

## PENGARUH PENAMBAHAN ENZIM $\alpha$ -AMILASE DAN GLUKOAMILASE PADA PEMBUATAN SIRUP GLUKOSA DARI TEPUNG SAGU

Shinta Laurensia Dewanti<sup>1</sup>, Dwina Moentamaria<sup>1</sup>, Ernia Novika Dewi<sup>1</sup>, Noor Isnaini Azkiya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

shintalaurensiadewanti@gmail.com ; [ernianovika@polinema.ac.id]

### ABSTRAK

Sirup glukosa merupakan gula cair yang penting dalam industri makanan karena sifatnya yang tidak mudah mengkristal dan tanpa membutuhkan pelarutan. Meskipun memiliki kandungan pati tinggi, tepung sagu masih kurang dimanfaatkan padahal berpotensi besar sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan sirup glukosa. Pembuatan sirup glukosa dari tepung sagu dapat dilakukan melalui proses hidrolisis enzimatis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase terhadap karakteristik sirup glukosa yang dihasilkan. Proses hidrolisis dilakukan dalam tiga tahap yaitu gelatinisasi dengan pemanasan pada suhu 70°C, likuifikasi menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase pada suhu 90°C selama 1,5 jam, dan sakarifikasi menggunakan enzim glukoamilase pada suhu 60°C yang diinkubasi selama 72 jam. Variasi *massa* enzim yang digunakan adalah 0,08; 1; 2; dan 4 gram dengan rasio enzim enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase 1:1. Parameter yang dianalisis meliputi kadar glukosa hasil likuifikasi dan sakarifikasi, kadar air, serta uji organoleptik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan enzim hingga titik optimum meningkatkan kadar glukosa dan menurunkan kadar air, namun penambahan berlebih justru menurunkan kadar glukosa. Variabel terbaik dalam penelitian ini diperoleh pada penambahan enzim sebanyak 2 gram, yang menghasilkan kadar glukosa tertinggi sebesar 1,2776%, kadar air terendah sebesar 8,2%, serta karakteristik organoleptik sirup glukosa yang manis, berwarna bening kekuningan, dan tidak berbau.

**Kata kunci:**  $\alpha$ -amilase, glukoamilase, hidrolisis enzimatis, sirup glukosa, tepung sagu

### ABSTRACT

*Glucose syrup is an important liquid sugar in the food industry because it does not crystallize easily and does not require dissolving. Despite its high starch content, sago starch is still underutilized despite its great potential as an alternative raw material in the manufacture of glucose syrup. Making glucose syrup from sago starch can be done through enzymatic hydrolysis process. This study aims to analyze the effect of  $\alpha$ -amylase and glucoamylase enzyme addition on the characteristics of glucose syrup produced. The hydrolysis process was conducted in three stages: gelatinization by heating at 70°C, liquification using  $\alpha$ -amylase enzyme at 90°C for 1.5 hours, and saccharification using glucoamylase enzyme at 60°C incubated for 72 hours. The enzyme mass variations used were 0.08; 1; 2; and 4 grams with an enzyme ratio of  $\alpha$ -amylase and glucoamylase enzymes of 1:1. Parameters analyzed included glucose content from liquification and saccharification, moisture content, and organoleptic test. The results showed that the addition of enzymes up to the optimum point increased glucose content and decreased water content, but excessive addition actually decreased glucose content. The best variable in this study was obtained at the addition of 2 grams of enzyme, which resulted in the highest glucose content of 1.2776%, the lowest water content of 8.2%, and organoleptic characteristics of glucose syrup that was sweet, yellowish clear, and odorless.*

**Keywords:**  $\alpha$ -amylase, glucoamylase, hydrolysis enzymatic, glucose syrup, sago starch

---

Corresponding author: Ernia Novika Dewi

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang

Jl. Soekarno-Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

E-mail: ernianovika@polinema.ac.id



## 1. PENDAHULUAN

Sirup glukosa merupakan larutan yang mengandung gula dan diperoleh dari hasil hidrolisis pati dengan bantuan enzim atau asam [1]. Sirup glukosa adalah gula berbentuk cairan kental dan bening yang banyak dimanfaatkan dalam industri makanan. Penggunaannya dalam industri makanan antara lain sebagai bahan dasar *caramel*, *coffee whitener*, *fondant*, krim, permen karet, jeli, *marshmallow*, *monosodium glutamate*, dan produk pangan lainnya [2]. Apabila dibandingkan dengan gula pasir, penggunaan sirup glukosa lebih efisien karena tidak memerlukan proses pelarutan terlebih dahulu [3]. Sementara jika dibandingkan dengan sukrosa, salah satu keunggulan dari sirup glukosa adalah kemampuannya untuk tetap stabil dan tidak mudah membentuk kristal saat dipanaskan pada suhu tinggi [4].

