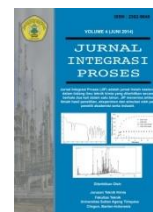




JURNAL INTEGRASI PROSES

Website: <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip>



Submitted : 17 April 2025

Revised : 30 May 2025

Accepted : 14 June 2025

PENGARUH WAKTU SAKARIFIKASI DAN KECEPATAN PENGADUKAN PADA HIDROLISIS ENZIMATIK PATI SUWEG TERHADAP KADAR GLUKOSA DAN KADAR AIR DALAM GLUKOSA CAIR

Kurnia Puspitasari*, Silvia Desy Andriani, Kindriari Nurma Wahyusi, Sutiyono Sutiyono, Sintha Soraya Santi

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, 60294, Indonesia

*Email: silviadesy70@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan gula nasional yang tinggi tidak sebanding dengan produksi dalam negeri mendorong eksplorasi bahan baku alternatif untuk produksi glukosa cair. Umbi suweg (*Amorphophallus campanulatus*) sebagai tanaman lokal dengan kadar pati tinggi, memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan glukosa cair. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu sakarifikasi (2-6 jam) dan kecepatan pengadukan (200-400 rpm) terhadap kadar glukosa dan kadar air dalam glukosa cair dari hidrolisis pati umbi suweg menggunakan metode enzimatis. Proses hidrolisis diawali dengan pembuatan pati dari umbi suweg, dilanjutkan likuifikasi dengan enzim α -amilase, dan sakarifikasi menggunakan enzim glukamilase. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan waktu sakarifikasi dan kecepatan pengadukan berbanding lurus dengan kadar glukosa yang dihasilkan dan menurunkan kadar air. Kadar glukosa tertinggi tercapai pada kondisi 6 jam dan kecepatan 400 rpm dengan nilai sebesar 27,5 °Brix. Namun, nilai ini belum memenuhi standar SNI yakni sebesar 70 °Brix. Kadar air yang dihasilkan berada dalam kisaran 7,229-18,139%, yang masih memenuhi batas maksimal menurut SNI 01-2978-1991. Penelitian ini menunjukkan bahwa umbi suweg memiliki potensi sebagai bahan baku alternatif dalam produksi glukosa cair, di mana waktu sakarifikasi serta kecepatan pengadukan merupakan faktor signifikan dalam meningkatkan hasil glukosa. Penelitian lanjutan disarankan untuk memperpanjang waktu sakarifikasi agar mencapai kadar glukosa yang sesuai standar.

Kata Kunci: Glukosa cair; Hidrolisis enzimatis; Kecepatan pengadukan; Sakarifikasi; Suweg

Abstract

Domestic production does not adequately meet the high national demand for sugar in Indonesia, prompting the exploration of alternative raw materials for liquid glucose production. Elephant foot yam (*Amorphophallus campanulatus*), a local plant with a high starch content, holds significant potential as a raw material for producing liquid glucose. This study investigates the effect of varying saccharification times (2–6 hours) and stirring speeds (200–400 rpm) on the liquid glucose's glucose and moisture content obtained from the enzymatic hydrolysis of elephant foot yam starch. The hydrolysis process began with starch extraction from elephant foot yam, followed by liquefaction using α -amylase and saccharification using glucoamylase. The results showed that increasing saccharification time and stirring speed led to a proportional increase in glucose content and a decrease in moisture content. The highest glucose concentration, 27.5 °Brix, was achieved at 6 hours of saccharification with a stirring speed of 400 rpm, although this value did not meet the Indonesian National Standard (SNI) minimum of 70 °Brix. The moisture content ranged from 7.229% to 18.139%, within the maximum allowable limit based on SNI 01-2978-1991. These findings indicate that elephant foot yam is a promising alternative raw material for liquid glucose production, with saccharification time and stirring speed being as key influencing factors. Further research is recommended to extend the saccharification time to achieve glucose levels that meet industrial standards.

Keywords: Elephant foot yam; Enzymatic hydrolysis; Liquid glucose; Saccharification; Stirring speed

1. PENDAHULUAN

Permintaan terhadap gula di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan setiap tahunnya, seiring dengan pertumbuhan sektor industri dan kebutuhan rumah tangga. Namun demikian, produksi gula nasional belum mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri, sehingga Indonesia masih bergantung pada impor untuk memenuhi defisit tersebut (Setkab, 2022). Merujuk pada data Badan Pusat Statistik, kebutuhan gula nasional diperkirakan berada dalam rentang 6,3-6,7 juta ton per tahun. Namun demikian, realisasi produksi gula dalam negeri pada tahun 2023 hanya mencapai sekitar 2,27 juta ton. Untuk menutupi kekurangan pasokan tersebut, pemerintah melakukan impor dalam volume yang cukup besar, yakni sekitar 4,8 juta ton (BPS, 2024). Salah satu solusi yang dapat ditawarkan adalah pengembangan produk glukosa cair sebagai pemanis alternatif yang lebih efisien dalam produksi dan aplikatif dalam berbagai sektor industri.

