



Bioethanol Dari Limbah Kulit Singkong (*Manihot Esculenta Crantz*) Melalui Metode Hidrolisa Dan Fermentasi Dengan Bantuan *Saccharomyces Cerevisiae*

Dody Guntama*, Yogi Herdiana, Uji Alman Sujiana, Rahel Laurenta Endes dan Endang Sunandar

Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Jayabaya

*) Corresponding author: dodysopril@gmail.com

(Received 31-Oct-19 • Revised 08-Nov-19 • Accepted 29-Nov-2019)

Abstract

Cassava peel is a food waste that has a high enough starch content, so it has the potential to be used as an alternative raw material for making energy, namely ethanol. In this study, the dried cassava peel was made into cassava peel flour, and then hydrolysis was carried out using two types of acid catalysts, namely HCl and H₂SO₄, to find the best catalyst in the hydrolysis process. In the hydrolysis process also carried out a comparison of the stirring speed and the hydrolysis temperature to find the relationship between the stirring speed and the effect of temperature on the hydrolysis reaction. After the hydrolysis process, the resulting glucose solution is continued by the fermentation process using yeast. In the hydrolysis process using HCl and H₂SO₄, the glucose levels were analyzed using a glucose refractometer so that glucose concentrations were obtained using a hydrochloric acid catalyst of 12 °Brix while the sulfuric acid catalyst obtained a sugar of 10 °Brix. Hydrolysis temperature affects the acquisition of sugar. At the stage of fermentation of sugar can be produced by yeast, the highest alcohol concentration measured using an alcohol refractometer of 29% volume by the hydrolysis process using a hydrochloric acid catalyst, while the sulfuric acid catalyst obtained alcohol 30% volume.

Abstrak

Kulit singkong merupakan limbah pangan yang memiliki kandungan pati yang cukup tinggi, sehingga berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan energi alternatif yaitu etanol. Pada penelitian kali ini kulit singkong yang sudah dikeringkan dibuat menjadi tepung kulit singkong, selanjutnya dilakukan hidrolisa dengan menggunakan dua jenis katalis asam yaitu HCl dan H₂SO₄ untuk mencari katalis terbaik pada proses hidrolisa. Pada proses hidrolisa juga dilakukan perbandingan kecepatan pengadukan dan suhu hidrolisa untuk mencari hubungan antara kecepatan pengadukan dan pengaruh suhu terhadap reaksi hidrolisa. Setelah proses hidrolisa, larutan glukosa yang dihasilkan dilanjutkan dengan proses fermentasi dengan menggunakan yeast. Pada proses hidrolisa dengan menggunakan HCl dan H₂SO₄ dilakukan analisa kadar glukosa dengan menggunakan refractometer glukosa sehingga didapatkan konsentrasi glukosa dengan menggunakan katalis asam klorida sebesar 12 °Brix sedangkan pada katalis asam sulfat didapatkan gula sebesar 10 °brix. Temperatur Hidrolisa mempengaruhi perolehan gula. Pada tahapan fermentasi gula dapat dihasilkan oleh yeast, Konsentrasi alkohol tertinggi yang diukur menggunakan refractometer alkohol sebesar 29 % volume oleh proses hidrolisa menggunakan katalis asam klorida, sedangkan pada katalis asam sulfat didapat alkohol sebesar 30 % volume.

Keywords: Bioethanol, Cassava Peel, Fermentation, Hydrolysis

PENDAHULUAN

Permasalahan besar yang dihadapi oleh negara berkembang saat ini adalah peningkatan populasi yang semakin meningkat, hal ini juga berdampak pada kebutuhan bahan bakar dari fosil yang semakin meningkat setiap tahunnya, sedangkan produksi BBM dalam negeri belum mencukupi kebutuhan BBM saat ini, sehingga berdampak pada meningkatnya impor BBM dalam negeri, untuk periode 2009-2018 sebesar saja terjadi peningkatan sebesar 10,64 %. Masalah energi yang dihadapi ini diperparah dengan menipisnya sumber energi dari bahan bakar fosil yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Disisi lain energi yang berasal dari bahan bakar fosil yang digunakan sebagai sumber energi dapat menimbulkan pencemaran lingkungan karena dapat menghasilkan emisi gas CO₂ dan pemanasan global, gas rumah kaca seperti gas CO₂, CH₄, dan NO₂ yang dapat menyebabkan terbentuknya lapisan di atmosfer sehingga menahan panas yang akan keluar dari bumi, hal ini menyebabkan atmosfer bumi semakin panas [1].

