

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ubi kayu merupakan tanaman yang penting bagi negara beriklim tropis seperti Nigeria, Brazil, Thailand, dan juga Indonesia. Di Indonesia, ubi kayu menjadi salah satu tanaman yang banyak ditanam hampir di seluruh wilayah dan menjadi sumber karbohidrat utama setelah beras dan jagung. Daerah penghasil ubi kayu terbesar di Indonesia terletak di daerah Lampung, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Potensi produksi ubi kayu di Indonesia begitu besar dengan luas lahan penanaman mencapai 1.4 juta hektar dan rata-rata produksi ubi kayu mencapai 24.56 juta ton (BPS, 2018). Ubi kayu (*Manihot utilisima*) merupakan salah satu hasil pertanian yang mengandung karbohidrat dan sumber kalori yang cukup tinggi (161 Kkal), umbinya mengandung air sekitar 60%, pati (25-35%), protein, mineral, serat, kalsium, dan fosfat (Noerwijati & Mejaya, 2015).

Tapioka (pati ubi kayu) merupakan hasil industri dari ubi kayu. Proses ekstraksi yang mudah dan hasil tapioka yang diperoleh memiliki konversi sekitar 93,56% membuat tapioka baik dimanfaatkan pada industri pangan, industri kertas, industri tekstil dan industri kimia (Johnson & Padmaja, 2013).

Dalam industri pangan, tapioka biasa digunakan sebagai bahan baku pembuatan sirup glukosa. Sirup glukosa merupakan salah satu produk bahan pemanis berbentuk cairan, tidak berbau dan tidak berwarna. Glukosa termasuk

dalam kelompok monosakarida dengan rumus kimia  $C_6H_{12}O$ . Dalam industri makanan, sirup glukosa (*glucose syrup*) biasanya digunakan sebagai penyedap rasa, pembuatan *monosodium glutamat*, *Caramels*, *Jelies*, *Pastilles*, *Marsh mallow*, *Maltodextrins*, *Coffee whitener*, *dessert powders* dan lain-lain.

Sirup glukosa dari tapioka diperoleh dari proses hidrolisis. Hidrolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan air untuk memisahkan ikatan kimia dari substansinya. Hidrolisis pati merupakan proses pemecahan molekul amilum menjadi bagian-bagian penyusunnya yang lebih sederhana seperti dekstrin, isomaltosa, maltosa dan glukosa.

Di Indonesia sendiri kebutuhan sirup glukosa mengalami perubahan dari tahun ke tahun. Berikut adalah tabel kebutuhan impor sirup glukosa di Indonesia.

Tabel 1.1 Kebutuhan Impor Sirup Glukosa

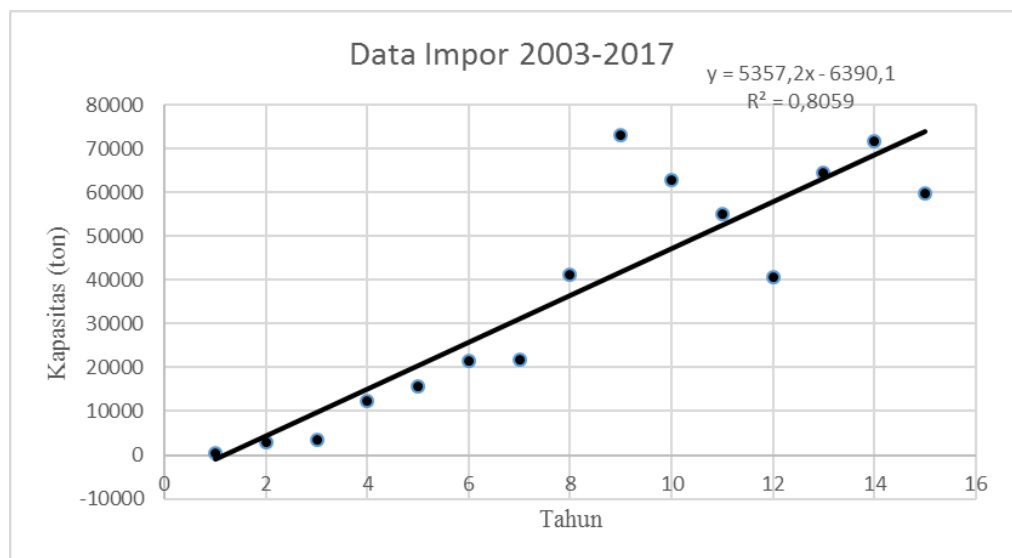
Tahun	Kebutuhan Impor (ton/tahun)
2003	444,9250
2004	2875,7950
2005	3345,4710
2006	12249,4110
2007	15817,8030
2008	21572,4740
2009	21743,1060
2010	41303,2960
2011	73099,8490

