



PEMBUATAN GULA TETES DARI PATI UBI JALAR UNGU SECARA HIDROLISIS MENGGUNAKAN ENZIM DAN EVAPORATOR BERTEKANAN

Alifia Maharani Zalsabila*

Erwana Dewi, Yulianto Wasiran

Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri

Siwijaya Bukit Besar Palembang

*E-mail: piaamhr9@gmail.com

Abstract

The increasing national demand for sugar cannot be met by domestic production, so healthier alternative sources of sugar based on local commodities are needed. Purple sweet potatoes (*Ipomoea batatas* L.) have the potential to be used as raw material for liquid sugar production due to their high carbohydrate, fiber, vitamin, and anthocyanin content. This study aims to determine the optimum conditions for producing liquid sugar from purple sweet potato starch through enzymatic hydrolysis using α -amylase and glucoamylase enzymes with varying doses (1.2, 1.4, 1.8, and 2 ml), as well as evaporation using a pressure evaporator with varying times (30-80 minutes). The results showed that the optimum enzyme volume was 1.8 ml with the highest yield value of 90.90%. The longer the evaporation time, the higher the quality of the liquid sugar produced, as indicated by an increase in viscosity, density, and °Brix value, as well as a decrease in water content and pH. The best sugar syrup was obtained at an evaporation time of 80 minutes, with characteristics of °Brix 75, viscosity 2067.33 cP, water content 12.42%, and ash content 0.94%, which met the liquid sugar quality standards based on SNI. The combination of enzymatic hydrolysis and pressure evaporation processes on purple sweet potato starch can produce molasses with good quality characteristics, making it a potential healthier local sweetener alternative.

Keywords: Liquid Sugar; Enzymatic Hydrolysis; Alternative Sweetener.

Abstrak

Kebutuhan gula nasional yang terus meningkat belum dapat dipenuhi oleh produksi dalam negeri, sehingga diperlukan sumber gula alternatif yang lebih sehat dan berbasis komoditas lokal. Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) berpotensi sebagai bahan baku pembuatan gula cair karena kandungan karbohidrat, serat, vitamin, dan antosianinnya yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum produksi gula tetes dari pati ubi jalar ungu melalui proses hidrolisis enzimatis menggunakan enzim α -amilase dan glucoamilase dengan variasi dosis (1,2; 1,4; 1,8; dan 2 ml), serta proses evaporasi menggunakan evaporator bertekanan dengan variasi waktu (30 - 80 menit). Hasil menunjukkan bahwa volume enzim optimum adalah 1,8 ml dengan nilai yield tertinggi sebesar 90,90%. Semakin lama waktu evaporasi, semakin tinggi kualitas gula cair yang dihasilkan, ditandai dengan peningkatan viskositas, densitas, dan nilai °Brix, serta penurunan kadar air dan pH. Gula tetes terbaik diperoleh pada waktu evaporasi 80 menit, dengan

karakteristik °Brix sebesar 75, viskositas 2067,33 cP, kadar air 12,42%, dan kadar abu 0,94%. yang memenuhi standar mutu gula cair berdasarkan SNI. Kombinasi proses hidrolisis enzimatis dan evaporasi bertekanan pada pati ubi jalar ungu mampu menghasilkan gula tetes dengan karakteristik mutu yang baik, sehingga berpotensi menjadi alternatif pemanis lokal yang lebih sehat.

Kata Kunci: *Gula Cair; Hidrolisis Enzimatis; Pemanis alternatif.*

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki tingkat konsumsi gula yang tinggi, namun produksi dalam negeri belum mampu memenuhi kebutuhan nasional, sehingga lebih dari 60% masih bergantung pada impor. Selain meningkatkan ketergantungan impor, konsumsi gula rafinasi berlebih juga menimbulkan masalah kesehatan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pemanis yang lebih sehat dan bernilai gizi, salah satunya adalah pengembangan gula tetes dari sumber daya lokal yang lebih melimpah dan memiliki potensi tinggi. Sumber alternatif pengganti gula selain tebu dapat diperoleh dari komoditi - komoditi yang mengandung karbohidrat seperti pati. Pati bisa ditemui pada kelompok umbi - umbian, salah satunya yaitu ubi jalar ungu yang memiliki kandungan pati sekitar 18-24%.

