

OPTIMASI PROSES PEMBUATAN GULA CAIR BERBAHAN BAKU PATI JAGUNG MANIS MENGGUNAKAN METODE HIDROLISIS ENZIMATIS DAN EVAPORATOR BERTEKANAN

*Optimization of Liquid Sugar Production from Sweet Corn Starch using Enzymatic Hydrolysis
Method and Pressurized Evaporator*

Muhamad Riko^{1)*}, Erwana Dewi¹⁾, Abu Hasan¹⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Kimia Industri, Fakultas Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Sriwijaya Negara, Bukit Lama, Kec. Ilir Bar. I, Kota Palembang, Sumatera Selatan, 30128

*Korespondensi Penulis: muh.riko2318@gmail.com

Submit: 19-08-2025. Revisi: 22-08-2025. Diterima: 01-09-2025

ABSTRACT

The demand for sugar in Indonesia continues to increase, both in the form of sucrose (cane sugar) and liquid sugar. However, domestic sugarcane production remains insufficient. This limitation encourages the search for alternative sweeteners that can be locally produced, one of which is liquid sugar derived from starch through enzymatic hydrolysis. This study utilized sweet corn starch hydrolyzed using α -amylase and glucoamylase enzymes, followed by concentration using a pressurized evaporator. The objective of this research is to determine the optimum conditions in the production process of liquid sugar from sweet corn starch. The hydrolysis process was carried out by varying the enzyme volume at 0.8 ml, 1.0 ml, and 1.2 ml. The hydrolysate was then concentrated using a pressurized evaporator at a temperature of 130 °C and a pressure of 1.2 bar, with evaporation times ranging from 20 to 95 minutes. Based on the research results, the optimum process conditions were obtained at an enzyme volume of 1.2 mL with an evaporation time of 80 minutes. Under these conditions, the resulting product had the highest sugar content of 55.98% with a pH of 4.84, total dissolved solids of 65%, air content of 40.76%, and ash content of 0.609%.

Keywords: alternative sweetener, enzymatic hydrolysis, liquid sugar, pressurized evaporator, sweet corn starch

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara agraris memiliki potensi besar dalam sektor agroindustri, khususnya dalam pemanfaatan hasil pertanian seperti jagung (*Zea mays L.*). Jagung merupakan salah satu komoditas pangan strategis di Indonesia yang memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan pangan, pakan ternak, dan industri (Surtinah *et al.*, 2016). Sebagai sumber karbohidrat kedua setelah padi, jagung memiliki kontribusi yang besar dalam mendukung ketahanan pangan nasional serta industri peternakan dan pangan olahan. Seiring dengan

meningkatnya permintaan domestik dan peluang ekspor, produksi jagung di Indonesia terus menjadi perhatian utama pemerintah dan pemangku kepentingan di sektor pertanian (Yunus *et al.*, 2019).

Dalam beberapa tahun terakhir, produksi jagung di Indonesia mengalami fluktuasi akibat berbagai faktor seperti perubahan luas panen, kondisi iklim, ketersediaan benih unggul, dan kebijakan pemerintah. Data Badan Pusat Statistik (BPS, 2024) menunjukkan bahwa pada tahun 2023, produksi jagung mengalami penurunan sebesar 12,50% dibandingkan

tahun sebelumnya. Namun, pada tahun 2024, produksi jagung kembali mengalami peningkatan sebesar 2,47%, dengan perkiraan produksi mencapai 15,14 juta ton. Peningkatan ini disebabkan oleh berbagai faktor, seperti perbaikan manajemen lahan, penggunaan teknologi pertanian yang lebih baik, serta dukungan pemerintah dalam bentuk subsidi benih dan pupuk (Suleman *et al.*, 2019).

Salah satu produk olahan jagung yang memiliki nilai ekonomi tinggi adalah pati jagung, yang dapat diolah lebih lanjut menjadi gula cair. Jagung mengandung komponen pati sebanyak memiliki kandungan pati mencapai 73% dari total berat kering, tergantung pada varietas dan kondisi pertumbuhan. Pati ini tersusun dari dua jenis molekul utama, yaitu amilosa 25-30% dan amilopektin 75% (Putra *et al.*, 2019). Komposisi ini berpengaruh terhadap sifat fisikokimia pati, seperti kelarutan, viskositas, dan kemampuan membentuk gel, yang menentukan efisiensi proses konversi pati menjadi gula.

Saat ini kebutuhan gula di Indonesia terus meningkat baik dalam bentuk sukrosa (gula tebu) maupun gula cair dari pati. Namun, produksi gula tebu dalam negeri masih belum mencukupi, sehingga Indonesia harus mengimpor jutaan ton gula setiap tahun. Keterbatasan ini mendorong pencarian alternatif pemanis yang dapat diproduksi secara lokal, salah satunya melalui hidrolisis pati menjadi gula cair seperti glukosa, fruktosa, dan maltosa (Hermaningsih & Aditya, 2018).

