



PEMANFAATAN LIMBAH KULIT PISANG RAJA SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN GLUKOSA MENGGUNAKAN KATALIS ASAM SULFAT

Zulfida Najla Azni, Jalaluddin*, Eddy Kurniawan, Zainuddin Ginting, Masrullita.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
 Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355
 *e-mail: jalaluddin@unimal.ac.id

Abstrak

Pisang adalah salah satu bahan makanan yang sangat potensial dijadikan produksi berbagai makanan. Hasil panennya melimpah di Indonesia, begitu pula dengan limbah kulit pisang yang dihasilkan. Limbah kulit pisang merupakan salah satu bahan yang tinggi karbohidrat sehingga berpotensi tinggi untuk diolah menjadi berbagai produk, salah satunya glukosa melalui proses hidrolisis. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan glukosa dari limbah kulit pisang raja dan mempelajari pengaruh konsentrasi katalis asam sulfat pada reaksi hidrolisis kulit pisang terhadap hasil glukosa yang diperoleh. Selanjutnya kulit pisang raja di hidrolisis menggunakan larutan H_2SO_4 dengan konsentrasi 0.5 M dan 1 M. Waktu yang digunakan yaitu 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit dalam berbagai suhu operasi yaitu $80^\circ C$, $90^\circ C$ dan $100^\circ C$. Setelah dianalisis kandungan glukosanya menggunakan refraktrometer didapatkan glukosa tertinggi yaitu sebesar 30.4% pada suhu $100^\circ C$, waktu 90 menit dengan konsentrasi asam sulfat sebesar 1 M. Dengan yield tertinggi sebesar 78% dan konversi sebesar 76% pada suhu, waktu dan konsentrasi yang terbesar dari penelitian ini. Sehingga diketahui bahwa semakin tinggi suhu, semakin lama waktu hidrolisis dan semakin besar konsentrasi katalis yang digunakan maka semakin besar kadar glukosa, persentase yield dan konversi yang dihasilkan.

Kata kunci: kulit pisang raja, hidrolisis, glukosa, yield, konversi

DOI: <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i1.8648>

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan penghasil biomassa yang cukup melimpah, baik yang berasal dari limbah pertanian, limbah perkebunan, limbah industri maupun limbah rumah tangga contohnya seperti tandan kosong kelapa sawit, bonggol jagung, bagas tebu, sekam padi dan lain-lain. Jenis limbah yang belum banyak dimanfaatkan adalah limbah pertanian. Limbah pada dasarnya adalah suatu bahan yang tidak dipergunakan kembali dari hasil aktivitas manusia ataupun proses-proses alam.

Pada umumnya limbah belum mempunyai nilai ekonomi, atau mempunyai nilai ekonomi yang sangat kecil. Rendahnya nilai ekonomi yang limbah adalah karena sifatnya yang dapat mencemari lingkungan dan penanganannya memerlukan biaya yang cukup besar (Arlianti, 2018).

Pemanfaatan limbah merupakan salah satu alternatif untuk menaikkan nilai ekonomi limbah. Limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan antaranya kulit pisang, yang selama ini hanya dijadikan pakan ternak. Untuk lebih mengoptimalkan fungsinya, kulit pisang dapat dibuat menjadi bahan yang lebih bermanfaat seperti glukosa.

Pisang (*Musa Paradiscia L.*) merupakan tanaman monokotil berbentuk pohon yang tersusun atas batang semu yang merupakan tumpukan pelepah daun yang tersusun secara rapat dan teratur. Menurut Kementerian Pertanian, tanaman ini sudah sangat populer di Indonesia. Namun, budidaya pisang belum dilakukan secara efisien karena belum diusahakan secara perkebunan yang menguntungkan. Pisang merupakan tanaman yang berasal dari Asia Tenggara dan menyebar ke Afrika, Amerika Selatan dan Tengah. Di negara Indonesia, pisang merupakan tanaman yang memiliki jumlah produksi cukup tinggi, karena 50% produksi pisang di wilayah Asia berasal dari Indonesia.

Pisang raja memiliki bentuk buah yang besar dan umumnya melengkung dengan ukuran 12-18 cm. Kulit pisang raja cukup tebal, sehingga hanya 70–75 % bagian yang dapat dimakan dari pisang raja. Buah pisang raja yang telah matang berwarna kuning berbintik hitam dan memiliki aroma yang harum. Dalam satu tandan terdapat 6 – 7 sisir dan di tiap sisir terdapat 10 – 16 buah. Berat setiap tandan berkisar antara 4 – 22 kg dengan berat per buah pisang yaitu 92 g (Lie, 2018).