Lanjutan Tabel 1.1 Kebutuhan Impor Sirup Glukosa

Tahun	Kebutuhan Impor (ton/tahun)
2012	62755,0670
2013	55021,5200
2014	40698,1060
2015	64390,664
2016	71825,7580
2017	59867,7100

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2018

Dari data di atas maka dapat dicari regresi linier dengan menggunakan excel, sebagai berikut :



Gambar 1.1 Grafik Data Impor Sirup Glukosa

Dengan menggunakan metode regresi linear diperoleh persamaan:

$$y = 5357,2 x - 6390,1$$

Dimana  $x$  adalah jumlah tahun yang dihitung. Dari persamaan tersebut didapatkan kebutuhan sirup glukosa pada tahun 2023 sebesar 100.000 ton/tahun. Berikut adalah pabrik sirup glukosa yang sudah berdiri di Indonesia.

Tabel 1.2 Pabrik sirup glukosa di Indonesia

No	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1	PT. Suba Indah	Cilegon	82.500
2	PT. BAJ	Jawa Timur	18.000
3	PT. Assosiated British	Jawa Barat	72.500

Berdasarkan data-data tersebut maka pabrik sirup glukosa pada tahun 2023 beroperasi dengan kapasitas 100.000 ton/tahun. Dengan berdirinya pabrik sirup glukosa ini, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan sirup glukosa dalam negeri dan dapat menambah kapasitas ekspor. Serta keuntungan lain dengan berdirinya pabrik ini akan menciptakan lapangan kerja baru.

## 1.2 Tinjauan Pustaka

### 1.2.1 Pati

Pati adalah polimer glukosa yang memiliki rumus molekul  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Pembentukan polimer pati pertama kali terbentuknya karena adanya ikatan glukosida yaitu ikatan antara molekul glukosa melalui oksigen pada atom karbon pertama. Pati terbagi menjadi dua jenis yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa adalah polimer rantai lurus yang

terdiri dari ribuan glukosa dengan ikatan  $\alpha$  1,4 glukosida. Sedangkan amilopektin memiliki rantai bercabang dikarenakan adanya ikatan  $\alpha$  1,6 glukosida di beberapa bagiannya (Maarel, et al., 2002).

Karbohidrat golongan polisakarida banyak ditemukan pada tumbuhan. Pati dapat ditemukan pada umbi-umbian, daun, batang dan biji-bijian. Pati adalah kelompok terbesar dalam karbohidrat cadangan yang dimiliki oleh tumbuhan setelah selulosa (Liu, 2005). Tumbuhan melakukan sintesa pati ketika proses fotosintesis yaitu perubahan energi cahaya matahari menjadi energi kimia (Maarel, et al., 2002). Apabila diamati dengan mikroskop, pati memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda-beda tergantung dari tumbuhan yang diekstrak menjadi pati (Poedjiadi, 1994).

Selain itu pati berperan sebagai sumber karbohidrat, pati juga berperan sebagai bahan aditif pada proses pengolahan makanan, misalnya sebagai penstabil dalam proses pembuatan puding (Souza & Magalhães, 2010). Pada pembuatan sirup dan pemanis buatan seperti sakarin, pati juga digunakan sebagai bahan utama. Dalam bidang non makanan, pati dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam proses pembuatan kertas, pakaian dari katun, industri cat, maupun untuk produksi hidrogen (Liu, 2005).

### 1.2.2 Tepung Tapioka

Tepung Tapioka adalah pati yang diekstrak dari singkong. Tapioka memiliki banyak kegunaan diantaranya sebagai bahan baku pada industri pangan. Kandungan tapioka lebih baik dibanding tepung jagung, tepung sagu, tepung beras dan lain sebagainya (Whistler, et al., 1984).

Standar mutu tepung tapioka di Indonesia tercantum dalam Standar Nasional Indonesia SNI 01-3729-1995. Klasifikasi dan standar mutu tepung tapioka dapat dilihat ada tabel 1.3.

