



Analisis Kadar Glukosa Hasil Hidrolisis Kulit Singkong Menggunakan Asam Sulfat dengan Metode Spektrofotometri

Elza Febriana Larasati ¹, RT Ilya Nurul Hamidah ², Agustina Dyah Setyowati ³, Ade Irawan ⁴, Sulanjari ⁵

^{1,2,3,4,5} Fakultas Teknik, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No. 1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : ³ dosen00991@unpam.ac.id, ⁴ dosen00691@unpam.ac.id,

⁵ dosen01182@unpam.ac.id

Masuk: 21 April 2026

Direvisi: 28 April 2026

Disetujui: 02 Mei 2026

Abstract: *Cassava peel, an abundant agricultural waste, has great potential as a glucose source through acid hydrolysis. Utilizing this waste is not only beneficial but also supports the concept of sustainable waste management. The purpose of this study was to examine the effect of variations in material mass and sulfuric acid concentration on the glucose yield produced. Sulfuric acid was used at concentrations of 24%, 48%, and 72% (w/v) for cassava peel flour masses of 2.5 g, 5 g, and 7.5 g. The hydrolysis reaction was carried out for 60 minutes at a temperature of 70–85 °C. The resulting solution was neutralized with sodium hydroxide to reach a near-neutral pH. Glucose levels were assessed using the UV-Vis spectrophotometry method with 3,5-dinitrosalicylate (DNS) reagent at a wavelength of 540 nm. The results showed that increasing the sulfuric acid concentration from 24% to 48% significantly increased the glucose content across all material mass variations. The highest glucose content of 13.60 g/L was achieved at 48% concentration, whereas increasing the concentration to 72% led to a decrease in glucose yield due to degradation. The ideal hydrolysis conditions were achieved with a material mass of 7.5 g and a sulfuric acid concentration of 48%.*

Keywords: *cassava peel, sulfuric acid hydrolysis, glucose, DNS.*

Abstrak: Kulit singkong, limbah pertanian yang melimpah, memiliki potensi besar sebagai sumber glukosa melalui hidrolisis asam. Pemanfaatan limbah ini tidak hanya menguntungkan secara ekonomi, tetapi juga mendukung konsep pengolahan limbah berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi massa bahan dan konsentrasi asam sulfat terhadap kadar glukosa yang dihasilkan. Asam sulfat digunakan dengan konsentrasi 24%, 48%, dan 72% (b/v) pada tepung kulit singkong dengan massa 2,5 gram, 5 gram, dan 7,5 gram. Reaksi hidrolisis dilakukan selama 60 menit pada suhu 70–85 °C. Larutan hasil hidrolisis kemudian dinetralkan menggunakan natrium hidroksida hingga mencapai pH mendekati netral. Kadar glukosa diukur menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan reagen 3,5-dinitrosalisilat (DNS) pada panjang gelombang 540 nm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi asam sulfat dari 24% menjadi 48% mampu meningkatkan kadar glukosa secara signifikan pada semua variasi massa. Kadar glukosa tertinggi sebesar 13,60 g/L diperoleh pada konsentrasi asam sulfat 48%, namun peningkatan konsentrasi hingga 72% justru menyebabkan penurunan kadar glukosa akibat terjadinya degradasi glukosa. Kondisi hidrolisis ideal dicapai pada massa bahan 7,5 gram dengan konsentrasi asam sulfat 48%.

Kata kunci: kulit singkong, hidrolisis asam sulfat, glukosa, DNS.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan sumber daya alam yang sangat berlimpah. Di daerah pedesaan, lahan pertanian sering kali dimanfaatkan secara optimal untuk menanam berbagai komoditas selain padi, termasuk umbi-umbian seperti singkong, baik untuk dijual maupun dikonsumsi sendiri. Dengan luas panen mencapai 243,91 hektar, Indonesia mampu menghasilkan 19.341.233 ton singkong. Saat ini, sumber daya hayati tersebut telah dimanfaatkan secara luas, tidak hanya sebagai bahan pangan, tetapi juga sebagai bahan baku bioetanol yang merupakan pengganti bahan bakar terbarukan [1].

Untuk menghasilkan glukosa cair, pati dalam kulit singkong dapat dihidrolisis menggunakan katalis tertentu. Hidrolisis pati merupakan proses pemecahan molekul amilum menjadi bagian-bagian penyusun yang lebih sederhana seperti dekstrin, isomaltosa, maltosa, dan glukosa. Secara mekanisme, substitusi ion hidrogen (H^+) dan ion hidroksil (OH^-) terjadi saat molekul air memecah senyawa amilosa dan amilopektin. Proses ini memutuskan ikatan glikosida dan membebaskan molekul glukosa yang terikat di dalamnya [2].