Jumlah kulit pisang adalah 1/3 dari buah pisang yang belum dikupas. Umumnya, kulit pisang hanya digunakan sebagai pakan ternak karena memiliki karbohidrat yang berperan sebagai nutrisi bagi hewan ternak. Selain digunakan sebagai pakan ternak, kulit pisang pada umumnya dibuang sebagai limbah organik. Meski demikian, kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata.

Limbah pisang raja memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi yaitu sekitar 59,00 % dan jika dibandingkan dengan limbah kulit pisang kepok, yaitu sekitar 40,47 % (Widyayuningsih et al., 2022). Karbohidrat adalah senyawa yang mengandung unsur C, H dan O. Karbohidrat karena senyawa ini merupakan hidrat dari karbon. Perbandingan antara unsur H dan O = 2 : 1. Hingga perumusan empiris ini ditulis sebagai $C_nH_{2n}O_n$ atau $C_n(H_2O)_n$.

Glukosa berasal dari bahasa Yunani “*Glykys*” yang berarti manis sedangkan akhiran “*ose*” dapat diartikan gula, sehingga apabila digabungkan akan menjadi “gula manis”. Glukosa adalah sumber energi utama bagi tubuh. Hormon yang mempengaruhi kadar glukosa adalah insulin dan glukagon yang berasal dari pankreas. Insulin dibutuhkan untuk permeabilitas membran sel terhadap glukosa dan untuk transportasi glukosa ke dalam sel. Glukosa merupakan salah satu karbohidrat yang sangat penting dan dibutuhkan sebagai sumber energi dan merupakan bahan bakar utama bagi otak dan sel darah merah. Glukosa dapat diperoleh dari makanan yang mengandung karbohidrat.

2. Bahan dan Metode

2.1 Alat dan Bahan

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah kulit pisang raja yang telah dihaluskan, asam sulfat (H_2SO_4) 0,5 M dan 1 M, aquadest, neraca analitik, oven, penghancur kulit pisang, ayakan, hot plate, stirrer, batang pengaduk, aluminium foil, erlenmeyer, gelas ukur, beaker glass, thermometer, dan refraktometer.

2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu persiapan bahan baku dan proses hidrolisis. Variasi percobaan dilakukan terhadap konsentrasi asam sulfat yaitu 0,5 M dan 1 M. Variasi percobaan juga dilakukan terhadap suhu dan waktu.

Persiapan sampel dilakukan terhadap terhadap kulit pisang raja meliputi pencucian, pengeringan, penggilingan dan pengayaan. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan bahan-bahan yang terikut dalam kulit pisang raja seperti tanah dan kotoran lainnya. Pengeringan dilakukan dibawah sinar matahari juga dibantu

dengan oven dengan suhu 110°C hingga kulit pisang raja menjadi kering betul. Selanjutnya tahap penggilingan bertujuan untuk memperkecil ukuran kulit pisang (hingga menjadi tepung). Alat yang digunakan adalah blender, kulit pisang raja yang sudah dihancurkan kemudian kulit pisang raja yang sudah menjadi tepung diayak dengan ukuran 50 mesh.

Selanjutnya proses hidrolisis, proses ini di mulai dengan mengambil tepung kulit pisang raja sebanyak 15 gram kemudian ditambahkan katalis asam sulfat sebanyak 200 ml dengan variasi konsentrasi sebesar 0,5 M dan 1 M kedalam beaker glass yang sudah berisi 15 gram tepung kulit pisang raja. Kemudian lakukan hidrolisis dengan variasi suhu 80°C, 90°C dan 100°C juga variasi waktu pengambilan yaitu 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit. Setelah itu analisis kandungan glukosanya dengan menggunakan refraktometer lalu hitung yield dan konversinya.