Pemanfaatan pati sebagai alternatif pembuatan gula cair dapat dilakukan melalui dua metode, yaitu hidrolisis asam dan hidrolisis enzimatis. Hidrolisis asam menggunakan katalis asam kuat untuk memecah ikatan glikosidik dalam pati, tetapi metode ini memiliki kelemahan seperti degradasi produk dan kebutuhan energi yang tinggi. Sementara itu, hidrolisis enzimatis menggunakan enzim seperti α -amilase dan glukoamilase untuk mengubah pati menjadi glukosa dengan tingkat

efisiensi yang lebih tinggi dan hasil akhir yang lebih murni (Ariandi, 2016).

Penelitian mengenai pemanfaatan pati sebagai alternatif pembuatan gula cair telah dilakukan oleh (Sutamihardja *et al.*, 2017). Pada penelitian tersebut menggunakan pati jagung manis sebagai bahan baku utamanya. Dalam penelitian tersebut kadar gula pereduksi hasil hidrolisis pati jagung manis secara enzimatis lebih besar dibandingkan dengan hidrolisis asam. Dimana gula pereduksi hasil hidrolisis enzimatis sebesar 59,4% pada volume enzim 1,4 mL, sedangkan gula pereduksi hasil hidrolisis asam sebesar 31,48% pada konsentrasi HCl 1,0 N. Hal tersebut menunjukkan bahwa hidrolisis secara enzimatis menghasilkan produk akhir yang lebih bagus. Oleh karena itu, metode enzimatis semakin banyak digunakan dalam industri karena lebih ramah lingkungan dan memiliki selektivitas yang lebih baik dalam menghasilkan gula yang diinginkan (Wahyuningsih, 2019).

Di sisi lain, diperlukan inovasi dalam metode pembuatan gula cair berbahan dasar pati untuk menjaga kualitas dan kemurnian produk. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah dengan menggabungkan proses hidrolisis enzimatis dan penggunaan evaporator bertekanan. Hidrolisis enzimatis dipilih karena lebih ramah lingkungan, efisien, serta mampu menghasilkan gula dengan kemurnian lebih tinggi, sedangkan penggunaan evaporator bertekanan berpotensi mempercepat proses penguapan, meningkatkan konsentrasi gula, serta mengurangi risiko kontaminasi karena dilakukan dalam sistem tertutup. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan enzim α -amilase dan glukoamilase pada proses liquifikasi dan sakarifikasi, menentukan kondisi optimum dalam pembuatan gula cair dari pati jagung manis, serta menganalisis karakteristik gula cair yang dihasilkan dengan metode hidrolisis enzimatis dan evaporator bertekanan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bioproses, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, selama tiga bulan, yaitu pada periode Mei hingga Juli 2025. Analisis produk gula cair dilakukan di Laboratorium Teknologi Bioproses dan Laboratorium Kimia Fisika, Politeknik Negeri Sriwijaya. Evaporator yang digunakan merupakan modifikasi dari panci presto yang telah dilengkapi dengan pengukur tekanan (manometer), pengukur suhu (termometer), *safety valve*, dan valve uap keluar yang tahan tekanan hingga 2,5 bar. Variabel tetap yang digunakan pada penelitian ini meliputi massa pati jagung manis sebanyak 1000 gram serta kondisi proses evaporasi pada suhu 130 °C dan tekanan 1,2 bar. Sementara itu, variabel bebas penelitian ini dapat di lihat pada **Tabel 1**, yang terdiri atas variasi jumlah enzim α -amilase dan glukoamilase, serta waktu evaporasi selama proses pemekatan.

Tabel 1. Variasi jumlah enzim dan waktu evaporasi

Sampel	Enzim (mL)	Waktu Evaporasi (menit)
A	0,8	20
		35
		50
		65
		80
B	1	95
		20
		35
		50
		65
C	1,2	80
		95
		20
		35
		50
		65
		80
		95

Sumber: Data primer, diolah tahun 2025

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah jagung manis yang diperoleh dari petani di Desa Pulau Panggung Kabupaten Muara Enim,

Sumatera Selatan. Bahan lain yang digunakan antara lain, enzim α -amilase, enzim glukoamilase, arang aktif, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, larutan *luff schoorl*, pb asetat 5%, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, kalium iodida 20%, H_2SO_4 25%, natrium thiosulfat 0,1 N, dan indikator kanji. Untuk peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu evaporator bertekanan, kain saring, ayakan 100 mesh, gelas kimia, erlenmeyer, pipet ukur, kertas saring, blender, neraca analitik, oven, *pH meter*, *piknometer*, *viskometer falling ball*, *refraktometer brix*, *furnace*, dan seperangkat alat titrasi.

