



PENGARUH KONSENTRASI ENZIM ALFA-AMILASE DAN GLUKOAMILASE TERHADAP KARAKTERISTIK GULA CAIR BENGKUANG (*Pachyrhizus erosus*)

[The Effect of Alpha Amylase and Glucoamylase Enzyme Concentrations on the Characteristics of Jicama (*Pachyrhizus erosus*) Glucose Syrup]

Muhammad Rizky Ramanda^{1*}, Fajri Rajab Amran¹, Syahrizal Nasution¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Insitut Teknologi Sumatera, Lampung

*Email: muhammad.ramanda@tp.itera.ac.id (Telp: +62856969100)

Diterima tanggal 4 Juli 2025

Disetujui tanggal 19 Juli 2025

ABSTRACT

Jicama (*Pachyrhizus erosus*) holds potential as a carbohydrate-rich food crop due to its relatively high fiber and starch content. Glucose syrup, or liquid sugar, is a solution obtained through starch hydrolysis, followed by neutralization and concentration to a certain level. Enzymatic hydrolysis is a common method used to produce glucose syrup. This study aimed to investigate the effect of alpha-amylase and glucoamylase enzyme concentrations on the characteristics of liquid sugar derived from Jicama starch, and to evaluate its physicochemical properties based on the Indonesian National Standard (SNI) 01-2978-1992. Analyses included moisture content, ash content, total soluble solids, pH, and total plate count (TPC). Data were analyzed using SPSS software with Analysis of Variance (ANOVA) at $\alpha = 5\%$, and further tested with Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The results showed that different enzyme concentrations significantly influenced moisture content, ash content, pH, total soluble solids (TSS), total plate count (TPC), and reducing sugar content, when compared to the SNI standard for glucose syrup. While ash content, pH, TSS, and TPC showed no significant differences, moisture content and reducing sugar content differed significantly, with moisture levels of 15.5%, 16.7%, and 19.3%, and reducing sugar levels of 40.54%, 44.30%, and 48.45% across the enzyme concentration variations.

Keywords: Jicama, Jicama Starch, Alpha-Amylase, Glucoamylase, Glucose Syrup SNI

ABSTRAK

Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) memiliki potensi sebagai tanaman pangan kaya karbohidrat karena kandungan serat dan patinya yang relatif tinggi. Sirup glukosa, atau gula cair, merupakan larutan yang diperoleh melalui proses hidrolisis pati, kemudian dinetralkan dan dipekatkan hingga tingkat tertentu. Hidrolisis enzimatis merupakan metode umum yang digunakan untuk memproduksi sirup glukosa. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh konsentrasi enzim alfa-amilase dan glukamilase terhadap karakteristik gula cair yang berasal dari pati bengkuang, serta mengevaluasi sifat fisikokimianya berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2978-1992. Parameter yang dianalisis meliputi kadar air, kadar abu, total padatan terlarut, pH, dan angka lempeng total (ALT). Data dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS dengan metode Analisis Varian (ANOVA) pada tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$, dan dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi enzim memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar air, kadar abu, pH, total padatan terlarut (TPT), angka lempeng total (ALT), dan kadar gula pereduksi, jika dibandingkan dengan standar SNI untuk sirup glukosa. Meskipun kadar abu, pH, TPT, dan ALT tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, kadar air dan gula pereduksi menunjukkan perbedaan yang nyata, dengan kadar air masing-masing sebesar 15,5%, 16,7%, dan 19,3%, serta kadar gula pereduksi sebesar 40,54%, 44,30%, dan 48,45% pada variasi konsentrasi enzim.

Kata kunci: Bengkuang, Pati Bengkuang, Alfa Amilase, Glukoamilase, SNI Sirup Glukosa



PENDAHULUAN

Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) merupakan tanaman umbi-umbian yang berasal dari Amerika dan termasuk tanaman hortikultura. Potensi yang dapat digunakan dari tanaman Bengkuang yaitu dapat dijadikan tanaman pangan sumber karbohidrat (Asmoro, 2020). Salah satu daerah yang potensial penghasil Bengkuang dengan ketersediaannya yang berlimpah terdapat di desa Cinta Mulya. Pengembangan tanaman umbi masih belum banyak diketahui oleh masyarakat Indonesia khususnya di daerah Lampung. Umbi Bengkuang dapat dikonsumsi secara langsung dan juga umbi Bengkuang juga dapat dijadikan produk turunan lain (Fitriani, 2018). Umbi segar pada Bengkuang dengan bobot 100 gram mempunyai kandungan sebanyak 2,1 – 10,7 gram pati yang merupakan salah satu bentuk karbohidrat (Sari, 2022). Pati dapat dihidrolisis dengan enzim menghasilkan gula (dekomposisi kimia menggunakan bantuan air untuk memisahkan ikatan kimia dari substansinya) (Mardawati, 2019).