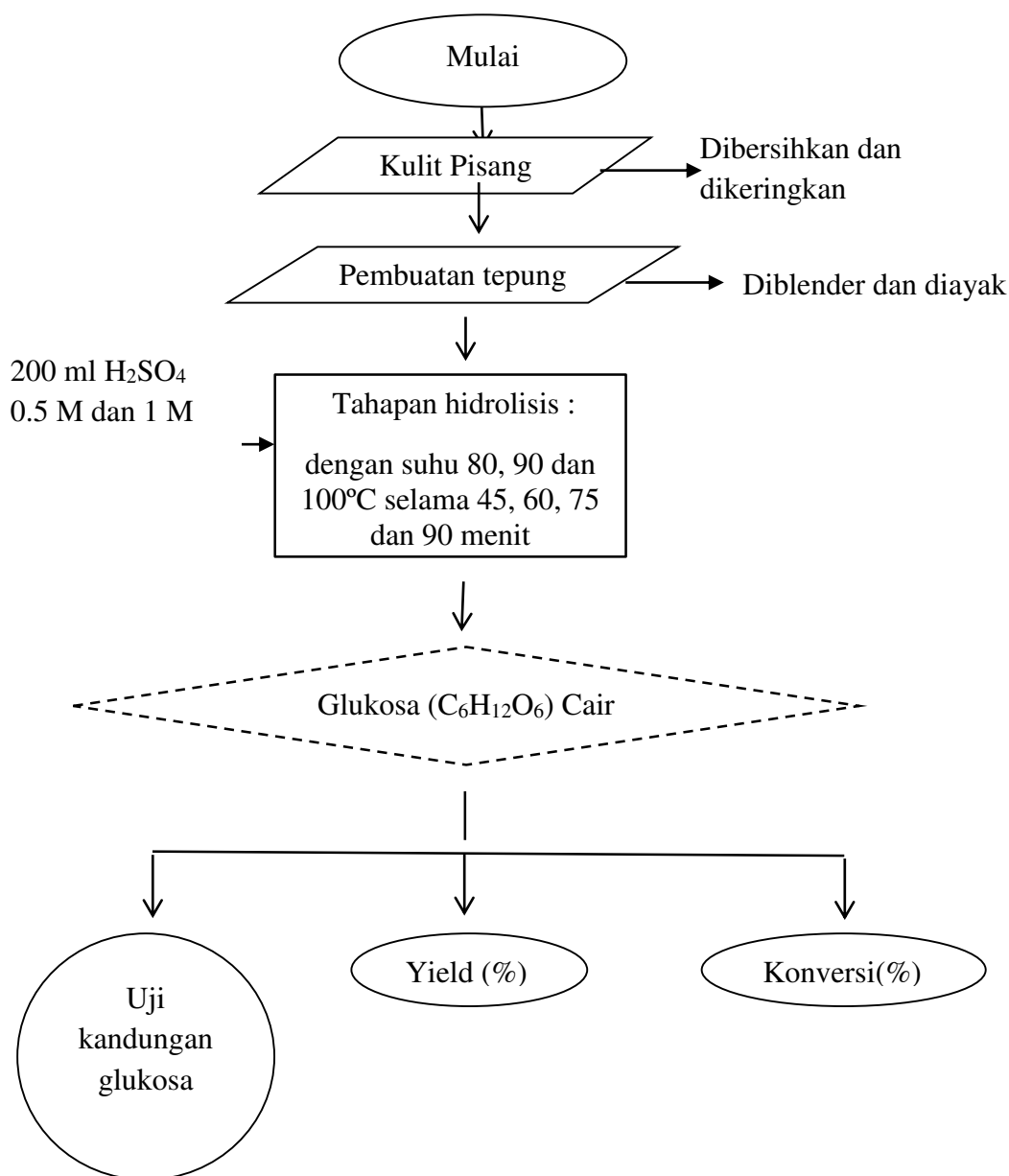
Tahap analisa yang dilakukan adalah analisa kadar glukosa dengan menggunakan alat refraktometer, menentukan persen yield dan menghitung konversi pati yang menjadi glukosa. Kadar glukosa dapat diketahui dengan memakai alat refraktometer dengan cara memasukkan 1 ml sampel glukosa murni ke dalam tabung reaksi. Kemudian membuka penutup prisma dan meneteskan 2-3 tetes larutan glukosa di atas permukaan prisma, kemudian ditutup kembali. Prisma diarahkan ke sumber cahaya dan dilihat dari sisi kaca teropong. Disesuaikan knop agar ukuran terlihat jelas, nilainya di baca berdasarkan batasan antara daerah berwarna biru dan putih.