Tahapan Penelitian

Pembuatan Pati Jagung Manis

Jagung manis yang sebelumnya diperoleh dari petani dibersihkan dengan air mengalir, kemudian bijinya dipisahkan dari bonggol dan dicuci kembali hingga bersih. Biji jagung selanjutnya dicampur air dengan perbandingan 1:1 dan diblender hingga halus. Hasil blender diperas dan disaring menggunakan kain saring, kemudian filtrat yang diperoleh didiamkan selama 24 jam untuk proses pengendapan. Endapan yang terbentuk dipisahkan dengan membuang lapisan air pada bagian atas dan mengambil endapan pati di bagian bawah. Pati yang diperoleh dijemur, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80°C, dan diayak dengan ukuran 100 mesh.

Hidrolisis Pati Jagung

Proses hidrolisis diawali dengan tahap likuifikasi, yaitu menimbang 1000 gr pati jagung manis dan mencampurkannya dengan 3000 mL air (perbandingan 1:3) hingga homogen. pH campuran diukur, kemudian dipanaskan hingga suhu 90 °C dan ditambahkan enzim α -amilase sesuai variasi sambil diaduk. Proses likuifikasi dipertahankan selama 60 menit. Tahap selanjutnya adalah sakarifikasi, di mana sampel didinginkan hingga suhu 60 °C, kemudian pH kembali diukur. Enzim glukoamilase ditambahkan sesuai variasi sambil diaduk, lalu campuran didiamkan

selama 30 menit. Setelah itu, gula cair yang dihasilkan disaring menggunakan kain saring, disimpan dalam wadah tertutup selama 24 jam, dan selanjutnya diproses pada tahap pemekatan.

Tahap Evaporasi

Gula cair hasil hidrolisis dimasukkan ke dalam tangki evaporator, kemudian tutup panci dengan rapat dan pastikan valve tempat uap keluar dalam kondisi tertutup. Pemanasan dilakukan menggunakan kompor gas dengan api sedang hingga suhu mencapai 130 °C pada tekanan 1,2 bar. Selama proses berlangsung, suhu dan tekanan dipantau secara berkala melalui termometer dan manometer, sementara tekanan dijaga agar tidak melebihi 1,2 bar dengan mengecilkan api atau memutar *knop* valve uap keluar untuk menstabilkan tekanan. Evaporasi dilakukan sesuai variasi waktu 20 hingga 95 menit. Setelah waktu yang ditentukan tercapai, kompor dimatikan, kemudian tekanan diturunkan hingga nol, dan tutup dibuka secara hati-hati. Gula cair hasil evaporasi kemudian dipindahkan ke dalam wadah tertutup untuk selanjutnya dianalisis.

Metode Analisis

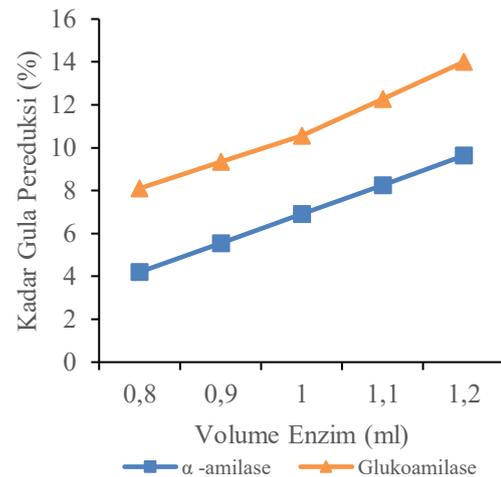
Adapun beberapa parameter yang dianalisa dalam penelitian ini meliputi, analisa densitas, viskositas, pH, padatan terlarut (*brix*), kadar air, kadar abu, dan kadar gula produk menggunakan metode luff school

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Konsentrasi Enzim Pada Proses Likuifikasi dan Sakarifikasi

Penentuan kadar gula pereduksi selama proses hidrolisis enzimatis dilakukan melalui dua tahapan, yaitu likuifikasi dan sakarifikasi. Pada tahap pertama yaitu likuifikasi, merupakan pemutusan rantai polisakarida menjadi dextrin yang dibantu dengan enzim α -amilase. Selanjutnya sakarifikasi merupakan proses hidrolisis dextrin

menjadi glukosa menggunakan enzim glukoamilase (Hermaningsih & Aditya, 2018). Pada proses ini, perlakuan dilakukan dengan variasi volume enzim α -amilase dan glukoamilase masing-masing sebesar 0,8 , 0,9 , 1 , 1,1 ,dan 1,2 mL. Berikut adalah grafik pengaruh konsentrasi enzim pada proses likuifikasi dan sakarifikasi dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi Enzim Pada Proses Likuifikasi dan Sakarifikasi