Umbi Suweg (*Amorphophallus campanulatus*) merupakan klasifikasi umbi-umbian hasil perkebunan yang belum mendapatkan pengolahan yang maksimal dari masyarakat, meskipun umbi ini memiliki kandungan pati yang tinggi. Tanaman suweg banyak tumbuh secara alami di berbagai wilayah Indonesia, dengan konsentrasi budidaya tertinggi di Provinsi Jawa Timur yang telah membudidayakan secara terencana hingga mencapai 82,7% dari total budidaya nasional dan Jawa Barat sebesar 15% (Heriyansyah et al., 2017). Persebaran tanaman ini meliputi wilayah Kabupaten Malang, Blitar, Ponorogo, dan Madiun (Heriyansyah et al., 2017). Selain itu, di kawasan Nusa Tenggara Barat, khususnya di Kota Mataram, tanaman ini banyak tumbuh di lahan-lahan kosong milik masyarakat namun pemanfaatannya masih terbatas (Satriawan & Suwardji, 2023). Umbi suweg lazimnya diolah dengan cara pengukusan. Selain itu, belum banyak upaya pengolahan lain yang dilakukan terhadap tanaman ini. Kandungan pati pada umbi suweg mencapai 56,07% (Lianah et al., 2018). Dengan tingginya kadar pati tersebut menjadikan suweg berpotensi besar sebagai bahan baku alternatif untuk produksi glukosa cair.

Glukosa cair secara umum diperoleh melalui proses hidrolisis pati. Proses hidrolisis pati dapat dilakukan melalui dua metode, yakni hidrolisis asam dan hidrolisis enzimatis. Hidrolisis enzimatis memiliki sejumlah keunggulan dibanding hidrolisis asam, yakni prosesnya lebih mudah dikontrol, prosesnya lebih terperinci, dan biaya pemurnian pada proses ini lebih terjangkau. Hidrolisis enzimatis memiliki kemampuan untuk memutus ikatan glikosidik pada molekul pati secara spesifik, terutama pada titik-titik percabangan tertentu. Sementara itu, hidrolisis asam bersifat non-spesifik karena memutus rantai pati secara acak tanpa memperhatikan posisi ikatan, sehingga cenderung menghasilkan produk yang sulit dikontrol. Hidrolisis enzimatis dapat dilakukan menggunakan enzim seperti alfa-amilase, beta-amilase, amiloglukosidase, isoamilase, glukosa isomerase, dan pullulanase. Hasil akhir produk hidrolisis enzimatis lebih unggul karena kandungan energi dan gula pereduksi yang dihasilkan

lebih tinggi dibanding hidrolisis asam (Salsabilla & Fahrurroji, 2021).

Penelitian mengenai produksi glukosa cair dari berbagai bahan berpati terus dikembangkan. Wahyuningsih (2019) meneliti produksi glukosa cair dari labu jepang menggunakan hidrolisis enzimatis dan menghasilkan kadar gula reduksi sebesar 21,96% pada konsentrasi enzim 0,03% dengan waktu hidrolisis selama 120 menit, serta menemukan bahwa konsentrasi enzim dan waktu sakarifikasi secara signifikan mempengaruhi kadar gula reduksi yang dihasilkan. Adrian et al. (2020) mengkaji sakarifikasi ubi jalar putih dan memperoleh hasil kadar glukosa sebesar 30,05 °Brix, *dextrose equivalent* (DE) mencapai 88,37% pada konsentrasi substrat optimum sebesar 35% dengan waktu sakarifikasi selama 72 jam. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu sakarifikasi, maka akan semakin optimal kerja enzim dalam memutus ikatan glikosidik. Suhendrayatna et al. (2023) menemukan bahwa kecepatan pengadukan berpengaruh langsung terhadap efisiensi distribusi enzim dalam larutan dan kecepatan reaksi sakarifikasi. Keterbaruan dalam penelitian ini terletak pada pemanfaatan umbi suweg (*Amorphophallus campanulatus*) sebagai bahan baku alternatif dalam sintesis glukosa cair melalui proses hidrolisis enzimatis, yang hingga saat ini masih terbatas dalam literatur ilmiah. Meskipun berbagai studi telah mengeksplorasi berbagai bahan berpati lain, kajian yang secara khusus mengangkat umbi suweg sebagai sumber pati masih jarang ditemukan. Selain itu, tidak banyak penelitian secara sistematis menganalisis kombinasi pengaruh waktu sakarifikasi dan kecepatan pengadukan terhadap kualitas glukosa cair yang dihasilkan, sedangkan kedua variabel tersebut merupakan parameter penting dalam optimasi efisiensi enzimatis dan hasil akhir produk. Dengan demikian, penelitian ini dirancang untuk mengkaji pengaruh waktu sakarifikasi dan kecepatan pengadukan terhadap konsentrasi glukosa yang dihasilkan dalam proses sakarifikasi pati suweg. Melalui pendekatan eksperimental, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan data kuantitatif yang mendukung optimalisasi parameter proses sakarifikasi, guna meningkatkan efisiensi konversi pati menjadi glukosa cair.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan Baku dan Peralatan

