

Pengaruh Konsentrasi Larutan HCl dan H₂SO₄ Terhadap Produksi Gula Pereduksi Dalam Proses Hidrolisis Eceng Gondok dengan Menggunakan Instrumen Ultrasonik

Robby Julian Fathur Rohman¹, Zaki Mohammad Lutfillah², Anis Marsela³
Yustinah^{4*}

^{1,2} Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, JL. Cempaka Putih tengah
No.27 Jakarta Pusat, 10510

^{3,4} Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, JL. Cempaka Putih
tengah No.27 Jakarta Pusat, 10510

*yustinah@umj.ac.id

ABSTRAK

Indonesia, sebagai negara kepulauan, kaya akan sumber daya alam, termasuk perairan yang subur. Salah satu tumbuhan yang tumbuh di perairan ini adalah eceng gondok, yang sering dianggap sebagai gulma. Namun, eceng gondok memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku glukosa melalui proses hidrolisis asam, karena kandungan selulosanya. Glukosa yang dihasilkan dapat digunakan untuk produksi biofuel, etanol, dan biopolimer, sehingga berkontribusi pada pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas konsentrasi pelarut asam terhadap persentase gula pereduksi yang dihasilkan dari hidrolisis eceng gondok untuk meningkatkan nilai jualnya serta memperluas penggunaannya di industri. Metode baru dengan menggunakan instrumen ultrasonik diterapkan dalam proses hidrolisis, serta variasi konsentrasi pelarut asam (HCl & H₂SO₄: 0,1; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 N) untuk meningkatkan hasil gula pereduksi. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi pelarut berpengaruh signifikan, dengan HCl dan H₂SO₄ pada konsentrasi 2N menghasilkan gula pereduksi tertinggi, masing-masing 0,0951% dan 0,0994%. Penelitian ini menegaskan peran penting konsentrasi pelarut asam dan teknologi ultrasonik dalam meningkatkan efisiensi hidrolisis eceng gondok.

Kata kunci: eceng gondok, hidrolisis, gula pereduksi, HCl, H₂SO₄

ABSTRACT

Indonesia, as an archipelagic country, is rich in natural resources, including its fertile waters. One of the plants that grows in these waters is water hyacinth, often regarded as a weed. However, water hyacinth has the potential to be utilized as a raw material for glucose through an acid hydrolysis process, due to its cellulose content. The glucose produced can be used for the production of biofuel, ethanol, and biopolymers, thereby contributing to the development of renewable and environmentally friendly energy. This study aims to evaluate the effectiveness of acid solvent concentrations on the percentage of reducing sugars produced from the hydrolysis of water hyacinth, with the goal of increasing its market value and expanding its industrial applications. A new method using ultrasonic instruments was applied in the hydrolysis process, along with variations in acid solvent concentrations (HCl & H₂SO₄: 0.1; 0.5; 1.0; 1.5; 2.0 N) to enhance the yield of reducing sugars. The results showed that solvent concentration significantly affected the yield, with HCl and H₂SO₄ at 2N concentration producing the highest reducing sugars, at 0.0951% and 0.0994%, respectively. This study emphasizes the important role of acid solvent concentration and ultrasonic technology in improving the efficiency of water hyacinth hydrolysis.

Keywords: water hyacinth, hydrolysis, reducing sugar, HCl, H₂SO₄

1. PENDAHULUAN

Negara Kesatuan Republik Indonesia sangat kaya dengan sumber daya alamnya. Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki perairan yang subur dan menjadi habitat bagi seluruh makhluk hidup, baik manusia, hewan, maupun tumbuhan, serta memiliki potensi yang besar untuk dikelola dan dimanfaatkan dengan baik. Indonesia disebut sebagai negara agraris karena potensi keanekaragaman tanamannya yang bermanfaat.