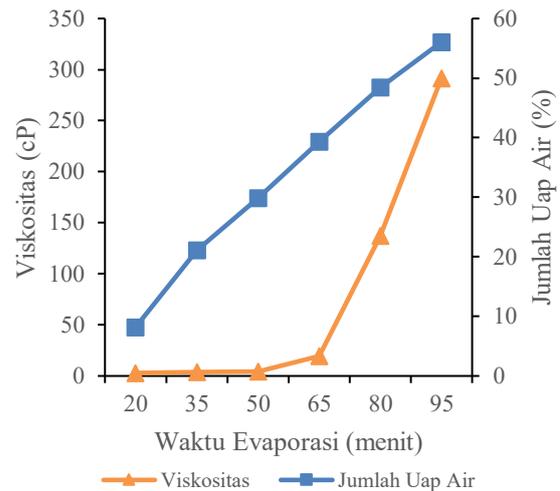
Kandungan gula sederhana seperti glukosa, fruktosa, dan sukrosa pada jagung berada dalam kisaran 1 hingga 3% (Suarni & Yasin, 2015). Pada penelitian ini, penambahan enzim α -amilase dan glukoamilase pada proses hidrolisis mampu meningkatkan kadar gula pereduksi (D-Glukosa) pada jagung manis. Pada tahap likuifikasi, kadar gula pereduksi meningkat seiring dengan bertambahnya volume enzim α -amilase yang digunakan. Berdasarkan **Gambar 1**, kadar gula pereduksi tertinggi yang diperoleh pada tahap likuifikasi sebesar 9,63% pada volume enzim α -amilase 1,2 mL. Hal ini disebabkan karena semakin banyak enzim yang ditambahkan, maka semakin besar pula kemampuan enzim dalam memecah ikatan glikosidik pada molekul pati menjadi dekstrin (Rahmawati & Sutrisno, 2015).

Selanjutnya pada tahap sakarifikasi yang menggunakan enzim glukoamilase, kadar gula pereduksi meningkat secara signifikan dari proses likuifikasi

sebelumnya. Peningkatan kadar gula pereduksi disebabkan oleh aktivitas enzimatis selama proses hidrolisis. Pada tahap likuifikasi, enzim α -amilase mengkonversi pati menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana seperti maltosa, dekstrin, dan glukosa. Selanjutnya, pada tahap sakarifikasi, enzim glukoamilase melanjutkan proses hidrolisis dengan menguraikan maltosa dan dekstrin menjadi glukosa. Enzim ini memiliki kemampuan untuk menghidrolisis tidak hanya ikatan α -(1,4) glikosidik, tetapi juga ikatan α -(1,6) glikosidik, sehingga memungkinkan proses hidrolisis berlangsung secara lebih efisien dan menyeluruh (Sutamihardja *et al.*, 2015).

Pengaruh Waktu Evaporasi terhadap Viskositas dan Jumlah Air yang Diuapkan

Proses evaporasi merupakan tahap penting dalam pemekatan larutan, di mana peningkatan konsentrasi dicapai melalui penguapan pelarut secara bertahap. Evaporasi terjadi ketika suhu bahan mencapai atau melebihi titik didih pelarut, yang dalam hal ini adalah air. Karena air memiliki titik didih sebesar 100 °C, yang lebih rendah dibandingkan dengan titik didih glukosa sebesar 140 °C, maka air akan lebih mudah dan cepat menguap selama proses berlangsung. Hal ini menyebabkan jumlah air yang diuapkan terus meningkat seiring waktu, sehingga larutan menjadi semakin pekat (Az'zahrah *et al.*, 2024). Pada penelitian ini, waktu yang digunakan dalam proses evaporasi bervariasi yaitu 20, 35, 50, 65, 80, dan 95 menit. Berikut adalah grafik pengaruh waktu evaporasi terhadap viskositas dan jumlah air yang diuapkan dapat dilihat pada **Gambar 2**.