Penelitian ini menggunakan umbi suweg dari petani lokal di daerah Lodooyo, Blitar, Jawa Timur. Bahan kimia yang digunakan meliputi: akuades, enzim alfa-amilase, enzim glukamilase, buffer sitrat, natrium karbonat pro analisis (Merck), dan garam dapur.

2.2 Preparasi Bahan Baku

Umbi suweg dikupas kemudian dicuci hingga bersih. Potongan umbi tersebut kemudian direndam dalam larutan garam selama satu jam guna menghilangkan getah dan lendir yang terdapat pada umbi, kemudian dibilas dengan air bersih. Suhu perendaman dijaga pada suhu ruang, dan pH larutan

garam diatur pada kisaran netral (6-7) untuk memastikan efektivitas proses penghilangan getah. Setelah proses perendaman, umbi diparut dan ditambahkan dengan akuades dengan perbandingan 1:1 terhadap berat umbi. Hasil parutan yang telah ditambahkan dengan akuades tersebut disaring untuk memperoleh filtrat yang selanjutnya didiamkan selama 24 jam hingga terbentuk endapan pati. Endapan yang telah terbentuk dicuci dengan air dan didiamkan selama satu jam. Kemudian disaring kembali untuk memisahkan filtrat yang mengandung residu dan endapan pati. Tujuan penambahan air ini adalah untuk mencuci endapan pati yang terbentuk sehingga diperoleh endapan pati yang bersih. Endapan pati dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80 °C hingga mencapai berat konstan. Pati kering kemudian dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan berukuran 80 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam.

2.3 Metode Penelitian

Proses hidrolisis enzimatis dilakukan dalam dua tahap, yaitu likuifikasi dan sakarifikasi. Pati suweg ditimbang dan dilarutkan dalam air dengan perbandingan 3:20 lalu dipanaskan dengan temperatur 60 °C hingga membentuk gelatin. Tahap likuifikasi dilakukan pada suhu 90 °C selama 1 jam, menggunakan enzim α -amilase dengan konsentrasi 1,6 mL/kg pati dan pH 5, sambil diaduk dengan kecepatan 350 rpm menggunakan *hot plate magnetic stirrer* merk Cimarex. Penambahan enzim dilakukan menggunakan mikropipet untuk memastikan dosis yang presisi. Pemilihan konsentrasi α -amilase ini didasarkan pada penelitian Sutamihardja et al. (2017) yang menunjukkan bahwa kisaran 1,5-2,0 mL/kg substrat menghasilkan aktivitas enzim yang optimal tanpa menyebabkan hambatan reaksi akibat kelebihan enzim.

Setelah likuifikasi, suhu larutan diturunkan hingga 60 °C, lalu menyesuaikan pH menjadi 4,5 dengan ditambahkan larutan penyangga sitrat. Tahapan sakarifikasi dilakukan dengan menambahkan enzim glukamilase sebanyak 1,2 mL/kg pati, yang dipilih berdasarkan studi Adrian et al. (2020) yang menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut memberikan hasil glukosa tertinggi pada suhu dan pH yang sama. Variasi waktu sakarifikasi yang digunakan adalah 2, 3, 4, 5, dan 6 jam, dengan kecepatan pengadukan bervariasi: 200, 250, 300, 350, dan 400 rpm. Rentang waktu ini dipilih berdasarkan studi Sigüenza-Andrés et al. (2022) yang menyatakan bahwa rentang waktu 2-6 jam merupakan fase awal reaksi aktif glukamilase yang mampu menghasilkan kadar glukosa tinggi dan efisien dalam skala laboratorium. Proses diakhiri dengan penetralan larutan menggunakan Na_2CO_3 0,2 N, dipanaskan pada suhu 80 °C selama 30 menit, dan didiamkan selama 1 jam.