Sirup glukosa merupakan produk hasil hidrolisis pati, yang biasanya diperoleh dari sumber seperti tepung jagung dan tapioka. Proses ini menghasilkan larutan gula yang banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman [5]. Pati sebagai komponen utama karbohidrat menawarkan potensi besar sebagai bahan dasar pembuatan sirup glukosa. Di samping jagung dan tapioka, tepung sagu juga dapat dijadikan sumber alternatif, meskipun penggunaannya saat ini lebih banyak terbatas pada produk pangan rumahan seperti papeda, sinoli, es krim, mi, hingga kue kering dalam jumlah kecil [6]. Tepung sagu berasal dari batang pohon sagu (*Metroxylon* sp.) [7]. Tepung ini dikenal memiliki kadar karbohidrat yang tinggi. Dalam 100 gram tepung sagu, terkandung sekitar 94 gram karbohidrat, 0,2 gram protein, 0,5 gram serat, serta sejumlah mineral seperti kalsium (10 mg) dan zat besi (1,2 mg) [8]. Sementara itu, kadar pati dalam tepung sagu mencapai 88,31%, dengan komposisi amilosa sebesar 20% dan amilopektin 39,50% [9]. Pemanfaatan tepung sagu saat ini masih terbatas pada produk seperti papeda dan mie tradisional [9]. Kandungan pati yang tinggi dan pemanfaatan yang terbatas menjadikan tepung sagu berpotensi menjadi bahan baku alternatif untuk produksi sirup glukosa sehingga meningkatkan nilai ekonominya [4].

Komponen utama sirup glukosa meliputi D-glukosa, maltosa, dan berbagai polimer D-glukosa, yang diperoleh melalui proses hidrolisis terhadap pati [10]. Proses ini merupakan tahapan penting dalam pembuatan sirup glukosa [11]. Terdapat tiga metode hidrolisis pati yang dapat diterapkan. Termasuk hidrolisis asam, hidrolisis enzimatis, atau kombinasi dari kedua proses hidrolisis asam dan enzim [12]. Hidrolisis asam bekerja dengan cara memutuskan ikatan dalam rantai pati secara acak, sedangkan hidrolisis enzimatis bekerja secara lebih spesifik dengan memecah ikatan pada titik-titik percabangan tertentu [13]. Hidrolisis kombinasi asam dan enzim dapat berjalan lebih sempurna karena menggunakan dua katalis, tetapi akan membutuhkan biaya produksi yang tinggi [2]. Dari segi biaya, metode asam tergolong lebih hemat dan memerlukan waktu pemrosesan yang relatif lebih singkat dibandingkan dengan metode enzimatis [4]. Walaupun begitu, hasil dari hidrolisis enzimatis memiliki kandungan gula pereduksi yang lebih tinggi dibandingkan metode asam [14]. Di samping itu, sirup glukosa hasil hidrolisis enzimatis cenderung memiliki kejernihan dan kemurnian yang lebih tinggi dibandingkan dengan produk yang dihasilkan melalui hidrolisis asam [11]. Beberapa keuntungan lain ketika menggunakan hidrolisis enzimatis, yaitu proses hidrolisis yang lebih spesifik, dapat dikontrol, menghasilkan lebih sedikit produk samping, dan kerusakan warna dapat diminimalkan [13]. Diantara ketiga metode hidrolisis, hidrolisis secara enzimatis memiliki sejumlah kelebihan. Proses hidrolisis mampu menghasilkan kadar gula pereduksi yang lebih tinggi karena enzim bekerja secara selektif pada substrat tertentu. Selain

itu, penggunaan enzim membantu menghindari reaksi samping yang tidak diinginkan, serta lebih aman bagi lingkungan karena tidak menghasilkan zat pencemar [15].

Penelitian sebelumnya, dilakukan oleh Sutamihardja, dkk (2017) menunjukkan bahwa penggunaan enzim  $\alpha$ -amilase sebanyak 42  $\mu$ L pada proses likuifikasi menghasilkan kadar gula tertinggi sebesar 10,7%. Penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis enzim  $\alpha$ -amilase berkontribusi terhadap peningkatan kadar gula pereduksi. Pada tahap sakarifikasi, penambahan enzim glukoamilase dengan volume yang sama juga menghasilkan kadar gula pereduksi tertinggi sebesar 59,40%. Kenaikan kadar gula ini berkaitan dengan kemampuan enzim glukoamilase dalam menghidrolisis senyawa seperti maltosa dan dekstrin menjadi glukosa [14]. Menurut Zaki, dkk (2021) peningkatan konsentrasi enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase, cenderung menghasilkan kadar gula pereduksi total yang besar [15]. Penggunaan dua jenis enzim diperlukan karena  $\alpha$ -amilase berperan memecah struktur pati menjadi dekstrin melalui proses likuifikasi, sedangkan glukoamilase melanjutkan hidrolisis dekstrin dan oligosakarida menjadi glukosa [16].

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang menunjukkan efektivitas enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase dalam meningkatkan kadar gula pereduksi, sehingga metode hidrolisis enzimatis dipilih dalam penelitian ini. Di sisi lain, tepung sagu memiliki kandungan pati yang tinggi, namun pemanfaatannya masih terbatas dan umumnya hanya digunakan sebagai pangan tradisional. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pemanfaatan tepung sagu sebagai bahan baku pembuatan sirup glukosa melalui proses hidrolisis enzimatis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase terhadap karakteristik sirup glukosa yang dihasilkan, sehingga diharapkan dapat memberikan alternatif pemanfaatan tepung sagu dengan nilai tambah yang lebih tinggi.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Riset 1, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang. Pembuatan sirup glukosa dari tepung sagu dilakukan melalui hidrolisis enzimatis. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode eksperimen untuk menganalisis pengaruh penambahan enzim  $\alpha$ -amilase dan enzim glukoamilase terhadap sirup glukosa yang dihasilkan dengan variasi massa 0,08; 1; 2; dan 4 gram dengan rasio *massa* enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase 1:1.