Tabel 1.3 Klasifikasi dan standar mutu tepung tapioka

<b>Klasifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
A Keadaan	
1. Bau	Normal
2. Warna	Normal
3. Rasa	Normal
B Benda asing	Tidak boleh ada
C Serangga (bentuk stadia atau potongannya)	Tidak boleh ada
D Jenis pati lain	Tidak boleh ada
E Air %	Maksimum 13
F Abu %	Maksimum 0,5
G Serat kasar %	Maksimum 0,1
H Derajat asam (MI NaOH 1N/100 gram)	Maksimum 4
I SO <sub>2</sub> (Mg/Kg)	Maksimum 30

Lanjutan Tabel 1.3 Klasifikasi dan standar mutu tepung tapioka

<b>Klasifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
J Bahan tambahan makanan (bahan pemutih)	Sesuai SNI 01-0222-1995
K Kehalusan, lolos ayakan 100 mesh (%)	Minimum 95
L Cemarkan logam	
1. Timbal (Pb) Mg/Kg	Maksimum 1,0
2. Tembaga (Cu) Mg/Kg	Maksimum 10,0
3. Seng (Zn) Mg/Kg	Maksimum 40,0
4. Raksa (Hg) Mg/Kg	Maksimum 0,05
M Cemarkan Arsen (As) Mg/Kg	Maksimum 0,5
N Cemarkan mikroba	
1. Angka lempengan koloni/gram	Maksimum 10 <sup>6</sup>
2. E. Coli APM/gram	Maksimum 10
3. Kapang koloni	Maksimum 10 <sup>4</sup>

Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2011

### 1.2.3 Sirup Glukosa

Sirup glukosa adalah salah satu produk bahan pemanis yang memiliki karakteristik berbentuk cairan, tidak berbau, tidak berwarna, tidak mudah mengkristal dan mudah larut dalam air. Sirup glukosa dapat diproduksi dari tepung tapioka dengan proses hidrolisis. Sirup glukosa

termasuk golongan monosakarida yang terdiri atas satu monomer dengan rumus molekul  $C_6H_{12}O$ .

Sirup glukosa dapat diperoleh dari proses hidrolisis tapioka. Hidrolisis tapioka menjadi sirup glukosa dapat menggunakan katalis asam-asam, asam-enzim atau enzim-enzim. Pembuatan sirup glukosa dengan proses hidrolisis diharapkan dapat meningkatkan nilai *Dextrose Equivalent* (DE). *Dextrose Equivalent* (DE) adalah besaran yang menyatakan nilai total pereduksi pati atau produk modifikasi pati dalam satuan persen. DE bisa juga didefinisikan sebagai banyaknya total gula yang ada pada produk. DE yang dihasilkan dari proses hidrolisis tapioka tergantung dari katalis yang digunakan.

#### **1.2.4 Enzim amilase**

Amilase adalah enzim yang memiliki kemampuan untuk memecah ikatan glukosida pada polimer pati yang ada pada tepung tapioka. Kelompok enzim amilase ini mempunyai beberapa variasi dalam aktivitasnya, sangat spesifik dan tergantung pada tempatnya bekerja (Sianturi, 2008). Seiring dengan banyaknya dilakukan penelitian-penelitian mengenai enzim amilase, semakin banyak pula bertambahnya kelompok-kelompok enzim amilase tersebut. Beberapa kelompok dari enzim amilase yang suda ditemukan adalah  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase, dan  $\gamma$ -amilase (Aiyer, 2005).



Secara molekuler, pemecahan amilase dibantu oleh residu asam amino pada sisi aktif enzim (Nangin & Sutrisno, 2015). Enzim  $\alpha$ -amilase merupakan enzim yang berasal dari *Pseudomonas stutzeri*, pemecahan enzim amilase menjadi  $\alpha$ -amilase dibantu oleh tiga residu asam amino yaitu asam glutamat 219, asam aspartat 294, dan asam aspartat 193. Tahapan pertama yaitu pengikatan substrat oleh asam aspartat 294. Tahap selanjutnya adalah asam glutamat 219 yang berbentuk asam akan mendonorkan proton ke O<sub>2</sub> pada ikatan glikosidik substrat. Produk yang dihasilkan dari reaksi tersebut merupakan sebuah ion oksokarbonium pada keadaan transisi yang diikuti dengan pembentukan kovalen intermediet. Molekul H<sub>2</sub>O kemudian menyerang ikatan kovalen antara oksigen dan residu asam aspartat 193. Asam glutamat kemudian menerima H dari molekul H<sub>2</sub>O dan residu asam aspartat 193 membentuk gugus hidroksil baru pada molekul glukosa (Nangin & Sutrisno, 2015). Aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dapat diukur berdasarkan penurunan kadar pati yang larut atau jumlah gula pereduksi yang terbentuk (Judoamidjojo, et al., 1992).