Gula merupakan kebutuhan pokok penduduk Indonesia yang memiliki peran sebagai pemanis dalam makanan maupun minuman, setiap tahunnya konsumsi gula semakin meningkat. Menurut Badan Pusat Statistik pada tahun 2021 sejumlah 5,2 juta ton per untuk konsumsi gula di Indonesia. Gula cair adalah cairan yang tak memiliki warna, tidak memiliki bau, bentuknya kental, dan rasa yang manis (Sutamihardja, 2019). Sirup glukosa atau gula cair merupakan larutan yang diperoleh dengan proses hidrolisis pati, lalu dilakukan netralisasi dan pemekatan sampai tingkat tertentu, metode hidrolisis merupakan suatu proses untuk mendapatkan sirup glukosa dengan cara hidrolisis secara enzimatik atau secara asam. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang perbandingan hidrolisis asam dengan hidrolisis enzimatik didapatkan hasil bahwa hidrolisis enzimatik lebih baik dibandingkan dengan hidrolisis asam (Sutamihardja, 2019). Hidrolisis secara enzimatik merupakan proses pemutusan rantai polimer yang lebih spesifik sehingga produk yang dihasilkan berupa sirup glukosa (Triyono, 2008). Penelitian yang dilakukan dalam pembuatan gula cair diantaranya adalah dari pati Bengkuang dengan hidrolisis menggunakan enzim yang melakukan optimasi pada konsentrasi enzim pada proses likuifikasi dan sakarifikasi. Pembuatan gula cair dilakukan dengan menggunakan dua jenis enzim yakni enzim alfa amilase yang berperan pada tahap likuifikasi dan enzim gluco amilase pada tahap sakarifikasi (Megavitry, 2019).

Proses likuifikasi yaitu pati digelatinisasi terlebih dahulu dan dihidrolisis oleh enzim alfa amilase (biasanya enzim ini bersifat termotabil) pada suhu 80°C. Adapun proses sakarifikasi dilakukan setelah proses likuifikasi dengan enzim gluco amilase biasanya digunakan pada suhu sekitar 60°C (Saputro dkk, 2021). Proses hidrolisis dengan menggunakan enzim lebih efektif apabila dibandingkan dengan hidrolisis asam dikarenakan enzim memutus ikatan 1,4 glikosidik secara spesifik, tanpa menyisakan residu dan hanya memberikan kerusakan warna



(Setiawan, 2020). Konsentrasi enzim merupakan salah satu faktor utama yang berpengaruh terhadap aktivitas enzim yang digunakan (Asben *et al.*, 2018). Terkait penjelasan sebelumnya, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi enzim terhadap karakter gula cair yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

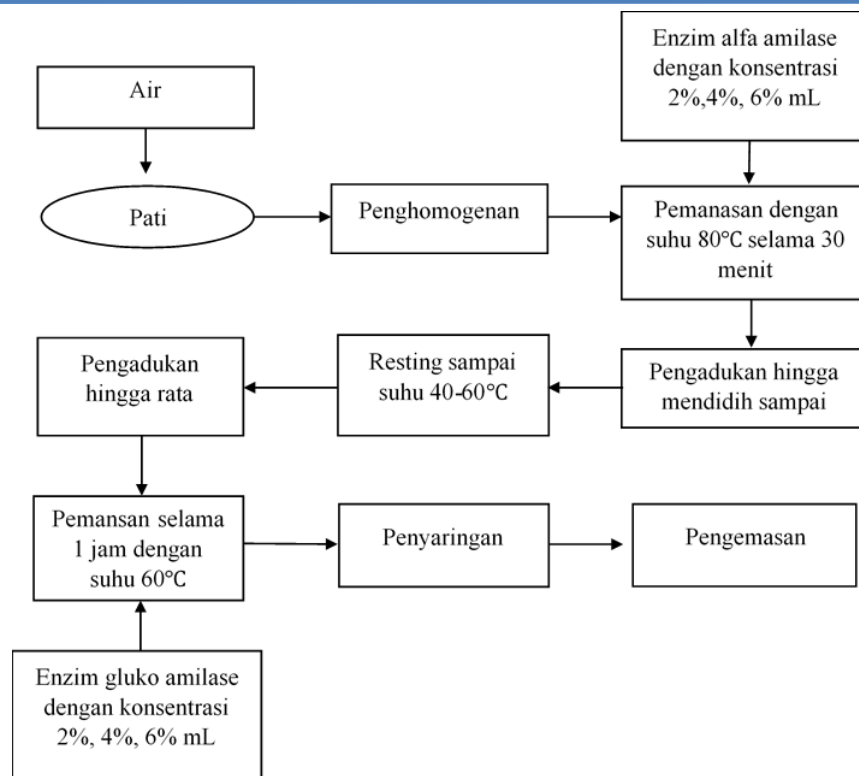
Bahan

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Pati Bengkuang (UMKM Cintamulya, Lampung Selatan), aquades, enzim alfa amilase (Nanobio Lab), enzim gluco amilase (Nanobio Lab). Bahan yang dibutuhkan untuk analisis yaitu larutan DNS (Dinitrosalicylic Acid) (EMSURE®ACS), Plate Count Agar (PCA), Buffered Pepton Water (BPW), etanol dan glukosa anhidrat (EMSURE®ACS).