Penggunaan bahan bakar fosil selain mencemari lingkungan, ketersediaanya juga terbatas. Keterbatasan energi dari sumber bahan bakar fosil ini dapat diatasi dengan menggunakan pemanfaatan energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan [2]. Bahan bakar alternatif salah satunya adalah bioetanol. Bahan baku bioetanol salah satunya dapat dihasilkan dari sampah yang kaya akan bahan organik yang tidak terpakai lagi. Pemanfaatan limbah organik yang mengandung karbohidrat seperti kulit singkong dapat diproses untuk menjadi bahan baku bioetanol.

Bioetanol merupakan bahan kimia yang dapat diproduksi dari bahan pangan yang mengandung pati, seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, dan sagu. Banyak penelitian yang membuktikan bahwa etanol berasal dari bahan pangan, hal ini menjadi permasalahan ketika bahan pangan digunakan untuk bahan pembuat energi alternatif, oleh sebab itu pemanfaatan limbah dari bahan pangan yang tidak dijadikan sebagai bahan pangan dapat menjadi alternatif bahan baku pembuatan etanol. Etanol (C₂H₅OH) merupakan cairan bening dan tidak berwarna terurai secara biologis, etanol ini terbentuk melalui proses fermentasi gula yang bersumber dari karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Pembuatan etanol dapat menggunakan bahan baku yang mengandung selulosa, polisakarida, dan monosakarida [3].

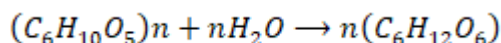
Singkong adalah tanaman yang masuk dalam *family Euphorbiaceae* dan merupakan salah satu tanaman tropis. Umbi singkong sering digunakan masyarakat umum untuk memproduksi tepung tapioka dan juga sebagai bahan baku pengganti makanan pokok. Akan tetapi pemanfaatan singkong sebagai bahan makanan ini juga menimbulkan limbah yang berasal dari kulit singkong itu sendiri yang sampai saat ini hanya menjadi limbah organik yang belum dimanfaatkan dengan baik, padahal limbah kulit singkong ini mengandung karbohidrat cukup tinggi [4]. Hasil analisa awal kulit singkong yaitu mengandung 36,5% pati atau amilum [5]. Sedangkan Singkong ini adalah umbi-umbian yang mengandung 36,8% karbohidrat, lemak 0,3 %, serat 0,9%, abu 0,5%, dan air sebesar 61,4 % [5].

Kulit singkong adalah bagian luar dari umbi singkong, bagian ini tidak digunakan pada waktu penggunaan umbi singkong, saat ini kulit singkong hanya dimanfaatkan untuk makan ternak. Tanaman singkong di Indonesia cukup banyak dan penggunaan singkong di Indonesia sebesar 18,9 juta ton per tahun. Berarti limbah kulit dalam yang berwarna putih dapat mencapai 1,5-2,8 juta ton sedangkan limbah kulit luar yang berwarna coklat mencapai 0,04-0,09 juta ton [5].

Bioetanol adalah senyawa alkohol yang merupakan hasil dari fermentasi biomassa yang dibantu oleh bantuan mikroorganisme. Selain digunakan di industri bioetanol juga dapat digunakan untuk menjadi sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar. Etanol

memiliki kemampuan sebagai *octane booster* yang berfungsi untuk menaikkan nilai oktan, sehingga efisiensi bahan bakar meningkat dan hasil pembakarannya tidak menyebabkan polusi karena menghasilkan oksigen [6].

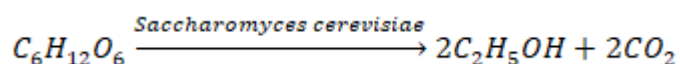
Pada proses pembuatan bioetanol adalah proses hidrolisa. Hidrolisis adalah suatu proses yang terjadi antar reaktan dengan air sehingga suatu senyawa pecah atau terurai. Reaksi Hidrolisis:



Reaksi yang terjadi antara pati dan air berjalan sangatlah lambat, sehingga diperlukan bantuan katalis sebagai katalisator untuk memperbesar kereaktifan air. Katalisator dalam proses hidrolisa dapat berupa asam maupun enzim. Katalisator asam yang biasa digunakan seperti asam klorida, asam nitrat dan asam sulfat. Asam berfungsi sebagai katalisator dengan mengaktifkan air. Di dalam industri asam yang dipakai adalah H_2SO_4 dan HCl . Faktor-faktor yang mempengaruhi proses hidrolisis [7] :