2.4 Perhitungan Kadar Gula

Pengukuran kadar glukosa dilakukan dengan menggunakan Brix refraktometer (dinyatakan dalam °Brix). Pengujian dilakukan dengan meneteskan

sampel pada prisma alat, kemudian hasil pengukuran dapat dibaca pada skala refraktometer.

2.5 Perhitungan Kadar Air

Kadar air pada sampel dianalisis dengan metode pemanasan menggunakan oven. Cawan kosong dipanaskan terlebih dahulu dalam oven pada suhu 100 °C selama 1 jam, kemudian didinginkan di dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang menggunakan neraca analitik (W_0). Selanjutnya, sampel seberat 10-20 gram dimasukkan ke dalam cawan, kemudian ditimbang kembali (W_1). Cawan berisi sampel kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 100 °C selama 1 jam. Setelah pemanasan, cawan dipindahkan ke dalam desikator selama 30 menit dan dilakukan penimbangan kembali (W_2). Proses pemanasan diulang hingga diperoleh berat konstan yang menandakan kadar air dalam sampel telah menguap seluruhnya. Kadar air dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan W_0 adalah berat cawan kosong (g), W_1 adalah berat cawan dan sampel sebelum dikeringkan (g), dan W_2 adalah berat cawan dan sampel sesudah dikeringkan (g).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Kadar Pati pada Pati Umbi Suweg

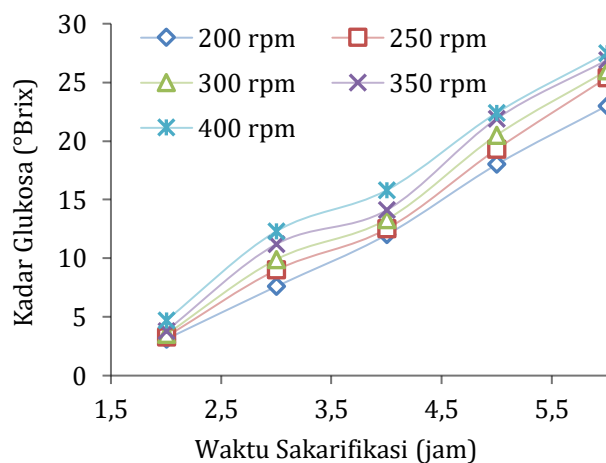
Sebelum dilakukan proses hidrolisis, dilakukan analisis awal untuk mengetahui kadar pati yang terkandung dalam pati umbi suweg. Pengujian kadar pati pada sampel tidak dilakukan secara mandiri, melainkan melalui kerja sama dengan laboratorium terakreditasi guna memperoleh hasil analisis yang lebih akurat dan terpercaya.

Berdasarkan hasil uji laboratorium, diketahui bahwa kadar pati dalam pati umbi suweg yang digunakan mencapai 71,85%. Nilai ini menunjukkan bahwa sampel memiliki kandungan pati yang cukup tinggi dan memenuhi syarat minimal sebagai bahan baku dalam proses pembuatan glukosa cair. Sebagaimana dikemukakan oleh Fajri et al. (2022), kandungan pati minimal yang direkomendasikan untuk bahan dasar glukosa cair adalah 30%. Tingginya kadar pati dalam umbi suweg mengindikasikan potensi konversi yang tinggi menjadi produk glukosa, karena pati merupakan substrat utama dalam proses hidrolisis enzimatis. Hal ini memperkuat relevansi pemilihan umbi suweg sebagai bahan baku alternatif yang layak untuk dikaji lebih lanjut dalam upaya diversifikasi sumber glukosa cair berbasis tanaman lokal.