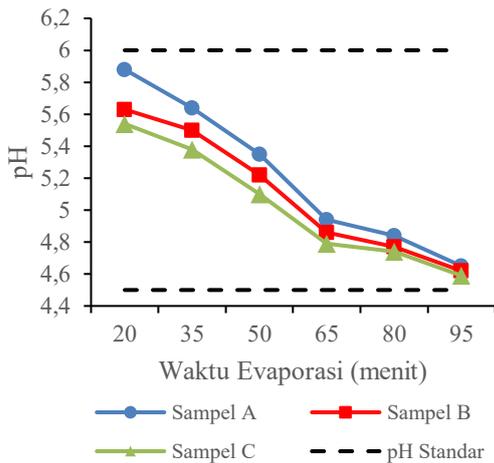


Gambar 2. Pengaruh Waktu Evaporasi terhadap Viskositas dan Jumlah Air yang Diuapkan

Selama proses evaporasi, viskositas dan jumlah air yang menguap menunjukkan peningkatan secara bertahap seiring dengan lamanya waktu evaporasi. Pada menit ke-20, air yang menguap tercatat sebesar 8,19% dengan viskositas sebesar 2,918 cP dan terus meningkat hingga menit ke-95, mencapai 56,06% dengan viskositas sebesar 291,573 cP. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa durasi pemanasan yang lebih lama mendorong lebih banyak air untuk menguap dan total padatan terlarut semakin meningkat, sehingga viskositas akan meningkat (Sukoyo *et al.*, 2014). Tingginya jumlah air yang diuapkan menunjukkan keberhasilan proses dalam meningkatkan konsentrasi gula cair.

Pengaruh Waktu Evaporasi dan Konsentrasi Enzim Terhadap pH Produk

Pemantauan nilai pH selama proses evaporasi merupakan aspek penting dalam mengevaluasi stabilitas kimiawi produk, khususnya terkait dengan potensi pembentukan senyawa asam akibat pemanasan. Pengaruh waktu evaporasi dan konsentrasi enzim terhadap pH gula cair dapat dilihat pada **Gambar 3**.

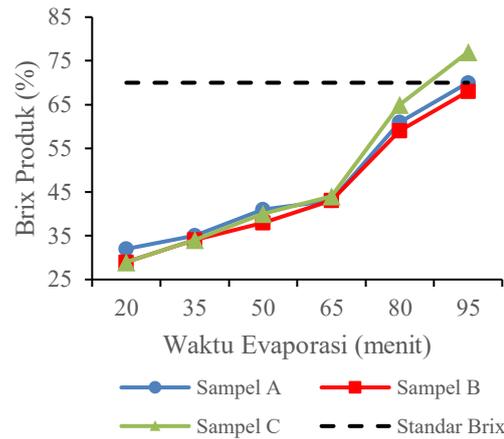


Gambar 3. Pengaruh Waktu Evaporasi dan Konsentrasi Enzim terhadap pH Produk

Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa terjadi penurunan pH seiring bertambahnya waktu evaporasi pada seluruh variasi enzim. Penurunan ini disebabkan karena terjadinya reaksi degradasi karbohidrat selama proses pemanasan, yang menghasilkan senyawa-senyawa bersifat asam dan menyebabkan larutan menjadi lebih asam (Kusuma *et al.*, 2022). Nilai pH tertinggi yang diperoleh yaitu 5,88 pada sampel A dan waktu evaporasi 20 menit. Sedangkan pH terendah diperoleh pada sampel C dengan waktu evaporasi 95 menit yaitu sebesar 4,59. Meskipun terdapat penurunan pH, seluruh hasil masih berada dalam kisaran standar mutu yang ditetapkan yaitu antara 4,5 hingga 6, sehingga produk tetap layak untuk dikonsumsi.

Pengaruh Waktu Evaporasi terhadap Derajat *Brix* Produk

Derajat *brix* merupakan parameter utama yang digunakan untuk menilai tingkat kemanisan dan konsentrasi padatan terlarut dalam larutan, sehingga perubahan nilainya mencerminkan efektivitas proses pemekatan yang berlangsung. Berikut adalah grafik pengaruh waktu evaporasi terhadap derajat *brix* produk dapat dilihat pada **Gambar 4**.



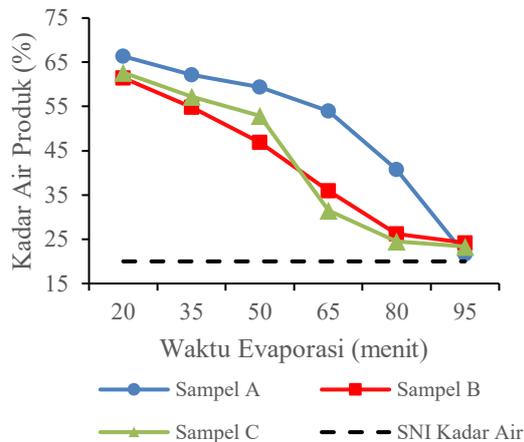
Gambar 4. Pengaruh Waktu Evaporasi terhadap Derajat *Brix* Produk