- a. Kandungan selulosa di bahan baku
Kandungan selulosa sangat berpengaruh pada hasil glukosa yang dihasilkan. Semakin tinggi kandungan selulosa semakin tinggi glukosa yang dihasilkan, jika semakin rendah kandungan selulosa maka glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisa semakin rendah [7].
- b. pH hidrolisis
Apabila konsentrasi asam tinggi, maka kondisi pH juga semakin tinggi. pH sangat tergantung pada konsentrasi asam yang digunakan. Biasanya pH optimum yang digunakan berkisar antara 3-4,5 [7].
- c. Waktu hidrolisis
Semakin lama waktu hidrolisis semakin besar pula konsentrasi glukosa yang dihasilkan, karena berpengaruh pada lama waktu pemanasan yang terjadi. Biasanya waktu yang digunakan untuk proses hidrolisa adalah sekitar 1-3 jam. [7].
- d. Suhu
Semakin besar suhu maka semakin besar pula konstanta kecepatan reaksi. Hal ini mengikuti hukum Arrhenius, yaitu semakin tinggi suhu yang digunakan semakin besar pula konversi gula yang dihasilkan, jika suhu terlalu tinggi akan menyebabkan turunnya konversi karena glukosa akan mengalami degradasi [7].
- e. Tekanan
Tekanan sangat berpengaruh terhadap proses hidrolisis. Tekanan yang digunakan pada tahapan hidrolisa adalah 1 atm [7].
- f. Konsentrasi
Semakin tinggi konsentrasi asam maka semakin tinggi juga kadar glukosa yang dihasilkan sampai dengan konsentrasi optimum [7].

Setelah dilakukan proses hidrolisa dan didapatkan glukosa, setelah itu dilanjutkan dengan proses Fermentasi. Fermentasi adalah proses perubahan kimia dalam substrat organik yang dapat berlangsung akibat adanya katalisator biokimia yaitu enzim yang dihasilkan oleh mikrobia tertentu [7]. Fermentasi glukosa oleh yeast, misalnya *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan etanol dan CO_2 melalui reaksi sebagai berikut [8] :



Pada proses fermentasi, banyak faktor yang berpengaruh seperti Keasaman (pH) Tingkat keasaman sangatlah berpengaruh pada perkembangbiakan dari bakteri. Kondisi keasaman yang baik untuk pertumbuhan bakteri adalah 4 – 5 [8]. Selain keasaman, mikroba juga berpengaruh pada fermentasi biasanya dilakukan dengan menggunakan kultur murni yang berasal dari laboratorium. Kultur ini biasanya disimpan dalam keadaan kering atau dibekukan salah satunya seperti yeast [8]. Faktor lain yang berpengaruh adalah suhu fermentasi, suhu fermentasi sangat menjadi penentu mikroba apa yang nanti hidup selama proses fermentasi, bakteri atau mikrobial memiliki suhu hidup terbaik berbeda-beda yang membuat mereka bisa hidup dan berkembang biak, untuk yeast suhu optimal untuk hidup dan berkembang biak yaitu pada suhu 30 °C [8].

Oksigen juga menjadi penentu pada proses fermentasi untuk jenis yeast *Saccharomyces cerevisiae* berkembang biak dengan kondisi anaerobik, oleh karena itu fermentor harus dijaga dalam kondisi anaerobik agar yeast ini berkembang dengan baik dan yeast yang diinginkan akan mati karena tidak adanya oksigen [8], sehingga pada penelitian ini dimodifikasi alat fermentornya dengan sistem bubler untuk menjada udara tidak masuk kesistem fermentasi tetapi gas hasil fermentasi tetap bisa dikeluarkan melalui bubler. Mikroorganisme hidup juga memerlukan makanan berupa nutrient yang digunakan oleh mikroorganisme untuk hidup dan berkembang biak, seperti energi didapat mikrobial dari substansi yang mengandung karbon, untuk melakukan sintesis protein mikrobial memerlukan nitrogen yang biasanya berasal dari urea. Selain itu mikrobial juga memerlukan mineral yang biasanya didapat dari NPK. Oleh karena itu keberadaan urea dan NPK sebagai nutrient pada proses fermentasi ini sangatlah berguna untuk hidup dan berkembang biak mikroorganisme [8]. Oleh karena itu pada penelitian ini stater yeast yang digunakan lebih banyak dari penelitian terdahulu dan di berikan nutrient yang lebih banyak juga untuk menjada hidupnya mikrobial tersebut