### 2.1. Tahapan Pembuatan Sirup Glukosa

Terdapat 3 tahapan dalam pembuatan sirup glukosa yang meliputi tahap gelatinisasi, tahap hidrolisis, dan tahap pemurnian sirup glukosa. Tahap pertama yaitu gelatinisasi yang bertujuan membuka struktur pati agar enzim dapat bekerja secara optimal pada proses selanjutnya. Pada tahap ini, tepung sagu ditimbang sebanyak 50 gram lalu dilarutkan menggunakan aquades sebanyak 100 mL. Campuran ditambahkan dengan  $\text{CaCl}_2$  100 ppm sebanyak 0,1 mL. Kemudian campuran dipanaskan pada suhu 70°C hingga berbentuk gel.

Tahapan selanjutnya yaitu tahapan hidrolisis meliputi likuifikasi dan sakarifikasi. Tahap hidrolisis berfungsi memecah pati menjadi glukosa. Gel hasil gelatinisasi diatur pada pH 6 menggunakan HCl 0,1 M. Kemudian dilikuifikasi dengan menambahkan enzim  $\alpha$ -amilase dengan variasi 0,08 - 4 gram dan campuran dipanaskan pada suhu 90°C selama 1,5 jam. Gel didinginkan hingga suhu 50°C dan pH diatur 4,5 - 5 dengan menambahkan HCl 0,1M. Dari likuifikasi dilanjutkan dengan sakarifikasi melalui penambahan enzim glukoamilase dengan

variasi (0,08 - 4 gram) dengan rasio (1:1) terhadap massa enzim  $\alpha$ -amilase. Setelah ditambahkan enzim glukoamilase, gel akan berubah menjadi cair lalu diinkubasi selama 72 jam dengan suhu 60°C pada *incubator shaker*.

Tahap terakhir yaitu tahapan pemurnian yang dilakukan untuk meningkatkan kejernihan sirup, pada tahap ini dilakukan penimbangan karbon aktif sebanyak 0,4 gram. Kemudian larutan hasil sakarifikasi dicampur dengan 0,4 gram karbon aktif. Dilakukan pemanasan pada larutan hingga suhu 80°C dengan waktu 15 menit. Selanjutnya larutan difilter menggunakan pompa vakum untuk memisahkan karbon aktif dengan larutan. Filtrat hasil penyaringan kemudian diuapkan pada suhu 60°C dengan waktu 15 menit.

## 2.2. Analisa Kadar Glukosa

Sampel yang telah melalui proses sakarifikasi pada tahapan hidrolisis diencerkan 350 kali. Kemudian, 0,2 mL dari sampel yang sudah diencerkan ini diambil dan dicampur dengan 1,8 mL akuades dalam tabung reaksi. Selanjutnya, 3 mL larutan DNS (*3,5-dinitrosalicylic acid*) ditambahkan ke dalam campuran tersebut. Larutan kemudian dihomogenkan dan diinkubasi dalam air mendidih selama 10 menit. Setelah itu, larutan didinginkan menggunakan air selama 10 menit. Terakhir, serapan larutan diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm [13].

## 2.3. Analisa Kadar Air

Proses dimulai dengan menimbang cawan kosong, yang kemudian dicatat sebagai berat (a). Setelah itu, sampel seberat satu gram dimasukkan ke dalam cawan, dan berat keseluruhan dicatat sebagai (b). Cawan berisi sampel dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama empat jam. Setelah pengeringan, cawan ditempatkan di desikator selama 30 menit untuk mendingin dan mencapai kestabilan suhu. Setelah mencapai berat konstan, cawan ditimbang kembali dan dicatat sebagai (c). Nilai kadar air ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut [4].

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{(b-c)}{(b-a)} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

a : *massa* awal cawan kosong, dinyatakan dalam satuan gram

b : *massa* total cawan dan sampel sebelum dikeringkan di dalam oven (gram)

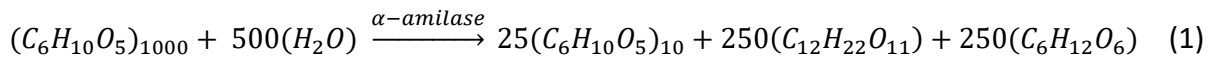
c : *massa* akhir cawan dan sampel setelah dikeringkan dalam oven (gram)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