Eceng Gondok merupakan salah satu spesies bunga lili yang berasal dari Amerika Selatan dan tumbuh di waduk, danau, rawa atau sungai, terapung di permukaan air (Villamagna *et al.*, 2009). Dalam beberapa dekade terakhir, eceng gondok telah dianggap sebagai masalah lingkungan karena kemampuannya bertindak sebagai katalisator pencairan air dan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan. Ada pula potensi pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan baku berbagai kerajinan tangan seperti tas (Hasibuan *et al.*, 2023) Eceng gondok yang selama ini dikenal sebagai tanaman air invasif, ternyata pada penelitian terbaru menunjukkan bahwa eceng gondok dapat memberikan efek positif. Kandungan selulosa di dalam eceng gondok kering bisa dimanfaatkan menjadi glukosa dengan proses hidrolisis (Anggraeni *et al.*, 2013).

Glukosa ($C_6H_{12}O_6$) merupakan gula pereduksi kelompok monosakarida yang mengandung enam atom karbon. Glukosa mengandung gugus -CHO sehingga glukosa merupakan aldosa. Manfaat dari glukosa salah satunya bisa menjadi potensi pembuatan biofuel (Anggraeni *et al.*, 2013), glukosa juga menjadi salah satu gula fermentasi yang penting dalam proses produksi etanol (Rezania *et al.*, 2018). Pada industri pangan glukosa merupakan sumber energi utama bagi tubuh dan otak, penting dalam metabolisme, disimpan sebagai glikogen di hati dan otot saat tidak digunakan, dan membantu menjaga keseimbangan gula darah (Institute of Food Science and Technology, 2022). Peran glukosa yang bermanfaat dalam berbagai aplikasi biologi dan industri, seperti sumber energi, prekursor untuk

jalur biosintesis, dan bahan untuk produksi biopolimer (Zhao *et al.*, 2017). Glukosa dari eceng gondok memiliki potensi besar sebagai sumber bioetanol berkat kandungan selulosa tinggi dan lignin rendah yang mudah difermentasi (Yilma *et al.*, 2022). Pemanfaatan eceng gondok tidak hanya membantu mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem perairan tetapi juga mendukung penciptaan sumber energi yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan (Begum *et al.*, 2021). Tingginya kandungan karbohidrat menjadikan glukosa dari eceng gondok bahan baku efektif untuk produksi bioetanol melalui proses *pretreatment* asam yang meningkatkan aksesibilitas selulosa dan hemiselulosa. Pertumbuhannya yang cepat menjadikan eceng gondok dengan glukosanya merupakan sumber biomassa potensial untuk pembangkitan bioenergi (Rezania *et al.*, 2018).

Keberadaan glukosa dari tanaman memiliki potensi besar dalam berbagai industri, mulai dari industri pangan, kosmetik, *biofuel*, hingga berbagai sektor lainnya yang menjadikan glukosa sebagai salah satu bahan bakunya. Glukosa merupakan monosakarida yang dapat diekstraksi dari tanaman melalui proses hidrolisa, dimana polisakarida seperti pati dipecah menjadi gula sederhana. Proses hidrolisa ini dapat menjadi sumber glukosa yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, mengingat ketersediaan bahan baku nabati yang melimpah dan terbarukan. Pemanfaatan glukosa yang diperoleh dari tanaman dapat mengurangi ketergantungan pada sumber daya non-terbarukan dan memberikan solusi bagi industri untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dengan cara yang lebih berkelanjutan. Penelitian menunjukkan bahwa metode hidrolisa enzimatis dan asam dapat menghasilkan glukosa dengan efisiensi tinggi, menjadikannya alternatif yang layak untuk diadopsi secara luas di industri (Abduh *et al.*, 2023).

Penulis tertarik meneliti eceng gondok karena banyak studi menunjukkan manfaatnya, terutama sebagai glukosa setelah hidrolisis. Pemanfaatan eceng gondok sebagai sumber glukosa dapat

mengurangi dampak lingkungan dari pertumbuhannya yang tidak terkendali dan memberikan solusi ekonomi berkelanjutan. Dengan menghasilkan glukosa, nilai jual eceng gondok meningkat dari bahan baku kerajinan tangan menjadi bahan baku industri bernilai tinggi. Penelitian ini penting untuk memaksimalkan potensi eceng gondok di sektor industri dan lingkungan.