Penelitian serupa sebelumnya telah dilakukan di dalam [5], pada tahapan hidrolisa dilakukan dengan menggunakan H₂SO₄ selama 240 Menit menghasilkan etanol sebesar 0,222%. Sehingga kami mencoba dengan waktu hidrolisa yang lebih singkat yaitu 120 menit dengan menggunakan HCl apakah gula yang dihasilkan tetap meningkat ataukah tetap konstan dengan mengambil sampel setiap 20 menit. Pada penelitian lain yang dilakukan di dalam [9]. Juga melakukan penelitian dengan hidrolisa menggunakan HCl dan H₂SO₄, tetapi dilakukan terlebih dahulu persiapan bahanbaku dengan proses penghilangan lignin. Pada penelitian ini kami tidak melakukan proses delignifikasi karena kami ingin mencari apakah proses delignifikasi ini sangat berpengaruh pada proses hidrolisa atau tidak.

METODE PENELITIAN

Bahan Dan Tepat Penelitian

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kulit Singkong yang merupakan limbah singkong yang di dapat dari pedagang di pasar Pal Cimanggis yang berada dekat dengan tempat penelitian berlangsung yaitu Laboratorium Kimia Proses Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya. Selain kulit singkong bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah HCl, H₂SO₄, NaOH, Urea, NPK, aquadest dan Yeast (*Saccharomyces Cerevisiae*).

Pembuatan Tepung Kulit Singkong

Kulit singkong segar yang merupakan limbah dari singkong didapat dari pasar Pal Cimanggis yang berada dekat dengan tempat dilaksanakan penelitian yaitu di Laboratorium Kimia Proses Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya. Kulit singkong bagian putih yang merupakan lapisan kedua kulit singkong dipotong menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, selanjutnya di rendam dengan air selama 3 hari, dan ditimbang kemudian kulit singkong dikeringkan selama 5 hari di bawah matahari sehingga diperoleh kulit singkong kering. Kulit singkong yang sudah kering tadi diblender sampai halus, kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 40 mesh. Setelah itu, kulit singkong yang telah halus tadi dioven pada suhu $\pm 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam untuk mencapai kekeringan yang sempurna.

Tahapan Hidrolisa

Tepung kulit singkong yang sudah diayak seberat 10 gram dilarutkan ke dalam 100 ml larutan HCl 1 M dan H₂SO₄ 1 M, lalu dipanaskan pada suhu 100 °C selama 2 jam dengan divariasikan kecepatan pengadukan (150 rpm, 300 rpm, dan 450 rpm), kemudian dilakukan pengukuran konsentrasi gula yang dihasilkan setiap 20 menit sekali dengan menggunakan refractometer glukosa. Setelah mendapatkan kecepatan pengadukan terbaik, kecepatan pengadukan terbaik tersebut dipakai untuk mencari suhu hidrolisa terbaik dengan variasi suhu (30°C, 60 °C, 110 °C) dengan tetap mengukur konsentrasi gula yang dihasilkan setiap 20 menit sekali. Hasil dari optimasi temperature dan kecepatan pengadukan yang diperoleh digunakan untuk pembuatan 1 liter larutan gula. Filtrat hasil dari proses hidrolisa ini didinginkan hingga suhu normal dan dinetralkan pH nya kemudian dilanjutkan ke proses fermentasi

Tahapan Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan dengan mengambil sebanyak 100 gram tepung kulit singkong dilarutkan dalam 1000 ml larutan HCl 1 M dan H₂SO₄ 1 M, selanjutnya dilakukan hidrolisis dengan menggunakan kecepatan pengadukan dan suhu hidrolisa terbaik selama 2 jam. Setelah dilakukan hidrolisa selama 2 jam larutan gula yang dihasilkan di saring, selanjutnya dilakukan penetralan pH untuk mendapatkan pH sebesar 4,5 dengan menggunakan NaOH. Kemudian ditambahkan dengan 0,5 gram urea dan 0,6 gram NPK lalu. Setelah itu, ditambahkan dengan yeast (*Sacharomyces cerevisiae*) sebanyak 50 gram sebagai bibit diaduk hingga tercampur sempurna. Kemudian larutan tadi dibagi menjadi 6 bagian dan dimasukkan ke dalam reaktor fermentor yang telah dirangkai sehingga proses fermentasi berjalan secara anerobik, tetapi tetap diberi saluran pembuangan gas ke bubler untuk mengalirkan gas yang dihasilkan. Fermentasi ini dilakukan pada suhu 30 °C. Fermentasi dilakukan selama 10 hari, setiap 2 hari diambil larutan sampel untuk dilakukan pengecekan kadar alkoholnya.

