) dibandingkan dengan tepung terigu. Teknik modifikasi secara fermentasi diharapkan dapat diterapkan untuk modifikasi tepung ubi jalar putih dalam penelitian ini.

Sukardi *et al.* (2013) telah melakukan penelitian tentang fermentasi asam laktat pada tepung ubi jalar yang menyatakan bahwa tepung ubi jalar yang di fermentasi mengalami penurunan kandungan oligosakarida penyebab flatulensi, sedangkan berdasarkan penelitian Yabaya dan Jonathan (2012) menyatakan terjadinya peningkatan kualitas nutrisi pada tepung ubi jalar setelah dilakukan fermentasi menggunakan asam laktat.

Berdasarkan dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, memodifikasi tepung ubi jalar secara fermentasi asam laktat diharapkan akan mendapatkan hasil yang sama seperti yang terjadi pada fermentasi tepung singkong. Dan diharapkan perlakuan fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* pada ubi jalar putih mampu menghasilkan tepung ubi jalar putih termodifikasi dengan warna yang menyerupai tepung terigu, menghasilkan rasa yang disukai masyarakat luas, dan mampu meningkatkan kandungan nutrisi serta lebih tahan disimpan.

## **BAB III**

### **DASAR TEORI**

#### **3.1 Pengenalan Ubi Jalar**

Tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L) diduga berasal dari benua Amerika, namun para ahli botani dan pertanian memperkirakan daerah asal tanaman ubi jalar adalah Selandia Baru, Polinesia dan Amerika bagian tengah. Ubi jalar mulai menyebar ke seluruh dunia, terutama ke negara-negara beriklim tropis pada abad ke-16 (FAO, 2004). Pada tahun 1960, ubi jalar sudah tersebar ke hampir setiap daerah Indonesia seperti Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Papua dan Sumatra (Suprapti, 2003). Ubi jalar termasuk tanaman tropis dan dapat tumbuh dengan baik di daerah sub tropis. Disamping iklim, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ubi jalar adalah jarak tanam, varietas dan lokasi tanam (Sutrisno dan Dewi, 2014).

Menurut Suprapti (2003), tanaman ubi jalar memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Susunan tubuh utama terdiri atas batang, daun, bunga, buah, biji, dan umbi
2. Batang tanaman berbentuk bulat, tidak berkayu, dan berbuku-buku
3. Tipe pertumbuhan tegak dan merambat atau menjalar
4. Panjang batang tipe tegak: 1m – 2m, sedangkan tipe merambat: 2m- 3m

Kedudukan taksonomi tanaman ubi jalar menurut Rukmana (2005) adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*

Divisio : *Spermatophyta*

Subdivisio : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotyledonae*

Ordo : *Convolvulales*

Familia : *Convolvulacea*

Genus : *Ipomoea*

Species : *Ipomoea batatas* L.

Menurut (Juanda dan Cahyono, 2000) berdasarkan warna ubi jalar dibedakan menjadi beberapa golongan sebagai berikut:

1. Ubi jalar putih, yakni jenis ubi jalar yang dagingnya berwarna putih
2. Ubi jalar kuning, yakni jenis ubi jalar yang memiliki daging umbi berwarna kuning, kuning muda, atau kekuning-kuningan
3. Ubi jalar *orange*, yakni ubi jalar dengan warna daging berwarna *orange*
4. Ubi jalar ungu, yakni jenis ubi jalar yang memiliki daging berwarna ungu hingga ungu muda

Dalam penelitian ini akan digunakan ubi jalar yang memiliki daging buah berwarna putih. Ubi jalar yang berwarna putih lebih diarahkan untuk pengembangan tepung dan pati karena umbi yang berwarna cerah cenderung lebih baik kadar patinya dan warna tepung lebih menyerupai terigu (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

### **3.2 Komposisi Kimia dan Nilai Gizi Ubi Jalar Putih**

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L) merupakan salah satu hasil pertanian yang mengandung karbohidrat dan sumber kalori yang cukup tinggi, sumber

vitamin (A, C, B1, dan B2), mineral (Fe, P, Na, K, Zn, Cu dan Ca), protein, lemak, dan serat kasar. Kandungan kimia ubi jalar per 100 gram terdiri atas air (68,5 gram), pati (27,9 gram), protein (1,8 gram), lemak (0,7 gram), kalori (123 kalori), serat kasar (1,2 gram), dan kadar gula (0,4 gram), dan sumber mineral yang cukup memadai (Balitkabi, 2011). Ubi jalar memiliki kandungan air yang tinggi sehingga bahan kering yang terkandung relatif rendah. Kandungan bahan kering ubi jalar antara 16-40%, sedangkan 75-90% adalah karbohidrat yang mengandung pati, gula, selulosa, hemiselulosa dan pektin (Sutrisno, 2014). Kandungan gizi ubi jalar putih dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1.** Komposisi Kimia Ubi Jalar Putih Setiap 100 gr Bahan

No.	Unsur Gizi	Nilai	Satuan
1.	Kalori	123,0	Kal
2.	Protein	1,8	g
3.	Lemak	0,7	g
4.	Karbohidrat	27,9	g
5.	Kalium	30,0	mg
6.	Fosfor	49,0	mg
7.	Zat Besi	0,7	mg
8.	Vitamin A	60,0	SI
9.	Vitamin B1	0,9	mg
10.	Vitamin C	22,0	mg
11.	Air	68,5	%
12.	Bagian Daging	68,00	%

Sumber: Ditjen Bina Produksi Tanaman Pangan, 2002

Berdasarkan Tabel 1, kandungan gizi ubi jalar putih cukup lengkap dan dapat memenuhi kebutuhan gizi bagi kesehatan tubuh. Zat-zat yang terkandung di dalam ubi jalar putih dapat mencegah berbagai penyakit, membangun sel-sel tubuh, menghasilkan energi, dan meningkatkan metabolisme tubuh. Selain mengandung zat gizi, ubi jalar putih juga mengandung zat anti gizi yang dapat menurunkan cita rasa sehingga masyarakat banyak yang tidak menyukainya. Zat anti gizi tersebut adalah tripsin inhibitor yang dapat menghambat kerja tripsin dalam mengurai protein sehingga menyebabkan terganggunya pencernaan protein dalam usus. Akibatnya, tingkat penyerapan protein dalam tubuh menurun yang ditunjukkan dengan timbulnya gejala diare. Selain itu ubi jalar putih mengandung senyawa-senyawa seperti ipomemron, furoterpen kaumarin dan polifenol yang menumbuhkan rasa pahit (Damardjati *et al.*, 2000).

### **3.3 Fermentasi**

#### **3.3.1 Pengertian Fermentasi**

Mikroorganisme dapat menjadi bahan pangan ataupun mengubah bahan pangan menjadi bentuk lain. Proses pembuatan pangan yang dibantu oleh mikroorganisme misalnya melalui proses fermentasi seperti keju, yogurt dan berbagai makanan lain termasuk kecap dan tempe (Umrah, 2012). Fermentasi merupakan perubahan kimiawi material organik menjadi senyawa yang lebih sederhana akibat reaksi enzimatik, katalis organik yang kompleks yang diproduksi oleh mikroorganisme seperti jamur, khamir atau bakteri. Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroba penyebab

fermentasi pada substrat yang sesuai (Hidayat *et al.*, 2006). Hasil dari proses fermentasi dapat berupa asam laktat, karbon dioksida, etanol, bakteriosin, hidrogen peroksida dan energi berupa ATP.

### 3.3.2 Faktor yang Berpengaruh dalam Fermentasi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri selama proses fermentasi menurut Wibowo (2012), antara lain:

#### 1. Faktor zat gizi

Semua bentuk kehidupan memiliki persamaan dalam hal persyaratan nutrisi yaitu berupa zat-zat kimiawi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan aktivitas lainnya. Nutrisi bagi pertumbuhan bakteri, sama halnya nutrisi untuk organisme lain mempunyai kebutuhan akan sumber nutrisi, yaitu bakteri membutuhkan sumber karbon berupa karbon anorganik dan karbon organik. Bakteri membutuhkan sumber energi yang berasal dari energi cahaya (fototrof) dan senyawa kimia (kemotrof). Bakteri juga membutuhkan sumber nitrogen dalam bentuk garam nitrogen anorganik dan nitrogen organik.

#### 2. pH

Pengukuran pH merupakan parameter yang mempengaruhi kecepatan pertumbuhan dan pembentukan produk. Pada pertumbuhan bakteri terdapat rentang pH dan pH optimal. Sebagian besar organisme dapat berfungsi dengan baik dengan selang pH antara 3-4. Biasanya bakteri dapat tumbuh pada pH 4-8, khamir biasanya lebih senang dalam pH 3-6, dan kapang 3-7. Pada bakteri patogen memiliki pH optimal 7,2-7,6.

### 3. Suhu

Setiap bakteri memiliki suhu optimal dan memiliki rentang suhu dimana mereka dapat tumbuh dan berkembang sangat cepat. Berdasarkan rentang suhu pertumbuhan bakteri dikelompokkan menjadi tiga, yaitu psikrofil yang tumbuh optimum pada suhu 0-20 °C, mesofilik dapat tumbuh pada suhu 20-40 °C, dan termofilik yang dapat tumbuh optimum pada suhu 50-60 °C.

### 4. Ketersediaan oksigen

Kebutuhan oksigen pada bakteri tertentu mencerminkan mekanisme yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energinya. Berdasarkan kebutuhan oksigen tersebut, bakteri dapat dipisahkan menjadi lima kelompok yaitu anaerob obligat, anaerob aerotoleran, anaerob fakultatif, aerob obligat, dan bakteri mikroaerofilik.

### 5. Kelembaban

Konsentrasi larutan yang aktif secara osmotik di dalam sel bakteri, umumnya lebih tinggi dari konsentrasi di luar sel. Sebagian besar bakteri tidak toleran terhadap perubahan osmotik dan akan mengembangkan sistem transpor kompleks dan alat pengatur sensor osmotik untuk memelihara keadaan osmotik konstan dalam sel.

#### **3.3.3 Medium Fermentasi**

Rancang bangun medium nutrisi untuk pertumbuhan dan pembentukan produk merupakan langkah penentu dalam menjamin keberhasilan eksperimen atau pelaksanaan produksi. Penggunaan medium fermentasi

tergantung pada jenis mikroba dan produk yang ingin diperoleh, karena medium yang tidak sesuai dapat menyebabkan perubahan jenis produk selama proses tersebut berlangsung (Purwanti *et al.*, 2003).

Salah satu syarat dalam pemilihan medium fermentasi adalah memerlukan nutrisi untuk tumbuh dan berkembang biak serta pembentukan produk. Nutrien ini berbentuk garam yang larut dalam air supaya mudah memasuki sel bakteri. Sebagian besar mikroba membutuhkan zat-zat anorganik seperti garam yang mengandung Na, K, Ca, Mg, Fe, Cl, S dan P, sedangkan spesies tertentu masih membutuhkan tambahan mineral seperti Mn dan Mo. Selain membutuhkan zat anorganik, bakteri juga memerlukan zat organik yang mengandung unsur C, H, O, dan N yang berfungsi menyusun protoplasma (Dwidjoseputro, 2005).

#### **3.4 Bakteri *Lactobacillus plantarum***

Bakteri merupakan organisme prokariotik yang tidak memiliki membran inti (nukleoid), dinding sel tersusun atas peptidoglikan, dan memiliki plasmid (*extra chromosomal DNA*) (Madigan *et al.*, 2012). Sel bakteri tidak memiliki organel-organel bermembran seperti retikulum endoplasma, badan golgi dan mitokondria. Sebagian besar aktivitas organel sel bakteri dilakukan oleh ribosom (Besty dan Kough, 2005). Bakteri dapat dibedakan menjadi dua bagian berdasarkan bahan penyusun dinding sel bakteri, yaitu gram positif dan negatif. Bakteri gram positif memiliki dinding sel, sedangkan bakteri gram negatif hanya memiliki lapisan peptidoglikan 15-20% dari berat dinding sel. Salah satu bakteri gram positif ini adalah bakteri asam laktat.

Bakteri asam laktat terdiri atas sejumlah genus bakteri yang termasuk famili Firmicutes, yang terdiri dari 20 genus. Genus *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Lactospaera*, *Leuconostoc*, *Melissococcus*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, dan *Weissella* dikenal sebagai bakteri asam laktat (BAL) (Axelsson, 2004; Jay, 2000). Berdasarkan senyawa yang akan dihasilkan dari proses fermentasi gula, BAL dibagi menjadi dua kelompok yaitu BAL homofermentatif dan BAL heterofermentatif. Proses homofermentatif melalui jalur glikolisis menghasilkan produk akhir hanya asam laktat. Proses heterofermentatif menghasilkan produk akhir sampingan seperti etanol, asetat, dan CO<sub>2</sub> (Axelsson, 2004).

Taksonomi bakteri asam laktat didasarkan pada reaksi gram dan produksi asam laktat dari jenis karbohidrat yang terfermentasi. *Lactobacillus plantarum* termasuk golongan bakteri gram positif, sel tidak berspora, tidak bersifat patogen, berbentuk batang panjang, serta bersifat anaerob fakultatif dan memiliki pH optimum 5,3-5,6 (Prescott, 2002). *Lactobacillus plantarum* merupakan bakteri asam laktat yang utama dan akhir pada proses fermentasi sayuran. Hal ini dikarenakan bakteri *Lactobacillus plantarum* memiliki perbedaan metabolisme dan toleran terhadap kondisi pH rendah. *Lactobacillus plantarum* berbentuk batang lurus dengan lebar 0,9-1,2 µm dan panjang 3-8 µm, berukuran tunggal atau membentuk rantai pendek (Li *et al.*, 2007). Bakteri *Lactobacillus plantarum* berguna untuk pembentukan asam laktat, penghasil hidrogen peroksida tertinggi dibandingkan bakteri asam

laktat lainnya dan dapat menghasilkan bakteriosin. Produksi bakteriosin dapat menghambat perkembangan patogen yang bersifat merugikan (Wiryan dan Tjakradidjaja, 2001). Bakteriosin yang dihasilkan juga berfungsi sebagai pengawet makanan dan berpotensi sebagai pengganti antibiotik (Reenen *et al.*, 2006).

### 3.5 Serat Kasar

Serat kasar adalah bagian dari pangan yang tidak dapat terhidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan kadar serat kasar yaitu asam sulfat ( $H_2SO_4$  1,25%) dan natrium hidroksida (NaOH 1,25%) (Piliang dan Djojosebagio, 2002). Serat kasar merupakan bagian dari karbohidrat dan didefinisikan sebagai fraksi yang tersisa setelah didigesti dengan larutan asam sulfat standar dan sodium hidroksida pada kondisi yang terkontrol. Pengukuran serat kasar dapat dilakukan dengan menghilangkan semua bahan yang larut dalam asam dengan pendidihan dalam asam sulfat (Hunter, 2002). Sedangkan serat pangan adalah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan. Oleh karena itu, kadar serat kasar nilainya lebih rendah dibandingkan dengan kadar serat pangan, karena asam sulfat dan natrium hidroksida mempunyai kemampuan yang lebih besar untuk menghidrolisis komponen-komponen pangan dibandingkan dengan enzim-enzim pencernaan (Muchtadi, 2001).

Serat kasar merupakan sisa bahan makanan yang telah mengalami proses pemanasan dengan asam keras dan basa keras selama 30 menit berturut-turut dalam prosedur yang dilakukan di laboratorium. Dengan proses seperti ini

dapat merusak beberapa macam serat yang tidak dapat dicerna oleh manusia, dan tidak dapat diketahui komposisi kimia tiap-tiap bahan yang membentuk dinding sel (Piliang dan Djojosoebagio, 2002).