Preparasi Analisis Sampel

Metode penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan 2%, 4% dan 6% pada penambahan alfa amilase dan gluco amilase secara linier. Penelitian ini menggunakan dua kali pengulangan dan secara *duplo*.

Pembuatan sampel dimulai dari preparasi alat terlebih dahulu dengan memperhatikan Teknik aseptis dan steril karena dapat terjadi kontaminasi pada alat yang akan digunakan. Lalu pati dimasukan kedalam wadah dan ditambahkan air dengan perbandingan 1:3 aduk hingga homogen dan panaskan dengan api sedang, setelah itu ditambahkan enzim alfa amilase sebanyak 2%;4%;6% kedalam adonan pati yang dipanaskan tunggu hingga bening, lalu didiamkan sampai suhu dari adonan tersebut menjadi hangat dan ditambahkan enzim gluco amilase sebanyak 2%;4%;6%. Setelah dilakukan pemanasan kembali selama 3 jam hingga larutan pati tersebut mengental dan dilakukan pengemasan. Gambar pembuatan gula cair dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pembuatan gula cair bengkoang

Pengujian yang dilakukan pada gula cair bengkoang yaitu analisis kadar air metode thermogravimetri (SNI, 1992), kadar abu metode oven (SNI, 1992), Total padatan terlarut dengan refraktometer (SNI, 1992), Derajat keasaman (pH) (SNI, 1992), Gula pereduksi metode DNS (Lastriyanto, 2021) dan pengujian Angka Lempeng Total (ALT) (SNI, 1992).

Tahapan Penelitian

Pengujian Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan dengan metode thermogravimetri menggunakan oven. Cawan alumunium kosong dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 15 menit. Cawan diangkat dan didinginkan dalam desikator selama 20 menit. Cawan ditimbang kemudian dicatat beratnya. Mortar dan alu disiapkan untuk sampel keripik pisang dikecilkan ukurannya, kemudian sampel ditimbang seberat 5 gr dan dimasukkan kedalam cawan kering. Sampel dimasukkan kedalam oven bersuhu 105°C selama 6 jam. Sampel dimasukkan kembali ke dalam desikator selama 15 menit. Perlakuan ini dilakukan sampai mencapai berat konstan.

Pengujian pH



Metode pengukuran pH dengan cara mengkalibrasi pH meter dengan larutan buffer pH dan dilakukan setiap pengukuran. Celupkan elektroda yang telah dibersihkan dengan air suling. Catat dan baca pH pada skala pH meter yang ditunjukkan pada alat.

Pengujian Kadar Abu

Analisis kadar abu dilakukan dengan metode oven tanur. Cawan porselen dikeringkan dalam oven selama satu jam pada suhu 105°C. Cawan porselen kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang. Sebanyak 5 g sampel ditambahkan kedalam cawan pengabuan lalu dipijarkan di atas kompor listrik hingga tidak berasap. Cawan berisi sampel dimasukkan ke dalam tanur pengabuan dengan suhu 550°C selama 6 jam hingga abu berubah menjadi warna putih.

Pengujian Total Padatan Terlarut

Pengukuran Total Padatan Terlarut. brix bertujuan untuk mengetahui tingkat padatan terlarut pada sirup gula cair bengkuang. Pengujian ini dilakukan dengan meneteskan sampel gula cair bengkuang dengan suhu $\pm 20^\circ\text{C}$ pada prisma refraktometer dan dibaca skalanya. Hasil yang didapatkan dalam satuan °Brix

Pengujian Gula Pereduksi

Pengujian gula pereduksi pada penelitian ini menggunakan metode DNS. Prinsip metode DNS (Dinitrosalicylic Acid) untuk pengukuran gula pereduksi didasarkan pada reaksi antara gula pereduksi dan reagen DNS, yang menghasilkan senyawa berwarna kuning kecoklatan, yaitu asam 3-amino-5-nitrosalicylate. Prosedur analisis nya yaitu kandungan gula pereduksi pada sampel dengan cara disiapkan sampel 0,1 g. Kemudian sampel diencerkan ke dalam 100 mL aquades dan diambil sampel 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan reagen DNSA sebanyak 1 mL. Dihomogenkan dan dipanaskan larutan glukosa selama 5 menit. Larutan didinginkan hingga kembali pada suhu ruang dan ditambahkan aquades sebanyak 8 mL dan dilakukan pengujian menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis dengan panjang gelombang 540 nm. Lakukan perhitungan dengan kurva standar yang telah diperoleh.

Pengujian Angka Lempeng Total

Gula cair ditimbang sebanyak 1 gram, lalu dihomogenkan dengan 9 mL buffered peptone water (BPW), lalu sampel diencerkan secara berseri, yaitu dengan 1 mL sampel di pindahkan menggunakan tip pipet steril kedalam 9 mL BPW untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} pengenceran sampel dilakukan sampai dengan 10^{-4} , lalu dilakukan pengambilan sebanyak 1 mL sampel pada masing-masing pada masing-masing pengenceran yang kemudian diinokulasi ke cawan petri secara duplo, penuangan 15-20 mL media plate count agar kedalam masing-masing cawan petri dilakukan dan dibiarkan pada permukaan yang horizontal sampai campuran memadat, penginkubasian cawan petri pada suhu 30°C selama 72 jam dengan posisi terbalik.