Dalam proses hidrolisis lignoselulosa, penggunaan asam sulfat menjadi katalis mineral yang paling banyak dipilih karena efektivitasnya yang tinggi dalam menghasilkan gula terlarut dari biomassa. Untuk menganalisis kadar glukosa yang dihasilkan, metode spektrofotometri dengan reagen DNS memiliki kepraktisan dan kecepatan dibandingkan metode lain seperti enzimatik dan HPLC, meskipun memiliki batasan dalam hal spesifisitasnya [3].

Rata-rata penduduk Indonesia mengonsumsi gula sebagai kebutuhan pangan pokok untuk pemenuhan sumber kalori maupun sebagai pemanis untuk kebutuhan skala rumah tangga dan industri, baik industri kecil maupun industri besar [4]. Glukosa adalah monosakarida golongan aldosa dengan rumus kimia $C_6H_{12}O_6$ yang berperan sebagai sumber energi utama bagi makhluk hidup. Secara alami, glukosa dapat diperoleh dari buah-buahan dan madu, serta melalui hasil hidrolisis karbohidrat kompleks seperti pati dan selulosa [5].

Glukosa diproduksi dari bahan lignoselulosa, termasuk kulit singkong, melalui proses hidrolisis selulosa yang dilakukan dengan bantuan asam atau enzim. Dalam proses ini, ikatan β -1,4-glikosidik pada selulosa terputus sehingga terbentuk glukosa sederhana. Peningkatan konsentrasi glukosa [6] dalam larutan hasil hidrolisis menunjukkan bahwa proses hidrolisis berhasil. Karena glukosa adalah gula pereduksi, metode 3,5-dinitrosalisilat (DNS) dapat digunakan untuk analisis. Glukosa akan mereduksi reagen DNS menjadi senyawa berwarna merah-oranye yang intensitas warnanya sebanding dengan konsentrasi glukosa, yang kemudian diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang sekitar 540 nm [7]. Kadar glukosa yang dihasilkan menjadi indikator utama keberhasilan hidrolisis dan potensi bahan sebagai substrat fermentasi untuk pembuatan produk biokimia seperti bioetanol [8].

Di Indonesia, singkong termasuk sumber karbohidrat utama yang banyak digunakan dalam industri pangan dan farmasi. Setiap kilogram singkong menghasilkan limbah kulit sekitar 15–20%. Bagian kulit ini mengandung karbohidrat yang cukup tinggi, bahkan mencapai 50% dari berat umbinya [2]. Salah satu jenis polisakarida yang banyak ditemukan pada tanaman adalah pati, yang terdapat pada akar, batang, buah, biji, hingga kulit. Pati memiliki rumus umum $(C_6H_{10}O_5)_n$ dan merupakan karbohidrat kompleks. Secara spesifik, tepung singkong diketahui mengandung 23,92% amilosa, 76,08% amilopektin, dan 2,78% protein [9].

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kulit singkong, glukosa standar (untuk kurva baku), natrium hidroksida (NaOH), asam sulfat (H_2SO_4), reagen 3,5-dinitrosalisilat (DNS), akuades, dan kertas indikator pH.

Persiapan Bahan Baku

Kulit singkong dibersihkan dan dipotong kecil-kecil, kemudian digiling menggunakan *grinder* hingga menjadi bubuk. Untuk mendapatkan tekstur yang lebih halus, bubuk disaring menggunakan penyaring halus. Bubuk kulit singkong kemudian ditimbang dengan variasi berat 2,5 gram, 5 gram, dan 7,5 gram.

Proses Hidrolisis Bubuk Kulit Singkong

Hidrolisis dilakukan dengan melarutkan masing-masing variasi berat bubuk kulit singkong ke dalam larutan asam sulfat dengan variasi konsentrasi 24%, 48%, dan 72% (b/v) sebanyak 60 mL. Reaksi dilakukan pada suhu 70–85 °C dan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer*.

Tahap Penetralkan pH

Larutan hasil hidrolisis diambil, kemudian ditambahkan larutan NaOH tetes demi tetes menggunakan pipet sembari diaduk dengan stirrer. Kadar pH dipantau secara berkala menggunakan kertas indikator pH hingga mencapai kondisi netral.