Kandungan pati yang dimiliki ubi jalar ungu tersebut dapat dikonversi menjadi glukosa melalui hidrolisis enzimatis, yang kemudian dipekatkan menjadi gula tetes melalui proses evaporasi. Proses pembuatan gula tetes dari ubi jalar ungu umumnya melibatkan dua tahap utama yaitu likuifikasi dan sakarifikasi yang melibatkan penggunaan enzim α -amilase dan glukoamilase dalam proses pemecahan pati menjadi glukosa. Efisiensi proses ini sangat dipengaruhi oleh jumlah enzim yang digunakan, seperti penelitian oleh Arnata et al. (2013) menunjukkan bahwa volume enzim 1,2 mL/kg pada suhu 60°C menghasilkan kadar gula reduksi tertinggi sebesar 225,77 g/L dan DE sebesar 93,92% [1]. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Choir & Akbar (2023) menunjukkan bahwa kadar glukosa tertinggi didapat pada penambahan volume enzim 3 ml yaitu sebesar 34,3% [2].

Selain itu, proses pemekatan atau evaporasi juga berperan penting dalam menentukan mutu gula tetes yang dihasilkan. Untuk itu digunakan alat evaporator bertekanan agar proses lebih terkontrol dan meningkatkan efisiensi proses pemekatan gula cair, serta mengurangi risiko kontaminasi karena sistem yang tertutup. Berdasarkan penelitian pembuatan gula cair sorgum yang dilakukan oleh Aghata (2018) melaporkan bahwa nilai Brix dan viskositas tertinggi diperoleh pada sampel dengan perlakuan suhu 80°C dan waktu evaporasi 45 menit yaitu sebesar 96,3 brix dan 2809,66 cP [3]. Sedangkan Soeswanto et al., (2023) menemukan bahwa pada tekanan vakum 0,5 bar dan waktu evaporasi 120 menit menghasilkan gula aren cair dengan nilai °brix yaitu 78 brix, kadar air 11,41%, dan viskositas 6483 mPa s [4]. Oleh karena itu, kondisi operasi dalam proses evaporasi harus dirancang sedemikian rupa agar proses penguapan berlangsung optimal menghasilkan gula tetes yang memenuhi standar, tanpa merusak kualitas gula tetes yang dihasilkan.

Pengembangan pembuatan gula tetes berbahan dasar tumbuhan lokal melalui kombinasi metode hidrolisis enzimatis dan evaporasi bertekanan ini diharapkan mampu menghasilkan produk yang lebih optimal, dan juga diharapkan dapat menjadi solusi inovatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor gula, meningkatkan nilai tambah komoditas lokal serta memberikan alternatif pemanis yang lebih sehat dan berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan Juli 2025 di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Kajian literatur diperoleh melalui pencarian informasi di internet serta referensi dari jurnal ilmiah.

2.2 Alat dan Bahan

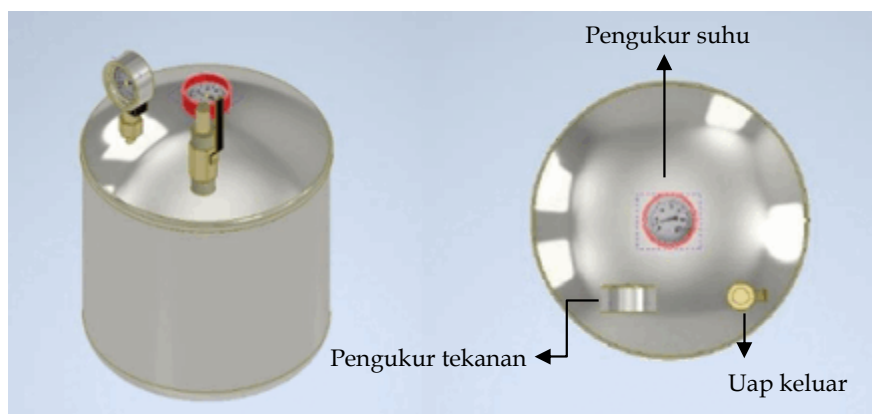
Alat dan bahan yang digunakan adalah beaker glass, erlenmeyer, labu ukur, pipet ukur, blender, kain saring, wadah/baskom, Tangki Evaporator, pH meter, refraktometer, piknometer, ubi jalar ungu, air, enzim alfa-amilase, enzim glukoamilase.

2.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan variabel tetap yaitu massa pati ubi jalar ungu 500 gr. Variabel bebas penelitian ini adalah perbandingan pati dan air (1:3;1:5), volume enzim (1;1,4;1,8;2)ml, dan waktu (30;40;50;60;70;80)menit.