Analisis Data

Data hasil penelitian kadar air, kadar abu, pH, total padatan terlarut, gula pereduksi dan angka lempeng total (ALT) dilakukan analisa menggunakan SPSS dengan nilai signifikansi >5% maka nilai rata-rata pada setiap varian adalah sama. Namun, jika nilai signifikansi <5% maka rata-rata pada setiap varian adalah berbeda dan akan diuji lebih lanjut menggunakan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) untuk melihat perbedaan nyata pada setiap kelompok perlakuan atau varian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gula Cair Bengkuang

Penelitian ini menggunakan pati bengkuang sebagai bahan dasar membuat sirup glukosa, pati ditambahkan air dengan perbandingan (1:3) dengan menggunakan hidrolisis enzim alfa amilase dan glukosa amilase dengan konsentrasi 2%; 4% dan 6% b/v, penambahan enzim alfa amilase dan glukosa amilase dilakukan secara linier (Sutamihardja, 2019). Proses hidrolisis enzim dimulai dengan menimbang pati bengkuang sebanyak 50 g dan ditambahkan air sebanyak 150 mL, lalu dilakukan penghomogenan dan pemanasan selanjutnya dilakukan proses liquifikasi dengan ditambahkan enzim alfa amilase sesuai dengan perlakuan konsentrasi enzim dan dilakukan pemanasan selama 1 jam dengan suhu 90°C. Tujuan dari proses liquifikasi adalah enzim memotong rantai amylose dengan memotong rantai 1,4 glikosidik. Langkah selanjutnya proses sakarifikasi dengan ditambahkan enzim glukosa amilase sesuai dengan perlakuan konsentrasi dan dilakukan pemanasan kembali selama 3 jam dengan suhu 60°C dan setelah itu dilakukan proses pendinginan dan dilakukan pengemasan (Sutamihardja, 2019).

Sirup glukosa yang dihasilkan di uji berdasarkan acuan SNI 01-2978-1992. Parameter yang diujikan pada sirup glukosa adalah kadar air, kadar abu, pH, total padatan terlarut, gula pereduksi, dan angka lempeng total (SNI, 1992). Dan didapatkan hasil sebagai berikut.

Kadar Air

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa perlakuan jenis konsentrasi enzim alfa amilase dan glukosa amilase. Nilai rata-rata kadar air sirup glukosa bengkuang menggunakan hidrolisis enzim dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Air Gula Cair Bengkuang

Konsentrasi enzim Alfa Amilase dan Glukosa Amilase: Rata-rata Kadar Air (% SNI 01-2972-1992)		
2%	15,5 ± 0,05 ^a	Maks. 20%



4%	$16,7 \pm 0,02^b$
6%	$19,3 \pm 0,04^c$

Berdasarkan SNI 01-2978-1992 sirup glukosa, kadar air yang terdapat dalam sampel maksimal sebesar 20%. Tabel diatas menunjukkan hasil berbeda nyata antar konsentrasi enzim yang digunakan. Sampel yang memiliki kadar air tertinggi adalah sampel dengan penambahan konsentrasi enzim sebanyak 6% yaitu 19,3% dan kadar air terendah adalah sampel dengan penambahan konsentrasi enzim sebanyak 2% yaitu 15,5%. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu peningkatan kadar air terjadi karena molekul hasil hidrolisis enzim mengikat air, sehingga air yang terikat pada produk semakin tinggi (Tyanjani, 2015).

Peningkatan kadar air yang terjadi seiring dengan meningkatnya konsentrasi enzim alfa amilase dan glukosa amilase dalam pembuatan gula cair disebabkan oleh proses hidrolisis yang dikatalisis oleh enzim-enzim tersebut. Hidrolisis pati menjadi gula sederhana seperti maltosa dan glukosa memerlukan penambahan molekul air untuk memutus ikatan glikosidik pada rantai polisakarida. Oleh karena itu, semakin tinggi konsentrasi enzim, semakin banyak ikatan kimia dipecah dengan molekul air yang digunakan dalam reaksi, sehingga kadar air dalam produk akhir meningkat. Selain itu, enzim juga meningkatkan pelarutan molekul gula dalam medium, yang menambah volume air terikat dalam larutan gula cair tersebut. Dengan kata lain, proses enzimatik yang intensif meningkatkan kandungan air sebagai bagian integral dari reaksi hidrolisis pati oleh enzim alfa amilase dan glukosa amilase, sehingga nilai kadar air naik secara signifikan (Berg *et al*, 2012), (Voet *et al*, 2011).