Pengujian Kadar Glukosa Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Analisis kadar glukosa dilakukan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan pereaksi DNS. Prosedur analisis dilakukan melalui beberapa tahap sebagai berikut:

- a. Pembuatan Larutan Pereaksi DNS
Sebanyak 1 gram DNS dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan dilarutkan dengan 70 mL akuades. Setelah larut, ditambahkan 15 gram natrium kalium tartrat (*Rochelle salt*) dan dihomogenkan. Secara terpisah, dibuat larutan NaOH 2 M sebanyak 20 mL (1,6 gram NaOH dalam akuades hingga volume 20 mL). Larutan NaOH tersebut kemudian dicampurkan ke dalam larutan DNS dan diaduk hingga berwarna oranye kemerahan.
- b. Pembuatan Kurva Baku
Kurva baku dibuat menggunakan standar glukosa dengan variasi konsentrasi. Glukosa standar ditimbang sebanyak 200 mg, dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL, dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas, kemudian dihomogenkan.
- c. Prosedur Pengujian Sampel
Pengujian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - 1) Masukkan 0,1 mL sampel (atau 0,1 mL akuades untuk blanko) ke dalam tabung reaksi.
 - 2) Tambahkan 0,2 mL akuades dan 0,6 mL reagen DNS.
 - 3) Tutup tabung dengan aluminium foil dan panaskan dalam penangas air selama 5 menit.
 - 4) Dinginkan segera dengan air mengalir atau air dingin.
 - 5) Tambahkan 4 mL akuades dan inkubasi selama minimal 2 jam.
 - 6) Ukur nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) 540 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis limbah kulit singkong menggunakan katalis asam sulfat. Tahapan penelitian meliputi konversi kulit singkong menjadi tepung, proses hidrolisis asam, penetralan pH, dan pengujian kadar glukosa menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis.

Hasil Proses Hidrolisis

Proses hidrolisis dilakukan menggunakan asam sulfat dengan variasi konsentrasi 24%, 48%, dan 72%. Larutan asam ini berperan dalam memecah kandungan pati dan selulosa di dalam kulit singkong menjadi gula sederhana (glukosa).

Tabel 1. Parameter proses hidrolisis menggunakan asam sulfat

Konsentrasi Asam	Massa Tepung Kulit Singkong (g)	Volume Asam (mL)
24%		
48%	2,5; 5,0; 7,0	60
72%		

Hasil Penetralan pH

Proses penetralan dilakukan menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi yang disesuaikan untuk mencapai kondisi pH yang aman sebelum pengujian glukosa.

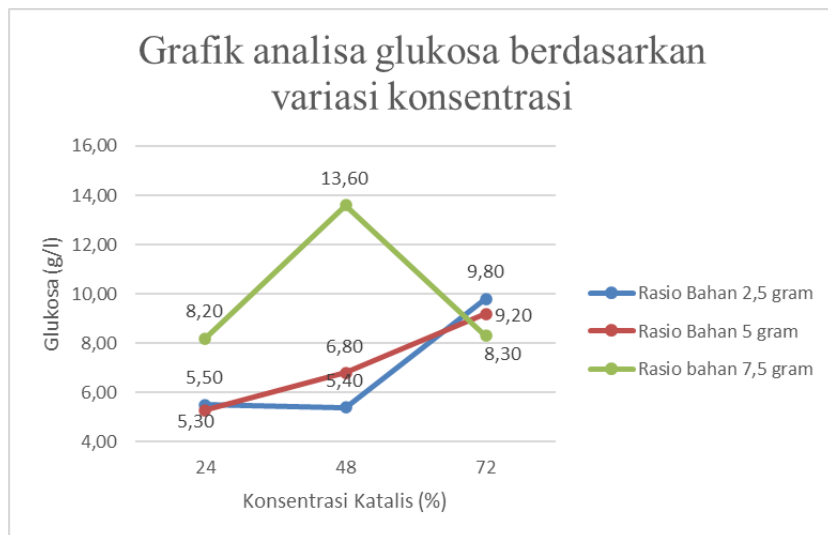
Tabel 2. Data hasil penetralan dengan larutan NaOH

Konsentrasi Asam	Massa Tepung (g)	Konsentrasi NaOH (N)	Volume NaOH (mL)	pH Akhir
24%	2,5	9	70–80	4
	5,0	9	70–80	7
	7,5	9	70–80	7
48%	2,5	18	70–80	6
	5,0	18	70–80	7
	7,5	18	70–80	5
72%	2,5	27	80–90	5
	5,0	27	80–90	6
	7,5	27	80–90	6