Ada beberapa metode analisis serat makanan, diantaranya adalah :

### **1. Metode Analisis Serat Kasar (*Crude Fiber*)**

Ditimbang 2,5-5,0 gram bahan kering, dimasukkan ke dalam *thimble* (kertas saring pembungkus) kemudian dimasukkan ke dalam alat soklet, dipasang pendingin balik pada alat soklet, kemudian dihubungkan dengan labu alas bulat dan diekstraksi dengan dietil eter selama 6 jam. Sampel dipindahkan ke dalam erlenmeyer 600 mL, ditambahkan 200 mL larutan  $H_2SO_4$  dihubungkan dengan pendingin balik dan dididihkan selama 30 menit. Suspensi kemudian disaring dengan kertas saring. Residu tertinggal dalam erlenmeyer dan kertas saring dicuci dengan air mendidih, sampai air cucian tidak bersifat asam lagi (diperiksa dengan indikator universal). Dipindahkan residu ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan larutan NaOH sebanyak 200 mL. Dihubungkan dengan pendingin balik, dididihkan selama 30 menit. Residu disaring kembali dengan kertas saring yang telah diketahui beratnya sambil dicuci dengan larutan  $K_2SO_4$  10%, air mendidih, dan kemudian dengan alkohol 95%. Kertas saring kemudian dikeringkan dalam oven 110 °C. Setelah didinginkan dalam desikator (1-2 jam), kemudian ditimbang sampai berat konstan. Berat residu yang diperoleh merupakan berat serat kasar (Hernawati, 2010).

## 2. Metode Deterjen

Metode deterjen ini terdiri atas 2 yaitu *Acid Detergent Fiber* (ADF) dan *Neutral Detergent Fiber* (NDF). Kedua metode ini hanya dapat menentukan kadar total serat yang tak larut dalam larutan deterjen digunakan.

### a. *Acid Detergent Fiber* (ADF)

Metode ADF hanya dapat untuk menurunkan kadar total selulosa dan lignin. ADF merupakan sisa setelah ekstraksi dengan 0,5 M asam sulfat dan setilmetilammonium bromida, dan pada dasarnya merupakan fraksi lignin kasar dan selulosa bahan tumbuhan akan tetapi juga meliputi silika (Hernawati, 2010).

### b. *Neutral Detergent Fiber* (NDF)

Dengan metode NDF dapat ditentukan kadar total dari lignin, selulosa, dan hemiselulosa. NDF merupakan sisa setelah ekstraksi dalam keadaan mendidih dengan larutan netral natrium lauril sulfat dan asam etilendiamintetraasetat (EDTA) (Hernawati, 2010).

## 3. Metode Enzimatis

Metode enzimatis dirancang berdasarkan kondisi fisiologi tubuh manusia. Metode yang dikembangkan adalah fraksinasi enzimatis yaitu menggunakan enzim amilase, diikuti penggunaan enzim pepsin, kemudian pankreatin. Metode ini dapat mengukur kadar serat makan total, serat larut dan tak larut secara terpisah (Joseph, 2002).

Serat banyak membawa manfaat kepada tubuh. Di antaranya seperti mencegah konstipasi, kanker, memperkecil risiko sakit pada usus besar, membantu menurunkan kadar kolesterol, membantu mengontrol kadar gula dalam darah, mencegah wasir, membantu menurunkan berat badan dan masih banyak lagi. Serat yang merupakan zat non gizi terbagi dari dua jenis, yaitu serat pangan (*dietary fiber*) dan serat kasar (*crude fiber*).

Peran utama serat dalam makanan adalah pada kemampuannya mengikat air. Dengan adanya serat, sisa-sisa makanan akan melalui saluran pencernaan untuk diekskresikan lebih cepat. Tanpa bantuan serat, feses dengan kandungan air rendah akan lebih lama tinggal dalam saluran usus dan mengalami kesukaran melalui usus untuk dapat diekskresikan keluar, karena gerakan-gerakan peristaltik usus besar menjadi lebih lamban (Piliang dan Djojosoebagio, 2002). Selain itu, peningkatan konsumsi makana mengandung serat yang tinggi dapat mengurangi kadar kolesterol dalam darah. Penelitian menyebutkan bahwa *soluble fiber* (serat larut) seperti pektin lebih efektif menurunkan kadar kolesterol darah. Adanya *soluble fiber* akan mengikat kolesterol dan asam empedu sehingga dapat diekskresikan bersama feses (Smolin and Grosvenor, 2000).

### **3.6 Karbohidrat**

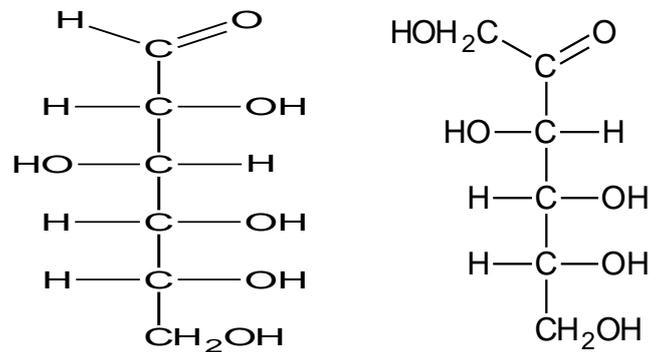
Susunan kimia karbohidrat terdiri dari atom karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Tanaman merupakan sumber karbohidrat yang utama, melalui proses fotosintesis senyawa air dari tanah dan karbon dioksida dari udara bereaksi dengan sinar matahari dan pigmen klorofil menghasilkan

glukosa dan oksigen. Energi yang terbentuk disimpan dalam daun, batang, akar, biji, maupun buah yang akan dilepaskan melalui proses oksidasi makanan dalam tubuh (Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 2007).

Karbohidrat dapat dibedakan menjadi monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Monosakarida ialah karbohidrat yang paling sederhana yang tidak dapat dihidrolisis menjadi karbohidrat lain. Sebagian besar monosakarida dikenal sebagai heksosa, karena terdiri atas 6-rantai atau cincin karbon. Ada tiga jenis heksosa yang penting dalam ilmu gizi, yaitu glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Ketiga macam monosakarida ini mengandung jenis dan jumlah atom yang sama, yaitu 6 atom karbon, 12 atom hidrogen, dan 6 atom oksigen. Perbedaannya hanya terletak pada cara penyusunan atom-atom hidrogen dan oksigen di sekitar atom-atom karbon (Almatsier, 2009).

Glukosa memegang peranan sangat penting dalam ilmu gizi, dimana sel hidup menggunakan komponen ini sebagai sumber energi. Glukosa menjadi komponen utama yang membentuk pati, yaitu suatu unit polisakarida dalam gandum, beras, kentang dan sagu yang pada umumnya menjadi bahan makanan pokok di berbagai belahan dunia (Almatsier, 2009).

Fruktosa, dinamakan juga levulosa atau gula buah adalah gula paling manis. Fruktosa mempunyai rumus kimia yang sama dengan glukosa yaitu  $C_6H_{12}O_6$ , namun strukturnya berbeda. Gula ini terdapat dalam madu bersama glukosa, dalam buah, nektar bunga, dan juga di dalam sayur berbeda (Almatsier, 2009). Gambar berikut merupakan gambar struktur glukosa dan fruktosa.



**Gambar 1.** Struktur Glukosa dan Fruktosa (Almatsier, 2009).

Sedangkan oligosakarida adalah karbohidrat yang terdiri dari 3-10 unit monosakarida. Contohnya ialah rafinosa trisakarida (Gal-Glc-Fuc) dan stasiosa tetrasakarida (Gal-Gal-Glc-Fuc), keduanya terdapat pada biji-bijian. Karena tidak dapat dicerna pada usus halus, keduanya menyediakan substrat untuk fermentasi bakteri di usus besar dan khususnya pembentukan gas (gas lambung) (Nilamsari dan Fajriyah, 2013).

Polisakarida ialah karbohidrat yang lebih dari sepuluh satuan monosakarida dan dapat berantai lurus atau bercabang. Kebanyakan dari gula tersebut mengandung beberapa ratus atau bahkan ribuan gula sederhana. Polisakarida dirombak dalam saluran pencernaan menjadi karbohidrat yang sederhana dengan kelengkapan tingkatan yang beragam (Estien dan Lisda, 2006).

Polisakarida dibuat oleh tumbuhan dari karbon dioksida dan air (karbohidrat nabati) serta sedikit dari hewan (karbohidrat hewani). Di dalam tumbuhan karbohidrat mempunyai dua fungsi utama yaitu sebagai simpanan energi dan sebagai penguat struktur tumbuhan tersebut. Sumber energi tersebut terdapat dalam bentuk zat tepung (amilum) dan zat gula (mono dan

disakarida), timbunan zat tepung terdapat di dalam biji, akar, dan batang. Sedangkan gula terdapat di dalam daging buah dan di dalam cairan tumbuhan, misalnya di dalam batang tebu. Karbohidrat sebagai penguat struktur tumbuhan terdapat sebagai selulosa di dalam dinding sel. Menurut Almatsier (2009) karbohidrat memiliki berbagai macam fungsi bagi tubuh, diantaranya adalah :

- a. Sumber energi
- b. Pemberi rasa manis pada makanan. Karbohidrat memberi rasa manis pada makanan, khususnya mono dan disakarida. Alat kecapan manusia merasakan rasa manis tersebut.
- c. Penghemat protein
- d. Pengatur metabolisme lemak
- e. Membantu pengeluaran feses

Kekurangan asupan karbohidrat dapat menimbulkan kehilangan energi, mudah lelah, terjadi pemecahan protein yang berlebihan dan akan mengalami gangguan keseimbangan air sehingga mengganggu pencernaan. Sebaliknya jika seseorang kelebihan mengkonsumsi karbohidrat akan menyebabkan berat badan meningkat dan terjadi obesitas serta penyakit diabetes mellitus. Namun konsumsi karbohidrat tidak boleh melebihi kadar yang dibutuhkan oleh tubuh. Bila karbohidrat itu meningkat setiap hari, maka akan terjadi pembentukan lemak sebagai akibat penyimpanan pada jaringan adiposa di bawah kulit.

Dalam analisis karbohidrat dapat dilakukan dengan pengukuran kadar total gula dengan metode fenol-asam sulfat. Metode fenol-asam sulfat merupakan salah satu uji kuantitatif yang digunakan untuk mengukur total gula. Total gula menunjukkan jumlah karbohidrat yang terkandung dalam hidrolisat, baik senyawa reduktif maupun nonreduktif. Total gula ditetapkan berdasarkan metode fenol dengan prinsip bahwa gula sederhana, oligosakarida, polisakarida dan turunannya bereaksi dengan fenol dan asam sulfat pekat menghasilkan warna orange-kekuningan yang stabil (Bintang, 2010).

Metode ini dapat digunakan untuk menetapkan total gula semua bahan pangan dengan persiapan sampel terlebih dahulu. Kurva standar dibuat dengan menggunakan larutan glukosa standar yang mengandung 0, 10, 20, 30, 40 dan 60 ppm glukosa, masing-masing dipipet sebanyak 1 mL lalu dimasukkan ke dalam tabung rekasi. Ditambahkan larutan fenol 5% lalu dikocok. Kemudian ditambahkan secara cepat larutan  $H_2SO_4$  (asam sulfat) pekat dengan cara menuangkan secara tegak lurus ke permukaan larutan. Biarkan selama 10 menit, kocok. Lalu tempatkan dalam penangas air (air panas) selama 15 menit. Diukur absorbansinya pada 490 nm untuk heksosa dan asam uronat. Penetapan sampel dilakukan dengan mengambil sampel yang telah diencerkan sebanyak 1 mL lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan larutan fenol 5% lalu di kocok. Kemudian ditambahkan secara cepat larutan  $H_2SO_4$  (asam sulfat) pekat dengan cara menuangkan secara tegak lurus ke permukaan larutan. Biarkan selama 10 menit, kocok.

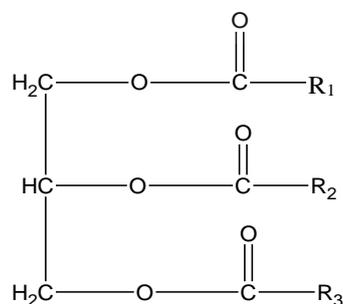
Lalu tempatkan dalam penangas air (air panas) selama 15 menit. Diukur absorbansinya pada 490 nm untuk heksosa dan 480 nm untuk pentosa dan asam uronat. Data yang diperoleh di plot pada persamaan kurva standar.

### 3.7 Lemak

Lipid (Yunani, lipos = lemak) adalah sekelompok besar senyawa alam yang tak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non polar seperti n-heksan, kloroform, dan dietil eter. Sifat inilah yang membedakan lipid dari karbohidrat, protein, asam nukleat, dan kebanyakan molekul hayati lainnya (Tim Dosen Kimia UPT MKU, 2011).

Lipid adalah salah satu kategori molekul biologis yang besar yang tidak mencakup polimer. Senyawa yang disebut lipid dikelompokkan bersama karena memiliki satu ciri penting yaitu lipid tidak memiliki atau sedikit sekali afinitasnya terhadap air. Perilaku hidrofobik lipid didasarkan berdasarkan struktur molekulernya (Tim Dosen Biologi UPT MKU, 2010).

Menurut Herlina dan Ginting (2002), secara umum struktur lemak sebagai berikut:



**Gambar 2.** Struktur Lemak (Herlina dan Ginting, 2002).

Lemak atau lipid mempunyai sifat fisika. Adapun sifat fisika yang dimaksud adalah (Poedjiadi dan Supriyanti, 2009):

- 1) Tidak larut dalam air, tetapi larut dalam satu atau lebih dari satu pelarut organik misalnya eter, aseton, kloroform, benzena, yang sering juga disebut pelarut lemak
- 2) Ada hubungan dengan asam-asam lemak atau esternya
- 3) Mempunyai kemungkinan digunakan oleh makhluk hidup

Lemak mempunyai peran penting dalam tubuh manusia, sebab lemak adalah sumber energi yang tinggi. Lemak dibedakan menjadi lemak jenuh dan lemak tidak jenuh. Konsumsi lemak perlu dibatasi khususnya mengurangi lemak jenuh dengan makanan. Kelebihan lemak dalam tubuh terutama lemak dengan kandungan kolesterol yang tinggi akan menyebabkan kegemukan dan penyakit seperti jantung, ginjal, diabetes dan hipertensi (Wirakusumah *et al.*, 2002).

Senyawa-senyawa yang termasuk lipid ini dapat dibagi dalam tiga golongan besar, yakni lipid sederhana, yang merupakan ester asam lemak dengan berbagai alkohol, contohnya lemak atau gliserida dan lilin (*waxes*); kedua adalah lipid gabungan yaitu ester asam lemak yang mempunyai gugus tambahan, contohnya fosfolipid, serebrosida; dan ketiga merupakan derivat lipid, yaitu senyawa yang dihasilkan oleh proses hidrolisis lipid, contohnya asam lemak, gliserol, dan sterol. Di samping itu, berdasarkan sifat kimia yang penting, lipid dapat dibagi dalam dua golongan yang besar, yakni lipid yang dapat disabunkan, yakni dapat dihidrolisis dengan basa, contohnya lemak,

dan lipid yang tidak dapat disabunkan, contohnya steroid (Poedjadi dan Supriyanti, 2009).

Menurut Dadang (2006), fungsi lemak sebagai berikut:

- a. Melarut vitamin A,D,E, dan K dapat diserap oleh dinding usus halus
- b. Melindungi alat-alat tubuh yang halus
- c. Memperbaiki rasa pada makanan
- d. Penyimpan tenaga sebagai bahan penyekat yang melindungi dari rasa dingin yang merusak

Faktor yang menyebabkan kerusakan pada lipid, meliputi:

1. Penyerapan bau Lipid mudah sekali menyerap bau

Jika bahan pembungkus bahan dapat menyerap lipid, maka lipid yang terserap dapat teroksidasi oleh udara sehingga rusak dan berbau. Bau dari lipid yang rusak ini akan mudah terserap oleh lipid lain yang ada dalam bungkusannya sehingga seluruh lipid akan menjadi rusak.

2. Hidrolisis

Lipid dapat terhidrolisis menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisis ini berlangsung karena adanya air dan dipercepat oleh adanya kondisi basa, kondisi asam, maupun enzim lipase. Jumlah asam lemak bebas yang meningkat pada bahan dapat memudahkan terjadinya oksidasi sehingga akan menghasilkan citarasa dan bau tengik yang tidak dikehendaki.