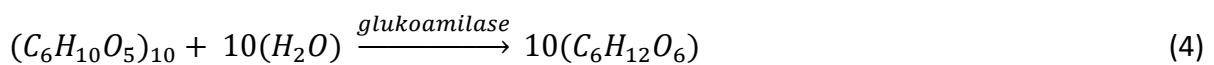
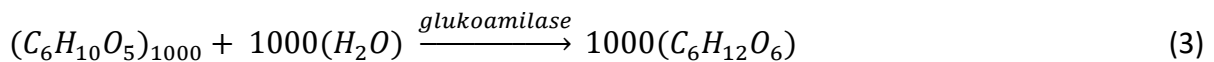
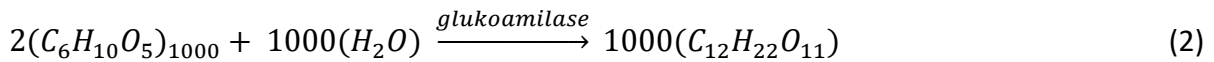
Pembuatan sirup glukosa dilakukan melalui hidrolisis enzimatis terhadap pati dengan melibatkan dua jenis enzim, yaitu  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase [17]. Tahapan awal berupa likuifikasi, menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase yang memutus ikatan glikosidik  $\alpha$ -(1,4) secara acak pada molekul pati, sehingga dihasilkan gula pereduksi dan dekstrin dengan struktur rantai pendek [19]. Proses ini dilanjutkan pada tahap sakarifikasi dengan bantuan enzim glukoamilase, yang mengubah dekstrin menjadi glukosa secara lebih lanjut [18]. Tahapan sakarifikasi biasanya berlangsung selama 48 hingga 96 jam setelah proses likuifikasi selesai [17]. Selama proses hidrolisis ini berlangsung, terjadi serangkaian reaksi kimia yang secara

rinci dijelaskan dalam persamaan reaksi kimia (1) hingga (4) [20]. Reaksi-reaksi ini menggambarkan struktur kompleks pati diubah menjadi molekul gula sederhana selama proses pembuatan sirup glukosa.

Reaksi kimia pada proses likuifikasi:



Reaksi kimia pada proses sakarifikasi:



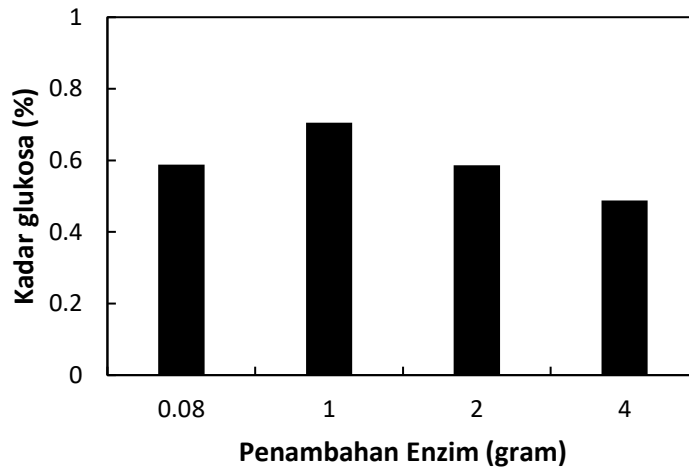
Penggunaan tepung sagu sebagai bahan baku dalam produksi sirup glukosa, dengan penambahan enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase dalam jumlah yang sebanding, menghasilkan perbedaan pada sejumlah parameter pengujian. Variasi penambahan enzim menunjukkan pengaruh terhadap karakteristik sirup glukosa yang dihasilkan. Parameter yang diamati meliputi kadar glukosa hasil likuifikasi dan sakarifikasi, kadar air serta uji organoleptik (rasa, warna, bau).

### 3.1. Pengaruh Penambahan Enzim Terhadap Kadar Glukosa dari Sirup Glukosa Pada Proses Likuifikasi dan Sakarifikasi

Analisa kadar glukosa pada penelitian ini ditentukan dengan metode DNS (*Dinitrolicylic acid*) melalui pembacaan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Pengukuran kadar glukosa dilakukan setelah proses likuifikasi dan sakarifikasi, hal ini dilakukan untuk mengetahui jumlah glukosa yang terbentuk pada masing-masing proses hidrolisis. Gambar 1 menunjukkan hubungan antara jumlah penambahan enzim (dalam gram) terhadap kadar glukosa (ppm) yang dihasilkan selama tahap likuifikasi. Tahapan likuifikasi melibatkan penambahan enzim  $\alpha$ -amilase, yang berfungsi sebagai enzim pencair (*liquifying enzyme*) untuk memecah struktur molekul pati menjadi rantai glukosa berukuran lebih pendek [21]. Reaksi hidrolisis yang terjadi dalam proses ini dipicu oleh aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase, yang pada akhirnya menghasilkan glukosa [22]. Selama tahap likuifikasi, enzim  $\alpha$ -amilase akan memecah amilosa pada tepung sagu dan memutus ikatan glikosidik  $\alpha$ -1,4 glikosida dan membentuk dekstrin, maltose dan sedikit glukosa [23].