2.4 Prosedur Kerja

Proses pembuatan gula tetes diawali dengan pembuatan pati dari ubi jalar ungu. Ubi yang sudah dikupas kemudian diblender dan disaring, kemudian diendapkan selama 24 jam untuk memperoleh pati. Pati yang dihasilkan selanjutnya dilarutkan dalam air dan dihidrolisis secara enzimatis melalui tahap likuifikasi menggunakan enzim α -amilase pada suhu tinggi, kemudian dilanjutkan dengan tahap sakarifikasi menggunakan enzim glukoamilase pada kondisi pH dan suhu yang sesuai hingga diperoleh gula cair. Gula cair hasil hidrolisis kemudian dipekatkan melalui proses evaporasi menggunakan evaporator bertekanan pada suhu 80°C dan tekanan 1,1bar dengan variasi waktu (30;40;50;60;70;80)menit. Selanjutnya didinginkan, disaring, dan dianalisis untuk mengetahui karakteristik gula tetes yang dihasilkan.



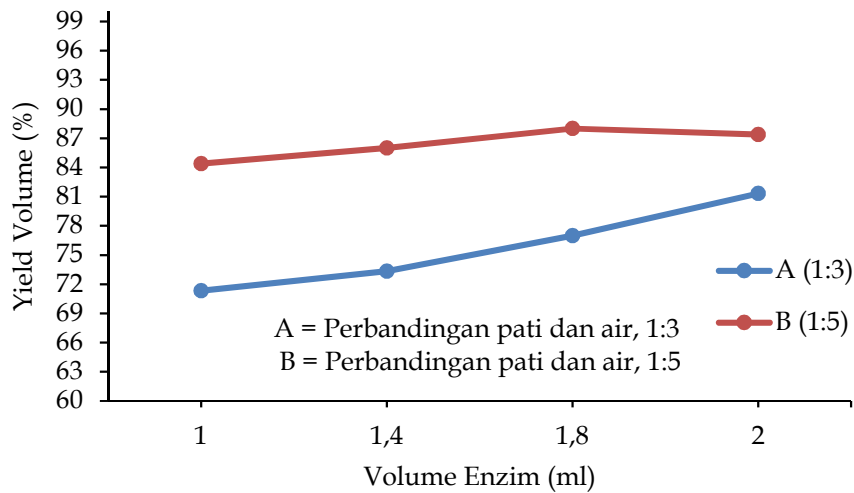
Gambar 1. Rangkaian Desain Alat Evaporator Bertekanan

Proses evaporasi pada pembuatan gula tetes ini menggunakan evaporator rancangan yang merupakan hasil modifikasi dari tangki atau panci presto berbahan stainless steel dengan kapasitas ± 8 liter dan diameter 25 - 30 cm. Alat ini dilengkapi dengan

termometer berskala 0 – 500°C, manometer berskala 0 – 2,5 bar, serta safety valve dan sistem klem pengunci dengan gasket tahan panas untuk menjaga keamanan proses evaporasi.

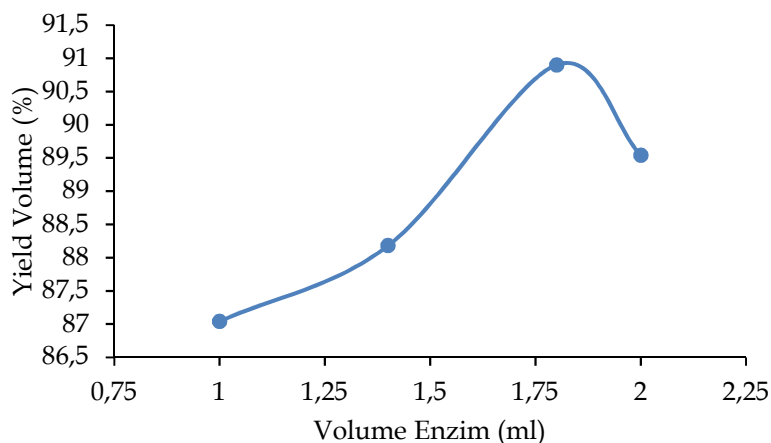
3. Hasil dan Pembahasan

Nilai rata-rata %yield pati ubi jalar ungu hasil hidrolisis enzimatis ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Grafik pengaruh volume enzim α -amilase terhadap %yield volume