### 3. Oksidasi dan ketengikan

Ketengikan disebabkan oleh adanya autooksidasi radikal asam lemak tidak jenuh dalam lipid. Autooksidasi ini dimulai dengan pembentukan radikal-radikal bebas yang disebabkan oleh faktor, seperti oksigen, panas, enzim lipoksidase, cahaya, hidroperoksida, logam berat Cu, Fe, Mn, Co, dan logam porfirin. Radikal asam lemak tidak jenuh yang kontak dengan oksigen dari udara akan membentuk peroksida aktif yang dapat membentuk hidroperoksida yang bersifat sangat tidak stabil dan mudah pecah menjadi senyawa dengan rantai karbon lebih pendek, seperti aldehid, asam lemak, dan keton yang bersifat volatil sehingga dapat menimbulkan bau tengik pada lipid (Winarno, 2008).

Dalam analisis lemak, sulit untuk melakukan ekstraksi lemak secara murni. Hal itu disebabkan pada waktu ekstraksi lemak dengan pelarut lemak, seperti phospholipid, sterol, asam lemak bebas, pigmen karotenoid, dan klorofil. Oleh karena itu, hasil analisis lemak ditetapkan sebagai lemak kasar. Terdapat dua metode dalam penentuan kadar lemak suatu sampel, yaitu metode ekstraksi kering (menggunakan soklet) dan metode ekstraksi basah. Ekstraksi dengan soklet memberikan hasil ekstrak yang lebih tinggi karena pada cara ini digunakan pemanasan yang diduga memperbaiki kelarutan ekstrak. Dibandingkan dengan cara maserasi, ekstraksi dengan Soklet memberikan hasil ekstrak yang lebih tinggi. Pengukuran kadar lemak dapat dilakukan dengan menimbang kira-kira 5 gram sampel dibungkus dengan kertas saring, lalu dimasukkan ke dalam alat ekstraksi soklet yang telah berisi

pelarut non polar. Sokletasi dilakukan selama 5 jam. Selanjutnya labu lemak yang mengandung lemak hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C. Setelah dikeringkan sampai berat konstan dan didinginkan dalam desikator, labu beserta lemak ditimbang. Analisis lemak mengacu pada metode AOAC tahun 2005 (Hernawati, 2010). Soklet biasa digunakan dalam pengekstrasian lemak pada suatu bahan makanan. Metode soklet ini dipilih karena pelarut yang digunakan lebih sedikit (efisiensi bahan) dan larutan sari yang dialirkan melalui sifon tetap tinggal dalam labu, sehingga pelarut yang digunakan untuk mengekstrak sampel selalu baru dan meningkatkan laju ekstraksi. Waktu yang digunakan lebih cepat. Kerugian metode ini ialah pelarut yang digunakan harus mudah menguap dan hanya digunakan untuk ekstraksi senyawa yang tahan panas.

### **3.8 Metode Ekstraksi**

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak larut dengan pelarut cair. Senyawa aktif yang terdapat dalam berbagai simplisia dapat digolongkan ke dalam golongan minyak atsiri, alkaloid, flavonoid, dan lain-lain. Dengan diketahuinya senyawa aktif yang dikandung simplisia akan mempermudah pemilihan pelarut dan cara ekstraksi yang tepat (Ditjen POM, 2000).

Menurut Darwis (2000), ada beberapa metode ekstraksi senyawa yang umum digunakan, diantaranya adalah maserasi, perkolasi, sokletasi, destilasi uap, dan pengempasan. Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sokletasi, refluks, dan evaporasi.

### 3.8.1 Sokletasi

Sebuah ekstraktor soklet adalah bagian dari peralatan laboratorium yang ditemukan pada tahun 1879 oleh Franz von Soxhlet. Soklet awalnya dirancang untuk ekstraksi lipid dari bahan padat. Namun, ekstraktor Soklet tidak terbatas pada ekstraksi lipid. Biasanya, ekstraksi Soklet hanya diperlukan apabila senyawa yang diinginkan memiliki kelarutan terbatas dalam pelarut, dan pengotor tidak larut dalam pelarut. Jika senyawa yang diinginkan memiliki kelarutan yang signifikan dalam pelarut maka filtrasi sederhana dapat digunakan untuk memisahkan senyawa dari substansi pelarut.

Biasanya bahan padat yang mengandung beberapa senyawa yang diinginkan ditempatkan dalam sebuah sarung tangan yang terbuat dari kertas filter tebal, yang dimuat ke dalam ruang utama dari ekstraktor soklet. Ekstraktor Soklet ditempatkan ke botol berisi ekstraksi pelarut. Soklet tersebut kemudian dilengkapi dengan sebuah kondensor. Prinsip soklet ialah ekstraksi menggunakan pelarut yang selalu baru yang umumnya sehingga terjadi ekstraksi kontinyu dengan jumlah pelarut konstan dengan adanya pendingin balik. Sokletasi merupakan proses ekstraksi yang menggunakan penyarian berulang dan pemanasan. Penggunaan metode sokletasi adalah dengan cara memanaskan pelarut hingga membentuk uap dan membasahi sampel. Pelarut yang sudah membasahi sampel kemudian akan turun menuju labu pemanasan dan kembali menjadi uap untuk membasahi sampel, sehingga penggunaan pelarut lebih hemat karena terjadi sirkulasi pelarut yang selalu

membasahi sampel. Proses ini sangat baik untuk senyawa yang tidak terpengaruh oleh panas (Darwis, 2000).

### 3.8.2 Refluks

Refluks adalah komponen kimia yang tahan terhadap pemanasan dan mempunyai tekstur yang keras seperti akar, batang, dan buah atau biji. Sampel atau bahan yang akan diekstraksi ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam labu alas bulat dan diisi dengan cairan penyari yang sesuai misalnya metanol sampai serbuk simplisia terendam kurang lebih 2 cm di atas permukaan simplisia, atau  $\frac{2}{3}$  volume labu kemudian labu alas bulat dipasang kuat pada statif dan ditempatkan di atas *water bath* atau *heating* mantel lalu dipasang kondensor pada labu alas bulat yang dikuatkan dengan klem pada statif. Aliran air dan pemanas dijalankan sesuai dengan suhu pelarut yang digunakan. Setelah 4 jam dilakukan penyaringan, filtrat ditampung dalam wadah penampung dan ampasnya ditambah laju dengan pelarut dan dikerjakan seperti semula. Ekstraksi dilakukan selama 3-4 jam. Filtrat yang diperoleh dikumpulkan dan dipekatkan dengan alat rotavapor (Makhmud, 2001).

## 3.9 Evaporasi

Evaporasi dapat didefinisikan dalam dua kondisi, yaitu evaporasi yang berarti proses penguapan yang terjadi secara alami dan evaporasi yang dimaknai proses penguapan yang timbul akibat diberikan uap panas (*steam*) dalam suatu peralatan. Evaporasi merupakan suatu proses penguapan

sebagian dari pelarut sehingga didapatkan larutan zat cair pekat yang konsentrasinya lebih tinggi. Tujuan dari evaporasi itu sendiri yaitu untuk memekatkan larutan yang terdiri dari zat terlarut yang tak mudah menguap dan pelarut yang mudah menguap.

Menurut (Wirakartakusumah, 2001) di dalam pengolahan hasil pertanian proses evaporasi bertujuan untuk:

1. Meningkatkan konsentrasi atau viskositas larutan sebelum diproses lebih lanjut
2. Memperkecil volume larutan sehingga dapat menghemat biaya pengepakan, penyimpanan dan transportasi
3. Menurunkan aktivitas air dengan cara meningkatkan konsentrasi solid terlarut sehingga bahan menjadi awet
4. Mekanisme kerja evaporator adalah *steam* yang dihasilkan oleh alat pemindah panas, kemudian panas yang ada (*steam*) berpindah pada bahan atau larutan sehingga suhu larutan akan naik sampai mencapai titik didih. *Steam* masih digunakan atau disuplai sehingga terjadi peningkatan tekanan uap.

Selama proses evaporasi dapat terjadi perubahan-perubahan pada bahan, baik yang menguntungkan maupun yang merugikan. Perubahan-perubahan yang terjadiantara lain perubahan viskositas, kehilangan aroma, kerusakan komponen gizi, terjadinya pencokelatan dan lain-lain. Peralatan yang digunakan untuk memindahkan panas ke bahan bermacam-macam bentuk dan jenisnya. Penggunaan bermacam-macam peralatan ini akan berpengaruh pada

kemudahan penguapan dan retensi zat gizi. Retensi zat gizi juga dipengaruhi oleh lama waktu pemanasan larutan di dalam evaporator. Semakin lama pemanasan maka retensi zat gizi semakin menurun (Tejasari, 2005).

Menurut (Wirakartakusumah, 2001) faktor yang dapat mempengaruhi proses evaporasi terhadap kecepatan penguapan, perubahan komponen kimia bahan pangan dan lainnya :

1. Suhu dan Tekanan

Suhu evaporasi berpengaruh pada kecepatan penguapan. Makin tinggi suhu evaporasi maka penguapan yang terjadi semakin cepat. Namun, penggunaan suhu yang tinggi dapat menyebabkan beberapa bahan yang sensitif terhadap panas mengalami kerusakan. Untuk memperkecil resiko kerusakan tersebut maka suhu evaporasi yang digunakan harus rendah.

2. Lama evaporasi

Makin tinggi suhu evaporasi maka penguapan yang terjadi semakin cepat. Semakin lama evaporasi yang terjadi maka semakin banyak zat gizi yang hilang dari bahan pangan. Suhu evaporasi seharusnya dilakukan serendah mungkin dan waktu proses juga dilakukan sesingkat mungkin.

3. Luas permukaan

Dengan lebih luasnya permukaan bahan maka semakin luas pula permukaan bahan pangan yang berhubungan langsung dengan medium pemanasan dan lebih banyak air yang dapat keluar dengan cepat dari bahan makanan sehingga evaporasi semakin cepat.

#### 4. Jenis bahan dan Viskositas cairan

Jenis bahan juga mempengaruhi teknik evaporasi yang digunakan. Makin tinggi viskositas cairan, tingkat sirkulasi akan menurun, sehingga menurunkan koefisien transfer panas. Hal ini akan menghambat proses penguapan.

#### 5. Adanya kerak

Selama proses evaporasi adanya padatan yang tersuspensi dalam cairan akan menimbulkan kerak pada evaporator. Adanya kerak tersebut menyebabkan koefisien transfer panas mengalami penurunan sehingga proses penguapan terhambat.

### 1.10 Spektrofotometri UV-Visible

Spektrofotometri UV-Vis adalah pengukuran panjang gelombang dan intensitas sinar ultraviolet dan cahaya tampak yang diabsorpsi oleh sampel. Sinar ultraviolet dan cahaya tampak memiliki energi yang cukup untuk mempromosikan elektron pada kulit terluar ke tingkat energi yang lebih tinggi. Spektrum UV-Vis mempunyai bentuk yang lebar dan hanya sedikit informasi tentang struktur yang bisa didapatkan dari spektrum ini. Tetapi spektrum ini sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif (Dachriyanus, 2004).

Prinsip kerja spektrofotometer berdasarkan hukum Lambert Beer adalah bila cahaya monokromatik melalui suatu media, maka sebagian cahaya tersebut diserap, sebagian dipantulkan dan sebagian lagi dipancarkan. Cahaya yang berasal dari lampu deuterium maupun wolfram yang bersifat

polikromatis diteruskan melalui lensa menuju ke monokromator pada spektrofotometer dan filter cahaya pada fotometer. Monokromator kemudian akan mengubah cahaya polikromatis menjadi cahaya monokromatis (tunggal). Berkas-berkas cahaya dengan panjang tertentu kemudian akan dilewatkan pada sampel yang mengandung suatu zat dalam konsentrasi tertentu. Oleh karena itu, terdapat cahaya yang diserap (diabsorpsi) dan ada pula yang dilewatkan. Cahaya yang dilewatkan ini kemudian diterima oleh detektor. Sinyal listrik dari detektor diproses, diubah ke digital dan dilihat hasilnya, perhitungan dilakukan dengan komputer yang sudah terprogram untuk mengetahui cahaya yang diserap oleh sampel. Cahaya yang diserap sebanding dengan konsentrasi zat yang terkandung dalam sampel sehingga akan diketahui konsentrasi zat dalam sampel secara kuantitatif (Clark, 2007).

Sinar ultraviolet mempunyai panjang gelombang antara 200-400 nm, sementara sinar tampak mempunyai panjang gelombang 400-800 nm (Dachriyanus, 2004). Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang optimum, setiap komponen dari instrumen yang dipakai harus berfungsi dengan baik. Komponen-komponen spektrofotometri UV-Vis meliputi :

1. Sebagai sumber sinar; lampu deuterium atau lampu hidrogen untuk pengukuran UV dan lampu tungsten digunakan untuk daerah visibel.
2. Monokromator; digunakan untuk mendispersikan sinar ke dalam komponen-komponen panjang gelombangnya yang selanjutnya akan dipilih oleh celah (*slit*). Monokromator berputar sedemikian rupa

sehingga kisaran panjang gelombang dilewatkan pada sampel sebagai *scan* instrumen melewati spektrum.

3. Optik-optik, dapat didesain untuk memecah sumber sinar sehingga sumber sinar melewati dua kompartemen, dan sebagaimana dalam spektrofotometer berkas ganda (*double beam*), suatu larutan blanko dapat digunakan dalam satu kompartemen untuk mengoreksi pembacaan atau spektrum sampel. Yang paling sering digunakan sebagai blanko dalam spektrofotometri adalah semua pelarut yang digunakan untuk melarutkan sampel atau pereaksi (Rohman, 2007).

### **3.11 Hipotesis Penelitian**

Banyaknya kandungan nutrisi yang baik dan produksi yang tinggi pada ubi jalar putih dapat dibuat suatu tepung modifikasi dengan cara fermentasi menggunakan starter bakteri *Lactobacillus plantarum* yang dapat mempengaruhi kandungan serat, karbohidrat, dan lemak. Hal ini dapat mengurangi ketergantungan impor gandum (sebagai bahan baku tepung terigu).

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Alat dan Bahan**

##### **4.1.1 Alat yang digunakan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas, neraca analitik, seperangkat alat ekstraksi sokletasi, propipet, kaca arloji, seperangkat alat evaporasi, sendok sungsung, kertas saring biasa, loyang, oven, blender, saringan, benang, botol sampel, batu didih, stirer, magnetic stirer, pisau, spektrofotometer UV-Visible, seperangkat alat refluks, penangas air, kompor listrik, dan pH universal.

##### **4.1.2 Bahan yang digunakan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ubi jalar putih, starter bakteri *Lactobacillus plantarum* (diperoleh dari LIPI Yogyakarta), n-heksana teknis, akuades, asam sulfat pekat (Merck), fenol (Merck), natrium hidroksida (Merck), alkohol 96% (Merck), kalium sulfat (Merck), dan glukosa (Merck).

#### **4.2 Prosedur Penelitian**

##### **4.2.1 Aktivasi Bakteri**

Pengaktifan starter bakteri *Lactobacillus plantarum* dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

Ditimbang  $\pm 2$  gram *Lactobacillus plantarum* kemudian ditambah akuades sebanyak 200 mL. Dilarutkan dengan menggunakan stirrer hingga larut, selanjutnya didiamkan selama 12 jam. Diulangi tahap tersebut sebanyak 3 kali.

#### 4.2.2 Persiapan Sampel Tepung Ubi Jalar Putih

Persiapan sampel ubi jalar putih dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

Dikupas dan dibersihkan ubi jalar putih yang akan difermentasi, kemudian ubi jalar putih dipotong dengan bentuk dadu. Ditimbang dan dicatat hasil yang diperoleh, selanjutnya ubi jalar putih siap untuk difermentasi. Ubi jalar putih direndam dengan larutan bakteri hingga ubi jalar putih terendam secara sempurna. Proses fermentasi dilakukan berdasarkan variasi waktu yang telah ditentukan, yaitu 0, 6, 12 dan 24 jam. Setelah proses fermentasi selesai, selanjutnya ubi jalar putih ditiriskan. Ubi jalar putih dikeringkan dengan cara dioven pada temperatur 50 °C hingga kering. Ubi jalar putih yang sudah kering kemudian dihaluskan dengan blender. Setelah halus, tepung ubi jalar putih diayak dengan ayakan atau saringan.