Berdasarkan Tabel 2, berbagai faktor memengaruhi pH akhir, meliputi konsentrasi larutan asam, massa tepung kulit singkong, serta volume dan konsentrasi NaOH yang digunakan. Pada konsentrasi asam sulfat 24%, peningkatan massa tepung dari 2,5 gram menjadi 5,0–7,5 gram menyebabkan kenaikan pH hingga mencapai kondisi netral. Pada konsentrasi 48%, pH berkisar antara 5 dan 7, di mana kondisi netral (pH 7) dicapai pada massa bahan 5,0 gram. Namun, pada konsentrasi 72%, pH akhir relatif stabil pada kisaran 5–6 untuk semua variasi massa, yang mengindikasikan bahwa sistem telah mencapai kondisi yang lebih jenuh.

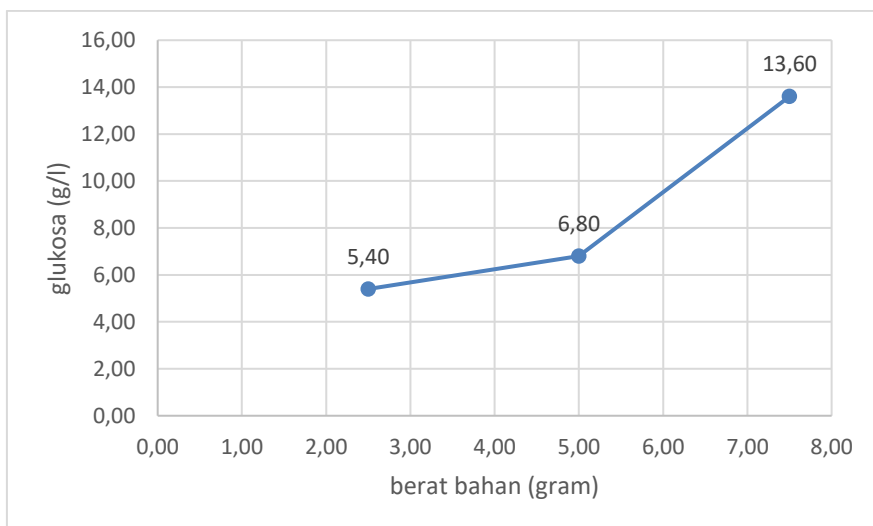
Hasil Uji Spektrofotometri UV-Vis

Data kadar glukosa diperoleh melalui pembacaan nilai absorbansi pada spektrofotometer UV-Vis untuk setiap variasi konsentrasi katalis (24%, 48%, dan 72%) dan massa bahan (2,5 g, 5,0 g, dan 7,5 g). Data tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 1 untuk mempermudah analisis pengaruh konsentrasi katalis terhadap kadar glukosa yang dihasilkan.



Gambar 1. Grafik analisis kadar glukosa berdasarkan variasi konsentrasi katalis

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa pada seluruh variasi massa bahan, peningkatan konsentrasi katalis dari 24% ke 48% menyebabkan kenaikan kadar glukosa yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi katalis mampu mempercepat laju hidrolisis pati dan selulosa. Namun, saat konsentrasi katalis ditingkatkan menjadi 72%, kadar glukosa justru mengalami penurunan pada semua variasi massa bahan. Penurunan ini mengindikasikan bahwa konsentrasi asam yang terlalu tinggi memicu terjadinya degradasi glukosa menjadi senyawa lain (seperti furfural atau HMF). Kadar glukosa tertinggi diperoleh pada konsentrasi katalis 48% dengan massa bahan 7,5 gram sebesar 13,60 g/L, sedangkan pada konsentrasi 72%, kadar glukosa menurun hingga kisaran 8,30–9,80 g/L.