Peningkatan volume enzim α -amilase dari 1 hingga 2 ml meningkatkan %yield pada kedua rasio substrat (1:3 dan 1:5), dengan hasil tertinggi pada rasio 1:5. Rasio 1:5 menghasilkan yield lebih tinggi karena larutan yang lebih encer mempermudah kerja enzim dalam menghidrolisis pati menjadi gula, sedangkan pada rasio 1:3 larutan yang lebih kental menghambat aktivitas enzim secara maksimal. Kenaikan yield melambat setelah volume enzim mencapai 1,8 ml, menandakan bahwa sebagian besar substrat telah dihidrolisis dan peningkatan enzim tidak lagi berpengaruh signifikan (sudah mencapai titik jenuh enzim).



Gambar 3. Grafik pengaruh volume enzim glukamilase terhadap % yield

Grafik diatas menunjukkan pola serupa, di mana %yield meningkat seiring penambahan volume enzim hingga titik optimum 1,8 ml, kemudian menurun pada 2 ml

karena penggunaan enzim pada proses hidrolisis pati sudah melebihi batas optimum. Tidak ada lagi substrat yang dapat dipecah menjadi komponen gula. Pada titik ini, jumlah enzim mencukupi untuk menghidrolisis seluruh substrat yang tersedia. Peningkatan % yield terjadi karena semakin banyak molekul enzim yang berperan dalam memecah molekul pati menjadi gula. Setelah mencapai volume optimum, peningkatan enzim tidak lagi memberikan efek signifikan terhadap yield karena keterbatasan substrat.

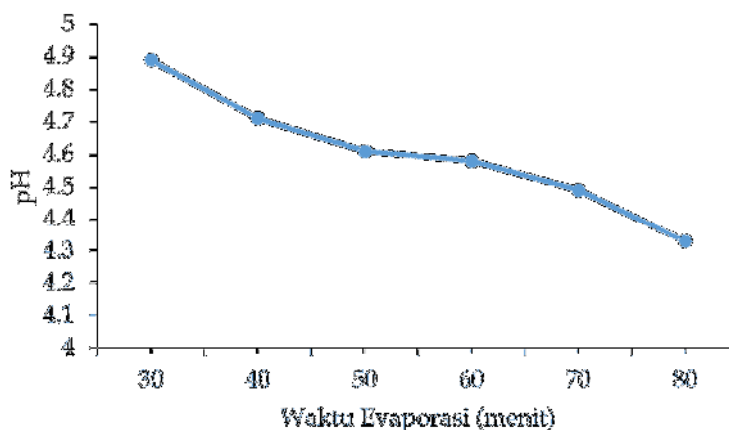
Setelah didapatkan volume enzim yang paling optimal, sampel dengan hasil terbaik (B₃) tersebut kemudian dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu evaporasi, dan dilakukan beberapa analisa terhadap produk tersebut.

Tabel 1. Data Analisa Produk Gula Tetes

sampel	Waktu Evaporasi (menit)	Analisa				
		pH	Viskositas (Cp)	°Brix	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)
B ₃	30	4,89	409,75	20	35,08	0,32
	40	4,71	576,91	25	27,29	0,41
	50	4,61	663,55	35	19,06	0,56
	60	4,58	921,77	50	17,78	0,69
	70	4,49	1250,86	65	15,38	0,82

3.1 Analisa pH

Analisis pH sangat penting dalam proses pembuatan gula cair, baik dari sisi proses, stabilitas, maupun kualitas produk akhir. Gula cair dengan pH yang terlalu rendah dapat menyebabkan korosi pada kemasan logam dan mempercepat kerusakan rasa atau warna, sedangkan pH terlalu tinggi meningkatkan risiko kontaminasi mikroba. Selain itu, proses evaporasi bertujuan untuk menurunkan kadar air sehingga volume gula meningkat, tetapi hal ini juga berpotensi mengubah pH larutan gula. Oleh karena itu, analisa pH pasca-evaporasi pada produk gula tetes itu sangat penting.