Glukosa yang berasal dari hidrolisis asam pada tanaman eceng gondok telah dilakukan oleh Maya Sarah, Ita Pratiwi, Isti Madinah Hasibuan (2022) pada penelitiannya yang berjudul *Hidrolisis Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Menjadi Glukosa Menggunakan Rotating Microwave Reactor*, menyatakan hidrolisis yang dilakukan menggunakan instrumen *rotating microwave reactor* dengan pelarut HCl dengan konsentrasi (0,5 N; 1 N; dan 1,5 N) dan hasil rendemen kandungan glukosa akhir sebesar 486mg/L atau sebesar 0,0486%.

Penelitian penulis mempunyai perbedaan yang terletak pada penggunaan instrumen yaitu ultrasonik, jenis asam yang dipakai H₂SO₄ dan HCl, serta variasi konsentrasi (0.1 N; 0.5 N; 1 N; 1.5 N; dan 2 N) dengan harapan memperoleh persentase gula pereduksi yang tinggi.

Fokus masalah dalam penelitian ini berfokus pada pemanfaatan eceng gondok yang dianggap sebagai gulma invasif di perairan Indonesia, yang menyebabkan kerusakan ekosistem perairan. Namun, kandungan selulosa pada eceng gondok memiliki potensi untuk diubah menjadi glukosa melalui proses hidrolisis asam.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi dari dua jenis asam yang berbeda yaitu HCl dan H₂SO₄ terhadap persentase gula pereduksi yang dihasilkan dalam proses hidrolisis eceng gondok dengan menggunakan instrumen ultrasonik. Manfaat dari penelitian ini adalah mendukung penciptaan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, meningkatkan nilai ekonomi eceng gondok, dan memudahkan penerapan hasil penelitian di berbagai sektor industri, seperti industri bioenergi dan kimia.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan berbagai alat seperti pH universal, botol schoot, neraca analitik, labu ukur, pipet seukuran, erlenmeyer, labu iod, gelas kimia, dispenset titrator, alat ultrasonik, hotplate, botol semprot, magnetic stirrer, dan adaptor.

Bahan yang digunakan mencakup eceng gondok kering, NaOH, HCl, H₂SO₄, pereaksi Luff Schoorl, indikator amylum, dan Na₂S₂O₃.

Langkah penelitian ini dimulai dengan *pre-treatment* eceng gondok, yaitu pencucian, pengeringan, penggilingan, dan pengayakan hingga menjadi tepung. Selanjutnya dilakukan delignifikasi dengan menggunakan NaOH 7% pada suhu 100°C selama 6 jam untuk memecah lignin. Setelah itu, bubur eceng gondok dicuci dengan aquadest hingga pH netral lalu dihidrolisa dengan HCl serta H₂SO₄ di botol schoot yang berbeda dengan variasi konsentrasi (0,1 N, 0,5 N, 1 N, 1,5 N, dan 2 N) selama 1 jam menggunakan alat ultrasonik. Penetapan kadar gula pereduksi dilakukan dengan metode Luff Schoorl, di mana larutan sampel dipanaskan dan dititrasi dengan Na₂S₂O₃. Analisis kadar gula pereduksi dilakukan dengan metode volumetri berdasarkan metode Luff-Schoorl untuk menentukan persentase karbohidrat. Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$V_{Tiosulfat} = \frac{(V_{blank} - V_{titrasi}) \times N_{Na_2S_2O_3}}{N_{standar}}$$

Lalu Mg gula pereduksi diperoleh dari ekstrapolasi data dari tabel 1, dan persentase gula pereduksi dapat dihitung melalui rumus berikut:

$$\% \text{ Gula pereduksi} = \frac{\text{mg gula pereduksi}}{\text{mg sampel}} \times 100\%$$