3.2 Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Waktu Sakarifikasi Terhadap Kadar Glukosa

Proses sakarifikasi merupakan tahap penting dalam hidrolisis enzimatis. Enzim glukamilase bertugas memecah ikatan α -1,4 glikosidik dan α -1,6 glikosidik dalam dekstrin menjadi glukosa. Efektivitas proses ini sangat dipengaruhi oleh waktu reaksi dan kecepatan pengadukan sebagaimana yang terlihat pada Gambar 1. Peningkatan keduanya terbukti

meningkatkan kadar glukosa secara signifikan. Kombinasi waktu sakarifikasi 6 jam dan kecepatan pengadukan 400 rpm memberikan hasil kadar glukosa optimum sebesar 27,5 °Brix. Hal ini menunjukkan waktu reaksi yang lebih panjang memungkinkan enzim bekerja lebih optimal dalam mengkatalisis reaksi hidrolisis, sehingga semakin banyak molekul dekstrin yang dikonversi menjadi glukosa. Temuan ini selaras dengan laporan Adrian (2020), yang menyatakan bahwa durasi sakarifikasi yang lebih lama memberikan waktu yang cukup bagi enzim untuk mencapai titik maksimum aktivitas katalitiknya. Sementara kecepatan pengadukan yang lebih cepat menghasilkan distribusi enzim dan substrat yang lebih merata, serta mengurangi hambatan difusi dalam larutan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Suhendrayatna et al. (2023) yang menyimpulkan bahwa pengadukan berperan penting dalam peningkatan efisiensi kontak antartikel dalam proses hidrolisis.



Gambar 1. Pengaruh waktu sakarifikasi dan kecepatan pengadukan terhadap kadar glukosa (°Brix)

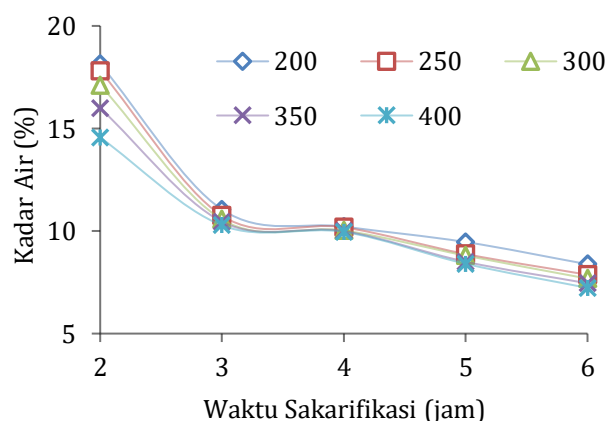
Kadar glukosa dari suweg cukup kompetitif jika dibandingkan dengan bahan berpati lain. Wahyuningsih (2019) melaporkan bahwa labu jepang menghasilkan kadar gula reduksi sebesar 21,96%, sedangkan Adrian et al. (2020) memperoleh kadar glukosa sebesar 30,05 °Brix dari ubi jalar putih pada waktu sakarifikasi 72 jam. Nilai kadar glukosa sebesar 27,5 °Brix dari umbi suweg dalam waktu sakarifikasi 6 jam menunjukkan efisiensi waktu reaksi yang lebih baik. Namun demikian, dibandingkan dengan bahan baku industri seperti singkong dan jagung, kadar glukosa dari umbi suweg masih tergolong rendah. Penelitian oleh Fajri et al. (2022) mencatat bahwa hidrolisis enzimatis terhadap pati singkong menghasilkan glukosa cair dengan kadar hingga 62,4 °Brix pada waktu sakarifikasi 24 jam. Sementara itu, penelitian Sutamihardja et al. (2017) pada pati jagung manis melalui hidrolisis enzimatis menunjukkan kadar glukosa mencapai 74,2 °Brix.

Waktu sakarifikasi yang relatif singkat belum mencukupi untuk mengonversi dekstrin secara maksimal menjadi glukosa. Hal ini sejalan dengan laporan Soraya et al. (2019) yang menyatakan waktu optimum sakarifikasi dapat mencapai 24 hingga 48

jam. Selain itu, Struktur granula pati umbi suweg yang relatif padat serta keberadaan senyawa inhibitor, seperti kalsium oksalat, diperkirakan menghambat difusi enzim ke dalam matriks pati, sehingga mengurangi efisiensi proses hidrolisis (Lianah et al., 2018). Upaya peningkatan rendemen glukosa dapat dilakukan melalui perpanjangan waktu sakarifikasi untuk meningkatkan keterjangkauan enzim (Sigüenza-Andrés et al., 2022), serta penyesuaian rasio substrat terhadap pelarut. Dengan optimasi lebih lanjut, suweg berpotensi dikembangkan sebagai baku alternatif dalam produksi glukosa cair.