Selanjutnya, menentukan persen yield dapat digunakan dengan perhitungan dibawah ini :

$$\% Yield = \frac{\text{berat produk yang diperoleh}}{\text{berat awal bahan baku}} \times 100\%$$

Dan untuk perhitungan konversi pati yang menjadi glukosa didasarkan pada jumlah pati yang terkonversi menjadi gula selama waktu reaksi tertentu, dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\% \text{ Konversi} = \frac{\text{mol mula-mula} - \text{mol hasil}}{\text{mol mula-mula}} \times 100\%$$



Gambar 1. Skema Penelitian Pembuatan Glukosa

3. Hasil dan Diskusi

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh suhu, waktu dan juga konsentrasi katalis pada proses hidrolisa terhadap glukosa yang dihasilkan. Karena reaksi antara pati dan air berjalan sangat lambat, maka untuk mempercepat laju reaksi diperlukan penambahan katalisator. Salah satu katalisator yang sering

digunakan adalah asam sulfat (H_2SO_4). Jenis pati yang digunakan pada penelitian ini adalah pati kulit pisang yang dihidrolisis menggunakan katalis H_2SO_4 dengan menggunakan variasi konsentrasi sebesar 0.5 M dan 1 M, variasi waktu sebesar 45, 60, 75 dan 90 menit sedangkan untuk suhu menggunakan variasi 80, 90 dan 100°C . Adapun hasil penelitian kadar glukosa yang dihasil dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Proses Hidrolisis

No	Konsentrasi Katalis Asam Sulfat (H_2SO_4)	Waktu Hidrolisis (menit)	Suhu Hidrolisis ($^\circ\text{C}$)	Kadar Glukosa (%)	Yield (%)	Konversi (%)
1	0.5 M	45	80	6.0	46	39
			90	6.4	48	43
			100	8.0	55	51
		60	80	7.2	53	45
			90	7.6	54	52
			100	8.4	58	58
		75	80	8.2	57	53
			90	8.8	60	56
			100	9.4	62	60
		90	80	8.8	60	58
			90	9.8	63	64
			100	14.8	66	67
2	1 M	45	80	10.0	64	61
			90	11.8	66	64
			100	16.6	70	67
		60	80	10.4	65	62
			90	12.0	66	65
			100	18.0	71	71
		75	80	10.8	65	63
			90	14.2	69	68
			100	25.6	75	73
		90	80	12.6	67	66
			90	16.0	70	71
			100	30.4	78	76

(Sumber : Data Hasil Penelitian)

Kulit pisang raja memiliki kandungan karbohidrat yang akan diubah menjadi glukosa dengan proses hidrolisis. Kandungan karbohidrat pada bahan baku sangat berpengaruh terhadap hasil hidrolisis asam, dimana apabila kandungan karbohidrat sedikit maka jumlah gula yang dihasilkan juga sedikit, dan sebaliknya

jika suspensi tinggi menyebabkan kekentalan campuran semakin meningkat, sehingga tumbukan antar molekul karbohidrat dan air akan semakin berkurang, dengan demikian maka reaksi pembentukan glukosa semakin berkurang (Sukowati et al., 2014). Dalam penelitian ini digunakan pati kulit pisang raja dihidrolisis menggunakan katalis yaitu asam sulfat (H_2SO_4) yang merupakan substansi yang mengubah laju reaksi kimia tanpa menjadi produk akhir reaksi.

3.1 Analisa Kadar Glukosa menggunakan *Refractometer Brix*

Hidrolisis merupakan proses pemecahan polisakarida di dalam biomassa lignoselulosa, yaitu selulosa dan hemiselulosa menjadi monomer gula penyusunnya. Hidrolisis asam bertujuan untuk meningkatkan kandungan gula yang akan difermentasi. Pengujian kadar glukosa hasil hidrolisis menggunakan alat *refractometer brix* dengan nilai indeks bias 0,001 skala.

Proses hidrolisis asam terhadap kulit pisang menggunakan variabel tetap berupa jenis asam yaitu H_2SO_4 , sedangkan variabel yang berubah yaitu konsentrasi asam atau katalis, suhu dan waktu proses. Penelitian ini menggunakan bahan baku limbah kulit pisang yang telah dihaluskan sebanyak 15 gram. Kadar glukosa yang dihasilkan berbeda-beda karena dipengaruhi oleh suhu, waktu dan konsentrasi asam dengan variasi suhu yaitu $80^{\circ}C$, $90^{\circ}C$ dan $100^{\circ}C$ sedangkan untuk variasi waktu hidrolisa selama 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit dan juga konsentrasi asam sulfat sebagai katalis yaitu sebesar 0,5 M dan 1 M.