Tabel 1. Data Konversi mL tio Terhadap mg gula (sumber :(SMKN 13 Bandung))

Data Konversi mL tio Terhadap mg gula :			
Volume tio (ml)	Gula pereduksi (mg)	Volume tio (ml)	Gula pereduksi (mg)
1	2,4	13	33
2	4,8	14	35,7
3	7,2	15	38,5
4	9,7	16	41,3
5	12,2	17	44,2
6	14,7	18	47,1
7	17,2	19	50
8	19,8	20	53
9	22,4	21	56
10	25	22	59,1
11	27,6	23	62,2
12	30,3	24	-

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Hasil Analisa Kadar Gula Pereduksi Oleh Larutan Hcl

Data titrasi Asam Klorida							
		mg sampel	V titrasi (ml)	V tiiosulfat (ml)	mg GP	%GP	Rata Rata (%)
Blank			22,29				
0.1 N	Simplo	10404,3	22,10	0,1946	0,4669	0,0045	0,0041
	Duplo	10404,3	22,13	0,1638	0,3932	0,0038	
0.5 N	Simplo	10425,3	21,78	0,5222	1,2534	0,0120	0,0125
	Duplo	10425,3	21,74	0,5632	1,3517	0,0130	
1 N	Simplo	10028,9	20,73	1,5974	3,8339	0,0382	0,0377
	Duplo	10028,9	20,77	1,5565	3,7356	0,0372	
1.5 N	Simplo	10015,6	20,02	2,3245	5,5788	0,0557	0,0562
	Duplo	10015,6	19,98	2,3654	5,6771	0,0567	
2 N	Simplo	10008,5	18,44	3,9424	9,5560	0,0955	0,0951
	Duplo	10008,5	18,47	3,9117	9,4792	0,0947	

Tabel 3. Hasil Analisa Kadar Gula Pereduksi Oleh Larutan H₂SO₄

Data titrasi Asam Sulfat							
		mg sampel	V titrasi (ml)	V tiiosulfat (ml)	mg GP	%GP	Rata Rata (%)
Blank			22,29				
0.1 N	Simplo	10297,1	22,10	0,1946	0,4669	0,0045	0,0053
	Duplo	10297,1	22,04	0,2560	0,6144	0,0060	
0.5 N	Simplo	10240,1	21,33	0,9830	2,3593	0,0230	0,0236
	Duplo	10240,1	21,28	1,0342	2,4822	0,0242	

Data titrasi Asam Sulfat							
		mg sampel	V titrasi (ml)	V tiiosulfat (ml)	mg GP	%GP	Rata Rata (%)
1 N	Simplo	10141,8	20,61	1,7203	4,1288	0,0407	0,0414
	Duplo	10141,8	20,55	1,7818	4,2762	0,0422	
1.5 N	Simplo	10182,4	19,89	2,4576	5,8982	0,0579	0,0601
	Duplo	10182,4	19,71	2,6419	6,3406	0,0623	
2 N	Simplo	10106,7	18,24	4,1472	10,0680	0,0996	0,0994
	Duplo	10106,7	18,26	4,1267	10,0168	0,0991	

Proses hidrolisis glukosa dari eceng gondok kering dengan menggunakan pelarut HCl serta H₂SO₄ ini merupakan hidrolisis jenis asam. Hidrolisis asam dipilih karena pelarut asam bisa memecah polimer menjadi monomer seperti glukosa (Anggraeni *et al.*, 2013).