3.3 Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Waktu Sakarifikasi Terhadap Kadar Air Glukosa Cair

Kadar air merupakan salah satu parameter krusial dalam evaluasi mutu glukosa cair, karena berpengaruh langsung terhadap stabilitas fisik, viskositas, serta daya simpan produk. Analisis kadar air dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan air bebas dalam produk, yang dapat mempengaruhi kekentalan, karakteristik sensorik, serta potensi pertumbuhan mikroorganisme selama penyimpanan. Umumnya kadar air yang rendah diinginkan untuk memperpanjang umur simpan dan meningkatkan intensitas rasa manis. Berdasarkan SNI 01-2978-1992, kadar air maksimum untuk produk glukosa cair seperti glukosa adalah 20%.



Gambar 2. Pengaruh waktu sakarifikasi dan kecepatan pengadukan terhadap kadar air (%)

Hasil penelitian pada Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar air mengalami penurunan seiring bertambahnya durasi sakarifikasi dan peningkatan kecepatan pengadukan. Pada proses sakarifikasi selama 2 jam, kadar air berada dalam kisaran 15,2-18,1%, sedangkan pada durasi 6 jam menurun menjadi 7,2-10,5%, dengan kadar terendah sebesar 7,229% pada kecepatan pengadukan 400 rpm. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa glukosa cair yang dihasilkan memiliki konsentrasi padatan terlarut yang tinggi serta stabilitas fisik yang baik. Penurunan kadar air ini disebabkan oleh peningkatan konversi pati menjadi glukosa yang menyebabkan bertambahnya fraksi padatan terlarut dalam larutan dan berkurangnya jumlah air bebas. Perubahan ini berdampak terhadap peningkatan viskositas larutan.

Peningkatan kecepatan pengadukan turut mempercepat laju hidrolisis dengan cara meningkatkan efisiensi pencampuran dan distribusi enzim dalam larutan. Kondisi tersebut memperbaiki interaksi antara enzim dan substrat serta mengurangi zona stagnan, sehingga meningkatkan konversi pati menjadi glukosa dan menurunkan kadar air. Temuan ini selaras dengan hasil Suhendrayatna et al. (2023) yang menyatakan bahwa efisiensi proses hidrolisis meningkat pada kecepatan pengadukan yang optimal.

Kadar air glukosa cair berbahan baku suweg tergolong lebih rendah. Safitri et al. (2022) menemukan nilai kadar air glukosa cair dari pati ubi jalar kuning sebesar 4,39% menggunakan hidrolisis asam. Purwadi et al. (2021) menunjukkan kadar air dapat diturunkan hingga 9,8% dalam produksi glukosa cair dari pati ubi jalar melalui sakarifikasi enzimatis selama 72 jam. Nilai 7,229% yang diperoleh dari glukosa cair berbahan baku pati umbi suweg menunjukkan efisiensi konversi yang lebih tinggi dalam waktu sakarifikasi yang relatif singkat. Kadar air ini sudah berada di bawah ambang batas SNI. Meskipun tidak terdapat nilai baku untuk kadar air optimum, kadar air serendah mungkin diupayakan guna meningkatkan mutu sensori dan memperpanjang masa simpan

3.4 Kesesuaian Produk terhadap SNI

Berdasarkan hasil pengujian, kadar glukosa tertinggi yang dihasilkan pada kondisi optimum yakni waktu sakarifikasi 6 jam dan kecepatan pengadukan 400 rpm adalah sebesar 27,5 °Brix. Nilai ini masih berada jauh di bawah standar minimal yang ditetapkan oleh SNI 3743:2021, yakni ≥ 70 °Brix. Hal ini mengindikasikan bahwa proses hidrolisis belum mencapai efisiensi yang optimal. Hal ini disebabkan oleh durasi sakarifikasi yang hanya 6 jam, sehingga belum cukup untuk memecah semua rantai pati menjadi glukosa. Penelitian Soraya et al, (2019) menunjukkan bahwa waktu optimum konversi penuh dapat memerlukan waktu hingga 24-48 jam, tergantung pada jenis substrat dan aktivitas enzim. Pemilihan waktu sakarifikasi 2-6 jam dipengaruhi oleh keterbatasan teknis laboratorium yang menggunakan *hot plate magnetic stirrer* konvensional yang hanya memungkinkan pengaturan suhu jangka pendek secara manual.