Pengukuran Kadar Gula dan Alkohol

Pada penelitian ini untuk menghitung kadar gula diukur dengan refractometer glukosa dan kadar alkohol yang dihasilkan diukur dengan menggunakan refractometer alkohol. Refractometer terlebih dahulu di tetesi aquades sebanyak 4 tetes pada bagian prismanya untuk mengkalibrasi refractometer terlebih dahulu, setelah itu diteropong hingga terlihat kadar gula sebesar 0 °Brix terlihat pada refractometer. Apabila sudah terlihat 0 °Brix bagian prisma tadi yang ditetesi aquadest dibersihkan dari aquadest dengan menggunakan tisu hingga

prisma kering sempurna. Kemudian untuk pengukuran sampel langsung dapat dilakukan, dengan mengambil sampel lalu ditetaskan pada bagian prisma sebanyak 4 tetes kemudian diteropong kembali hingga terlihat kadar gula dalam satuan °Brix di skala refractometer. Skala °Brix di refractometer sama dengan berat gram gula dari 100 gram larutan yang diukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hidrolisa Tepung Kulit Singkong

Kulit singkong merupakan salah satu limbah di bidang pangan Indonesia. Setiap 1 kilogram singkong dapat menghasilkan 15-20% kulit singkong. Kulit Singkong memiliki kandungan pati yang cukup tinggi, dengan kandungan pati yang tinggi tersebut memungkinkan digunakan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme [10]. Komposisi Kimia yang terdapat dalam kulit singkong per 100 gram terdiri dari air 59,40 %, karbohidrat 38,70 %, lemak 0,2 %, protein 0,7 %, dan abu 1 %. Sedangkan kandungan karbohidrat dari kulit singkong dari selulosa sebesar 43,626 %, amilum 36,580 %, hemiselulosa 10,384 % dan lignin 7,646 %. Pada tahap pendahuluan untuk menghilangkan lignin dilakukan proses pengeringan dan penghalusan kulit singkong dengan dibuat seperti tepung hingga ukuran 40 mesh, hal ini dilakukan untuk menghilangkan kandungan lignin. Untuk mengkonversi selulosa dan hemiselulosa yang terdapat dalam karbohidrat menjadi glukosa dapat dilakukan dengan bantuan katalis asam [11]. Sehingga dilakukan proses hidrolisa dengan dua jenis asam yaitu HCl dan H₂SO₄ dengan konsentrasi sama yaitu 1 Molar. Proses hidrolisa menyebabkan perubahan warna pada larutan sampel setelah dilakukan hidrolisa selama 120 menit yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perubahan Warna Larutan Setelah Hidrolisa

No	Jenis Asam	Warna
1	HCl 1 M	Coklat Tua
2	H ₂ SO ₄ 1 M	Coklat Muda

Perubahan warna yang terjadi pada larutan sampel ini diakibatkan karena selulosa telah dirubah menjadi glukosa, sedangkan perbedaan warna yang ditunjukkan dengan jenis katalis asam yang digunakan disebabkan oleh kekuatan hidrolisis dari masing-masing katalis asam. Warna coklat tua yang ditunjukan pada hidrolisa dengan menggunakan H₂SO₄ disebabkan oleh sifat asam sulfat yang dapat membakar selulosa [12]. Setelah dilakukan hidrolisa dengan konsentrasi yang sama antara HCl dan H₂SO₄ didapatkan hasil yang terlihat pada Tabel 2. Bahwa terbukti pada suhu hidrolisa yang sama yaitu 100 °C dan kecepatan pengadukan 450 rpm didapatkan hasil kadar glukosa paling tinggi dengan menggunakan katalis asam klorida.