#### 4.2.3 Persiapan Pereaksi

a. Pembuatan larutan glukosa standar (500 ppm)

Ditimbang 0,5 gram glukosa dan dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL, kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas. Selanjutnya diguncang hingga homogen.

b. Pembuatan larutan glukosa standar (20, 40, 60 dan 80 ppm)

Dipipet masing-masing larutan glukosa standar 500 ppm sebanyak 1, 2, 3, dan 4 mL, dimasukkan dalam labu ukur 25 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas dan diguncang larutan hingga homogen.

c. Pembuatan larutan Fenol 5%

Ditimbang 5 gram fenol dan dimasukkan dalam labu ukur 100 mL, kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas dan diguncang hingga homogen.

d. Pembuatan larutan Asam sulfat 1,25%

Dipipet sebanyak 1,38 mL asam sulfat pekat dan dimasukkan ke dalam gelas beker 200 mL yang sebelumnya telah diisi akuades, kemudian ditera sampai tanda batas, dan diaduk hingga homogen.

e. Pembuatan larutan Natrium hidroksida 1,25%

Ditimbang 2,5 gram NaOH dan dimasukkan kedalam gelas beker 200 mL, kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas, dan diaduk hingga homogen.

f. Pembuatan larutan Kalium sulfat

Ditimbang 10 gram kalium sulfat dan dimasukkan ke dalam gelas beker 100 mL, kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas, dan diaduk hingga homogen.

#### 4.2.4 Analisis Kadar Serat Kasar

Pengukuran kadar serat kasar dengan metode *crude fiber* berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tanjung dan Kusnadi (2015) dengan judul Biskuit Bebas Gluten dan Bebas Kasein Bagi Penderita Autis. Analisis kadar serat kasar pada tepung ubi jalar putih dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

Ditimbang 2 gram tepung ubi jalar putih variasi 0, 6, 12 dan 24 jam dan diekstraksi lemaknya dengan soklet selama 5 jam. Tepung ubi jalar putih dipindahkan ke dalam labu alas bulat 500 mL. Ditambahkan 200 mL larutan  $H_2SO_4$  1,25% dan ditutup dengan pendingin balik. Selanjutnya direfluks sampai mendidih, dan ditunggu sampai 30 menit. Setelah 30 menit mendidih, ditunggu sampai larutan dingin. Tepung ubi jalar putih disaring menggunakan kertas saring dan residu yang tertinggal dalam labu alas bulat dicuci dengan akuades. Dicuci residu dalam kertas saring sampai pH netral kisaran 6-7 menggunakan pH universal. Dipindahkan residu dari kertas saring kedalam labu alas bulat kembali dengan spatula, dan sisanya dicuci dengan larutan NaOH 1,25% sebanyak 200 mL sampai semua residu masuk kedalam labu alas bulat. Dididihkan dengan pendingin balik, ditunggu 30 menit dari awal mendidih. Setelah mendidih, didinginkan dan disaring menggunakan kertas saring yang telah dioven pada temperatur 110 °C dan diketahui beratnya. Dicuci residu dalam kertas saring sampai pH netral kisaran 6-7 menggunakan pH universal. Setelah netral, residu dicuci dengan larutan kalium sulfat 10%, air panas, dan kemudian dengan alkohol 96% sebanyak 20 mL. Kertas saring

dengan residu dioven pada temperatur 110 °C, didinginkan dalam desikator, dan ditimbang sampai berat konstan.

#### 4.2.5 Analisis Kadar Total Karbohidrat

Pengukuran kadar total karbohidrat dengan metode fenol sulfat berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Marlida *et al.* (2014) dengan judul penelitian Produksi Glukosa dari Batang Kelapa Sawit Melalui Proses Hidrolisis Secara Enzimatis Menggunakan Amilase Termotabil. Analisis kadar total karbohidrat pada tepung ubi jalar putih dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

a. Penentuan panjang gelombang ( $\lambda$ ) maksimum

Dipipet larutan glukosa standar masing-masing 0,5 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi terpisah kemudian direndam air di dalam penangas. Ditambahkan 1 mL fenol 5% dan 3 mL asam sulfat pekat kedalam larutan standar glukosa. Dibiarkan selama 10 menit kemudian divorteks atau dikocok, dan didiamkan kembali selama 20 menit. Selanjutnya diukur serapan panjang gelombang pada 400-800 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Visibel.

b. Persiapan kurva kalibrasi larutan glukosa standar

Dibuat larutan glukosa standar 20, 40, 60 dan 80 ppm dalam labu ukur 25 mL. Masing-masing larutan standar dipipet 0,5 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian direndam air dalam penangas. Ditambahkan 1 mL fenol 5% dan 3 mL asam sulfat pekat kedalam larutan.

Dibiarkan selama 10 menit kemudian divorteks atau dikocok, dan didiamkan kembali selama 20 menit. Selanjutnya diukur serapan pada panjang gelombang 490,5 nm dengan menggunakan blanko akuades. Hasil pengukuran absorbansi dibuat dalam bentuk kurva kalibrasi.

c. Penentuan kadar karbohidrat dalam sampel

Pengukuran sampel dilakukan dengan cara menimbang 0,5 gram tepung ubi jalar kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi, selanjutnya direndam dengan air dalam penangas dan ditambahkan 1 mL fenol 5% dan 3 mL asam sulfat pekat secara hati-hati. Dibiarkan 10 menit, lalu divorteks dan dibiarkan kembali selama 20 menit. Selanjutnya dilakukan pengenceran pada sampel sebanyak 250 mL. Dapat dilakukan dengan memipet larutan sampel sebanyak 0,5 mL kemudian diencerkan dengan akuades hingga tanda batas, dan digojog hingga homogen. Diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Visibel pada panjang gelombang 490,5 nm.

#### **4.2.6 Analisis Kadar Lemak**

Pengukuran kadar lemak menggunakan metode sokletasi mengacu pada metode AOAC tahun 2005. Analisis kadar lemak pada tepung ubi jalar putih dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

Dalam analisis kadar lemak ditentukan dengan metode sokletasi. Prinsip analisis ini adalah melarutkan lemak dengan pelarut n-heksana. Tepung ubi jalar putih sebanyak 25 gram dibungkus dengan kertas saring kemudian diikat dengan benang. Bungkus tepung ubi jalar putih diletakkan di dalam

ekstraktor dan diektrak dengan solvent n-heksana teknis sebanyak 250 mL pada suhu  $\pm 65$  °C selama 2 jam. Selanjutnya filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan rotary evaporator sehingga diperoleh ekstrak kental tepung ubi jalar putih. Ekstrak kental yang diperoleh kemudian ditimbang dengan teliti.



## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Fermentasi Ubi Jalar Putih

Modifikasi tepung ubi jalar putih dilakukan dengan cara fermentasi menggunakan starter bakteri asam laktat. Cara pengolahannya cukup sederhana, kulit ubi jalar putih dikupas hingga bersih, di potong-potong dadu untuk mengecilkan ukuran ubi jalar putih, kemudian dicuci bersih dan dilanjutkan tahap fermentasi selama 6-24 jam. Dalam penelitian ini digunakan bakteri *Lactobacillus plantarum* untuk membuat tepung modifikasi ubi jalar putih dan dilakukan analisis kadar serat, karbohidrat, dan lemak.

Dalam pengolahan pangan menggunakan bakteri *Lactobacillus plantarum* memiliki sifat antagonis terhadap mikroorganisme penyebab kerusakan makanan, lebih tahan terhadap keadaan asam, harga yang murah, penghasil hidrogen peroksida tertinggi, dan dapat menghasilkan bakteriosin yang berfungsi sebagai zat antibiotik. Proses fermentasi juga berperan dalam memicu ubi jalar putih menghasilkan asam laktat. Bakteri akan memecah selulosa dan melubangi dinding granula pati sehingga dapat menghasilkan glukosa. Mikroba tertentu mengubah glukosa menjadi asam-asam organik, terutama asam laktat yang baunya seperti susu. Bau ini yang menutupi bau khas ubi jalar putih sehingga bau tepung ubi jalar putih menjadi netral.

Pada pembuatan tepung modifikasi ubi jalar putih, kulit ubi jalar putih dikupas setipis mungkin sampai bersih agar daging ubi jalar putih tidak terbuang sehingga rendemen yang diperoleh lebih maksimal. Dilanjutkan proses pemotongan ubi jalar putih, proses ini merupakan proses pengecilan ukuran pada sampel dilakukan untuk menentukan bentuk yang diinginkan dan memudahkan proses selanjutnya. Bentuk potongan ini berpengaruh terhadap kinerja starter *Lactobacillus plantarum* yang digunakan. Proses selanjutnya adalah pencucian pada sampel ubi jalar putih berfungsi untuk menghilangkan kotoran dan tanah yang menempel pada sampel ubi jalar putih selama proses pengupasan, mutu bahan baku yang digunakan berpengaruh terhadap produk akhir yang didapatkan.

Tahap selanjutnya adalah ubi jalar putih difermentasi dengan bakteri *Lactobacillus plantarum*, setelah dilakukan fermentasi, selanjutnya ubi jalar putih terfermentasi dikeringkan yang bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan, berat bahan, dan mengawetkan bahan, serta untuk memudahkan proses selanjutnya. Tahap terakhir adalah ubi jalar putih terfermentasi dihaluskan dan disaring yang bertujuan untuk mengecilkan ukuran dan memudahkan dalam analisis, sehingga diperoleh tepung modifikasi ubi jalar putih. Tepung modifikasi ubi jalar putih yang dihasilkan mengalami tingkat kecerahan selama proses fermentasi. Kenaikan tingkat kecerahan, dan penurunan derajat kuning tepung ubi jalar putih disebabkan karena hilangnya pigmen warna kuning selama fermentasi. Pigmen warna kuning yang banyak terdapat pada ubi jalar putih berasal dari karotenoid. Hilangnya karotenoid diduga

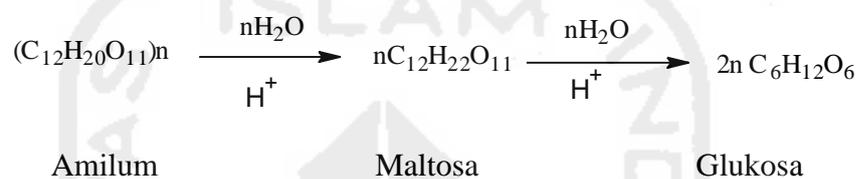
disebabkan adanya enzim *pectinase* dan *cellulose* yang muncul akibat aktivitas mikroba selama fermentasi. Sehingga semakin lama waktu fermentasi, maka warna tepung yang dihasilkan akan semakin cerah (Storebakken *et al.*, 2004).

## 5.2 Analisis Kadar Serat Kasar

Analisis kadar serat kasar merupakan usaha untuk mengetahui kadar serat kasar pada makanan. Dalam analisis serat tepung ubi jalar, dilakukan dengan metode *crude fiber* atau serat kasar. Prinsip utama dari serat dalam pangan adalah mengikat air, selulosa, dan pektin. Serat kasar adalah bagian dari pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan serat kasar yaitu asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  1,25%) dan natrium hidroksida (NaOH 1,25%), karena asam sulfat dan natrium hidroksida mempunyai kemampuan yang lebih besar dalam menghidrolisis komponen-komponen pangan dibandingkan dengan enzim-enzim pencernaan (Muchtadi, 2001). Danuarsa (2006) menyatakan bahwa serat kasar adalah semua zat organik yang tidak larut dalam  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,3 N dan dalam NaOH 1,5 N yang berturut-turut dimasak selama 30 menit.

Dalam penelitian ini sampel yang digunakan adalah tepung ubi jalar putih yang sudah difermentasi. Kandungan lemak yang ada dalam tepung ubi jalar putih diekstraksi dengan metode sokletasi selama 5 jam. Sampel yang sudah kering kemudian dianalisis dan ditimbang sebanyak 2 gram. Sampel yang sudah diketahui beratnya, selanjutnya dipindahkan ke dalam labu alas bulat, dan ditambahkan 200 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1,25% kemudian dihidrolisis dengan

refluks sampai mendidih selama 30 menit, refluks digunakan untuk mempercepat proses pemisahan. Residu yang dihasilkan dicuci menggunakan akuades sampai pH netral, dapat dicek menggunakan pH universal. Residu yang dihasilkan direfluks kembali menggunakan NaOH 1,25%. Saring kembali lalu dicuci dengan akuades hingga pH netral. Reaksi yang terjadi ketika pati (amilum) dihidrolisis dengan asam sulfat :



Pati atau amilum dalam suasana asam bila dipanaskan dapat terhidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana, yaitu maltosa dan glukosa. Hidrolisis pati menjadi gula dapat terjadi saat ada perlakuan asam yaitu memecah ikatan glikosidik yang menghubungkan antar glukosa. Residu yang dihasilkan dari selanjutnya dilakukan pencucian secara berturut-turut dengan 20 mL K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10% , 20 mL akuades panas, dan 20 mL alkohol 96%. Penggunaan larutan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> berfungsi untuk melarutkan garam mineral yang terbentuk selama proses hidrolisis berlangsung. Penggunaan akuades panas dimaksudkan untuk melarutkan glukosa atau maltosa yang larut dalam air panas. Sedangkan penggunaan alkohol 96% untuk menghilangkan sisa-sisa lemak dan mempercepat proses pengeringan di oven, serta untuk memperoleh serat kasar yang murni. Kertas saring dioven pada temperatur 105 °C untuk mengurangi kadar air. Dinginkan residu ke dalam desikator untuk menyerap kelebihan kadar air yang tersisa. Residu ditimbang hingga konstan dan dihitung kadar

serat kasar dalam tepung ubi jalar putih. Perhitungan serat kasar penting dilakukan untuk menilai kualitas bahan makanan karena angka ini merupakan indeks dan menentukan nilai gizi bahan makanan tersebut.