Kadar air memiliki peran penting dalam menentukan umur simpan suatu produk, selain itu kadar air memegang peranan dalam proses pembusukan dan ketengikan (Ainezzahira, 2019). Berdasarkan hasil analisis kadar air yang telah diujikan dari perlakuan perbandingan konsentrasi penambahan enzim dibandingkan dengan SNI 01-2978-1992 jenis gula cair yang telah dilakukan pengujian sudah memenuhi syarat keberitamaan. Berdasarkan hasil analisis kadar air produk gula cair dapat dilihat pada Tabel 1 dengan penambahan konsentrasi enzim sebanyak 2% menghasilkan kadar air yang rendah dibandingkan dengan penambahan enzim 4% dan 6%. Kadar air pada produk gula cair memiliki fungsi yang sangat penting untuk mengetahui mutu suatu produk pangan, air yang terdapat di dalam bahan pangan dapat membantu proses kerusakan pada produk, hal ini dapat berperan sebagai reaksi kimia ataupun pertumbuhan bakteri (Syarif *et al*, 2021).

Kadar Abu

Berdasarkan analisis kadar abu menunjukan bahwa perlakuan konsentrasi enzim alfa amilase dan glukosa amilase terhadap kadar abu. Nilai rata-rata kadar abu sirup glukosa menggunakan hidrolisis enzim dapat dilihat pada Tabel 2.



Tabel 2. Kadar Abu Gula Cair Bengkuang

Konsentrasi enzim Alfa Amilase dan Gluko Amilase Rata-rata Kadar Abu (%) SNI 01-2972-1992		
2%	$0,56 \pm 0,23^a$	Maks. 1%
4%	$0,63 \pm 0,20^a$	
6%	$0,66 \pm 0,11^a$	

Kadar Abu merupakan zat anorganik yang terdapat didalam suatu bahan sisa hasil pembakaran. Kadar abu dalam bahan sangat berkaitan dengan kandungan yang terdapat dalam bahan tersebut (Akbar, 2022). Berdasarkan Tabel 2. menunjukkan hasil tidak berbeda nyata atau tidak terdapat pengaruh pada penambahan enzim. Hal tersebut dikarenakan kadar abu mengukur jumlah residu mineral yang tertinggal setelah bahan organik dibakar habis. Ini bukan parameter yang langsung dipengaruhi oleh aktivitas enzim dalam hidrolisis pati. Enzim alfa amilase dan gluko amilase bekerja pada komponen karbohidrat (pati), mengubahnya menjadi gula sederhana seperti glukosa, tetapi tidak mengubah kandungan mineral dalam bahan baku. Oleh karena itu, perubahan konsentrasi enzim tidak akan mengubah kadar abu karena mineral pada bahan tetap sama dan tidak hilang atau bertambah selama proses enzimatis.

Pada SNI Sirup Glukosa syarat mutu produk sirup glukosa berbahan dasar pati maksimal kadar abu yang terdapat pada sampel yaitu 1% (Howard, 2015). Berdasarkan hasil analisis kadar abu yang telah dilakukan pengujian dari perlakuan penambahan konsentrasi enzim kemudian dibandingkan dengan SNI 01-2978-1992 jenis gula cair tersebut memenuhi syarat. Kadar abu gula cair hidrolisis enzim hasil penelitian 0,23%; 0,2% dan 0,11% kadar abu dipengaruhi oleh terlarutnya garam-garam mineral yang terkandung dalam sumber pati (Ariandi, 2016).

Total Padatan Terlarut

Berdasarkan hasil analisis total padatan terlarut menunjukkan perlakuan konsentrasi enzim alfa amilase dan gluko amilase tidak berpengaruh nyata. Nilai rata-rata total padatan terlarut gula cair bengkuang dapat dilihat pada Tabel. 3.

Tabel 3. Kadar Abu Gula Cair Bengkuang

Konsentrasi enzim Alfa Amilase dan Gluko Amilase Nilai TPT (°Brix)	
2%	80 ^a
4%	80 ^a
6%	80 ^a

Total padatan terlarut merupakan jumlah material yang terlarut di dalam air, pengukuran total padatan terlarut bertujuan untuk mengetahui total padatan yang terdapat didalam suatu sampel. Alat yang digunakan



untuk mengukur total padatan terlarut adalah *Refractometer*. Pada tabel 3 didapatkan hasil total padatan terlarut dengan berbagai variasi konsentrasi enzim yaitu 2% sebesar 80 brix; 4% 80 brix; dan 6% sebesar 80 brix. Pada hasil penelitian didapatkan pengaruh yang tidak signifikan terhadap penambahan enzim dengan berbagai konsentrasi. Tidak terdapat pengaruh yang signifikan terhadap total padatan terlarut pada sampel gula cair bengkang.

Total padatan terlarut menunjukkan bahwa kandungan yang terdapat didalam gula cair menunjukkan bahan-bahan yang terlarut dengan larutan. Nilai total padatan terlarut dinyatakan dalam °Brix yaitu skala berdasarkan presentase berat dalam (larutan) gula (Murtias *et al.*, 2015).

Nilai pH

Berdasarkan hasil analisis nilai pH menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi enzim alfa amilase dan glukosa amilase. Nilai rata-rata pH gula cair dengan menggunakan hidrolisis enzim dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Gula Cair Bengkang

Konsentrasi enzim Alfa Amilase dan Glukosa Amilase: Nilai pH	
2%	5,80 ± 0,0
4%	5,87 ± 0,0
6%	6,08 ± 0,0

Pada Tabel 4. dapat dilihat bahwa konsentrasi substrat yang tinggi, mengakibatkan kenaikan nilai pH, hal ini dikarenakan semakin tinggi substrat maka pati yang terhidrolisis semakin banyak. Bertambahnya konsentrasi enzim maka ada kecenderungan bertambahnya pH pada sirup glukosa (Sudaryani, 2015).