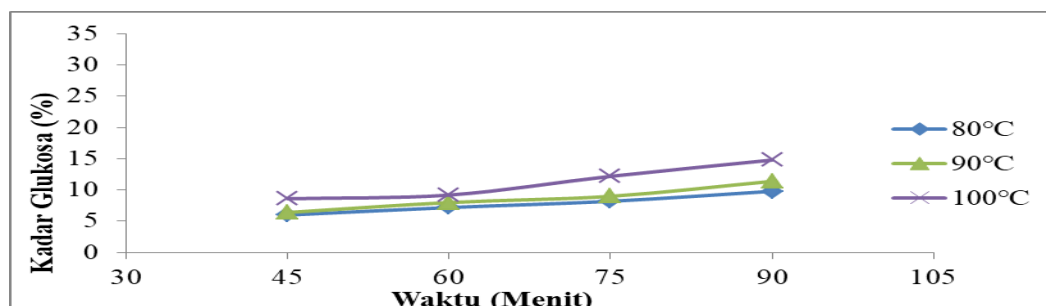
Hasil kadar glukosa yang diperoleh dari kulit pisang raja dengan konsentrasi asam sulfat 0.5 M dengan suhu $80^{\circ}C$ dan waktu hidrolisis 45 menit didapat kadar glukosa sebesar 6,0%, pada konsentrasi dan suhu yang sama dengan waktu hidrolisis 60 menit, 75 menit dan 90 menit didapat kadar glukosa sebesar 7,2%, 8,2% dan 8,8%. Pada konsentrasi asam sulfat 0,5 M dan suhu $90^{\circ}C$ dengan waktu hidrolisis 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit didapat kadar glukosa sebesar 6,4%, 7,6%, 8,8% dan 9,8%. Pada konsentrasi katalis 0,5 M dan suhu $100^{\circ}C$ dengan waktu hidrolisis 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit didapat kadar glukosa sebesar 8,0%, 8,4%, 9,4% dan 14,8%.

Kemudian hasil kadar glukosa yang diperoleh dari kulit pisang raja dengan konsentrasi asam sulfat 1 M pada suhu $80^{\circ}C$ dan waktu yang berbeda yaitu 45

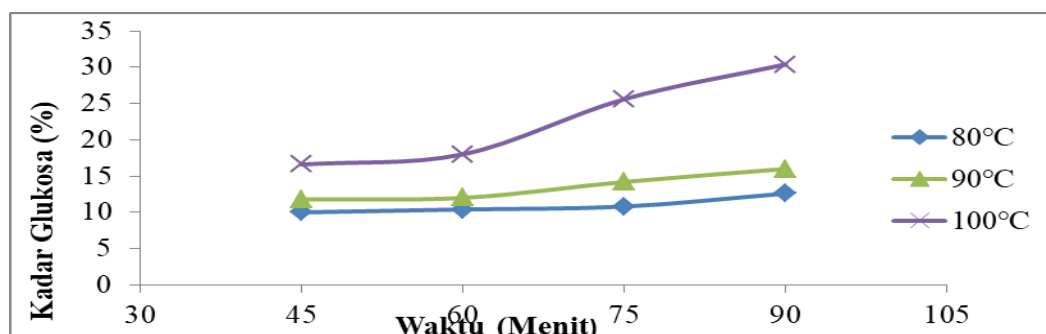
menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit, didapat kadar glukosa berturut sebesar 10%, 10,4%, 10,8% dan 12,6%. Pada konsentrasi katalis yang sama dengan suhu 90°C dengan waktu hidrolisis 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit didapat kadar glukosa sebesar 11,8%, 12,0%, 14,2% dan 16%. Sedang untuk suhu 100°C dengan konsentrasi katalis yang digunakan sebesar 1 M dan juga waktu hidrolisis yang bervariasi yaitu 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit didapat kadar glukosa sebesar 16,6%, 18,0%, 25,6% dan 30,4%. Sehingga didapat kadar glukosa tertinggi pada konsentrasi katalis 1 M. Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi 0,5 M terjadi degradasi glukosa yang terbentuk menjadi struktur kimia yang lain sehingga dapat menurunkan konversi reaksi.