**Tabel 2.** Kadar Serat pada Tepung Ubi Jalar Putih

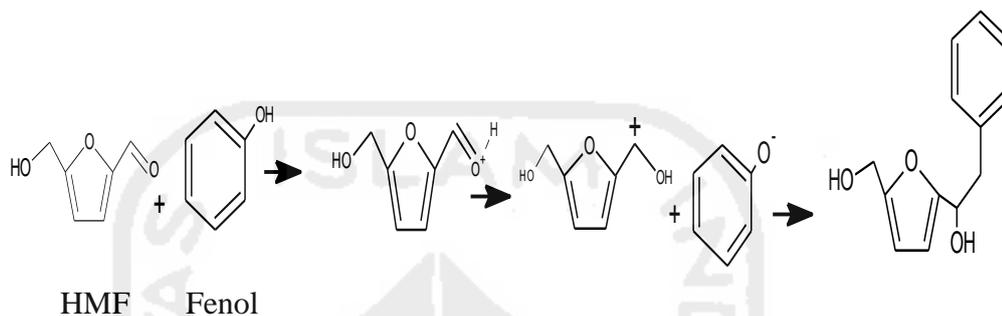
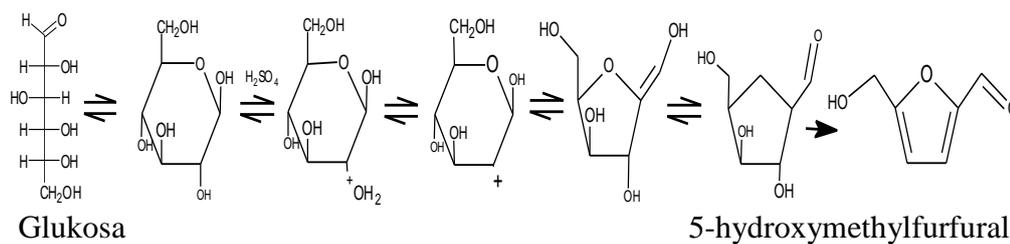
No.	Waktu Fermentasi (jam)	Kadar serat (%)
1.	0	4,6353
2.	6	8,5336
3.	12	9,5111
4.	24	24,8076

Tabel 2 menunjukkan kadar serat kasar pada tepung ubi jalar putih yang difermentasi sebesar 4,6353%; 8,5336%; 9,5111%; 24,8076%. Komposisi serat kasar tertinggi pada sampel tepung ubi jalar putih termodifikasi yaitu 24,8076% pada fermentasi 24 jam, sedangkan yang terendah pada fermentasi 0 jam dengan kadar serat sebesar 4,6353%. Dari hasil yang diperoleh, diketahui bahwa semakin lama waktu fermentasi, kadar serat semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena sampel ubi jalar yang difermentasi berbentuk dadu atau kotak, bukan dalam bentuk chips atau dalam bentuk tepung, sehingga hanya bagian luarnya atau permukaannya saja yang terfermentasi, yang mengakibatkan sulitnya mikroba merombak dinding sel ubi jalar putih sehingga proses fermentasi ubi jalar putih tidak optimal. Faktor lainnya adalah proses fermentasi tidak dilakukan dalam ruangan yang steril, hal tersebut diduga dapat menyebabkan jamur tumbuh pada ubi jalar putih. Tumbuhnya jamur selama proses fermentasi dapat menambah kandungan

serat yang terdapat dalam sampel ubi jalar putih. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Tifani *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa lama fermentasi 24 jam terjadi kenaikan kadar serat kasar sebesar 5,34%, hal ini disebabkan karena adanya pertumbuhan *Aspergillus*. Ginting dan Krisnan (2006) menambahkan perkembangan kapang yang secara konsisten meningkat menurut masa fermentasi dapat menyumbang serat kasar melalui dinding selnya. Selain itu lama inkubasi yang semakin panjang menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan serat kasar pada substrat. Hal ini diduga disebabkan oleh menurunnya kadar air pada substrat, sehingga serat kasar semakin terkonsentrasi. Ubi jalar putih mengandung serat pangan yang cukup tinggi yang dibutuhkan tubuh (*dietary fiber*), yang berfungsi untuk pencegahan penyakit jantung, obesitas, penurunan hipertensi, menjaga kadar gula darah, dan pencegahan kanker usus. Pada penderita penyakit *cardio vaskuler* (penyakit jantung koroner), serat pangan berfungsi mengikat asam empedu sehingga dapat menurunkan kadar kolesterol darah.

### 5.3 Analisis Kadar Karbohidrat Total

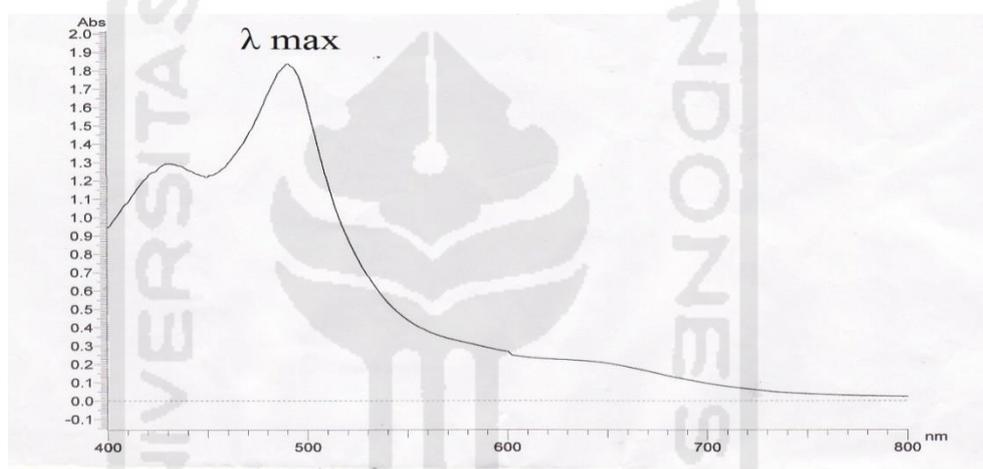
Dalam analisis kadar karbohidrat total pada tepung ubi jalar putih dilakukan dengan metode fenol sulfat. Analisis gula total menggunakan metode fenol sulfat adalah analisis dengan menggunakan spektrofotometri untuk menganalisa glukosa dalam suatu bahan untuk dijadikan dasar penetapan kadar gula total. Pada proses ini terjadi reaksi glukosa yang direaksikan dengan asam sulfat dan fenol.



**Gambar 3.** Mekanisme reaksi antara Glukosa dengan Asam Sulfat dan Fenol menghasilkan warna jingga yang stabil.

Pada gambar 3 prinsip analisis gula total secara spektrofotometri didasarkan pada senyawa karbohidrat apabila direaksikan dengan asam sulfat dan ditambahkan fenol akan menghasilkan senyawa kompleks yang berwarna jingga. Warna jingga kekuningan yang stabil diperoleh jika suatu glukosa ditambahkan dengan asam sulfat dimana akan terjadi reaksi dehidrasi yang akan menghasilkan senyawa furfural, dimana senyawa furfural yang terbentuk antara glukosa dengan asam sulfat ini akan bereaksi dengan fenol menghasilkan suatu warna jingga kekuningan yang stabil. Senyawa furfural yang terbentuk itu terbentuk baik pada gula oligosakarida maupun monosakarida karena aldehyd dan keton yang terkandung dalam gugus gula tersebut, dan gula dengan gugus aldehyd akan lebih cepat membentuk suatu senyawa furfural karena adanya gugus alfa pada aldehyd tersebut.

Sebelum pengukuran sampel tepung ubi jalar putih terfermentasi menggunakan spektrofotometri UV-Vis, terlebih dahulu menentukan nilai panjang gelombang maksimum glukosa yang digunakan. Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan untuk mendapatkan nilai absorpsivitas yang memberikan sensitivitas pengukuran tertinggi. Hasil pengukuran penentuan panjang gelombang maksimum glukosa ditunjukkan pada gambar sebagai berikut.



**Gambar 4.** Panjang Gelombang Maksimum Karbohidrat Total

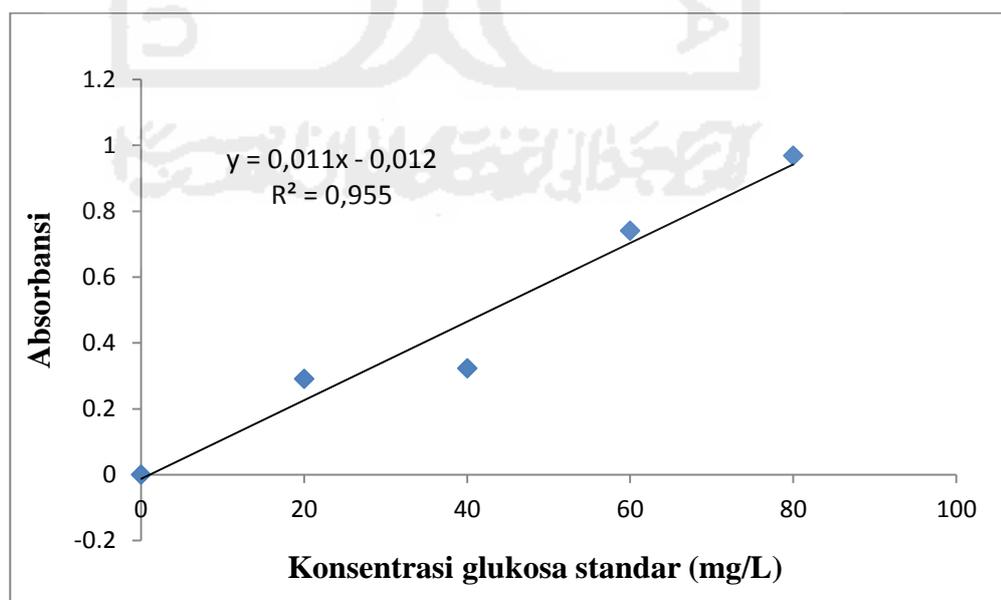
Gambar 4 menunjukkan hasil pengamatan panjang gelombang maksimum glukosa pada panjang gelombang 490,5 nm yang ditandai dengan simbol  $\lambda$  max dengan nilai absorbansi 1,837. Setelah diperoleh nilai panjang gelombang maksimum, selanjutnya membuat larutan glukosa standar dengan variasi konsentrasi 20, 40, 60 dan 80 ppm seperti yang terlihat pada gambar diatas. Konsentrasi larutan glukosa standar dalam satuan ppm dengan absorbansinya. Larutan standar dengan berbagai konsentrasi kemudian dipipet ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan larutan asam sulfat untuk

mengubah senyawa karbohidrat dalam bentuk kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, lalu ditambahkan fenol 5% yang bertujuan untuk menghasilkan warna jingga yang stabil. Larutan dibiarkan dingin yang direndam dalam wadah berisi air, kemudian diukur nilai absorbansinya dengan panjang gelombang 490,5 nm. Adapun tabel data larutan standar serta absorbansinya dapat dilihat sebagai berikut.

**Tabel 3.** Nilai Absorbansi Larutan Glukosa Standar

No.	Konsentrasi larutan standar (ppm)	Absorbansi
1.	20	0,291
2.	40	0,323
3.	60	0,741
4.	80	0,968

Dari nilai absorbansi yang diperoleh, data diolah menjadi grafik antara konsentrasi larutan standar dalam satuan ppm dengan absorbansinya. Adapun kurva baku larutan glukosa standar dapat dilihat pada grafik berikut.



**Gambar 5.** Kurva Baku Glukosa Standar

Dari gambar 5 diatas dapat diperoleh garis regresi linearnya yaitu dengan koefisien korelasi  $R^2 = 0,955$ ; slope = 0,011; dan intercept = - 0,012. Dengan menggunakan regresi linear  $y = bx+a$  maka diperoleh persamaan kurva baku  $y = 0,011 x - 0,012$  (x dalam satuan mg/L).

Persamaan tersebut dapat digunakan untuk menentukan kadar karbohidrat pada sampel tepung ubi jalar putih.

**Tabel 4.** Kadar Karbohidrat Total dalam Tepung Ubi Jalar Putih

No.	Waktu Fermentasi (jam)	Absorbansi	Kadar (%)
1.	0	0,598	2,0952
2.	6	0,578	2,1266
3.	12	0,263	1,5004
4.	24	0,002	0,0683

Tabel 4 menunjukkan kadar karbohidrat total dalam tepung ubi jalar putih hasil fermentasi. Dari tabel tersebut diketahui bahwa kadar karbohidrat yang diperoleh mengalami kenaikan dan penurunan, namun cenderung mengalami penurunan. Penurunan kadar karbohidrat terjadi karena selama fermentasi, isolat baketri asam laktat akan memanfaatkan komponen karbohidrat berupa amilosa dan amilopektin sebagai sumber karbon untuk pertumbuhannya (Bhanwar dan Ganguli, 2014). Dari tabel tersebut diketahui kadar tertinggi karbohidrat total adalah pada waktu 6 jam dengan kadar sebesar 2,1266%, pada waktu ini menunjukkan bakteri berada pada fase stasioner, yang merupakan suatu keadaan seimbang antara laju pertumbuhan

dengan laju kematian, sehingga jumlah bakteri yang hidup akan tetap. Selanjutnya untuk waktu 12 dan 24 jam kadar karbohidrat total mengalami penurunan, yang menandakan bakteri mengalami fase kematian. Pada saat kematian bakteri kehabisan nutrisi maka populasi bakteri akan menurun jumlahnya, sehingga jumlah bakteri yang mati lebih banyak dari pada bakteri yang hidup. Faktor lainnya adalah sampel ubi jalar yang difermentasi berbentuk dadu atau kotak, bukan dalam bentuk chips atau dalam bentuk tepung, sehingga hanya bagian luarnya atau permukaannya saja yang terfermentasi, yang mengakibatkan sulitnya mikroba merombak dinding sel ubi jalar putih sehingga proses fermentasi ubi jalar putih tidak optimal.

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama dan beberapa golongan karbohidrat menghasilkan serat yang berguna bagi pencernaan, serta mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain-lain (Winarno, 2008). Dari hasil penelitian yang telah diperoleh, terlihat bahwa kadar karbohidrat pada kurva sampel tepung ubi jalar termodifikasi paling tinggi terdapat pada sampel tepung ubi jalar yang difermentasi selama 6 jam dengan kadar karbohidrat total sebesar 2,1266%. Dengan demikian menunjukkan bahwa waktu fermentasi yang paling optimum terdapat pada waktu ke 6 jam dengan kadar karbohidrat total sebesar 2,1266%. Menurut Salim (2011) semakin tinggi kadar pati, maka kadar karbohidrat yang terdapat dalam suatu bahan pangan juga tinggi.

#### 5.4 Analisis Kadar Lemak

Analisis kadar lemak pada tepung ubi jalar putih ditentukan dengan metode ekstraksi beruntun didalam alat soklet dengan menggunakan pelarut n-heksana yang merupakan pelarut organik nonpolar. Ekstraksi dengan metode sokletasi merupakan cara ekstraksi yang efisien, karena pelarut yang digunakan dapat diperoleh kembali. Dalam proses sokletasi terjadi pengikatan minyak oleh n-heksana dalam tepung ubi jalar putih. Tepung ubi jalar putih disokletasi sampai pelarut bening, sehingga lemak dapat terekstrak secara sempurna. Campuran dari ekstrak lemak dan pelarut n-heksana dapat dipisahkan menggunakan evaporator, residu yang tertinggal kemudian ditimbang dengan teliti.

**Tabel 5.** Kadar Lemak pada Tepung Ubi Jalar Putih

No.	Waktu fermentasi (jam)	Kadar lemak (%)
1.	0	1,3150
2.	6	0,2931
3.	12	0,1156
4.	24	0,1080

Tabel 5 menunjukkan ke empat variasi waktu fermentasi yang dilakukan, didapatkan hasil sebesar 1,3150% untuk fermentasi 0 jam; 0,2931% untuk fermentasi 6 jam; 0,1156% untuk fermentasi 12 jam; dan 0,1080% untuk fermentasi 24 jam. Dari hasil tabel di atas menunjukkan semakin lama waktu fermentasi maka semakin rendah kadar lemak yang dihasilkan. Terjadinya

penurunan kadar lemak disebabkan oleh mikroorganisme yang digunakan dalam proses fermentasi bersifat lipolitik yang dapat menghidrolisis trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak, dan menggunakan lemak dari substrat sebagai sumber energinya (Khotimah *et al.*, 2014). Rendahnya kadar lemak pada bahan tepung menguntungkan dalam hal penyimpanan. Senyawa lemak pada bahan dapat mempercepat munculnya rasa tengik akibat oksidasi lemak dan kadar air meningkat, sehingga kondisi bahan menjadi rusak, baik fisik maupun kadar nutrisinya.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang telah disebutkan diatas, maka kondisi yang optimal untuk produksi tepung ubi jalar termodifikasi pada penelitian ini adalah metode fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* selama 6 jam fermentasi. Produk tepung ubi jalar termodifikasi yang dihasilkan dari kondisi proses fermentasi terbaik tersebut memiliki kadar lemak sebesar 0,2931%; kadar karbohidrat sebesar 1,7743 %; dan kadar serat sebesar 8,5336%.