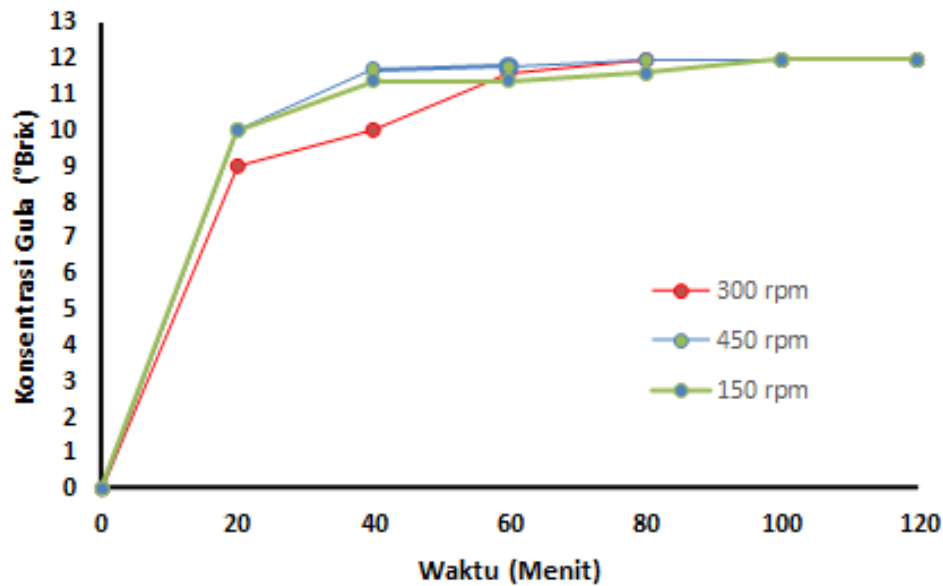
Tabel 2. Perbandingan Kadar Glukosa Katalis HCl dan H₂SO₄ pada suhu 100 °C

NO	Waktu (Menit)	HCl 1 M	H ₂ SO ₄ 1M
1	0	0	0
2	20	10	8
3	40	11,7	9
4	60	11,8	9
5	80	12	10
6	100	12	11
7	120	12	11

Gambar 1 proses hidrolisa kulit singkong dengan bantuan katalis HCl 1 M terjadi sangat cepat, karena dari data pengamatan di menit ke 40 sudah hampir konstan hingga menit ke 120. Sehingga kemungkinan hidrolisa terjadi pada hitungan detik yang tidak terpantau dari menit ke 0 sampai menit ke 20, hal ini terjadi diakibatkan oleh hemiselulosa habis bereaksi dengan air, dan kristalin selulosa lebih lambat terhidrolisa seperti hemiselulosa [13].

Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Kadar Glukosa

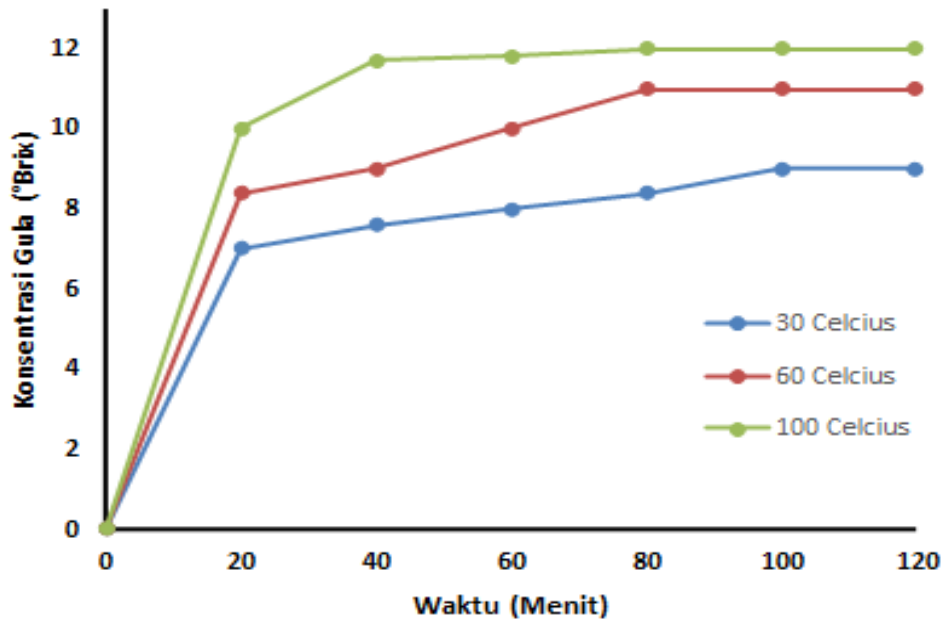
Kecepatan pengadukan tidaklah berpengaruh pada konsentrasi gula yang dihasilkan pada proses hidrolisa, terlihat pada Gambar 1 bahwa dengan perbedaan kecepatan pengadukan yang divariasikan, hasil gula yang didapatkan tidak berbeda jauh, hal ini menunjukkan transfer masa yang tidak berpengaruh dengan proses hidrolisa karena tujuan mempercepat kecepatan pengadukan ini untuk memperbesar bidang kontak dan memperbesar transfer massa, atau dapat disimpulkan bahwa laju reaksi yang berperan dalam proses hidrolisa.