3.2 Pengaruh Suhu, Waktu Hidrolisis dan Konsentrasi Katalis terhadap Kadar Glukosa yang dihasilkan

Grafik hasil analisa pengaruh suhu dan waktu dengan konsentrasi 0.5 M dan 1 M dapat dilihat pada gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Kadar Glukosa dengan Konsentrasi Katalis Asam Sulfat 0.5 M

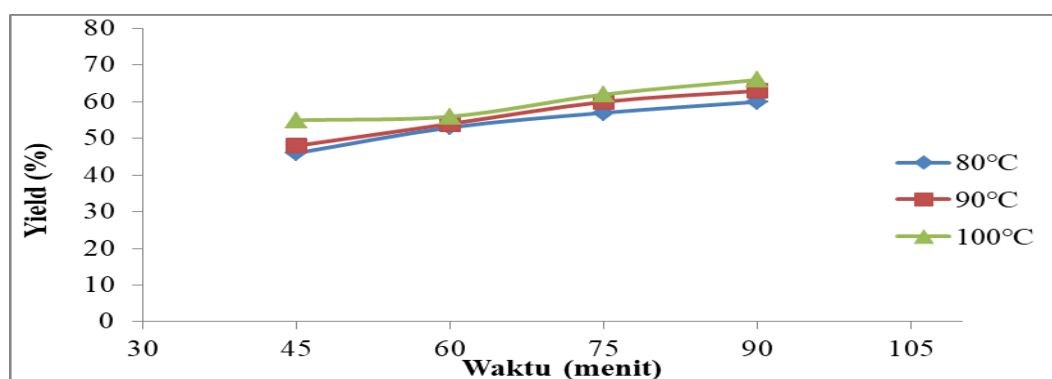


Gambar 3. Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Kadar Glukosa dengan Konsentrasi Katalis Asam Sulfat 1 M

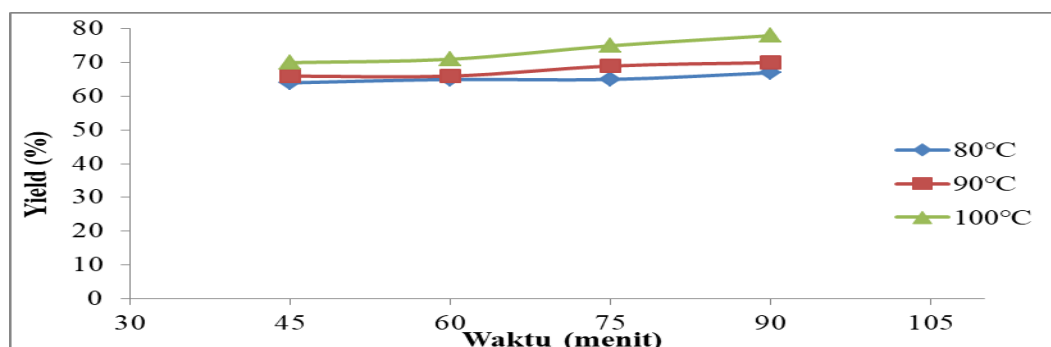
Pada gambar 2 dan 3 diatas dapat dilihat bahwa kadar glukosa yang dihasilkan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu, waktu dan konsentrasi. Dan didapat bahwa kadar glukosa paling tinggi dihasilkan pada waktu hidrolisis 90 menit dengan suhu 100°C dan konsentrasi asam sulfat 1 M dengan kadar glukosa sebesar 30,4%. Kadar glukosa yang paling rendah dihasilkan pada waktu hidrolisis 45 menit dengan suhu 80 °C dan konsentrasi asam sulfat 0,5 M dengan kadar glukosa sebesar 6,0%. Kadar glukosa juga meningkat dengan seiringnya penambahan waktu hidrolisis. Selain suhu dan waktu operasi, konsentrasi katalis yang digunakan juga sangat memengaruhi kadar glukosa yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi katalis maka semakin tinggi kadar glukosa yang didapat. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi asam yang tinggi menyebabkan tumbukan antar reaktan semakin besar, sehingga kadar glukosa yang dihasilkan juga semakin besar.

3.3 Pengaruh Suhu, Waktu Hidrolisis dan Konsentrasi Katalis terhadap Yield yang dihasilkan

Yield merupakan perbandingan berat produk terhadap bahan baku. Pada penelitian ini digunakan katalis asam sulfat dengan konsentrasi 0.5 M dan 1 M. Suhu yang digunakan yaitu 80°C, 90 °C dan 100 °C serta waktu reaksi yaitu 45, 60, 75 dan 90 menit. Semakin lama waktu yang digunakan untuk mereaksikan suatu zat maka semakin besar pula *yield* yang didapat. Disamping itu suhu dan konsentrasi katalis yang digunakan juga berpengaruh terhadap *yield* yang dihasilkan. Pengaruh suhu, waktu reaksi dan konsentrasi katalis terhadap *yield* glukosa yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 4 dan 5.