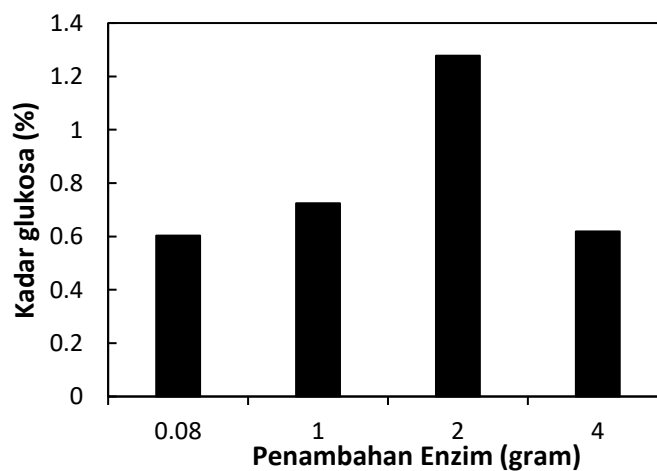
Dari Gambar 1, terlihat bahwa kadar glukosa mengalami peningkatan seiring dengan penambahan enzim  $\alpha$ -amilase hingga titik tertentu, kemudian terdapat penurunan pada jumlah penambahan enzim  $\alpha$ -amilase yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat jumlah optimum enzim untuk menghasilkan kadar glukosa tertinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar glukosa terendah untuk penambahan enzim  $\alpha$ -amilase 4 gram yaitu 0,4878%. Sementara kadar glukosa tertinggi pada saat proses likuifikasi diperoleh sebesar 0,7050% dari penambahan enzim  $\alpha$ -amilase 1 gram. Rendahnya kadar glukosa pada penambahan enzim yang tinggi disebabkan oleh jumlah

enzim yang berlebihan, sehingga menyebabkan aktivitas enzim menjadi tidak optimal [24]. Penurunan kadar glukosa disebabkan oleh tingginya konsentrasi enzim yang menyebabkan kejenuhan, sehingga seluruh situs aktif enzim telah terisi oleh substrat dan enzim tidak dapat berfungsi lebih optimal [25].



**Gambar 1.** Kadar glukosa sirup glukosa pada proses likuifikasi terhadap penambahan enzim  $\alpha$ -amilase

Berdasarkan data pada Gambar 2, menggambarkan korelasi antara jumlah enzim glucoamilase yang digunakan dan kadar glukosa yang terbentuk selama proses sakarifikasi. Tahap sakarifikasi merupakan lanjutan dari proses likuifikasi, di mana digunakan enzim glucoamilase untuk melakukan hidrolisis. Sebagai eksoenzim, glucoamilase mampu memecah ikatan glikosidik tipe  $\alpha$ -1,4 serta sebagian kecil ikatan  $\alpha$ -1,6 pada area percabangan. Fungsinya adalah mengkonversi dekstrin dan maltosa yang dihasilkan pada tahap likuifikasi menjadi glukosa, yang merupakan bentuk gula sederhana [18].



**Gambar 2.** Kadar glukosa sirup glukosa setelah proses likuifikasi dan sakarifikasi terhadap penambahan enzim  $\alpha$ -amilase dan glucoamilase

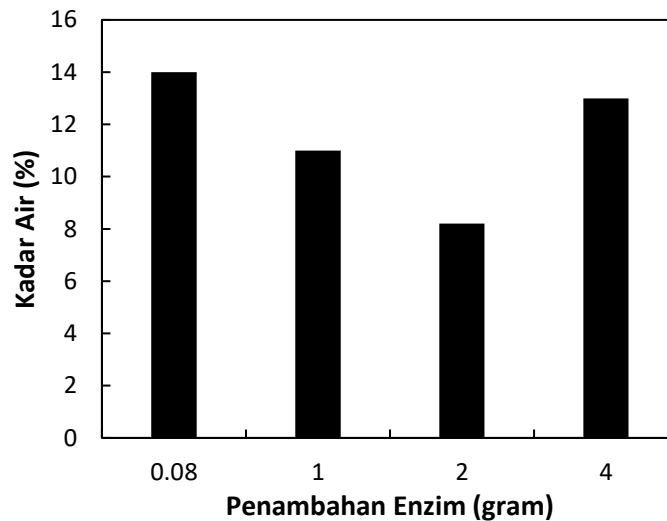
Kadar glukosa pada proses sakarifikasi mengalami peningkatan seiring bertambahnya jumlah enzim glukoamilase. Pada penambahan enzim glukoamilase 1 gram, peningkatan kadar glukosa relatif rendah. Hal ini disebabkan oleh hidrolisis selama proses sakarifikasi tidak berlangsung secara kontinyu. Gangguan proses dan suhu yang tidak terjaga menyebabkan aktivitas enzim menjadi tidak stabil, sehingga proses sakarifikasi menjadi tidak efisien [21]. Sementara, kadar glukosa tertinggi mencapai 1,2776% yang dihasilkan pada penambahan enzim glukoamilase sebanyak 2 gram. Jumlah enzim yang lebih tinggi memicu percepatan reaksi pemecahan pati, sehingga kandungan glukosa yang terbentuk menjadi lebih besar [22]. Konsentrasi enzim yang tinggi memperbesar peluang terjadinya tumbukan antara molekul enzim dan pati, sehingga mempercepat pemecahan pati menjadi gula [22]. Akan tetapi, kadar glukosa menurun ketika jumlah enzim glukoamilase ditingkatkan sebesar 4 gram yaitu 0,6189%. Penurunan kadar glukosa diduga dapat terjadi akibat kejenuhan enzim terhadap substrat, sehingga enzim glukoamilase tidak mampu membentuk kompleks enzim-substrat dan produk tidak terbentuk [25]. Kemungkinan rendahnya kadar glukosa pada konsentrasi enzim yang tinggi disebabkan oleh jumlah enzim yang berlebih, sehingga kinerjanya menjadi tidak optimal [24]. Beberapa faktor yang memengaruhi proses hidrolisis pati meliputi konsentrasi substrat, jumlah enzim, nilai pH, dan waktu yang dibutuhkan untuk hidrolisis. Oleh karena itu, jumlah enzim sangat memengaruhi tahap hidrolisis karena efektivitas kerja enzim cenderung meningkat seiring bertambahnya konsentrasi enzim [24]. Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian sebelumnya oleh Wahyuningsih (2019) yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi enzim dalam proses hidrolisis pati dapat meningkatkan kadar glukosa yang dihasilkan. Namun, efektivitas peningkatan kadar glukosa hanya berlangsung hingga batas konsentrasi tertentu [26]. Mengacu pada SNI 01-2978-1992, kandungan glukosa minimum yang harus dimiliki oleh produk sirup glukosa adalah sebesar 30% [27]. Adapun hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar glukosa tertinggi yang diperoleh adalah 1,2776% pada penambahan enzim 2 gram. Oleh karena itu, produk belum memenuhi standar dan perlu dilakukan optimasi lebih lanjut.