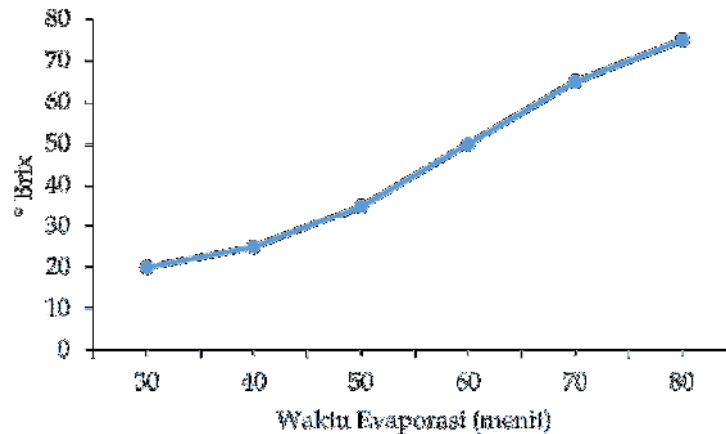
Gambar 4. Grafik pengaruh waktu evaporasi terhadap nilai pH

Berdasarkan SNI 3545:2013, rentang pH yang diperbolehkan adalah 4,0 – 6,0. Nilai pH ini dianggap optimal untuk kestabilan dan keamanan pangan. Bahan pangan yang memiliki pH rendah umumnya memiliki masa simpan lebih panjang karena sebagian

besar mikroorganismenya tidak mampu bertahan pada kondisi asam [5]. Dan rata-rata nilai pH pada produk gula tetes yang dihasilkan memenuhi syarat mutu gula cair.

3.2 Analisa Brix

Nilai °Brix menjadi parameter utama untuk menilai efisiensi konversi pati menjadi gula, di mana semakin tinggi nilainya menunjukkan semakin banyak gula terlarut, yang menunjukkan proses hidrolisis berjalan optimal.

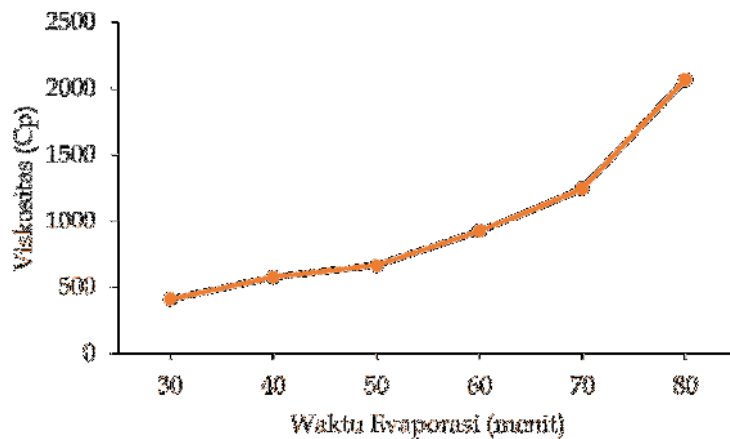


Gambar 5. Grafik pengaruh waktu evaporasi terhadap nilai brix

Nilai °Brix meningkat signifikan seiring dengan bertambahnya waktu evaporasi, dari 20 °Brix pada menit ke-30 hingga mencapai 75 °Brix pada menit ke-80. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama proses evaporasi maka semakin tinggi nilai brix yang dihasilkan. Peningkatan ini disebabkan oleh berkurangnya kadar air akibat pemanasan, sehingga konsentrasi gula dalam larutan meningkat [4]. Proses evaporasi berperan penting dalam memperoleh gula cair dengan tingkat kemanisan dan kekentalan tinggi, karena penguapan air memperbesar rasio padatan terlarut. Hal ini sejalan dengan prinsip dasar evaporasi, yaitu menghilangkan pelarut untuk meningkatkan konsentrasi zat. Secara keseluruhan, peningkatan nilai °Brix menunjukkan bahwa proses pemekatan berlangsung efektif dan menghasilkan gula tetes dengan karakteristik mutu yang baik.