### **1.2.5 Enzim glukoamilase**

Enzim glukoamilase atau amiloglukosidase ( $\alpha$ 1,4 glukon glukohidrolase EC 3.2.1.3) adalah eksoamilase yang menghidrolisa ikatan  $\alpha$ -1,4 secara berurutan dari ujung nonreduksi rantai amilosa, amilopektin dan glikogen dengan melepaskan glukosa (Fogarty & Kelly

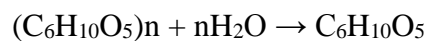
, 1979). Enzim ini juga menghidrolisa ikatan  $\alpha$ -1,6 dan  $\alpha$ -1-3, kecepatan bekerja dengan ikatan  $\alpha$ -1,4 jauh lebih tinggi. Glukoamilase dapat dihasilkan oleh kapang, khamir maupun bakteri. *Aspergillus oryzae* adalah salah satu jenis kapang yang sangat penting peranannya dalam industri makanan seperti sake, kecap dan sebagai penghasil hidrolitik enzim seperti  $\alpha$ -amylase, glukoamilase dan proteinase. Dalam industri sake glukoamilase sangat penting keberadaannya dan tingkat keberhasilan fermentasinya sangat tergantung pada aktivitas glukoamilase (Dae-Hee Ee, et al., 1995).

### 1.2.6 Proses Hidrolisis Pati

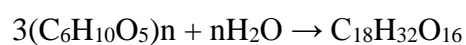
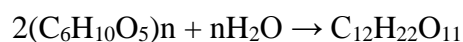
Hidrolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan air untuk memisahkan ikatan kimia dari substansinya. Hidrolisis pati merupakan proses pemecahan molekul amilum menjadi bagian-bagian penyusunnya yang lebih sederhana seperti dekstrin, isomaltosa, maltosa dan glukosa.

Reaksi yang terjadi pada proses hidrolisis tapioka antara lain:

Reaksi utama



Reaksi samping



Proses hidrolisis dapat menggunakan katalis asam-asam, asam-enzim, atau enzim-enzim.

- Hidrolisis pati dengan katalis asam

Hidrolisis pati menggunakan katalis asam memutus rantai pati secara acak. Hidrolisis pati dengan katalis asam diperlukan panas yang tinggi agar pemecahan pati menjadi glukosa dapat berjalan dengan baik. Asam yang dapat digunakan sebagai katalis adalah asam yang memiliki konsentrasi pekat, seperti asam klorida (HCl), asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan sebagainya. Hidrolisis pati menggunakan katalis asam harus menggunakan reaktor yang tahan korosi.

- Hidrolisis pati dengan katalis asam-enzim

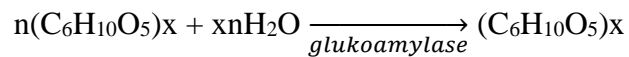
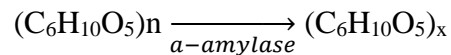
Hidrolisis pati dengan katalis asam-enzim memerlukan pH dan suhu sesuai dengan pengoperasiannya. Dalam hidrolisis ini proses pertama menggunakan katalis asam, dan proses selanjutnya menggunakan katalis enzim. Enzim yang biasa digunakan dalam hidrolisis ini adalah enzim glucoamilase.

- Hidrolisis pati dengan katalis enzim-enzim

Proses hidrolisis secara enzimatis memiliki keunggulan bila dibandingkan dengan metode asam, yaitu proses pemutusan rantai polimer lebih spesifik sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan keinginan, kondisi prosesnya dapat dikontrol dan tidak ekstrim (seperti suhu sedang dan pH mendekati netral), tingkat konversi lebih tinggi, biaya pemurnian lebih murah, dihasilkan lebih

sedikit abu dan produk samping serta kerusakan warna dapat diminimalkan (Rochmawatin, 2010).

Dalam hidrolisis pati menggunakan katalis enzim harus terdapat reaksi kimia sebagai berikut:



Proses hidrolisis pati menjadi sirup glukosa dengan katalis enzim meliputi gelatinasi, liquifikasi, sakarifikasi dan pemurnian. Gelatinisasi, yaitu memecah pati yang berbentuk granular menjadi suspensi yang viscous. Tahap liquifikasi secara enzimatik adalah proses hidrolisa pati menjadi dekstrin oleh enzim pada suhu diatas suhu gelatinisasi dan pH optimum aktivitas enzim, dengan waktu yang berbeda sesuai enzim yang digunakan. Pada tahap liquifikasi enzim yang biasa digunakan yaitu enzim amilase. Tahap sakarifikasi adalah tahap pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana dengan bantuan enzim glukoamilase. Pada tahap ini dekstrin diubah menjadi glukosa. Untuk memurnikan sirup glukosa yang dihasilkan dapat dengan proses absorpsi oleh arang aktif.