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai *brix* mengalami peningkatan secara konsisten seiring dengan bertambahnya waktu evaporasi pada seluruh sampel. Hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya air yang diuapkan, sehingga konsentrasi padatan terlarut, termasuk gula, menjadi lebih tinggi (Rizky *et al.*, 2023). *Brix* terendah terdapat pada sampel B dan C dengan waktu evaporasi 20 menit didapat *brix* sebesar 29. Sedangkan *brix* tertinggi terdapat pada sampel C dengan waktu evaporasi 95 menit didapat *brix* sebesar 77. Menurut *Codex Standard for Sugars* (CODEX STAN 212-1999), *brix* minimal untuk sirup glukosa adalah 70 *brix*. Pada penelitian ini sampel yang memenuhi standar adalah sampel A dan C dengan lama waktu evaporasi 95 menit dengan *brix* masing-masing sebesar 70 dan 77.

Pengaruh Waktu Evaporasi terhadap Kadar Air Produk

Kadar air mengacu pada jumlah air yang terkandung dalam suatu bahan, biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase. Kadar air juga berkaitan erat dengan masa simpan produk makanan. Semakin rendah kadar air, semakin kecil kemungkinan terjadinya reaksi kimia yang tidak diinginkan dan pertumbuhan mikroorganisme (Aventi, 2015). Berikut adalah grafik pengaruh waktu evaporasi

terhadap kadar air produk dapat dilihat pada **Gambar 5**.



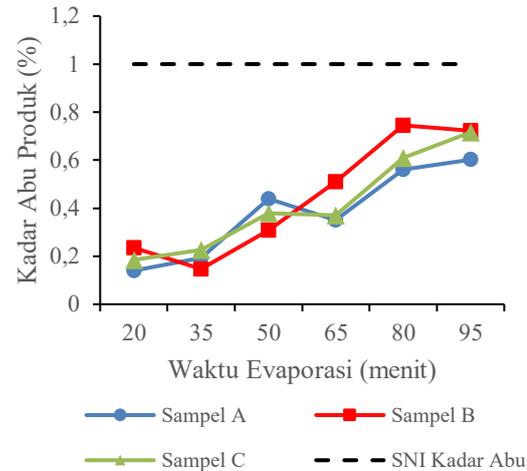
Gambar 5. Pengaruh Waktu Evaporasi terhadap Kadar Air Produk

Hasil analisa menunjukkan bahwa kadar air pada produk gula cair cenderung menurun seiring bertambahnya waktu evaporasi pada seluruh sampel. Proses evaporasi pada tekanan 1,2 bar dan suhu 130°C secara efektif mengurangi kadar air melalui penguapan, sehingga semakin lama waktu evaporasi, kadar air dalam produk semakin rendah (Syakdani *et al.*, 2019). Berdasarkan **Gambar 5**, terlihat bahwa % kadar air terendah didapat pada sampel A dengan waktu evaporasi 95 menit yaitu sebesar 21,57%, dan kadar air tertinggi terdapat pada sampel A dengan waktu evaporasi 20 menit yaitu sebesar 66,35%. Namun demikian, seluruh sampel belum memenuhi standar kadar air maksimum berdasarkan SNI 01-2978-1992 yaitu maksimal 20%. meskipun mendekati nilai ambang pada waktu evaporasi terlama.

Pengaruh Waktu Evaporasi terhadap Kadar Abu Produk

Kadar abu merupakan bagian dari komponen anorganik atau mineral yang terdapat dalam bahan pangan. Karena sulit untuk mengukur kandungan mineral dalam bentuk aslinya, maka penentuan kadar abu dilakukan dengan mengukur sisa hasil pembakaran dari senyawa mineral tersebut (Ramadhani *et al.*, 2023). Berikut adalah grafik pengaruh waktu evaporasi terhadap

kadar abu produk dapat dilihat pada **Gambar 6**.



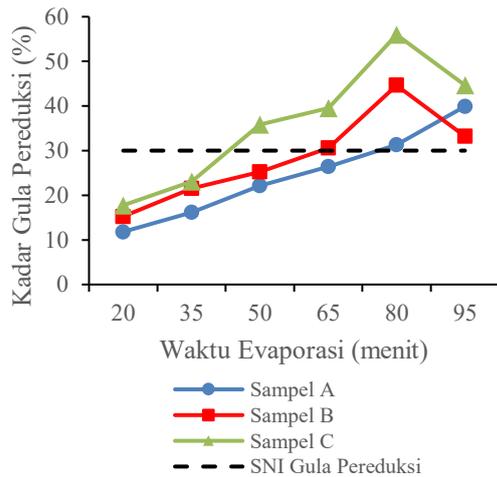
Gambar 6. Pengaruh Waktu Evaporasi terhadap Kadar Abu Produk