Menurut Zuraida dan Supriati (2001) ubi jalar merupakan komoditas sumber utama karbohidrat, setelah padi, jagung, dan ubi kayu, serta mempunyai peranan penting dalam penyediaan bahan pangan. Kandungan karbohidrat yang tinggi menyebabkan ubi jalar dapat dimodifikasi menjadi tepung untuk mendapatkan karakteristik dan kandungan nutrisi yang tinggi. Hal ini juga diperkuat dari hasil penelitian Susetyo *et al.* (2016) yang menentukan kandungan gizi yang optimal pada tepung ubi jalar terfermentasi menggunakan inokulum angkak dilihat dari tingginya kandungan karbohidrat,

yaitu dengan kadar 49,77%; sedangkan kadar lemak hanya sebesar 1,38%; dan kadar serat kasar sebesar 4,59%. Dari paparan yang telah dijelaskan, sehingga kondisi yang optimal untuk memproduksi tepung ubi jalar putih termodifikasi pada penelitian ini yaitu pada waktu fermentasi 6 jam yang memiliki kadar karbohidrat terbesar yaitu 2,1266%. Hasil terbaik dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 6.** Hasil Terbaik Tepung Ubi Jalar Putih Termodifikasi

No.	Tepung Ubi jalar putih Termodifikasi	Waktu Optimum (jam)	Kadar (%)
1.	Lemak	6	0,2931
2.	Karbohidat total	6	2,1266
3.	Serat Kasar	6	8,5336

Beberapa pemanfaatan tepung ubi jalar putih adalah sebagai bahan baku pembuatan flakes, dan dapat dimanfaatkan sebagai pembuatan roti tawar sehingga konsumsi tepung terigu dapat dikurangi. Penggunaan tepung non terigu telah dilakukan untuk mengembangkan produk bakeri non gluten. Dibutuhkan modifikasi dalam proses dan formulasi produk pangan yang mensubstitusi tepung terigu dengan bahan lain yang bersifat lokal. Pemanfaatan tepung ubi jalar putih sebagai bahan baku dalam pembuatan flakes yang disubstitusi dengan tepung kedelai 20% sehingga menjadi tepung komposit. Kombinasi dilakukan untuk melengkapi kandungan gizi dari tepung ubi jalar putih sehingga memberikan nilai gizi yang bertambah (Nurali *et al.*, 2010). Selain dapat dimanfaatkan dalam pembuatan flakes, tepung ubi

jalar juga dapat diolah menjadi makanan ringan atau snack, mie, kue kering dan kue basah, dan dapat dimanfaatkan dalam pembuatan roti tawar. Penggunaan tepung ubi jalar sebagai bahan baku kue juga menguntungkan karena dapat menghemat kebutuhan gula sampai dengan 20% (Heriyanto, 2001).



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa:

1. Fermentasi menggunakan bakteri *Lactobacillus plantarum* berpengaruh terhadap kandungan serat, karbohidrat, dan lemak. Semakin lama waktu fermentasi, semakin tinggi kandungan serat, sedangkan kandungan karbohidrat dan lemak semakin rendah.
2. Waktu fermentasi yang paling optimum adalah 6 jam dengan kadar serat kasar sebesar 8,5336%; kadar karbohidrat sebesar 2,1266%; dan kadar lemak sebesar 0,2931%.

#### 6.2 Saran

1. Masih perlu dilakukan perbaikan proses fermentasi untuk memodifikasi tepung ubi jalar agar diperoleh hasil yang mendekati karakteristik tepung MOCAF.
2. Dalam pembuatan tepung ubi jalar putih terfermentasi, penulis menyarankan agar ubi jalar putih yang akan difermentasi dihaluskan menjadi tepung, sehingga luas permukaan besar yang mengakibatkan terfermentasinya ubi jalar putih secara optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Nur., 2004, *Pengolahan Tepung Ubi Jalar Dan Produk-Produknya Untuk Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Pedesaan*, Penelitian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Almatsier, S., 2009, *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- AOAC, 2005, *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*, Benyamin Franklin Station, Washington, D.C.
- Axelsson, L., 2004, *Lactic Acid Bacteria: Classification and Physiology*, In Salminen, S., Wright, A.V., Ouwehand, A., editors. *Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects, 3rd edition, revised and expanded*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Balitikabi, 2011, *Diskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*, Balitikabi, Malang.
- Besty, T., and Kough, J., 2005, *Microbiology demystified*, McGraw Hill Publishing, New York.
- Bhanwar, S., and Ganguli, A., 2014,  *$\alpha$ -amilase and  $\beta$ -galactosidase production on potato starch waste by *Lactococcus lactis subsp lactis* isolated from pickled yam*, Journal of Scientific & Industrial Research. 73: 324-330.
- Bintang, M., 2010, *Biokimia Teknik Penelitian*, Erlangga, Jakarta.
- Clark, N., 2007, *Petunjuk Gizi untuk Setiap Cabang Olahraga*, PT Rajagrafindo Persada, Jakarta.
- Dachriyanus, 2004, *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektrofotometri*, hal 1-37, Andalas University Press, Padang.
- Dadang, A.P., 2006, *Penggunaan Lemak dalam Olahraga*, Departemen Kesehatan dan Kesos, Jakarta.

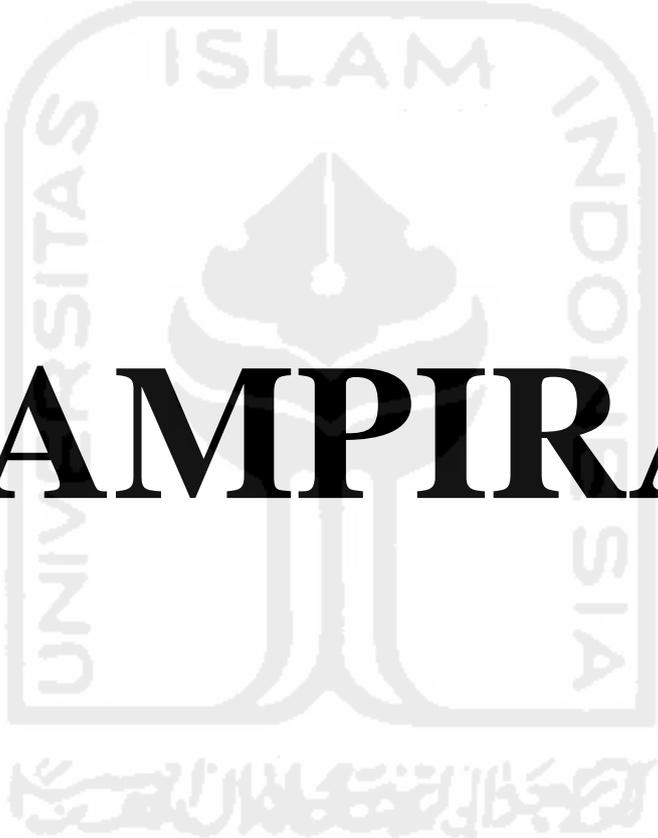
- Damardjati, D.S., Widowati S., Wargiono, J., dan Purba S., 2000, *Potensi dan Pendayagunaan Sumber Daya Bahan Pangan Lokal Serealia, Umbi-umbian, dan Kacang-kacangan untuk Penganekaragaman Pangan*, Makalah pada Lokakarya Pengembangan Pangan Alternatif, Jakarta.
- Danuarsa, 2006, *Analisis Proksimat dan Asam Lemak Pada Beberapa Komoditas Kacang-kacangan*, Buletin Teknik Pertanian.
- Darwis, D., 2000, *Teknik Dasar Laboratorium Dalam Penelitian Senyawa Bahan Alam Hayati*, Workshop Pengembangan Sumber Daya Manusia Dalam Bidang Kimia Organik Bahan Alam Hayati, FMIPA Universitas Andalas, Padang.
- Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat FKM UI, 2007, *Gizi dan Kesehatan Masyarakat*, PT Raja Grafindo Perkasa, Jakarta.
- Ditjen Bina Produksi Tanaman Pangan, 2002, *Prospek dan Peluang Agribisnis Ubi Jalar*, Direktorat Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Ditjen POM, 2000, *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*, Cetakan Pertama, Departemen Kesehatan RI. Halaman 3-5, 10-11, Jakarta.
- Dwidjoseputro, 2005, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, Djambatan, Jakarta.
- Estien, Y., dan Lisda, N., 2006, *Penuntun Praktikum Untuk Mahasiswa Analisis*, Andi, Yogyakarta.
- FAO, 2004, *Statistical Database of Food Balance Sheet*, FAOSTAT. <http://www.fao.org>, Diakses tanggal 18 Maret 2017.
- Ginting, S.P., dan Krisnan, R., 2006, *Pengaruh Fermentasi Menggunakan Beberapa Strain Trichoderma dan Masa Inkubasi Berbeda Terhadap Komposisi Kimiawi Bungkil Inti Sawit*, In *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner Hal* (Vol. 939, p. 944).
- Heriyanto, N., 2001, *Kajian Pemanfaatan Tepung Ubi Jalar Sebagai Bahan Baku Industri Pangan*, Jurnal Litbang Pertanian. 20, (2), 45-53.
- Herlina, N., dan Ginting, M.H.S., 2002, *Lemak dan Minyak*, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Hernawati, 2010, *Teknik Analisis Nutrisi Pakan, Kecernaan Pakan, dan Evaluasi Energi pada Ternak*, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.

- Hidayat, N., Masdiana C.P., dan Sri, S., 2006, *Mikrobiologi Industri*, CV, Andi Offset, Yogyakarta.
- Hunter, J., 2002, *Clinical Dermatology*, Blackwell Publishing Company, Massachussets.
- Jay, J.M., 2000, *Modern Food Microbiology Sixth Edition*, Aspen Publishers, Maryland.
- Joseph, G., 2002, *Manfaat Serat Makanan Bagi Kesehatan Kita*, IPB Bogor, Bogor.
- Juanda, D., dan Cahyono, B., 2000, *Ubi Jalar Budi Daya dan Analisis Usaha Tani*, Kanisius, Yogyakarta.
- Khomsan, A., 2006, *Solusi Makanan Sehat*, PT Raja Grafindo, Jakarta.
- Khotimah, Khusnul, dan Kusnaldi, J., 2014, *Aktivitas Antibakteri Minuman Probiotik Sari Kurma (Phoenix dactilyfera L.) Menggunakan Lactobacillus plantarum dan Lactobacillus casei*, Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 2 No.3p. 110-120, Universitas Brawijaya, Malang.
- Kurniadi, M., Andriani, M., dan Siswanti, A., 2011, *Kajian Karakteristik Kimia dan Fisik Sorghum (Sorghum biocolor L.) Termodisikasi Varietas Mandau dengan Variasi Lama Fermentasi dan Konsentrasi Starter Bakteri Asam Laktat Lactobacillus plantarum*, Seminar Nasional Sains dan Teknologi.
- Kurniati, L.I., Aida, N., Setiyo, G., dan Widjaja, T., 2012, *Pembuatan Mocaf (Modified Cassava Flour) Dengan Proses Fermentasi Menggunakan Lactobacillus Plantarum, Saccharomyces Cereviseae, Dan Rhizopus Oryzae*, Jurnal Teknik Pomits Vol. 1, No. 1, (2012) 1-6.
- Lean, M.E.J., terj. Nilamsari dan Fajriyah, 2013, *Ilmu Pangan, Gizi, dan Kesehatan*, Pustaka, Yogyakarta.
- Li, W., Pickard, M., and Beta, T., 2007, *Effect of thermal processing on antioxidant properties of purple wheat bran*, Food chemistry 104: 1080-1086.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Stahl, D.A., and Clark, D.P., 2012, *Biology of Microorganism*, 13th ed, Pearson. P. 140-141, San Francisco.
- Makhmud, A.I., 2001, *Metode Pemisahan*, Departemen Farmasi Fakultas Sains Dan teknologi. Universitas Hasanuddin, Makassar.

- Marcon, L., Bieber, A.M., Hales, B.F., and Robaire B., 2006, *Effects of Chemotherapeutic Agents for Testicular Cancer on the Male Rat Reproductive System, Spermatozoa, and Fertility*. *Journal of Andrology*, 2(27):189-200.
- Marlida, Y., Mizrah, Arief, S., dan Amru, K., 2014, *Produksi Glukosa dari Batang Kelapa Sawit Melalui Proses Hidrolisis Secara Enzimatis Menggunakan Amilase Termotabil*, Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Universitas Andalas, Padang.
- Muchtadi, D., 2001, *Sayuran sebagai sumber serat pangan untuk mencegah timbulnya penyakit degeneratif*, *Teknologi dan Industri Pangan* 12:1-2.
- Murwati, Purwaningsih, Heni, Subagiyo, dan Supriadi, 2006, *Diversifikasi Produk Olahan Ubi Kayu*, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Yogyakarta.
- Nurali, E.J.N., Lelemboto, M.B., dan Amu, Y., 2010, *Pemanfaatan ubi jalar ungu (Ipomea batatas L.) sebagai bahan baku pembuatan flakes dengan substitusi tepung kedele (Glycyne max (L) MERR)*, *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol.5 No.2.
- Piliang, W.G., dan Djojosoebagio, S., 2002, *Fisiologi Nutrisi: Edisi Kedua* UI-Press, Jakarta.
- Poedjiadi, A., dan Supriyanti, F.M.T., 2009, *Dasar-Dasar Biokimia*, Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- Prescott, L.M., 2002, *Prescott-Harley-Klein's: Microbiology*, 5th ed., 553, The McGraw-Hill Companies, New York.
- Purwanti, M., Sudarwanto, M., Rahayu, W.P., dan Sanjaya, A.W., 2003, *Pengaruh Berbagai Kondisi Preparasi dan Penyimpanan Susu Formula pada Pertumbuhan Spora Bacillus cereus dan Clostridium perfringens*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 20(1): 1-8.
- Reenan, V.A.C., Zyl, W.H.V., and Dicks L.M.T., 2006, *Expression of The Immunity Protein of Plantaricin 423, Produced by Lactobacillus Plantarum 423, and analysis of The Plasmid Enconding The Bakteriosin*, *J. Appl and Environ, Microbiol*, 72(12).7644-7651.
- Rukmana, R., 2005, *Ubi Jalar Budi Daya dan Pascapanen*, Kanisius, Yogyakarta.
- Rohman, A., 2007, *Analisis Makanan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

- Rosmarkam, A., dan Yuwono, N.W., 2002, *Ilmu Kesuburan Tanah*, Kanisius, Yogyakarta.
- Salim, E., 2007, *Mengolah Singkong Menjadi Tepung Mocaf (Bisnis Produk Alternatif Pengganti Terigu)*, Lily Publisher, Yogyakarta : 9-42.
- Salim, E., 2011, *Mengolah Singkong menjadi Tepung Mocaf Bisnis Produk Alternatif Pengganti Terigu*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Sentra Informasi Iptek, 2005, *Tanaman Penghasil Pati*, <http://www.ipteknet.com>, Diakses tanggal 02 Oktober 2016.
- Simsek, S., Martinez, M.O., Daglioglu, O., Guner, K.G., and Gecgel, U., 2014, *Physicochemical Properties of Starch from a Cereal-Based Fermented Food (Tarhana)*, *Journal Nutrition and Food Sciences* 4(2): 15-19.
- Smolin and Grosvenor, 2000, *Nutrition From Science To Life*, USA: Harcourt, Colleges Publisher.
- Storebakken, T., Refstie, S., Ruyter, B., 2004, *Soy Products as fat and protein sources in fish feeds for intensive aquaculture* p. 127-170. In : *Soy in animal nutrition*, Federation of Animal Science Societies, Savoy, IL.
- Subagio, A., Siti, W., Witono, Y., dan Fahmi, F., 2008, *Prosedur Operasi Standar (POS) Produksi Mocal Berbasis Klaster*, Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sukardi, M., Hindun, P., dan Hidayat, N., 2013, *Optimasi Penurunan Kandungan Oligosakarida pada Pembuatan Tepung Ubi Jalar dengan Cara Fermentasi*, *Jurnal Pertanian dan Industri Pangan*, Universitas Brawijaya, Malang.
- Suprapti, 2003, *Tepung Ubi Jalar Pembuatan dan Pemanfaatannya*, Kanisius, Yogyakarta.
- Susetyo, Y.A., Hartini, S., dan Cahyanti, M.N., 2016, *Optimasi Kandungan Gizi Tepung Ubi Jalar (Ipomoea batatas L.) Terfermentasi Ditinjau dari Dosis Penambahan Inokulum Angkak Serta Aplikasinya dalam Pembuatan Mie Basah*, *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 5(3), Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.
- Sutrisno, H., dan Dewi, R., 2014, *Karakter Agronomi dan Daya Hasil Tiga Klon Ubi Jalar Ungu di Lahan Masam Lampung*, Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung.