Sementara itu, kadar air glukosa cair yang diperoleh berkisar antara 7,229 hingga 18,139%, dengan nilai terendah diperoleh pada kondisi sakarifikasi 6 jam dan kecepatan pengadukan 400 rpm. Angka ini masih berada dalam batas maksimal kadar air menurut SNI 01-2978-1992, yaitu maksimal 20%. Dengan demikian, dari segi kadar air, glukosa cair yang dihasilkan sudah memenuhi persyaratan standar mutu nasional. Namun, produk glukosa cair yang dihasilkan belum dapat langsung diaplikasikan sebagai bahan pangan dikarenakan kadar glukosa masih terlalu rendah untuk fungsi pemanis. Dengan demikian, produk yang dihasilkan masih tergolong produk antara yang memerlukan tahapan pengolahan lebih lanjut sebelum layak diaplikasikan sebagai bahan pangan.

3.5 Analisis Regresi Linier Berganda terhadap Kadar Glukosa

Berdasarkan data pada Tabel 1, nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,989 yang mengindikasikan bahwa 98,9% variasi dalam kadar glukosa dapat dijelaskan oleh kombinasi dua variabel bebas, yakni kecepatan pengadukan dan waktu sakarifikasi. Sisa 1,1% variasi disebabkan oleh faktor-faktor lain di luar model, seperti kombinasi reaksi, aktivitas enzim, atau karakteristik bahan baku. Nilai *Adjusted R²* sebesar 0,989 juga menunjukkan bahwa model tetap stabil meskipun mempertimbangkan jumlah variabel dalam model, dan nilai galat standar sebesar 0,8632 mengindikasikan bahwa deviasi prediksi terhadap data aktual cukup kecil. Dengan demikian, model regresi linier berganda yang digunakan memiliki kemampuan prediktif yang baik.

Tabel 1. Ringkasan model regresi linier berganda

Model	R	R Square	Adjusted R square	Std. Error of the Estimate
1	0,9995 ^a	0,989	0,988	86,320%

Tabel 2. Hasil uji ANOVA model regresi

Model		Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1532,547	2	766,274	1028,392	0,000 ^b
	Residual	16,393	22	0,745		
	Total	1548,94	24			

Validitas model diperkuat oleh hasil uji ANOVA yang disajikan pada Tabel 2. Nilai F-hitung sebesar 1028,392 dengan tingkat signifikansi (*p-value*) sebesar 0,000 ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa model regresi yang digunakan signifikan secara statistik. Hal ini berarti secara keseluruhan, kecepatan pengadukan dan waktu sakarifikasi memiliki pengaruh nyata terhadap kadar glukosa. Dengan nilai F yang sangat tinggi dan *p-value* yang sangat rendah, kemungkinan bahwa hubungan yang ditemukan terjadi secara kebetulan dapat diabaikan, sehingga model dinilai layak digunakan.

Tabel 3. Koefisien regresi masing-masing variabel

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
1					
Regression	-12,720	0,897		-14,18	0,000
Residual	0,019	0,002	0,167	7,602	0,000
Total	5,458	0,122	0,981	44,71	0,000

Tabel 3 menunjukkan hasil analisis koefisien regresi dari masing-masing variabel bebas. Waktu sakarifikasi memiliki koefisien sebesar 5,458 dengan nilai signifikansi 0,000, yang berarti bahwa setiap penambahan satu satuan waktu sakarifikasi (jam)

dapat meningkatkan kadar glukosa sebesar 5,458 °Brix. Kecepatan pengadukan juga berpengaruh signifikan dengan koefisien sebesar 0,019 dengan nilai signifikansi 0,000 yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan kecepatan sebesar 1 rpm dapat meningkatkan kadar glukosa sebesar 0,019 °Brix. Nilai signifikansi kedua variabel lebih kecil dari 0,05, sehingga keduanya dianggap berpengaruh nyata terhadap kadar glukosa.

Secara keseluruhan, hasil menunjukkan bahwa waktu sakarifikasi memberikan pengaruh yang lebih dominan dibandingkan kecepatan pengadukan terhadap kadar glukosa. Dengan mempertimbangkan nilai R^2 yang sangat tinggi, signifikansi model statistik, serta koefisien regresi yang bermakna secara ilmiah, maka model regresi linier berganda yang digunakan dalam penelitian ini dinyatakan valid dan akurat untuk menggambarkan pengaruh kecepatan pengadukan dan waktu sakarifikasi terhadap glukosa cair.