Hasil analisa menunjukkan bahwa kadar abu produk gula cair cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu evaporasi, meskipun kenaikannya tidak selalu linear. Peningkatan kadar abu terjadi karena proses evaporasi mengurangi kadar air dan menyebabkan senyawa mineral atau anorganik dalam larutan menjadi lebih terkonsentrasi (Rejeki *et al.*, 2017). Menurut SNI 01-2978-1992 kadar abu sirup glukosa maksimal 1%. Dari penelitian ini, didapatkan kadar abu sebesar 0,140 – 0,716 % yang mana kadar abu yang diperoleh sudah memenuhi standar yang ada. Meski demikian, terjadi fluktuasi nilai kadar abu di beberapa titik yang dapat disebabkan oleh perbedaan laju penguapan selama evaporasi atau kemungkinan adanya endapan yang terbentuk selama proses. Secara umum, semua sampel memenuhi standar SNI dan tidak menunjukkan kecenderungan yang mengkhawatirkan terhadap akumulasi mineral berlebih selama proses evaporasi.

Pengaruh Waktu Evaporasi dan Konsentrasi Enzim terhadap Kadar Gula Produk

Kadar gula pereduksi (D-Glukosa) merupakan salah satu parameter penting dalam menilai keberhasilan proses

hidrolisis pati dan pemekatan produk gula cair. Selama proses evaporasi, baik waktu pemanasan maupun volume enzim yang digunakan berpengaruh terhadap jumlah gula pereduksi yang terbentuk. Dari peneliti sebelumnya yang dilakukan dilakukan (Sutamihardja *et al.*, 2017) kadar gula pereduksi yang diperoleh berkisar 50,29 – 59,4 %. Adapun hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Pengaruh Waktu Evaporasi dan Konsentrasi Enzim terhadap Kadar Gula Produk

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa kadar gula pereduksi meningkat seiring bertambahnya waktu evaporasi dan volume enzim yang digunakan. Semakin banyak volume enzim yang digunakan maka kadar gula pereduksi yang dihasilkan lebih besar karena proses hidrolisis pati menjadi glukosa berlangsung lebih efektif (Suhendrayatna *et al.*, 2023). Berdasarkan SNI 01-2978-1992, sampel A baru memenuhi standar minimal 30% pada menit ke-80 dengan kadar gula pereduksi sebesar 39,9%, sementara sampel B mulai memenuhi pada menit ke-65 dengan kadar gula pereduksi sebesar 30,6% dan sampel C sejak menit ke-50 dengan kadar gula pereduksi sebesar 35,85%. Hal ini menunjukkan bahwa enzim berperan penting dalam mempercepat pembentukan gula pereduksi selama proses evaporasi. Kadar gula pereduksi tertinggi terdapat pada sampel C dengan waktu evaporasi selama 80 menit dan kadar gula pereduksi

yang dihasilkan sebesar 55,98%. Namun pada menit ke-95, kadar gula pereduksi sampel B dan C cenderung turun. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh degradasi gula akibat pemanasan yang terlalu lama disuhu tinggi, seperti reaksi karamelisasi atau *Maillard*, yang mengurangi kandungan gula pereduksi meskipun larutan makin pekat.

KESIMPULAN

Pembuatan gula cair dari pati jagung manis melalui metode hidrolisis enzimatis dan evaporator bertekanan menghasilkan kondisi optimum pada penggunaan enzim sebanyak 1,2 mL dengan waktu evaporasi 80 menit, dimana kadar gula yang dihasilkan sebesar 55,98%, dengan pH sebesar 4,84, dan kadar abu sebesar 0,609% yang telah memenuhi standar yang ditetapkan. Selain itu, produk yang dihasilkan telah memenuhi *Codex Standard for Sugars* (CODEX STAN 212-1999) pada parameter *brix*, namun kadar airnya masih melebihi batas maksimum yang ditetapkan SNI 01-2978-1992 yaitu 20%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariandi. (2016). Pengenalan Enzim Amilase (alpha-Amylase) dan Reaksi Enzimatisnya Menghidrolisis Amilosa Pati Menjadi Glukosa. *Jurnal Dinamika*, 07(1), 74–82.
- Aventi. (2015). Penelitian Pengukuran Kadar Air Buah. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 12–27.
- Az'zahrah, N. R., Dewi, E., & Yerizam, M. (2024). Pengolahan Pati Rumbia menjadi Serbuk Glukosa secara Hidrolisis Enzimatis dengan Variasi Perbandingan Pati dan Air, Suhu Evaporasi, dan Suhu Pengerinan. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 13(1), 24–31. <https://doi.org/10.32734/jtk.v13i1.13327>
- BPS [Badan Pusat Statistik]. (2024). Luas Panen dan Produksi Jagung Di Indonesia 2024. Badan Pusat Statistik Indonesia (<https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2025/02/03/2412/pada-2024--luas-panen-jagung-pipilan-mencapai-2-55-juta-hektare--produksi-jagung-pipilan-kering-dengan-kadar-air-14-persen->