Berdasarkan hasil analisis pH produk gula cair dapat dilihat pada Gambar 4.4 hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH pada sampel penambahan enzim sebanyak 2% adalah 4,80, sampel dengan penambahan enzim sebanyak konsentrasi 4% adalah 4,87 dan sampel dengan penambahan enzim sebanyak konsentrasi 6% adalah 5,08. Seiring dengan penambahan konsentrasi enzim pada setiap sampel gula cair, nilai pH menunjukkan bahwa sampel gula cair dalam kondisi asam. Derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasahan suatu sampel atau larutan (Reny *et al.*, 2021).

Nilai pH merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi aktivitas enzim, termasuk enzim alfa amilase dan glukosa amilase, yang berperan dalam hidrolisis pati menjadi gula pereduksi. Setiap enzim memiliki pH optimum di mana aktivitas katalitiknya mencapai maksimal. Di luar rentang pH optimum tersebut, struktur tiga dimensi enzim dapat mengalami perubahan konformasi (denaturasi), sehingga situs aktif enzim menjadi kurang efektif dalam berinteraksi dengan substrat. Untuk enzim alfa amilase dan glukosa amilase, pH optimum umumnya berada pada kisaran netral hingga sedikit asam, sekitar pH 5,5 hingga 7,0. Ketika pH lingkungan terlalu asam



atau basa, aktivitas enzim akan menurun drastis karena gangguan pada ikatan hidrogen dan interaksi elektrostatik yang menjaga stabilitas enzim, sehingga produksi gula pereduksi berkurang. Oleh karena itu, pengendalian pH dalam proses hidrolisis sangat penting untuk memaksimalkan efisiensi konversi pati menjadi gula pereduksi (Bender, 2016), (Naiola, 2006).

Angka Lempeng Total (ALT)

Berdasarkan hasil analisis angka lempeng total perlakuan konsentrasi enzim alfa amilase dan glukosa amilase. Nilai rata-rata angka lempeng total gula cair bengkuang menggunakan hidrolisis enzim dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian ALT

Sampel	ALT (koloni/ml)	SNI 01-2978-1992
		Maksimum
A	$7,75 \times 10^1$	5×10^2
B	$1,25 \times 10^1$	
C	$2,75 \times 10^1$	

Analisis angka lempeng total adalah salah satu syarat mutu dari produk sirup glukosa, mikroba yang terdapat didalam sirup glukosa dalam syarat mutu menurut SNI 01-2978-1992 dengan batas maksimum 5×10^2 angka lempeng total yang terdapat di dalam sirup glukosa. Berdasarkan Tabel 5. mengenai pengujian ALT pada sampel gula cair bengkuang menunjukkan hasil bahwa ketiga sampel gula cair bengkuang masih memenuhi batas maksimum yang ditetapkan SNI 01-2978-1992. Hal ini dikarenakan pada saat proses pembuatan gula cair bengkuang telah memenuhi sanitasi.

Pengaruh nilai angka lempeng total pada penambahan konsentrasi enzim alfa amilase dan glukosa amilase dalam pembuatan gula cair sangat penting karena angka lempeng total mencerminkan jumlah mikroorganisme yang ada selama proses produksi (Latriyanto, 2021). Nilai angka lempeng total yang tinggi dapat menandakan adanya kontaminasi mikroba yang berpotensi mengintervensi aktivitas enzim dengan menghasilkan metabolit penghambat atau bersaing dalam penggunaan substrat pati. Akibatnya, efektivitas kerja enzim alfa amilase dan glukosa amilase menurun sehingga produksi gula pereduksi berkurang dan kualitas gula cair dapat menurun. Sebaliknya, angka lempeng total yang rendah menunjukkan lingkungan proses yang lebih bersih dan stabil, yang memungkinkan enzim bekerja optimal dalam menghidrolisis pati menjadi gula pereduksi. Oleh karena itu, pengendalian nilai angka lempeng total penting untuk menjaga aktivitas enzim serta menjaga hasil produksi gula cair tetap berkualitas dan konsisten (Speck, 2014), (Mosel, 2003).