### **3.2. Pengaruh Penambahan Enzim Terhadap Kadar Air dari Sirup Glukosa**

Kandungan air dalam suatu produk pangan merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi kualitasnya. Tingginya kadar air dapat menurunkan daya simpan bahan pangan dan mempercepat pertumbuhan mikroorganisme. Sehingga bahan pangan akan semakin cepat mengalami kerusakan [1].

**Gambar 3** menunjukkan pengaruh penambahan enzim terhadap kadar air sirup glukosa. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa peningkatan jumlah enzim dari 0,08 hingga 2 gram menyebabkan penurunan kadar air dari sirup glukosa. Kondisi ini terjadi karena jumlah enzim yang tersedia untuk berinteraksi dengan substrat semakin banyak, sehingga pemecahan molekul-molekul pati menjadi unit glukosa berlangsung lebih optimal. Glukosa yang terbentuk memiliki sifat higroskopis, yaitu mampu menarik dan mengikat molekul air di sekitarnya. Akibatnya, kadar air dalam bahan cenderung menurun seiring dengan meningkatnya kadar glukosa [28]. Akan tetapi, pada penambahan enzim 4 gram terjadi peningkatan kadar air. Kemungkinan hal ini terjadi karena kadar glukosa yang

terbentuk lebih sedikit, sehingga molekul air tidak banyak yang terikat dan menyebabkan kadar air bebas meningkat.



**Gambar 3.** Kadar air sirup glukosa terhadap penambahan enzim  $\alpha$ -amilase dan glucoamilase

Penambahan enzim dalam jumlah yang bervariasi selama proses hidrolisis menghasilkan kadar air yang masih berada dalam batas maksimum yang ditetapkan oleh SNI 01-2978-1992 untuk sirup glukosa, yakni tidak melebihi 20%. Dengan perolehan kadar air terendah sebesar 8,2% untuk penambahan enzim  $\alpha$ -amilase dan glucoamilase 2 gram. Kemudian kadar air tertinggi diperoleh sebesar 14% pada penambahan enzim  $\alpha$ -amilase dan glucoamilase terendah yaitu 0,08 gram.

### 3.3. Pengaruh Penambahan Enzim Terhadap Organoleptik dari Sirup Glukosa

Selain menunjukkan bahwa peningkatan jumlah enzim pada titik tertentu dapat meningkatkan kadar glukosa, peningkatan jumlah enzim juga mempengaruhi karakteristik organoleptik seperti rasa, bau dan warna sirup yang dihasilkan. Pada uji organoleptik aroma atau bau sirup glukosa dari keempat variasi penambahan enzim yaitu 0,08; 1; 2; dan 4 gram telah memenuhi batasan mutu yang disyaratkan oleh SNI 01-2978-1992 yaitu tidak berbau [27].

**Tabel 1.** Uji organoleptik sirup glukosa dari tepung sagu

Parameter Uji	Penambahan Enzim (gram)				SNI 01-2978-1992
	0,08	1	2	4	
Rasa	Cukup manis	Cukup manis	Manis	Manis sedikit asam	Manis
Warna	Tidak berwarna	Tidak berwarna	Bening kekuningan	Bening kekuningan	Tidak berwarna
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau

Pada parameter warna, penambahan enzim 0,08 gram dan 1 gram telah memenuhi parameter sirup glukosa yaitu tidak berwarna. Akan tetapi, pada penambahan enzim 2

gram dan 4 gram sirup glukosa yang dihasilkan berwarna bening kekuningan. Apabila dibandingkan dengan dengan batasan yang disyaratkan oleh SNI 01-2978-1992 parameter warna sirup glukosa penambahan enzim 2 gram tidak memenuhi standar. Faktor penyebabnya adalah warna enzim yang memberikan pengaruh terhadap tampilan akhir produk [22].