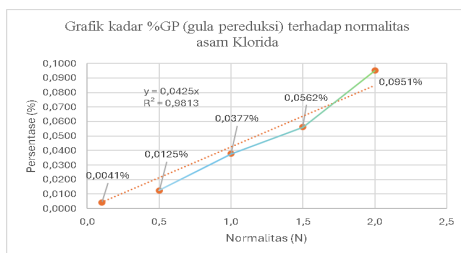
Penelitian ini menetapkan variabel proses yakni berupa variasi konsentrasi HCl dan H₂SO₄ (0,1 N, 0,5 N, 1 N, 1,5 N, dan 2 N). Persentase gula pereduksi dari eceng gondok ada pada gambar 1 dan 2. Pada HCl dan H₂SO₄ dengan konsentrasi 1,5 N diperoleh persentase gula pereduksi masing-masing sebesar 0,0562% dan 0,0601%. Terjadi peningkatan jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang mempunyai hasil rendemen kandungan glukosa akhir sebesar 0,0486% pada konsentrasi 1,5 N.

Pada tabel 2 dan 3, terlihat bahwa penggunaan larutan H₂SO₄ memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan larutan HCl, hal itu disebabkan karena H₂SO₄ adalah asam kuat yang bersifat diprotik, yang berarti mampu melepaskan dua proton (H⁺) per molekul. Pada tahap pertama, asam sulfat terdisosiasi sempurna menjadi H⁺ dan ion sulfat (SO₄²⁻), menghasilkan konsentrasi H⁺ yang tinggi. Sedangkan HCl hanya dapat melepaskan satu proton per molekul (monoprotik). Dengan demikian, pada konsentrasi yang sama, asam sulfat dapat melepaskan lebih banyak proton daripada asam klorida, yang meningkatkan laju reaksi hidrolisis (Lenihan *et al.*, 2010).

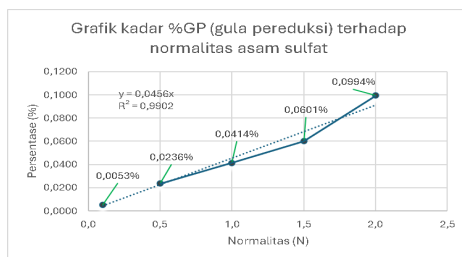
Persentase Gula Pereduksi yang tinggi pada konsentrasi 1,5 N dan 2 N, hal tersebut disebabkan karna semakin tinggi konsentrasi larutan asam maka akan semakin banyak polimer yang dapat dipecah menjadi monomer dalam satuan waktu tertentu, sehingga persentase gula

pereduksi yang dihasilkan akan semakin besar.

Dengan konsentrasi pelarut asam yang semakin rendah maka polimer yang terpecah semakin sedikit dan persentase gula pereduksi yang didapat semakin kecil. Lalu pada konsentrasi 0,1 N; 0,5 N; dan 1,0 N diperoleh persentase gula pereduksi yang cukup rendah. Hasil tersebut sesuai dengan hipotesa bahwa semakin tinggi konsentrasi asam maka persentase gula pereduksi yang diperoleh semakin besar dan sebaliknya, semakin rendah konsentrasi asam yang digunakan akan semakin rendah pula persentase gula pereduksi yang dihasilkan, hal ini juga menunjukkan penggunaan instrumen ultrasonik lebih efisien, yang ditandai dengan adanya peningkatan pada persentase gula pereduksi yang didapat. Perubahan persentase gula pereduksi dari tiap-tiap konsentrasi HCl dan H₂SO₄ dapat dilihat pada gambar grafik berikut:



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi HCl terhadap Persentase Gula Pereduksi



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi H₂SO₄ terhadap Persentase Gula Pereduksi

Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil persentase gula pereduksi antara lain proses delignifikasi, konsentrasi asam, waktu, dan instrumen yang digunakan.

Proses delignifikasi bertujuan memecah lignin pada eceng gondok, sehingga selulosa dan hemiselulosa dapat

terhidrolisis dengan baik dalam proses hidrolisis asam.

Konsentrasi asam juga berperan penting, di mana semakin pekat konsentrasi asam, semakin tinggi hasil gula pereduksi yang terbentuk.

Selain itu, durasi hidrolisis turut mempengaruhi, karena semakin lama waktu hidrolisis, semakin tinggi pula persentase gula pereduksi yang dihasilkan.