Gula Pereduksi



Berdasarkan hasil analisis menunjukan perlakuan konsentrasi enzim alfa amilase dan glukosa amilase terhadap gula pereduksi. Nilai rata-rata gula cair bengkuang dengan menggunakan hidrolisis enzim dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Gula Pereduksi Gula Cair Bengkuang

Konsentrasi enzim Alfa Amilase dan Glukosa Amilase Nilai Gula Pereduksi (% SNI 01-2972-1992)		
2%	40,54 ± 0,09 ^a	Min. 30%
4%	44,30 ± 0,03 ^b	
6%	48,45 ± 0,02 ^c	

Berdasarkan SNI 01-2978-1992 sirup glukosa yaitu hasil gula reduksi yang terdapat pada sampel sirup glukosa yaitu sebesar 30%. Hasil analisis gula reduksi berdasarkan Tabel 6 memiliki berbagai macam hasil dari produk gula cair bengkuang berdasarkan berbagai penambahan konsentrasi enzim.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan rata-rata nilai gula pereduksi yang terdapat didalam gula cair bengkuang dengan berbagai penambahan konsentrasi enzim alfa amilase dan glukosa amilase, didapatkan yaitu perbandingan konsentrasi memberikan hasil beda nyata dengan rincian sebagai berikut penambahan enzim sebanyak 2% didapatkan kadar gula pereduksi sebesar 40,54%, pada penambahan enzim dengan konsentrasi sebanyak 4% didapatkan nilai gula pereduksi sebesar 44,30% dan pada penambahan enzim dengan konsentrasi sebanyak 6% didapatkan kadar gula pereduksi sebesar 48,45%.

Perbedaan konsentrasi enzim alfa amilase dan glukosa amilase berdampak signifikan terhadap produksi gula pereduksi karena peningkatan konsentrasi enzim meningkatkan jumlah molekul enzim yang aktif dalam mengkatalisis hidrolisis pati menjadi gula sederhana seperti maltosa dan glukosa. Alfa amilase bertugas memecah ikatan α -1,4 glikosidik secara acak di dalam rantai pati, menghasilkan fragmen oligosakarida pendek, sementara glukosa amilase memecah fragmen tersebut dari ujung rantai menjadi glukosa bebas, yang juga merupakan gula pereduksi (Soeka, 2015). Dengan bertambahnya konsentrasi enzim, terjadi peningkatan laju reaksi hidrolisis karena lebih banyak situs aktif enzim tersedia untuk bertindak pada substrat, sehingga produksi gula pereduksi meningkat secara signifikan dalam waktu yang sama. Hal ini juga didukung oleh prinsip kinetika enzim, di mana konsentrasi enzim yang cukup meningkatkan kemungkinan tumbukan antara enzim dan substrat, mempercepat proses konversi pati menjadi gula pereduksi (Bender, 2016).

Hasil yang terbaik pada sirup glukosa dengan metode hidrolisis enzim menghasilkan kadar gula reduksi sebesar 48,45% dan kadar gula pereduksi tersebut memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) sirup glukosa dengan penambahan enzim sebanyak 6% hal ini ditunjukkan pada tabel 6 (Ariandi, 2016). Berdasarkan penelitian



yang telah dilakukan oleh Devita (2015) menyatakan semakin banyak konsentrasi enzim yang digunakan maka gula pereduksi akan semakin meningkat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan penambahan konsentrasi enzim alfa amilase dan glukosa amilase tidak memberikan pengaruh beda nyata pada hasil kadar abu, total padatan terlarut, nilai pH dan angka lempeng total. Penambahan konsentrasi enzim alfa amilase dan glukosa amilase memberikan pengaruh beda nyata pada hasil kadar air dan nilai gula pereduksi dimana semakin tinggi penambahan konsentrasi enzim maka semakin tinggi nilai kadar air dan gula pereduksi yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Sumatera (Itera) yang telah memberikan dukungan pendanaan melalui skema Hibah Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Tahun Anggaran 2025 sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainezzahira H D, Multri W, Kiyat E, Nacing N, dan Dari D W. 2019. Pemanfaatan Enzim Alpha-amilase pada Modifikasi Pati Singkong Sebagai Substitusi Gelatin Produk Marshmallow. *Jurnal Agroindustri Halal*. 5(2): 220–227.
- Akbar. 2022. Pengaruh Proporsi Enzim Mix (Inulinase:Glukosa-Amilase) Dan Lama Sakarifikasi Terhadap Karakteristik High Fructose Syrup Dari Umbi Bengkuang. *Jurnal Teknologi Pangan*. 16(1): 57.
- Ariandi. 2016. Pengenalan Enzim Amilase (Alpha-Amylase) Dan Reaksi Enzimatiknya Menghidrolisis Amilosa Pati Menjadi Glukosa. *J. Dinamika*. 7(1): 274–282.
- Asben D A, Permata I D, Rahmi, dan Fiana. 2018. Pemanfaatan Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) Afkir untuk Pembuatan Bedak Dingin pada Kelompok Wanita Tani Berkat Yakin Kec. Batang Anai Kab. Padang Pariaman. *LOGISTA - Jurnal Ilmu Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2(1): 37. doi: 10.25077/logista.2.1.37-47.
- Asmoro P, dan Purnaningsih N. 2020. Analisis Usahatani Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) di Kelurahan Situgede Kota Bogor (A Farming Analysis of Yam Bean (*Pachyrhizus erosus*) in Situgede Village Bogor City). *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*. 2(5): 732–744.
- Badan Standarisasi Nasional. 1992. Cara Uji Makanan dan Minuman SNI 01-2891-1992 Sirup Glukosa. SNI 01-2891-1992.
- Bender B C, dan Twar. 2016. *Enzyme Kinetics and Mechanisms*. Biochemistry, 5th edition, New York, NY: W. H. Freeman and Company: 230-245.