Gambar 2. Grafik analisis glukosa dengan hasil kadar tertinggi berdasarkan variasi massa bahan

Grafik pada Gambar 2 memperjelas bahwa konsentrasi katalis optimum berada pada kadar 48%. Peningkatan massa bahan dari 2,5 gram menjadi 7,5 gram secara konsisten meningkatkan kadar glukosa dari 5,40 g/L hingga 13,60 g/L. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak substrat (pati/selulosa) yang tersedia, semakin besar pula jumlah glukosa yang dapat dihasilkan selama proses hidrolisis berlangsung. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum proses hidrolisis kulit singkong untuk menghasilkan glukosa tertinggi dicapai pada konsentrasi katalis asam sulfat 48% dengan massa bahan 7,5 gram.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menyimpulkan bahwa efisiensi konversi pati dari limbah kulit singkong menjadi glukosa sangat bergantung pada sinergi antara kuantitas bahan baku dan konsentrasi katalis asam sulfat. Berdasarkan hasil pengujian, ditemukan bahwa kombinasi massa sampel 7,5 gram dengan konsentrasi asam sulfat 48% merupakan parameter paling ideal yang mampu menghasilkan kadar glukosa tertinggi mencapai 13,60 g/L. Secara umum, peningkatan massa substrat terbukti memperluas area interaksi zat kimia, sehingga konsentrasi glukosa yang dihasilkan meningkat secara linear seiring dengan bertambahnya berat bahan yang digunakan.
2. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan katalis asam sulfat dengan konsentrasi yang terlalu tinggi dapat bersifat destruktif terhadap produk glukosa. Ketika konsentrasi asam dinaikkan melampaui ambang batas optimal hingga mencapai 72%, terjadi penurunan kadar glukosa yang signifikan. Hal ini disebabkan oleh dekomposisi atau degradasi kimiawi molekul glukosa akibat paparan asam yang sangat kuat. Temuan ini menegaskan bahwa keberhasilan proses hidrolisis kimiawi tidak hanya ditentukan oleh kekuatan zat pemecahnya, tetapi juga oleh keseimbangan konsentrasi yang tepat untuk mencegah terjadinya degradasi produk selama reaksi berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Rozi, A. Wahyudi, M. Setyowati, and S. D. Lestari, "Prospects of Cassava Development in Indonesia in Supporting Global Food Availability in Future," in *Cassava - Current Management and Future Prospects*, IntechOpen, 2021. doi: 10.5772/intechopen.96155.
- [2] Y. S. Dewi, N. Laila, and I. F. Nata, "Produksi Glukosa Cair Fungsional dengan Ekstrak Jahe dari Hidrolisis Pati Kulit Singkong," in *Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, Yogyakarta: UPN "Veteran" Yogyakarta, 2019, p. B1.
- [3] N. N. Deshavath, G. Mukherjee, V. V. Goud, V. D. Veeranki, and C. V. Sastri, "Pitfalls in the 3, 5-dinitrosalicylic acid (DNS) assay for the reducing sugars: Interference of furfural and 5-hydroxymethylfurfural," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 156, pp. 180–185, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.04.045>.
- [4] N. Sari and M. Razali, "Penetapan Kadar Glukosa Reduksi dari Sirup Glukosa Hasil Hidrolisa Selulosa dari Limbah Buah Mengkudu (*Morinda Citrifolia* L) dengan Asam Klorida," *J. Indones. Soc. Integr. Chem.*, vol. 13, no. 2, pp. 98–104, Dec. 2021, doi: <https://doi.org/10.22437/jisic.v13i2.14731>.
- [5] M. N. Nakrani, R. H. Wineland, and F. Anjum, "Glucose Metabolism," *StatPearls*, 2023, [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560599/>
- [6] Sutini, Y. R. Widiastuty, and A. N. Ramadhani, "Review: Hidrolisis Lignoselulosa dari Agricultural Waste Sebagai Optimasi Produksi Fermentable Sugar," *Equilib. J. Chem. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 59–68, Dec. 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.20961/equilibrium.v3i2.42788>.
- [7] G. L. Miller, "Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar," *Anal. Chem.*, vol. 31, no. 3, pp. 426–428, Mar. 1959, doi: <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>.
- [8] A. Pandey, C. R. Soccol, P. Nigam, and V. T. Soccol, "Biotechnological potential of agro-industrial residues. I: sugarcane bagasse," *Bioresour. Technol.*, vol. 74, no. 1, pp. 69–80, 2000, doi: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)00142-X](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00142-X).
- [9] Silviwanda, N. T. Naenum, N. U. Putri, R. Mayangsari, and R. T. Fadilla, "Perbandingan Sifat Fisikokimia Pati Tepung Beras, Singkong & Pisang Termodifikasi dengan Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*)," *EDUFORTECH*, vol. 8, no. 1, pp. 43–52, 2023, doi: <https://doi.org/10.17509/edufortech.v8i1.49063>.