- Tanjung, Y.L.R., Kusnadi, J., 2015, *Biskuit Bebas Gluten dan Bebas Kasein Bagi Penderita Autis*, Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Tejasari, 2005, *Nilai Gizi Pangan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Tifani, Anjang, M., Kumalaningsih, S., dan Mulyadi, A.F., 2006, *Produksi Bahan Pakan Ternak dari Ampas Tahu dengan Fermentasi Menggunakan Em4 (Kajian pH awal dan Lama Waktu Fermentasi)*, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.
- Tim Dosen Biologi, 2010, *Biologi Manusia*, UPT-MKU Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Tim Dosen Kimia, 2010, *Kimia Dasar 2*, UPT-MKU Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Umrah, 2012, *Fermentasi*, Jurusan Bioteknologi, Universitas Tadulako, Palu.
- Wibowo, M.S., 2012, *Pertumbuhan dan Kontrol Bakteri*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Winarno, F.G., 2008, *Kimia Pangan dan Gizi: Edisi Terbaru*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wirakartakusumah A., 2001, *Prinsip Teknik Pangan*, PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Wirakusumah, M.A., Hermanianto, D., dan Andarwulan, N., 2002, *Prinsip Teknologi Pangan*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas, IPB, Bogor.
- Wiryawan, K.G., dan Tjakradidjaja, 2001, *Produksi biopreservatif atau feed supplement (bakteriosin) dari Bakteri Asam Laktat*, Laporan Akhir, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Yabaya, A., and Jonathan, M., 2012, *The Microbial Enrichment of Rice and Sweet Potatoes on Their Nutritional Status*. *Journal of Agriculture* 2(4): 123-125.
- Yuliana, N., Nurdjanah, S., Sugiharto, R., dan Amethy, D., 2014, *Effect of Spontaneous Lactic Acid Fermentation on Physico-Chemical Properties of Sweet Potato Flour*, *Mikrobiologi Indonesia* 8(1): 1-8.
- Zuraida, N., dan Supriati, Y., 2001, *Usahatani Ubi Jalar sebagai Bahan Pangan Alternatif dan Diversifikasi Sumber Karbohidrat*, *Buletin AgroBio* 4(1): 13-23.

The watermark logo of Universitas Islam Indonesia is centered in the background. It features a stylized green and white emblem resembling a mosque dome or a flower, with the word 'ISLAM' at the top and 'UNIVERSITAS INDONESIA' written vertically on either side. Below the emblem is a line of Arabic calligraphy.

# LAMPIRAN

### Lampiran 1. Perhitungan Pembuatan Larutan Glukosa Standar

- Larutan glukosa standar 20 ppm

$$V1. M1 = V2. M2$$

$$V1. 500 \text{ ppm} = 25 \text{ mL}. 20 \text{ ppm}$$

$$V1 = 1 \text{ mL}$$

Diambil 1 mL dimasukkan dalam labu 25 mL kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas.

- Larutan glukosa standar 40 ppm

$$V1. M1 = V2. M2$$

$$V1. 500 \text{ ppm} = 25 \text{ mL}. 40 \text{ ppm}$$

$$V1 = 2 \text{ mL}$$

Diambil 2 mL dimasukkan dalam labu 25 mL kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas.

- Larutan glukosa standar 60 ppm

$$V1. M1 = V2. M2$$

$$V1. 500 \text{ ppm} = 25 \text{ mL}. 60 \text{ ppm}$$

$$V1 = 3 \text{ mL}$$

Diambil 3 mL dimasukkan dalam labu 25 mL kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas.

- Larutan glukosa standar 80 ppm

$$V1. M1 = V2. M2$$

$$V1. 500 \text{ ppm} = 25 \text{ mL}. 80 \text{ ppm}$$

$$V1 = 4 \text{ mL}$$

Diambil 4 mL dimasukkan dalam labu 25 mL kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas.

## Lampiran 2. Perhitungan Pembuatan Larutan Pereaksi

### 1. Pembuatan larutan fenol 5%

$$1\% = \frac{1 \text{ gram}}{100 \text{ mL}}$$

$$5\% = \frac{5 \text{ gram}}{100 \text{ mL}}$$

Diambil 5 gram fenol dan dimasukkan dalam labu takar 100 mL kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas.

### 2. Pembuatan larutan asam sulfat 1,25%

$$N = \frac{\% \times 10 \times \rho}{Mr} \times \text{valensi}$$

$$= \frac{98 \times 10 \times 1,84}{98} \times 2$$

$$= 36,8 \text{ N}$$

$$V1. N1 = V2. N2$$

$$200 \text{ mL} \times 0,255 \text{ N} = V2 \times 36,8 \text{ N}$$

$$V2 = 1,38 \text{ mL}$$

Diambil 1,38 mL asam sulfat pekat dan dimasukkan dalam gelas beker kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas.

### 3. Pembuatan larutan Natrium hidroksida 1,25%

$$1,25\% = \frac{1,25 \text{ gram}}{100 \text{ mL}}$$

$$= \frac{2,5 \text{ gram}}{200 \text{ mL}}$$

Diambil 2,5 gram Natrium hidroksida dan dimasukkan dalam gelas beker 200 mL kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas.

4. Pembuatan larutan kalium sulfat jenuh 10%

$$1\% = \frac{1 \text{ gram}}{100 \text{ mL}}$$

$$10\% = \frac{10 \text{ gram}}{100 \text{ mL}}$$

Diambil 10 gram kalsium sulfat dan dimasukkan kedalam gelas beker 100 mL kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas.



### Lampiran 3. Perhitungan Kadar Serat Kasar

Berat Serat = (berat kertas saring + serat) – berat kertas saring

$$\text{Kadar Serat} = \frac{\text{berat serat}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Sehingga diperoleh kadar serat sebagai berikut:

- Kadar Serat 0 jam

$$\begin{aligned} \text{Berat Serat} &= 0,7418 \text{ gram} - 0,6490 \text{ gram} \\ &= 0,0928 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Serat} &= \frac{0,0928 \text{ gram}}{2,0020 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 4,6353\% \end{aligned}$$

- Kadar Serat 6 jam

$$\begin{aligned} \text{Berat Serat} &= 1,2215 \text{ gram} - 1,0507 \text{ gram} \\ &= 0,1708 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Serat} &= \frac{0,1708 \text{ gram}}{2,0015 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 8,5336\% \end{aligned}$$

- Kadar Serat 12 jam

$$\begin{aligned} \text{Berat Serat} &= 1,0726 \text{ gram} - 0,8823 \text{ gram} \\ &= 0,1903 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Serat} &= \frac{0,1903 \text{ gram}}{2,0008 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 9,5111\% \end{aligned}$$

- Kadar Serat 24 jam

$$\begin{aligned} \text{Berat Serat} &= 1,5645 \text{ gram} - 1,0679 \text{ gram} \\ &= 0,4966 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar Serat} &= \frac{0,4966 \text{ gram}}{2,0018 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 24,8076\%\end{aligned}$$



#### Lampiran 4. Perhitungan Kadar Karbohidrat

Dengan menggunakan persamaan regresi linear  $y = bx + a$  didapat

Intersep : -0,012

Slope : 0,011

$R^2$  : 0,955

Sehingga diperoleh persamaan kurva baku:

$$y = 0,011x - 0,012$$

- Sampel 0 jam

$$y = bx + a$$

$$y = 0,011x - 0,012$$

$$y = 0,598$$

$$0,598 = 0,011x - 0,012$$

$$0,61 = 0,011x$$

$$x = 55,45 \text{ mg/L}$$

$$\text{konsentrasi} = x \cdot \text{fp}$$

$$= 55,45 \text{ mg/L} \times \frac{250}{0,5}$$

$$= 27.727,27 \text{ mg/L}$$

$$27.727,27 \text{ ppm} = 27.727,27 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \frac{27.727,27 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}}$$

$$\text{konsentrasi} = \frac{\text{mg}}{1000 \text{ mL}}$$

$$27.727,27 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ mL}} = \frac{\text{mg}}{0,5 \text{ mL}}$$

$$\text{mg} = 13,8636 \text{ mg} \times 400$$

$$\text{mg} = 5.545,45$$

$$\begin{aligned} \% &= \frac{\text{mg}}{\text{berat awal sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{5.545,45 \text{ mg}}{264.668,7 \text{ mg}} \times 100\% \\ &= 2,0952\% \end{aligned}$$

- Sampel 6 jam

$$y = bx + a$$

$$y = 0,011x - 0,012$$

$$y = 0,578$$

$$0,578 = 0,011x - 0,012$$

$$0,59 = 0,011x$$

$$x = 53,63 \text{ mg/L}$$

$$\text{konsentrasi} = x \cdot \text{fp}$$

$$\begin{aligned} &= 53,63 \text{ mg/L} \times \frac{250}{0,5} \\ &= 26.818,18 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$26.818,18 \text{ ppm} = 26.818,18 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \frac{26.818,18 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}}$$

$$\text{konsentrasi} = \frac{\text{mg}}{1000 \text{ mL}}$$

$$26.818,18 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ mL}} = \frac{\text{mg}}{0,5 \text{ mL}}$$

$$\text{mg} = 13,4090 \text{ mg} \times 400$$

$$\text{mg} = 5.363,63$$

$$\begin{aligned} \% &= \frac{\text{mg}}{\text{berat awal sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{5.363,63 \text{ mg}}{252.206 \text{ mg}} \times 100\% \\ &= 2,1226\% \end{aligned}$$

- Sampel 12 jam

$$y = bx + a$$

$$y = 0,011x - 0,012$$

$$y = 0,263$$

$$0,263 = 0,011x - 0,012$$

$$0,275 = 0,011x$$

$$x = 25 \text{ mg/L}$$

$$\text{konsentrasi} = x \cdot \text{fp}$$

$$= 25 \text{ mg/L} \times \frac{250}{0,5}$$

$$= 12.500 \text{ mg/L}$$

$$12.500 \text{ ppm} = 12.500 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \frac{12.500 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}}$$

$$\text{konsentrasi} = \frac{\text{mg}}{1000 \text{ mL}}$$

$$12.500 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ mL}} = \frac{\text{mg}}{0,5 \text{ mL}}$$

$$\text{mg} = 6,25 \text{ mg} \times 400$$

$$\text{mg} = 2.500$$

$$\begin{aligned} \% &= \frac{\text{mg}}{\text{berat awal sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{2.500 \text{ mg}}{166.616,6 \text{ mg}} \times 100\% \\ &= 1,5004\% \end{aligned}$$

- Sampel 24 jam

$$y = bx + a$$

$$y = 0,011x - 0,012$$

$$y = 0,002$$

$$0,002 = 0,011x - 0,012$$

$$0,014 = 0,011x$$

$$x = 1,27 \text{ mg/L}$$

$$\text{konsentrasi} = x \cdot \text{fp}$$

$$= 1,27 \text{ mg/L} \times \frac{250}{0,5}$$

$$= 636,36 \text{ mg/L}$$

$$636,36 \text{ ppm} = 636,36 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \frac{636,36 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}}$$

$$\text{konsentrasi} = \frac{\text{mg}}{1000 \text{ mL}}$$

$$636,36 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ mL}} = \frac{\text{mg}}{0,5 \text{ mL}}$$

$$\text{mg} = 0,3181 \text{ mg} \times 400$$

$$\text{mg} = 127,27$$

$$\% = \frac{\text{mg}}{\text{berat awal sampel}} \times 100\%$$

$$= \frac{127,27 \text{ mg}}{186.154,5 \text{ mg}} \times 100\%$$

$$= 0,0683\%$$

### Lampiran 5. Perhitungan Kadar Lemak

Berat lemak = (berat labu buci + berat lemak) – berat labu buci

$$\text{Kadar lemak} = \frac{\text{berat lemak}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

1. Kadar lemak 0 jam

$$\begin{aligned} \text{Berat lemak} &= 10,1134 \text{ gram} - 9,7846 \text{ gram} \\ &= 0,3289 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lemak} &= \frac{0,3289 \text{ gram}}{25,0026 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 1,3150\% \end{aligned}$$

2. Kadar lemak 6 jam

$$\begin{aligned} \text{Berat lemak} &= 10,0570 \text{ gram} - 9,9837 \text{ gram} \\ &= 0,0733 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lemak} &= \frac{0,0733 \text{ gram}}{25,0011 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 0,2931\% \end{aligned}$$

3. Kadar lemak 12 jam

$$\begin{aligned} \text{Berat lemak} &= 7,9362 \text{ gram} - 7,9073 \text{ gram} \\ &= 0,0289 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lemak} &= \frac{0,0289 \text{ gram}}{25,0005 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 0,1156\% \end{aligned}$$

4. Kadar lemak 24 jam

$$\begin{aligned} \text{Berat lemak} &= 7,5585 \text{ gram} - 7,5323 \text{ gram} \\ &= 0,0262 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar Lemak} &= \frac{0,0262 \text{ gram}}{24,2591 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 0,1080\%\end{aligned}$$

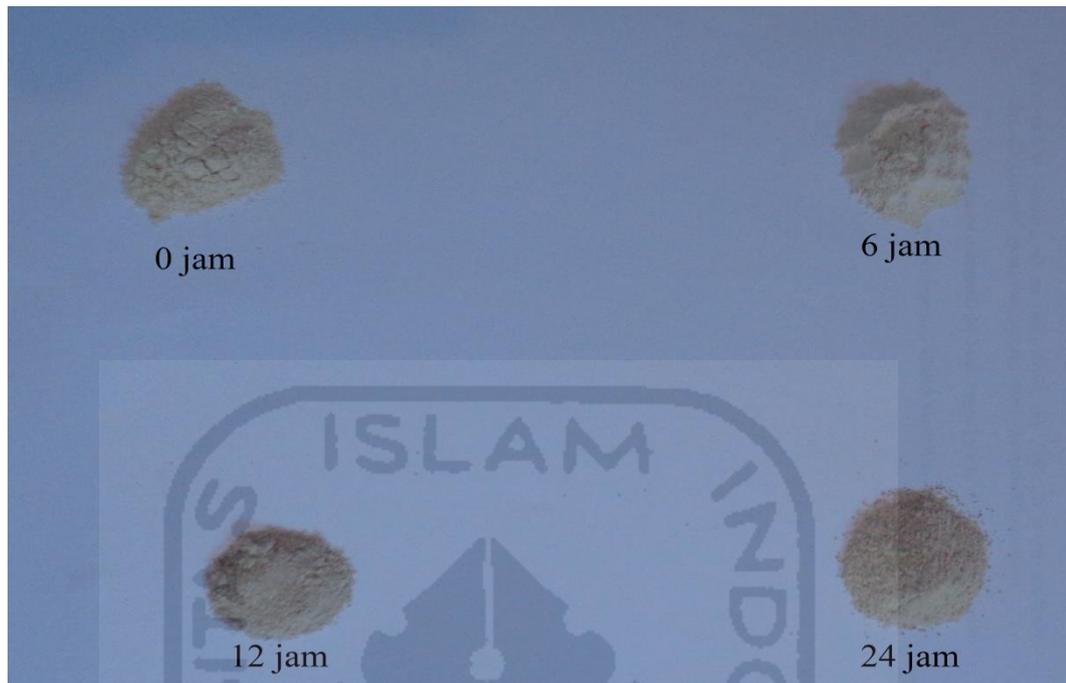




**Lampiran 6.** Gambar Perendaman Sampel dengan *Lactobacillus plantarum*



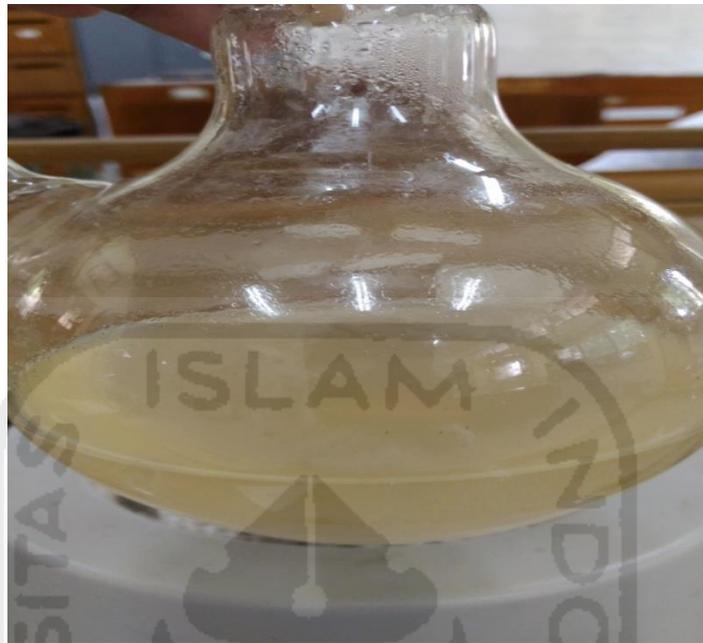
**Lampiran 7.** Gambar Sampel Setelah Perendaman dengan *Lactobacillus plantarum*