- Berg M J, Tymoczko J L, dan Stryer L. 2012. Biochemistry, 7th edition., New York, NY: W. H. Freeman. pp. 300-310.
- Devita D, Pratjojo C, dan Sedyawati. 2015. Perbandingan Metode Hidrolisis Enzim Dan Asam Dalam Pembuatan Sirup Glukosa Ubi Jalar Ungu. IJCS - Indonesia Jurnal Chemical Science. 4(1): 15–19.
- Fitriani R, Hartiati A, and Suhendra L. 2018. Karakteristik Gula Cair yang Dibuat Daril Pati Ubi Gadung (*Dioscorea hispida* D.) Dalam Variasi Jenis dan Konsentrasi Asam. Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri. 6(3): 203. doi: 10.24843/jrma.2018.v06.i03.p03.
- Howard W. 2015. Konversi Enzimatis Pengujian Aktivitas Enzim Alfa Amilase. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Bandung. Research Gate. 1(1): 1-12.
- Lastriyanto A, and Aulia A I. 2021. Analisa Kualitas Madu Singkong (Gula Pereduksi, Kadar Air, dan Total Padatan Terlarut) Pasca Proses Pengolahan dengan Vacuum Cooling. Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan. 9(2): 110–114. doi: 10.29244/jipthp.9.2.110-114.
- Mardawati E. 2019. Karakterisasi Produk Dan Pemodelan Kinetika Enzimatis Alfa-Amilase Pada Produksi Sirup Glukosa Dari Pati Jagung (*Zea mays*). Jurnal Industri Pertanian. 1(1): 11–20. <http://journal.unpad.ac.id/justin/article/view/21548/10373>
- Megavitry A, Laga A, Syarifuddin, dan Widodo. 2019. Pengaruh Suhu Gelatinasi dan Waktu Sakarifikasi Terhadap Produk Sirup Glukosa Sagu. Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. 2(1): 26–27.
- Mosel P. 2003. Microbial Influence on Enzyme Activity in Food Processing. Journal of Food Biochemistry. v27(3): 167-182.
- Naiola E. 2006. Kharakterisasi Enzim Kasar Glukoamilase Dari *Saccharomycopsis* sp. [Characterization of Crude Glucoamylase from *Saccharomycopsis* sp.]. Berita Biologi 8(3): 187–192.
- Reny S. 2021. Pengaruh Penambahan Glukosa Dan Derajat Brix Untuk Menghambat Proses Kristalisasi Pada Produk Gula Cair Nira Aren. Jurnal Penelitian Teknologi Industri. 13(1): 27–36.
- Saputro. 2021. Konversi Kulit Petai Menjadi Glukosa Melalui Hidrolisa Enzimatis Menggunakan Enzim Amilase. Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono XVII. 1(2): 96–100. Available: <http://snsb.upnjatim.ac.id/>
- Sari P R, Rahmawati W, dan Rosadi B. 2022. Pembuatan Tepung Bengkuang sebagai Bahan Baku Makanan Making Flour from Bengkuang as Food Raw Material. Jurnal Agricultural Biosystem Engineering. 1(2): 226–233.
- Setiawan Y. 2020. Analisis Fisikokimia Gula Aren Cair. Agrosience (Agsci). 10(1): 69–78. doi: 10.35194/agsci.v10i1.971.
- Soeka Y M, Rahmansyah, dan Sulistiani. 2015. Optimasi Enzim α -Amilase dari *Bacillus amyloliquefaciens* O 1 yang Diinduksi Substrat Dedak Padi dan Karboksimetilselulosa. Jurnal Biologi Indonesia. 11(2): 259–266.
- Speck M L. 2014. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3rd edition. Washington, DC: American Public Health Association: 20-35.



- Sudaryani H P. 2015. Produksi Sirup Glukosa Hasil Hidrolisis Enzimatis Pati Garut. Jurnal Teknologi Pangan. 5(2): 118–138.
- Sutamihardja M, Azizah, dan Mafiana B D. 2019. Perbandingan Hidrolisis Enzimatis dan Asam Terhadap Pati Jagung Manis (*Zea mays* L.) dalam Pembuatan Gula Cair. Jurnal Sains Natural. 7(2): 58. doi: 10.31938/jsn.v7i2.255.
- Triyono A. 2008. Karakterisasi Gula Glukosa dari Hasil Hidrolisa Pati Ubi Jalar (*Ipomea batatas*, L.) dalam Upaya Pemanfaatan Pati Umbi –Umbian. Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2008 Bidang Teknik Kimia dan Tekstil. 5(1): 7–10, 2008.
- Tyanjani E F. 2015. Pembuatan Dekstrin dari Pati Sagu (*Metroxylon sagus* Rottb) dengan Enzim β – Amilase Terhadap Sifat Fisikokimia. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 3(3): 1119–1127.
- Vladimir D F. 1967. Kinerja Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Lampung. 1(69): 5–24.
- Voet dan Voet J G. 2011. Biochemistry, 4th edition. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. pp. 450-460.