Gambar 3.3 Pengaruh Suhu dan Waktu Reaksi Terhadap *Yield* dengan Kosentrasi Katalis Asam Sulfat 0.5 M



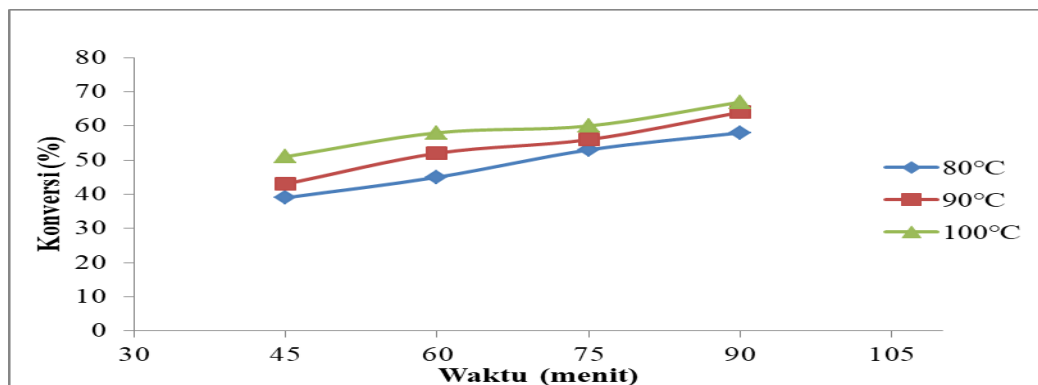
Gambar 5. Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap *Yield* dengan Konsentrasi Katalis Asam Sulfat 1 M

Pada gambar 4 dan 5, dapat kita lihat bahwa *yield* semakin meningkat seiring dengan meningkatnya waktu, suhu reaksi juga konsentrasi katalis. *Yield* paling banyak dihasilkan pada suhu 100°C, waktu 90 menit dengan konsentrasi katalis sebesar 1 M yaitu 78%. Sedangkan nilai *yield* paling sedikit dihasilkan pada suhu 80°C, waktu 45 menit dengan konsentrasi katalis sebesar 0.5 M yaitu 46%. Peningkatan nilai *yield* ini disebabkan oleh konsentrasi katalis yang akan mempercepat berlangsungnya reaksi. Selain itu, dengan meningkatnya suhu dan waktu reaksi juga akan memperluas permukaan partikel-partikel zat yang bereaksi sehingga mempermudah terjadinya reaksi antara zat satu dengan yang lain (Syafarina et al., 2016)

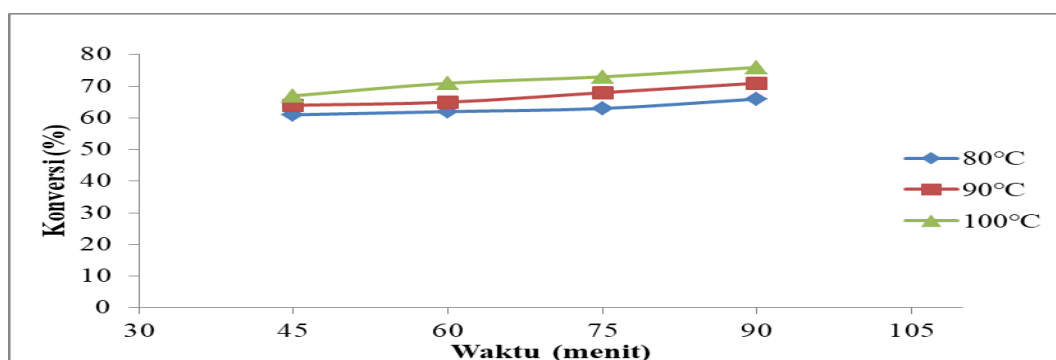
3.4 Pengaruh Waktu dan Suhu Hidrolisis terhadap Konversi yang dihasilkan dengan konsentrasi 0.5 M dan 1 M

Konversi merupakan perbandingan antara jumlah mol zat secara total dengan jumlah mol reaktan. Semakin lama waktu yang digunakan semakin besar pula konversi yang dicapai. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu reaksi maka semakin lama waktu kontak antar partikel untuk bereaksi. Disamping itu, juga dapat dilihat pada waktu yang sama, semakin besar suhu reaksi maka konversi yang didapat juga semakin besar. Hal ini disebabkan semakin besar suhu, semakin sering pula terjadi tumbukan antar partikel dan kecepatan reaksi pun semakin meningkat.