- pada-2024-sebanyak-15-14-juta-ton-.html) [Diakses tanggal 19 Agustus 2025].
- Hermaningsih, M., & Aditya, M. (2018). *Pabrik Sirup Glukosa Dari Biji Jagung Dengan Proses Hidrolisis Enzim*.
- Kusuma, H. A., Lestari, N. A., & Christie, C. D. Y. (2022). Sifat Fisikokimia dan Komposisi Nutrisi Pada Gula Cair yang Diproses dengan Metode Vakum. *Jurnal Teknotan*, 16(2), 115. <https://doi.org/10.24198/jt.vol16n2.8>
- Putra, A. D., Amri, I., & Irdoni. (2019). Sintesis Bioplastik Berbahan Dasar Pati Jagung dengan Penambahan Filler Selulosa Serat Daun Nanas (*Ananas cosmosus*). *JOM FTEKNIK*, 6(1), 1–8.
- Rahmawati, A. Y., & Sutrisno, A. (2015). Enzymatic Hydrolysis of Purple Sweet Potato (*Ipomea batatas L.*) Flour into Functional Glucose Syrup: A Review. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(3), 1152–1159.
- Ramadhani, P. C., Dewi, E., Hasan, A., Studi Teknologi Kimia Industri, P., & Negeri Sriwijaya, P. (2023). Pembuatan Gula Semut dari Nira Aren (*Arenga pinnata*) Menggunakan Alat Kristalisator. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 21936–21941.
- Rejeki, F. S., Puspitasari, D., Endang, D., & Wedowati, R. (2017). Keunggulan Kompetitif Gula Cair Kimpul. *Journal of Research and Technology*, 3(1).
- Rizky, A. M., Bow, Y., Silviyati, I., Studi, P., Energi, T., Kimia, J. T., & Sriwijaya, P. N. (2023). Pengaruh Temperatur dan Waktu pada Evaporasi Nira Aren Menggunakan Falling Film Evaporator. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 21082–21086.
- Suarni, & Yasin, M. (2015). Jagung sebagai Sumber Pangan Fungsional. *Iptek Tanaman Pangan*, 6(1), 41–56.
- Suhendrayatna, Syaubari, Al-Farisi, S., & Satria, M. (2023). Pembuatan Gula Cair dari Pati Ubi Jalar Putih dengan Menggunakan Hidrolisis Enzimatis. *Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan (JIRL)*, 4(2), 7–11.
- Sukoyo, A., Argo, D., & Yulianingsih, R. (2014). Analisis Pengaruh Suhu Pengolahan dan Derajat Brix terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Gula Kelapa Cair dengan Metode Pengolahan Vakum. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 2(2).
- Suleman, R., Kandowanko, Y., & Abdul, A. (2019). Karakteristik Morfologi dan Analisis Proksimat Jagung (*Zea mays, L.*) Varietas Momala Gorontalo. *Jambura Edu Biosfer Journal*, 1(2), 72–81.
- Surtinah, Susi, N., & Lestari, S. U. (2016). Komparasi Tampilan dan Hasil Lima Varietas Jagung (*Zea mays saccharata, Sturt*) di Kota Pekanbaru. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 13(1), 31–37.
- Sutamihardja, R., Azizah, M., & Dwisepti Mafiana, B. (2017). Perbandingan Hidrolisis Enzimatis dan Asam Terhadap Pati Jagung Manis (*Zea mays L.*) Dalam Pembuatan Gula Cair. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 7(2), 58–67.
- Sutamihardja, R., Srikandi, & Purnamasari Herdiani, D. (2015). Hidrolisis Asam Klorida Tepung Pati Singkong (*Manihot esculenta Crantz*) dalam Pembuatan Gula Cair. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 5(1), 83–91.
- Syagdani, A., Purnamasari, I., & Necessary, E. (2019). Prototype of Vacuum Evaporator (The Effectiveness of Temperature and Evaporating Time ON The Evaporation Rate and Vacuum Pressure in Mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) Fruits Syrup. *Jurnal Kinetika*, 10(02), 29–35. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- Wahyuningsih, S. (2019). Pengaruh Konsentrasi Enzim α -Amilase pada Hidrolisis Pati Labu Jepang (*Kabocha*). *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 2(1), 26–32. <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/cheesa>
- Yunus, M., Arafah, muhammad, & Bovita, A. (2019). Pengaruh Berbagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Tanaman Jagung (*Zea mayz L.*). *Jurnal Agro Indragiri*, 6–13.