Gambar 1. Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Kadar Glukosa

Pengaruh Suhu Hidrolisa Terhadap Kadar Glukosa

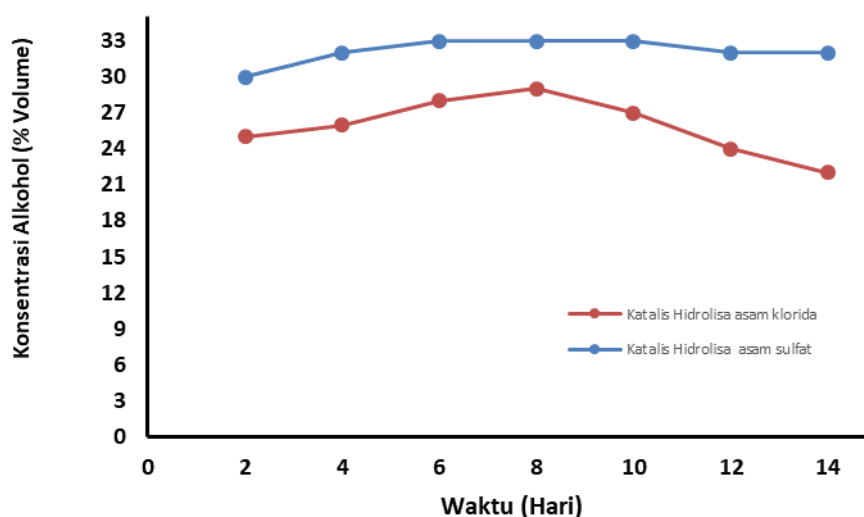
Dari Gambar 2 terlihat bahwa semakin tinggi suhu hidrolisis maka semakin tinggi pula konsentrasi glukosa yang dihasilkan, pada suhu 30 °C konsentrasi glukosa tertinggi sebesar 9 °Brix, pada variasi suhu 60 °C konsentrasi gula tertinggi sebesar 11 °Brix, sampai pada suhu tertinggi yaitu 100°C diperoleh konsentrasi gula sebesar 12 °Brix, hal ini mengikuti hukum Arrhenius, peningkatan suhu akan berpengaruh pada besarnya suhu reaksi, sehingga berdampak semakin banyak pula gula yang dihasilkan seiring dengan suhu yang meningkat. Disamping itu juga disebabkan karena reaksi hidrolisa merupakan reaksi endotermis yang memerlukan panas untuk dapat bereaksi [14]. Akan tetapi suhu 100 °C merupakan suhu tertinggi yang bisa dipakai, jika suhu terlalu tinggi akan menyebabkan konversi yang diperoleh akan menurun, karena glukosa akan terdegradasi.



Gambar 2. Pengaruh Suhu Hidrolisa Terhadap Kadar Glukosa

Fermentasi

Proses fermentasi terjadi dengan bantuan yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), yeast atau merupakan spesies salah satu spesies ragi yang dapat mengkonversi gula menjadi, yang menghasilkan enzim *zimase* dan *invertase*. Enzim *zimase* berfungsi sebagai pemecah sukrosa menjadi monosakarida (glukosa dan fruktosa). Enzim *invertase* selanjutnya mengubah glukosa menjadi etanol [15]. Fermentasi adalah proses yang memecah gula menjadi alkohol dan asam laktat dengan bantuan mikroorganisme [16]. Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu konsentrasi ragi dan lama fermentasi [17]. Terlihat pada Gambar 3 hari ke delapan merupakan puncak dihasilkannya ethanol atau fase eksopensial, setelah hari ke 8 mengalami penurunan, hal ini diakibatkan terus bertambahnya yeast yang bekerja pada proses fermentasi seiring dengan bertambah lamanya waktu fermentasi tersebut, tetapi setelah hari ke delapan makanan atau substrat dan nutrisi yang dikonsumsi oleh yeast berupa glukosa untuk dikonversi menjadi alkohol sudah mulai menipis, sehingga tidak ada lagi substrat yang bisa dikonversi menjadi alkohol, oleh karena itu produksi alkohol mengalami penurunan. Pada penelitian ini dilakukan hidrolisa dengan dua kondisi yaitu dengan menggunakan katalis HCl dan katalis H₂SO₄. Konsentrasi alkohol tertinggi dengan menggunakan katalis HCl sebesar 29 % volume, untuk katalis asam sulfat adalah sebesar 30 % volume.