4. KESIMPULAN

Perubahan waktu sakarifikasi dan kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap hasil produk glukosa cair. Variasi waktu sakarifikasi dan kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap kadar glukosa, serta kadar air dari glukosa cair yang dihasilkan. Kondisi optimal diperoleh pada waktu sakarifikasi 6 jam dan kecepatan pengadukan 400 rpm, dengan kadar glukosa sebesar 27,5 °Brix dan kadar air sebesar 7,229%. Seluruh sampel memenuhi persyaratan kadar air maksimum sebagaimana diatur dalam SNI 01-2978-1992, namun kadar glukosa yang dihasilkan belum memenuhi standar minimal SNI 3743:2021. Hasil Regresi linier berganda menunjukkan bahwa kedua variabel bebas secara statistik signifikan terhadap kadar glukosa, dengan nilai R^2 sebesar 0,989. Temuan ini menegaskan pentingnya optimasi waktu dan pengadukan dalam meningkatkan efisiensi konversi pati menjadi glukosa.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, A., Syaiful, A. Z., Ridwan, R., & Hermawati, H. (2020). Sakarifikasi pati ubi jalar putih menjadi gula dekstrosa secara enzimatis. *Jurnal Saintis*, 1(1), 1-12.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Kebutuhan dan produksi gula nasional tahun 2023. [Online] [Accessed: 6 Juni 2025].
- Badan Standardisasi Nasional. (1992). Sirop glukosa (SNI 01-2978-1992). Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standardisasi Nasional (2021). Gula palma (SNI 3743:2021). Badan Standardisasi Nasional.
- Fajri, M. S., Pratama, M. A. S., & Utami, L. I. (2022). Produksi gula cair dengan proses hidrolisis asam dengan bahan pati singkong. *ChemPro*, 3(1), 58-64.
- Heriyansyah, F., Soetopo, L., & Saptadi, D. (2017). Eksplorasi dan identifikasi karakter morfologi tanaman suweg (*Amorphophallus Campanulatus* Bl) di Jawa Timur (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Lianah, L., Tyas, D. A., Armanda, D. T., & Setyawati, S. M. (2018). Aplikasi umbi suweg (*Amorphophallus campanulatus*) sebagai alternatif penurun gula darah pada penderita diabetes mellitus. *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, 1(1), 1-12.
- Purwadi, R., Susilaningih, D., & Trisnawati, I. (2021). Hydrolysis of sweet potato starch using endogenous amylase: Effect of particle size and solid-liquid ratio. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 782, 032044
- Safitri, A. D., Dewi, R., Nurlaila, R., Zulnazri, Z., Muhammad, M., Faisal, F., & Kamar, I. (2022). Glukosa cair dari proses hidrolisis ubi jalar kuning (*Ipomoea Batatas* L) menggunakan katalis asam klorida. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 2(4), 81-90.
- Salsabila, A. L., & Fahrurroji, I. (2021). Hidrolisis pada sintesis gula berbasis pati jagung. *Edufortech*, 6(1), 32-38.
- Satriawan, A., & Suwardji (2023). Pengetahuan terhadap upaya pemanfaatan umbi suweg sebagai diversifikasi makanan masyarakat perkotaan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*. 6(2). 262-267
- Sekretariat Kabinet Republik Indonesia. (2022, October 26). Presiden instruksikan jajarannya siapkan kebutuhan gula nasional. <https://setkab.go.id/presiden-instruksi-jajarannya-siapkan-kebutuhan-gula-nasional/>
- Sigüenza-Andrés, T., Pando, V., Gómez, M., & Rodríguez-Nogales, J. M. (2022). Optimization of a simultaneous enzymatic hydrolysis to obtain a high-glucose slurry from bread waste. *Foods*, 11(12), 1793.
- Soraya, S., Yanti, S., & Mikhratunnisa, M. (2019). Pengaruh sirup gula cair hasil hidrolisis enzimatis dari sagu (*Metroxylon* sp.) Sebagai media fermentasi terhadap kadar Sefalosporin c. *Pro Food*, 5(1), 430-439.
- Suhendrayatna, S., Syaubari, S., Al-Farisi, S., & Satria, M. (2023). Pembuatan gula cair dari pati ubi jalar putih dengan menggunakan hidrolisis enzimatis. *Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan*, 4(2), 7-11.
- Sutamihardja, R. T. M., Azizah, M., & Mafiana, B. D. (2017). Perbandingan hidrolisis enzimatis dan asam terhadap pati jagung manis (*Zea mays* L.) Dalam pembuatan gula cair. *Jurnal Sains Natural*, 7(2), 58-67.
- Wahyuningsih, S. (2019). Pengaruh konsentrasi enzim α -amilase pada hidrolisis pati labu jepang (Kabocho). *Chemical Engineering Research Article*. 2(1). 26-32.