Pengaruh suhu dan waktu reaksi terhadap glukosa yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 6 dan 7 berikut.



Gambar 6. Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Konversi dengan Konsentrasi Katalis Asam Sulfat 0.5 M



Gambar 7. Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Konversi dengan Konsentrasi Katalis Asam Sulfat 1 M

Pada gambar 6 dan 7, dapat dilihat bahwa konversi paling tinggi diperoleh pada suhu 100°C dengan waktu operasi selama 90 menit dimana konversi yang diperoleh sebesar 71%. Sedang nilai konversi paling rendah pada suhu operasi 80°C dengan waktu 45 menit, yaitu sebesar 37%. Pengaruh suhu terhadap kecepatan hidrolisis akan mengikuti persamaan Arrhenius, bahwa semakin tinggi suhunya maka semakin tinggi konversi yang diperoleh, akan tetapi jika suhu yang digunakan terlalu tinggi konversi yang diperoleh akan menurun. Hal ini disebabkan adanya glukosa yang pecah menjadi arang, yang ditunjukkan oleh semakin tuanya warna hasil. Sedangkan pada suhu yang tidak terlalu tinggi (tidak melebihi titik didih air), air sebagai zat penghidrolisa tetap berada pada fase cair, sehingga terjadi kontak

yang baik antara molekul-molekul serbuk kulit pisang dengan sebagian air. Dengan demikian, reaksi dapat berjalan dengan baik.

Sehingga penyimpulannya adalah bahwa seluruh variasi yang digunakan, baik kenaikan pada waktu hidrolisis, suhu dan konsentrasi katalis berbanding lurus dengan kadar glukosa yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi katalis, suhu dan waktu operasi maka semakin tinggi kadar glukosa yang dihasilkan dan tentunya meningkatkan nilai yield dan konversi juga.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Berdasarkan Analisa Glukosa menggunakan alat *Refractometer Brix* didapatkan kadar glukosa tertinggi pada konsentrasi H_2SO_4 1 M dengan suhu 100°C dan waktu 90 menit yaitu sebanyak 30,4%.
2. Persentase yield tertinggi yaitu sebesar 78%, sedangkan konversi terbesar didapatkan dari penelitian ini sebesar 76% dengan suhu operasi 100°C , waktu operasi 90 menit dan konsentrasi katalis larutan H_2SO_4 1 M.
3. Semakin tinggi suhu, semakin lama waktu hidrolis, dan semakin tinggi konsentrasi katalis yang digunakan maka semakin besar juga kadar glukosa yang diperoleh begitupun untuk yield dan konversinya.

5. Daftar Pustaka

1. Arlianti, L. (2018). Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial Di Indonesia. *Unistek*, 5(1), 16–22.
<https://doi.org/10.33592/unistek.v5i1.280>
2. Lie, V. (2018). Kualitas Selai Lembarang dengan Kombinasi Daging Buah Pisang Raja (*Musa paradisiaca* L.) dan Albedo Pisang Raja (*Musa paradisiaca* L.). *Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 1989, 5–16.
3. Sukowati, A., Sutikno, & Rizal, S. (2014). Produksi Bioetanol Dari Kulit Pisang Melalui Hidrolisis Asam Sulfat. *Jurnal Teknologi Dan Industri Hasil Pertanian*, 19(3), 274–288.

4. Syafrina, Jalaluddin, & Nasrul. (2016). Jurnal Teknologi Kimia Unimal. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 2(November), 85–100.
<http://ojs.unimal.ac.id/index.php/jtk>
5. Widyayuningsih, F. S., Hermiyanti, P., & Darjati. (2022). Bonggol Jagung dan Kulit Pisang Raja (Musa Paradisiaca) Efektif Sebagai Adsorben Fe Dalam Air Sumur. *Material Safety Data Sheet*, 33(1), 1–12.
http://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/whri/research/mushroomresearch/mushroomquality/fungienvironment%0Ahttps://us.vwr.com/assetsvc/asset/en_US/id/16490607/contents%0Ahttp://www.hse.gov.uk/pubns/indg373hp.pdf