Gambar 3. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah katalis yang terbaik untuk proses hidrolisa adalah katalis HCl, karena kalau menggunakan asam sulfat selulosa akan terbakar sehingga menghasilkan gula yang rendah didapatkan juga hasil bahwa semakin tinggi suhu hidrolisa semakin tinggi pula gula yang dihasilkan dan lignin tidak begitu berpengaruh terhadap proses hidrolisa terbukti glukosa yang didapatkan sebesar 12 °Brix lebih besar dari penelitian terdahulu. Konsentrasi alkohol tertinggi dengan menggunakan katalis HCl sebesar 29 % volume, untuk katalis asam sulfat adalah sebesar 30 % volume.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan tulus diucapkan terima kasih atas dukungan dana yang diberikan oleh Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya melalui dana penelitian dengan Nomor Kontrak: 71. 211/DEK/FTI-UJ /XII/2018 sehingga tulisan ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Sunarwan and R. Juhana, "Pemanfaatan limbah sawit untuk bahan bakar energi baru dan terbarukan (EBT)," *Jurnal Tekno Intensif Kopwil*, vol. 2, pp. 1-14, 2013.
- [2] R. K. Haryono, A. Nurhayani and D. A. Soviyani, "Pembuatan bioetanol dari bahan berbasis selulosa," *Jurnal institut teknologi nasional*, vol. 2, pp. 1-7, 2010.
- [3] N. Sarkar, S. K. Ghosh, S. Bannerjee and K. Aikat, "Bioethanol production from agricultural wastes: An overview," *Renewable Energy*, vol. 37, no. 1, pp. 19-27, 2012.
- [4] R. Rukmana, Ubi kayu budidaya paskapanen, Jakarta: Kanisius, 1997.
- [5] A. Artiyani and E. S. Soedjono, "Bioetanol dari limbah kulit singkong melalui proses

- hidrolisis dan fermentasi dengan *saccharomyces cerevisiae*," in *Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII*, Surabaya, 2010.
- [6] Mariyamah, "Analisa Konsumsi Penggunaan Bahan Bakar Campuran Biodiesel Jarak Pagar dan Solar Pada Boiler," *Alkimia*, vol. 1, no. 1, pp. 37-42, 2017.
- [7] A. Fachry, P. Astuti and T. Puspitasari, "Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida dan Waktu Fermentasi," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 19, no. 1, p. 60–69, 2013.
- [8] R. Jannes. and R. Dominik, *Biofuel Technology Handbook*, Germany: WIP Renewable Energies, 2007.
- [9] S. Erna, "Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong Melalui Proses Fermentasi," *Jurnal Akad Kim*, vol. 5, no. 1, pp. 121-126, 2016.
- [10] N. Muhiddin, N. Juli and I. N. P. Aryantha, "Peningkatan kandungan protein kulit umbi kayu melalui proses fermentasi," *Jurnal Matematika dan Sains*, vol. 6, no. 1, pp. 1-12, 2000.
- [11] J. Pornpunyapat, W. Chotigeat and P. Chetpattananondh, "Bioethanol Production from Pineapple Peel Juice using *Saccharomyces Cerevisiae*," *Advanced Materials Research*, vol. 875, pp. 242-245, 2014.
- [12] D. R. Setiawati, A. R. Sinaga and T. K. Dewi, "Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 19, no. 1, pp. 9-15, 2013.
- [13] E. Mastui, Purwanti and A. Amanda, "Hidrolisa Pati dari Kulit Singkong (Variabel Ratio Bahan dan Konsentrasi Asam)," *Ekulibrium*, vol. 12, pp. 1-5, 2013.
- [14] J. Wahyudi, . W. A. Wibowo, Y. A. Rais and A. Kusumawardani, "Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Glukosa Terbentuk dan Konstanta Kecepatan Reaksi pada Hidrolisa Kulit Pisang," in *Seminar Nasional Teknik Kimia*, 2011.
- [15] M. Judoamidjojo, A. Abdul and E. G.S., *Teknologi Fermentasi*, Jakarta: Rajawali Press, 1992.
- [16] A. Chandel, E. Chan, R. Rudravaram, M. Narasu, L. Rao and P. Ravindra, "Economics and environmental impact of bioethanol production technologies: an appraisal," *Biotechnol Mol Biol*, vol. 14, no. 2, p. 32, 2017.