Pada parameter rasa dilakukan menggunakan metode deskriptif bebas, dimana pamelis diminta memberikan tanggapan mengenai karakteristik rasa tanpa menggunakan skala numerik. Dari keempat variasi penambahan enzim menghasilkan rasa manis yang sedikit berbeda. Pada penambahan enzim sebesar 0,08 gram dan 1 gram, rasa sirup glukosa dinilai cukup manis, dan pada 2 gram, sirup dinilai memiliki rasa manis yang optimal. Namun, pada penambahan 4 gram, terjadi perubahan rasa menjadi manis sedikit asam. Rasa sedikit asam dapat disebabkan oleh suhu penyimpanan yang terlalu tinggi sehingga mempercepat reaksi degradasi glukosa membentuk senyawa asam ringan. Dari parameter rasa, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi penambahan enzim, rasa sirup glukosa akan semakin manis. Hal ini terjadi karena enzim berperan dalam menghidrolisis pati, dan konsentrasi enzim yang lebih tinggi mempercepat proses tersebut, sehingga menghasilkan rasa manis yang lebih dominan [22].

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, penambahan enzim  $\alpha$ -amilase dan glucoamilase dalam proses pembuatan sirup glukosa dari tepung sagu berpengaruh terhadap kadar glukosa, kadar air, serta karakteristik organoleptik seperti rasa, aroma, dan warna sirup yang dihasilkan. Variabel terbaik diperoleh pada penambahan enzim sebanyak 2 gram, yang menghasilkan kadar glukosa tertinggi sebesar 1,2776%, kadar air terendah sebesar 8,2%, serta sirup dengan rasa manis, warna bening kekuningan, dan tanpa aroma yang mengganggu.

Hal-hal yang disarankan untuk penelitian lebih lanjut mengenai pembuatan sirup glukosa dengan variasi perbandingan enzim yang berbeda untuk mendapatkan kadar glukosa yang tinggi. Serta dapat diteliti lebih lanjut mengenai perbandingan enzim dan substrat untuk menghasilkan kadar glukosa yang tinggi dan optimal.

#### REFERENSI

- [1] Mukarramah, Ansharullah, dan La Rianda, "Pengaruh Penambahan Enzim Alfa Amilase pada Suhu yang Berbeda Terhadap Karakteristik Sirup Glukosa," *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, vol. 1, no. 3, hal. 246–254, 2016.
- [2] A. Aprianti dan S. H. Tendri, "Prarancangan Pabrik Sirup Glukosa Dari Tepung Tapioka Melalui Proses Hidrolisis Asam Pekat Dengan Kapasitas 64.000 Ton/Tahun," *Jurnal Tugas Akhir Teknik Kimia*, vol. 6, no. 1, 2023.
- [3] A. Sulastriani, Laga, dan Zainal, "Pengaruh penggunaan suhu awal liquifikasi dan waktu proses sakarifikasi dalam menghasilkan sirup glukosa," *Journal Sains dan Teknologi*, vol. 17, no. 1, hal. 74–79, 2017.
- [4] E. Susanto, Yusnimar, dan E. Yenie, "Pembuatan Sirup Glukosa Dari Tepung Sagu Yang Dihidrolisis Dengan Asam Klorida," *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, vol. 1, no. 1, hal. 1–7, 2014.

- [5] M. Harni, S. K. Putri, Gusmalini, dan T. D. Handayani, "Characteristics Of Glucose Syrup From Various Sources Of Starch," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 757, no. 1, hal. 1–5, 2021.
- [6] A. J. V. Panggabean, N. M. Yusa, dan I. P. Suparhana, "Pengaruh Perbandingan Tepung Sagu dengan Tepung Ulat Sagu (*Rhynchophorus ferrugineus*) Terhadap Karakteristik Kerupuk," *Itepa : Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, vol. 11, no. 4, hal. 622–634, 2022.
- [7] I. KUSDARIANTO dan H. Sari, "Pengolahan Sagu Menjadi Siole Dengan Varian Rasa Di Masyarakat Tana Luwu: Sebagai Upaya Penambahan Ekonomi Selama Pandemi Covid-19," *Selaparang Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, vol. 4, no. 3, hal. 829, 2021.
- [8] A. Fauziyah, "Pengaruh Jumlah Tepung Sagu (*Metroxylon Sago Rottb*) Dan Jumlah Bayam (*Amaranthus Spp*) Terhadap Sifat Organoleptik Bakso Ikan Gabus Bayam," *e-journal Boga*, vol. 5, no. 3, hal. 1–10, 2017.
- [9] S. Rahmawari, S. Wahyuni, dan A. Khaeruni, "Pengaruh Modifikasi terhadap Karakteristik Kimia Tepung Sagu Termodifikasi : Studi Kepustakaan," *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, vol. 4, no. 2, hal. 2096–2103, 2019.
- [10] W. U. Fibarzi, R. Nurlaila, F. Sirait, S. Sulhatun, dan I. Ibrahim, "Produksi Glukosa Cair Menggunakan Metode Hidrolisis Asam Klorida Dari Bahan Dasar Singkong (*Manihot Esculenta*)," *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, vol. 12, no. 1, hal. 49–57, 2023.
- [11] S. Unji, Anharullah, dan Muzuni, "Pengaruh Penambahan Enzim A-Amilase Terhadap Karakteristik Sirup Glukosa Dari Pati Dan Ampas Sagu (*Metroxilon Sp*) Dari Pengolahan Sagu Moramo Utara," *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, vol. 1, no. 3, hal. 255–263, 2016.
- [12] C. Devita, W. Pratjojo, dan S. M. R. Sedyawati, "Perbandingan Metode Hidrolisis Enzim Dan Asam Dalam Pembuatan Sirup Glukosa Ubi Jalar Ungu," *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 4, no. 1, hal. 16–19, 2015.
- [13] E. Mardawati, B. M. Harahap, R. Andoyo, N. Wulandari, dan D. M. Rahmah, "Karakterisasi Produk Dan Pemodelan Kinetika Enzimatis Alfa-Amilase Pada Produksi Sirup Glukosa Dari Pati Jagung (*Zea Mays*)," *Jurnal Industri Pertanian*, vol. 1, no. 1, hal. 11–20, 2019.
- [14] R. T. M. Sutamihardja, M. Azizah, dan B. D. Mafiana, "Perbandingan Hidrolisis Enzimatis Dan Asam Terhadap Pati Jagung Manis (*Zea Mays L.*) Dalam Pembuatan Gula Cair," *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, vol. 7, no. 2, hal. 58–67, 2017.
- [15] M. Zaki, D. S. Syahidin, Lisyawati, dan E. S. Ria, "Pengaruh Kombinasi Enzim Terhadap Gula Pereduksi Sirup Glukosa dari Pati Ubi Kayu Ketan," *Serambi Engineering*, vol. 6, no. 3, hal. 2180–2187, 2021.
- [16] D. Park, S. Haam, H. Jang, I. S. Ahn, dan W. S. Kim, "Immobilization of starch-converting enzymes on surface-modified carriers using single and co-immobilized systems: properties and application to starch hydrolysis," *Process Biochemistry*, vol. 40, no. 1, hal. 53–61, 2005.
- [17] A. Ardiansyah, N. Nurlansi, dan R. Musta, "Waktu Optimum Hidrolisis Pati Limbah Hasil Olahan Ubi Kayu (*Manihot esculenta Crantz var. Lahumbu*) Menjadi Gula Cair Menggunakan Enzim  $\alpha$ -Amilase Dan Glukoamilase," *Indonesian Journal of Chemical Research*, vol. 5, no. 2, hal. 86–95, 2018.