**Lampiran 8.** Gambar Sampel Tepung dengan Variasi Waktu Fermentasi



**Lampiran 9.** Gambar Proses Hidrolisis Menggunakan Refluks Pada Uji Serat Kasar



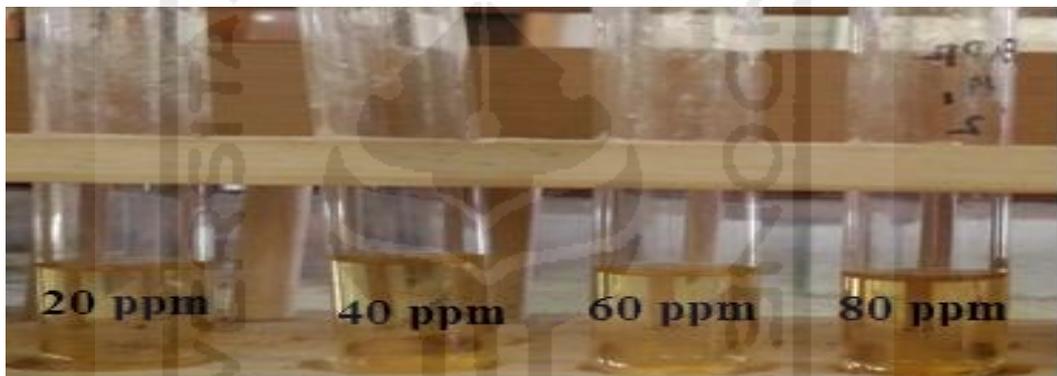
**Lampiran 10.** Gambar Sampel Tepung Setelah Proses Hidrolisis



**Lampiran 11.** Gambar Serat Kasar Tepung Modifikasi Ubi Jalar Putih



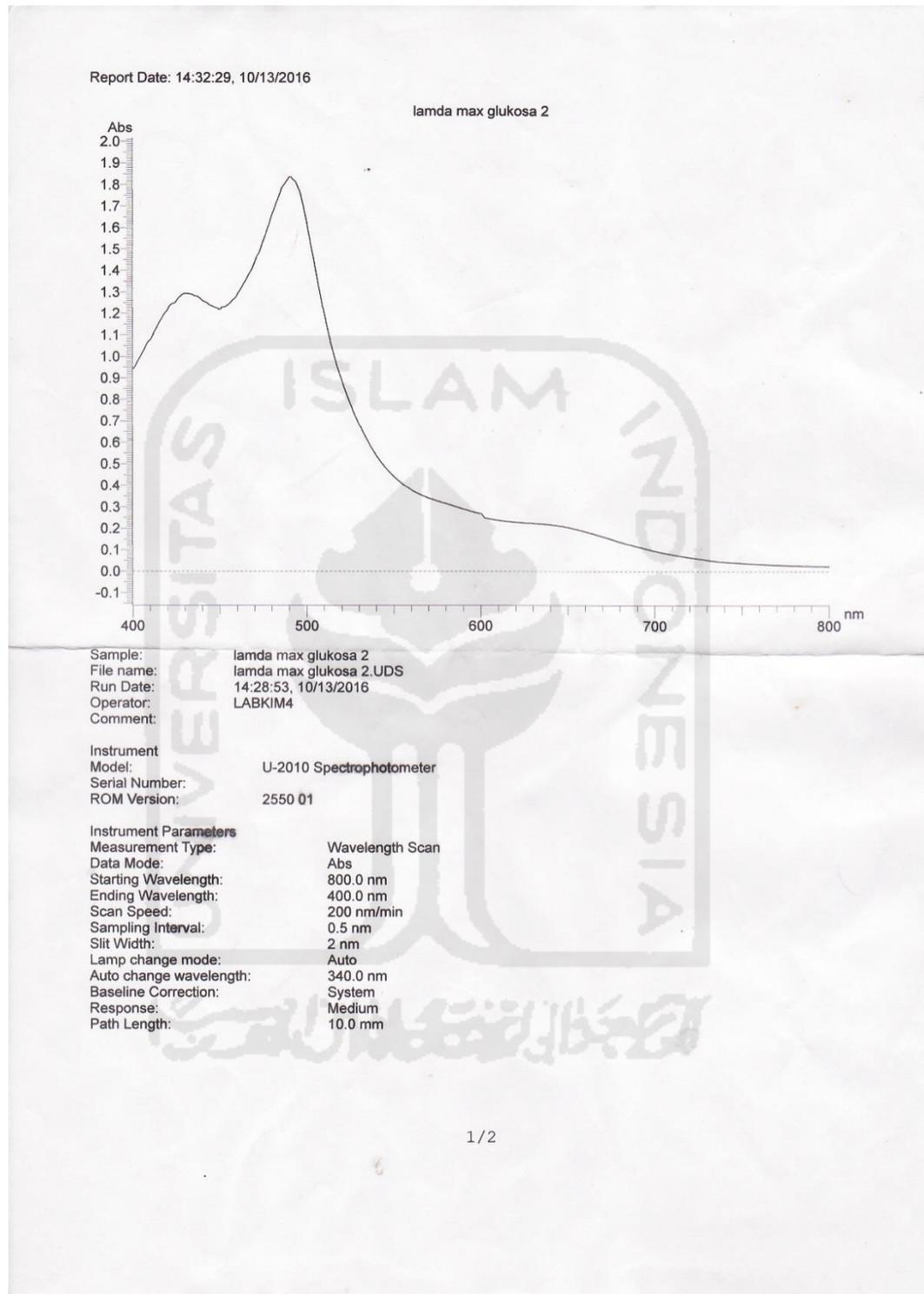
**Lampiran 12.** Gambar Larutan Standar Glukosa dengan Variasi Konsentrasi



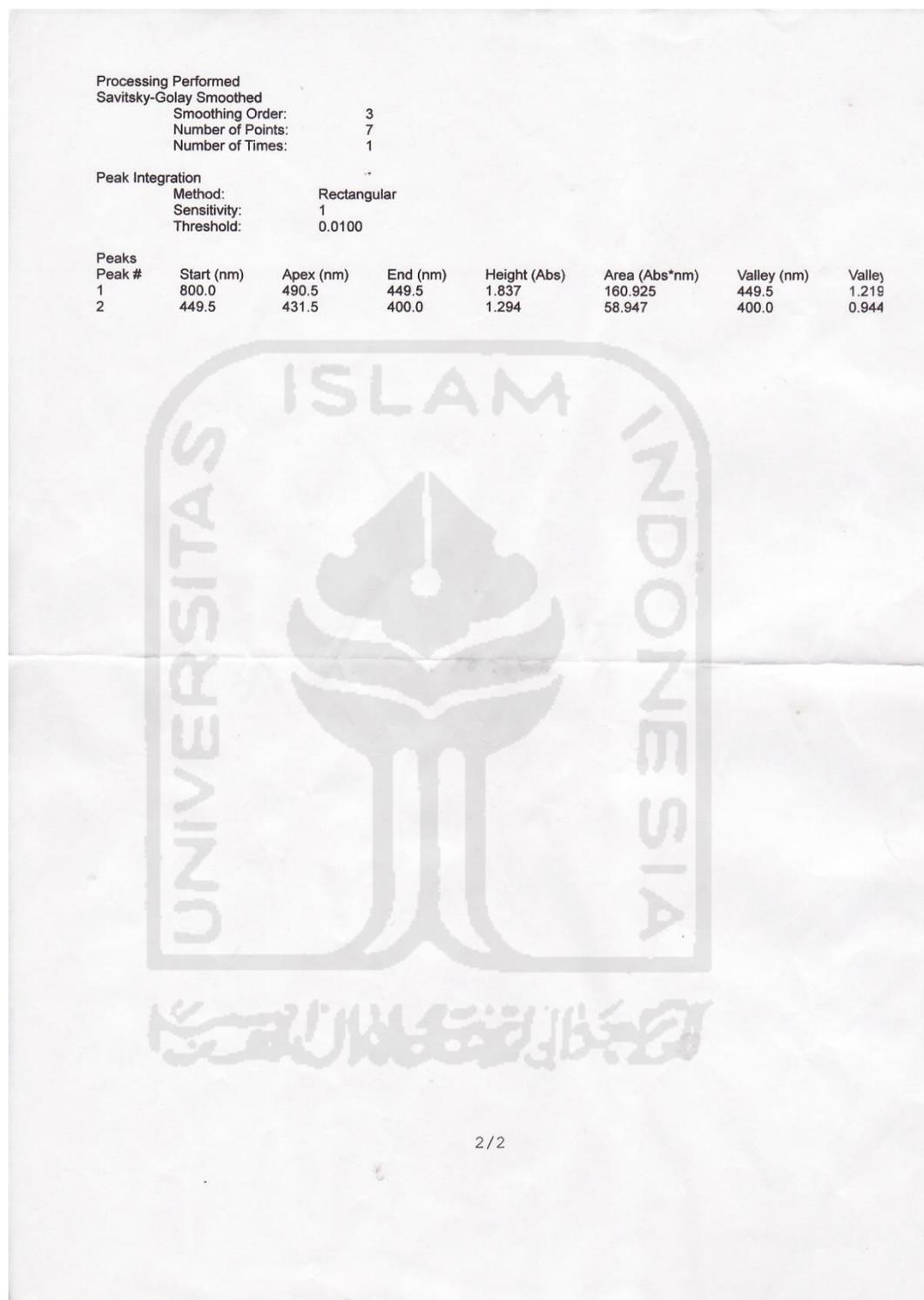
**Lampiran 13.** Gambar Larutan Standar Glukosa Setelah Ditambahkan Reagen Fenol-Sulfat



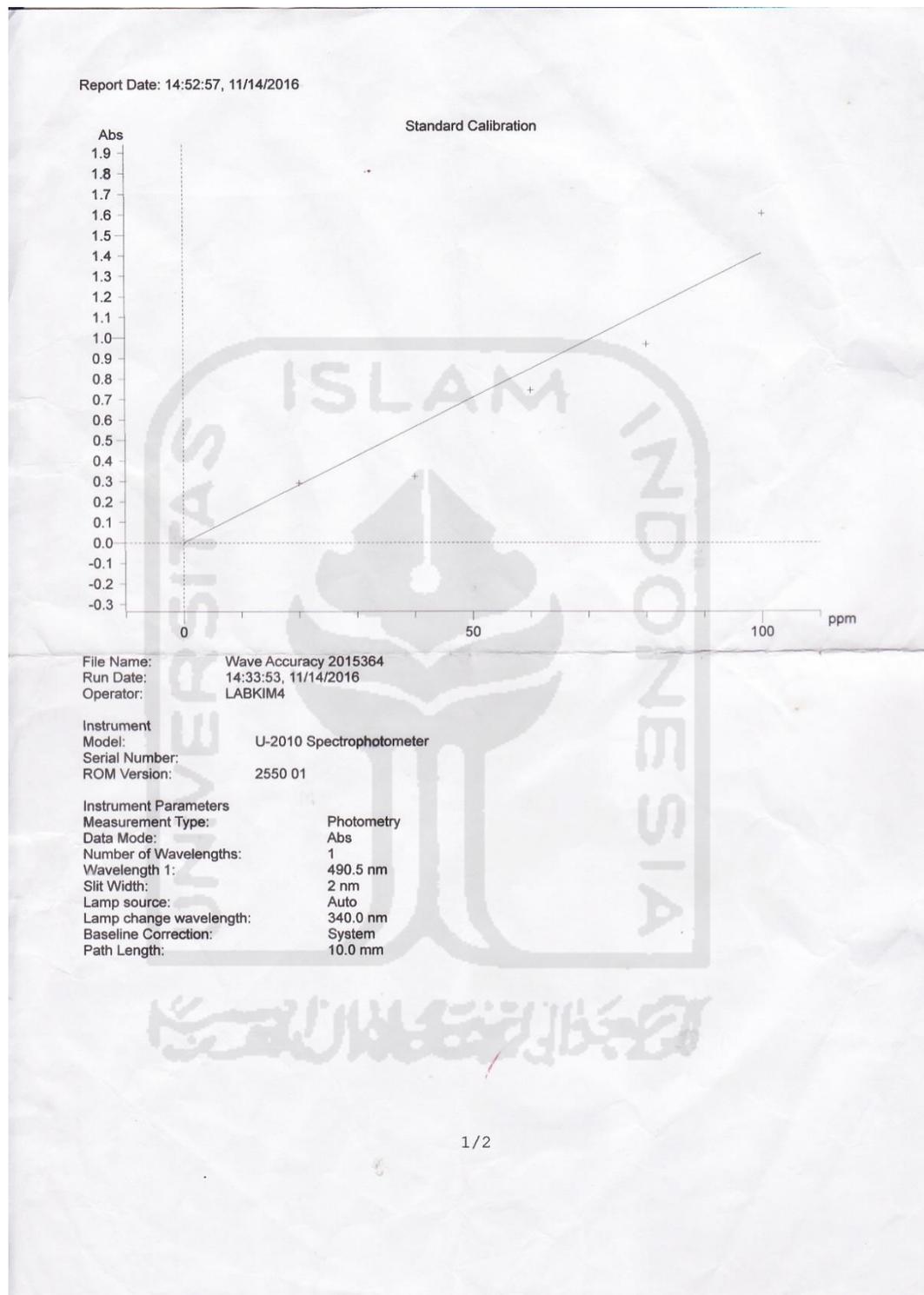
**Lampiran 14.** Gambar Larutan Sampel Setelah Ditambahkan Reagen Fenol-Sulfat



**Lampiran 15.** Gambar Puncak Panjang Gelombang Maksimum Glukosa Standar



**Lampiran 16.** Gambar Nilai Panjang Gelombang Maksimum dan Nilai Absorbansi Glukosa Standar



Lampiran 17. Gambar Kurva Baku Glukosa Standar

Std No. / Name	Abs(490.5)	Conc(ppm)	diff	RD	t
1 std 1	0.291	20.0	0.6	79.400	0.0484
Comment:					
2 std 2	0.323	40.0	-17.1	-2176.4	-1.3257
Comment:					
3 std 3	0.741	60.0	-7.5	-949.25	-0.5782
Comment:					
4 std 4	0.968	80.0	-11.4	-1452.7	-0.8849
Comment:					
5 std 5	1.604	100.0	13.7	1739.6	1.0597
Comment:					
Calibration type:	1st order				
Force curve through zero:	Yes				
Start (ppm):	0.0				
End (ppm):	100.0				
A0:	0.0000				
A1:	70.872				
R:	0.9131				
R2:	0.8337				
Samp No. / Name	Abs(490.5)	Conc(ppm)	Avg Conc [SD][CV] (%)		
1 ubi putih 0 jam	0.598	42.4			
Comment:					
2 ubi putih 6 jam	0.578	40.9	41.7 [1.0123][2.4276]		
Comment:					
3 ubi putih 12 jam	0.263	18.6			
Comment:					
4 ubi putih 24 jam	0.002	0.1	9.4 [13.075][139.09]		
Comment:					

**Lampiran 18.** Gambar Nilai Absorbansi Sampel Tepung Modifikasi Ubi Jalar Putih



**Lampiran 19.** Gambar Proses Sokletasi Pada Uji Lemak



**Lampiran 20.** Gambar Proses Evaporasi Pada Uji Lemak



**Lampiran 21.** Gambar Lemak Tepung Modifikasi Ubi Jalar Putih Sebelum  
Dilakukan Penguapan