3.3 Analisa Viskositas

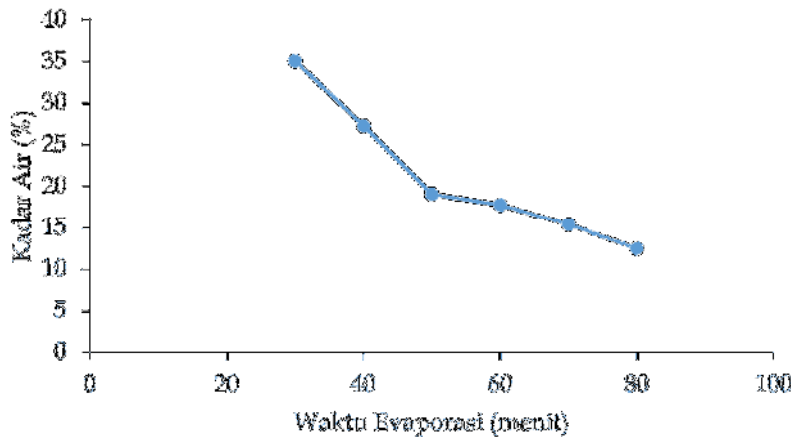
Pada gula cair, viskositas sangat dipengaruhi oleh volume padatan terlarut, terutama kandungan gula (brix), serta kondisi pemrosesan seperti suhu dan waktu pemekatan (evaporasi). Pada penelitian ini, viskositas gula cair diukur pada berbagai waktu evaporasi, menggunakan evaporator bertekanan pada suhu konstan $\pm 110^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 1,2 bar. Hasil uji viskositas menunjukkan bahwa semakin lama waktu evaporasi maka nilai viskositas juga ikut meningkat, dimana nilai viskositas tertinggi terdapat pada sampel pada menit ke-80 dan terendah pada menit ke-30. Peningkatan ini terjadi karena proses evaporasi menyebabkan pengurangan kadar air, sehingga volume zat terlarut, terutama gula meningkat, sehingga cairan menjadi lebih kental (viskositas meningkat)[6].



Gambar 6. Grafik pengaruh waktu evaporasi terhadap viskositas produk

3.4 Analisa Kadar Air

Kadar air merupakan parameter penting dalam penilaian mutu bahan pangan karena dapat memengaruhi tekstur, masa simpan, penerimaan konsumen, dan lain - lain[7].



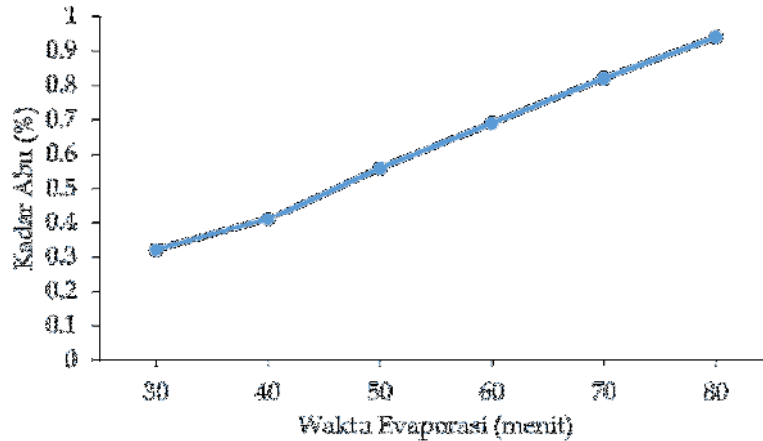
Gambar 7. Grafik pengaruh waktu evaporasi terhadap kadar air

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa waktu evaporasi sangat berpengaruh terhadap kadar air dalam produk, dimana semakin lama waktu evaporasi maka semakin rendah kadar air yang terdapat pada produk tersebut. Penurunan ini menunjukkan bahwa semakin lama pemanasan, semakin banyak air yang menguap sehingga gula tetes menjadi lebih pekat. Sampel terbaik diperoleh pada waktu evaporasi 80 menit dengan kadar air 12,42% dengan penggunaan volume enzim 1,8 ml, yang dimana memenuhi standar mutu SNI 01-2978-1992 (maksimum 20%). Sebaliknya, kadar air yang tinggi pada waktu evaporasi 30 dan 40 menit belum memenuhi standar mutu. Kandungan air yang tinggi pada suatu bahan dapat berisiko mempercepat pertumbuhan mikroba dan menurunkan kestabilan produk.

3.5. Analisa Kadar Abu

Kadar abu mengacu pada jumlah bahan anorganik yang tersisa setelah proses pemanasan di dalam furnace[8]. Berdasarkan grafik, kadar abu gula tetes meningkat seiring bertambahnya waktu evaporasi. Nilai kadar abu tertinggi diperoleh pada waktu evaporasi 80 menit sebesar 0,94%, sedangkan kadar abu terendah terdapat pada waktu 30 menit yaitu 0,32%. Peningkatan kadar abu ini disebabkan oleh menurunnya kadar air

selama proses evaporasi, yang mengakibatkan konsentrasi mineral dalam bahan menjadi relatif lebih tinggi. Selain itu, peningkatan kadar abu dipengaruhi oleh terlarutnya garam-garam mineral yang terkandung di dalam pati yang merupakan sumber sirup gula cair[9].