- [18] T. Agustina, V. Elsyana, L. R. Alvita, A. A. Ramandani, dan M. S. Purnani, "Characteristics of Liquid Sugar from Cassava Flour Using Gelatinization, Liquefaction and Enzymatic Saccharification (amyloglucosidase and  $\alpha$ -amylase) Processes," *Walisongo Journal of Chemistry*, vol. 7, no. 1, hal. 37–49, 2024.
- [19] A. Y. Rahmawati dan A. Sutrisno, "Hidrolisis Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* L.) Secara Enzimatis Menjadi Sirup Glukosa Fungsional: Kajian Pustaka," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 3, no. 3, hal. 1152–1159, 2015.
- [20] W. Ajiguna, "Pabrik Sirup Glukosa dari Tepung Tapioka dengan Proses Hidrolisis Enzimatis Kapasitas 40.000 Ton/Tahun," UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya, 2024.
- [21] Adrian, Z. S. Andri, dan Ridwan, "Sakarifikasi Pati Ubi Jalar Putih Menjadi Gula Dekstrosa Secara Enzimatis," *Hermawati*, 2020.
- [22] M. Maisaroh, E. A. Setya, dan N. Ngatirah, "Karakteristik sirup glukosa berbahan dasar umbut kelapa sawit dengan variasi konsentrasi enzim  $\alpha$ -amilase dan suhu gelatinisasi," *Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, vol. 14, no. 2, hal. 211–220, 2023.
- [23] Ariandi, "Pengenalan enzim amilase (alpha-amylase) dan reaksi enzimatisnya menghidrolisis amilosa pati menjadi glukosa," *Jurnal Dinamika*, vol. 7, no. 1, hal. 74–82, 2016.
- [24] I. W. W. Aryanika, B. W. Gunam, dan L. Suhendra, "Pengaruh konsentrasi enzim amilase dan lama hidrolisis pati kasar singkong karet (*Manihot Glaziovii* Muell. Arg) terhadap total gula reduksi yang dihasilkan," *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, vol. 10, no. 4, hal. 506–512, 2022.
- [25] S. Winarti dan R. Ayu Anggreini, "Development of Liquid Sugar HFS (High Fructose Syrup) from Lesser Yam Tubers Using Enzyme-Mix Inulinase and Amylase," *Matec Web of Conferences*, vol. 372, hal. 03004, 2022.
- [26] S. Wahyuningsih, "Pengaruh Konsentrasi Enzim  $\alpha$  – Amilase pada Hidrolisis Pati Labu Jepang (*Kabocha*)," *Cheesa: Chemical Engineering Research Articles*, vol. 2, no. 1, hal. 26, 2019.
- [27] Badan Standarisasi Nasional, "Sirop glukosa: SNI 01-2978-1992," 1992.
- [28] M. N. N. Nuraini, M. N. Mutma'innah, D. Tridayanti, dan L. Hartanti, "Produksi Gula Cair dari Selulosa Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) dengan Hidrolisis Enzim," *Journal of Agritechnology and Food Processing*, vol. 2, no. 1, hal. 35, 2022.