Instrumen yang digunakan dalam proses ini juga memberikan dampak signifikan, karena setiap metode memiliki mekanisme yang berbeda-beda, sehingga mempengaruhi hasil akhirnya.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa variasi konsentrasi asam (0,1N hingga 2N) berpengaruh terhadap persentase gula pereduksi yang dihasilkan dari eceng gondok, dengan hasil optimal pada konsentrasi 2,0N. Pada konsentrasi ini, larutan HCl menghasilkan gula pereduksi sebesar 0,0951%, sementara larutan H₂SO₄ menghasilkan 0,0994%. Selain itu, penggunaan instrumen ultrasonik dalam proses hidrolisis terbukti lebih efektif dalam meningkatkan persentase gula pereduksi.

5. SARAN

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan kondisi hidrolisis eceng gondok, yakni menambahkan variasi waktu, pengecekan kadar selulosa yang terbentuk setelah proses delignifikasi, dan instrumen yang dipakai pada saat hidrolisis agar lebih hasil efisien untuk ekstraksi glukosa.

DAFTAR PUSTAKA

Abduh, S. B. M., Bintoro, V. P., Nurwantoro, N., Yuniarto, V. D., & Pramono, Y. B. (2023). *Determination of the optimum pH and enzyme ratio for starch hydrolysis test and characterization of steamed, baked, and fried wheat doughs*. Journal of Applied Food Technology, 10(1), 1–7.

- Anggraeni, P., Addarajah, Z., & Anggoro, D. D. (2013). *Hidrolisis selulosa eceng gondok (Eichhornia crassipes) menjadi glukosa dengan katalis arang aktif tersulfonasi*. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, 2(3), 63–69.
- Begum, S. L. R., Himaya, S. M. M. S., & Afreen, S. M. M. S. (2021). *Potential of water hyacinth (Eichhornia crassipes) as compost and its effect on soil and plant properties: A review*. Agricultural Reviews.
- Hasibuan, A., Putri, A., Hasani, P., Nasution, N., & Muhabbah, S. (2023). *Pemanfaatan tanaman eceng gondok (Eichhornia crassipes) untuk kerajinan tas*. Cross-Border, 6(2), 1091–97.
- Institute of Food Science and Technology. (2022). *Sugars*. <https://www.ifst.org/resources/information-statements/sugars>
- Lenihan, P., Orozco, A., O'Neill, E., Ahmad, M. N. M., Rooney, D. W., & Walker, G. M. (2010). *Dilute acid hydrolysis of lignocellulosic biomass*. Chemical Engineering Journal, 156(2), 395–403.
- Maya, S., Pratiwi, I., & Hasibuan, I. M. (2022). *Hidrolisis eceng gondok (Eichhornia crassipes) menjadi glukosa menggunakan rotating microwave reactor*. Jurnal Teknik Kimia USU, 11(1), 49–55.
- Rezania, S., Din, M. F. M., Taib, S. M., Mohamad, S. E., Dahalan, F. A., Kamyab, H., Darajeh, N., & Ebrahimi, S. S. (2018). *Ethanol production from water hyacinth (Eichhornia crassipes) using various types of enhancers based on the consumable sugars*. Waste and Biomass Valorization, 9(6), 939–46.
- Villamagna, A. M., & Webster, J. (2009). *Ecological effects of water hyacinth (Eichhornia crassipes) on Lake Chapala, Mexico (Doctoral dissertation)*. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Yilma Hirphaye, B., Mezgebe, F. H., Tura, A. M., & Fanta, G. M. (2022). *Bio-ethanol production potential of water hyacinth (Eichhornia crassipes) as alternative energy feedstocks*.
- Zhao, L., Wang, L., Zhang, Y., Xiao, S., Bi, F., Zhao, J., Gai, G., & Ding, J. (2017). *Glucose oxidase-based glucose-sensitive drug delivery for diabetes treatment*. Polymers, 9(7), 255.