Gambar 8. Grafik pengaruh waktu evaporasi terhadap kadar abu

Secara keseluruhan, kadar abu yang dihasilkan pada semua perlakuan masih memenuhi standar mutu SNI 01-2978-1992 untuk sirup gula cair, yaitu dengan batas maksimum 1%. Hal ini menunjukkan bahwa gula tetes yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik, karena kadar abu yang rendah menunjukkan tingkat kemurnian dan kebersihan produk yang tinggi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil data dan analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan volume enzim berpengaruh terhadap persentase yield volume gula tetes, di mana semakin tinggi dosis enzim yang digunakan maka semakin tinggi pula hasil yang diperoleh, namun terdapat batas optimal penambahan enzim. Volume enzim yang paling optimal adalah sebesar 1,8 ml, baik untuk enzim α -amilase maupun glukamilase. Berdasarkan hasil analisa produk gula tetes yang meliputi pH, viskositas, brix, kadar air, dan kadar abu, diketahui bahwa rata-rata produk yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu gula cair sesuai SNI. Proses evaporasi selama 80 menit menghasilkan gula tetes dengan karakteristik terbaik, yaitu viskositas 2067,33 cP, °Brix sebesar 75, kadar air 12,42%, dan kadar abu 0,94%, yang seluruhnya berada dalam rentang standar SNI.

Referensi

- [1] Arnata, I.W., B.H. Admadi, dan E. Pardede. 2021. Produksi Gula Cair dari Pati Ubi Jalar Melalui Proses Likuifikasi dan Sakarifikasi Secara Enzimatis. Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Udayana. Bali.
- [2] Choir, A. Z. A., & Akbar, A. A. (2023). Analisis kandungan glukosa dan daya terima gula cair berbahan dasar Ubi Cilembu (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal SAGO Gizi Dan Kesehatan*, 5(1), 133. <https://doi.org/10.30867/gikes.v5i1.1295>.
- [3] Aghata. 2018. Pengaruh Suhu Dan Lama Proses Evaporasi Vakum Terhadap Karakteristik Fisikokimia Dan Organoleptik Gula Cair Sorgum. Skripsi. Universitas

Brawijaya Malang.

[4] Soeswanto, B., Sri Maulida, R., & Tiosari Br Simanjuntak, Y. (2023b). *Chemica Isola* Pembuatan Gula Cair dari Nira Aren (*Arenga pinnata*) pada Kondisi Vakum. In *Chemica Isola* (Vol. 3, Issue 2). <https://ejournal.upi.edu/index.php/CI/index>.

[5] Sholichin, Sineke, J., & Ismanilda. (2025). *BUKU AJAR ILMU PANGAN FULL NASKAH* (1). PT Nuansa Fajar Cemerlang.

[6] Setiawan, Y. (2022). Analisis Fisiokimia Gula Aren Cair. *Agroscience*, 10(1).

[7] Aini, N. ', Lidia, L., & Ledyanna, A. (2025). Available online at: <https://pakisjournal.com/index.php/jfsa> Journal of Food Security and Agroindustry (JFSA) Identifikasi Kandungan Kadar Air Nugget Bayam (*Amaranthus spp.*) dengan Metode Gravimetri Determination of Moisture Content in Spinach (*Amaranthus spp.*) Nuggets Using the Gravimetric Method. 3(2), 46-52. <https://doi.org/10.58184/jfsa.v3i2.666>.

[8] Kencana, A. B., Dewi, E., & Taufik, M. (2023). The Impact of pH And Temperature on the Crystallization Process of Coconut Palm Sugar. *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*, 7(2), 199. <https://doi.org/10.20961/equilibrium.v7i2.79964>.

[9] Sutamihardja, R., Azizah, M., Dwisepti Mafiana, B., Studi, P., Fmipa, K., Nusa, U., Bogor, B., Program,), Fmipa, S. B., Kh, J., Iskandar, S., & Tanah, C. (2017). PERBANDINGAN HIDROLISIS ENZIMATIS DAN ASAM TERHADAP PATI JAGUNG MANIS (*Zea mays L.*) DALAM PEMBUATAN GULA CAIR Comparison Hydrolysis of Enzymatic and Acid of Sweet Corn Starch (*Zea mays L.*) in Liquid Sugar Production.