

Perbandingan Konsentrasi Asam Pekat (H_2SO_4) Dalam Proses Hidrolisis Terhadap Kadar Gula Pereduksi Kulit Kakao Sebagai Substrat Dalam Pembuatan Bioetanol

Sekar Anggieta Aksari¹, Livia Rhea Alvita^{1*}, Fadian Farisan Silmi¹, Amelia Sri Rezki¹, Windia Hanifah¹

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Politeknik Negeri Lampung
sekaranggieta@gmail.com, *liviarhea@polinela.ac.id, fadianfarisan@polinela.ac.id
*corresponding author

INFORMASI ARTIKEL

Diterima 10 Juni 2024
Direvisi 15 Juni 2024
Diterbitkan 06 Agustus 2024

Kata kunci:

Kulit kakao, Asam sulfat,
Hidrolisis, Gula pereduksi

ABSTRAK

Keuntungan utama bahan bakar nabati (BBN) berupa bioetanol yaitu lebih ramah lingkungan daripada bahan bakar fosil, karena bioetanol menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah saat dibakar. Kandungan selulosa yang tinggi pada kulit kakao sangat berpotensi untuk diolah lebih lanjut menjadi produk yang bernilai ekonomi salah satunya adalah dalam pembuatan bioetanol dengan menggunakan proses hidrolisis. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi asam sulfat (H_2SO_4) pada proses hidrolisis terhadap kadar gula pereduksi dari kulit kakao sebagai substrat dalam pembuatan bioetanol. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari satu faktorial yaitu variasi konsentrasi H_2SO_4 (1 M, 2 M, dan 3 M (v/v)) pada proses hidrolisis. Pengujian kadar gula pereduksi pada penelitian ini menggunakan metode Nelson Somogyi. Hasil penelitian menunjukkan kadar gula pereduksi dari variasi konsentrasi H_2SO_4 1 M, 2 M, dan 3 M (v/v) yaitu sebesar 308 ppm, 200 ppm dan 592 ppm. Berdasarkan analisis data menggunakan ANOVA dan uji lanjut Fisher (LSD) dengan selang kepercayaan 95%, konsentrasi asam sulfat terbaik dalam proses hidrolisis kulit kakao yaitu pada konsentrasi 3 M dengan kadar gula pereduksi tertinggi sebesar 641 ppm pada suhu hidrolisis 100°C.

Comparison of Concentration of Concentrated Acid (H_2SO_4) in Hydrolysis Process to Reduced Sugar Content of Cocoa Shells as Substrate in Bioethanol Preparation

ARTICLE INFO

Received June 10, 2024
Revised June 15, 2024
Published August 06, 2024

Keyword:

Cocoa shells, Sulfuric acid,
Hydrolysis, Reducing sugar

ABSTRACT

The main advantage of biofuel in the form of bioethanol is that it is more environmentally friendly than fossil fuels because bioethanol produces lower carbon emissions when burned. The high cellulose content in cocoa shells has the potential to be further processed into products of economic value, one of which is in the manufacture of bioethanol using a hydrolysis process. The purpose of this study was to determine the effect of variations in sulfuric acid (H_2SO_4) concentration in the hydrolysis process on the reducing sugar content of cocoa peels as a substrate in the manufacture of bioethanol. The design used in this research is a completely randomized design (CRD) consisting of one factorial, namely variation of H_2SO_4 concentration (1 M, 2 M, and 3 M (v/v)) in the hydrolysis process. The test of reducing sugar content in this study used the Nelson Somogyi method. The results showed the reducing sugar content of H_2SO_4 concentration variations of 1 M, 2 M, and 3 M (v/v) were 308 ppm, 200 ppm and 592 ppm. Based on data analysis using ANOVA and Fisher's further test (LSD) at

95% confidence level, the best concentration of sulfuric acid in the cocoa shell hydrolysis process is at a concentration of 3 M with the highest reducing sugar content of 641 ppm at a hydrolysis temperature of 100°C.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



1. PENDAHULUAN

Data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mengungkapkan bahwa penggunaan Bahan bakar minyak (BBM) khususnya yang disubsidi oleh pemerintah mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2020, 2021 hingga tahun 2022, konsumsi BBM sebanyak 18,14 juta kiloliter meningkat menjadi 23,3 juta kiloliter (KL) dan pada tahun 2022 meningkat kembali menjadi 29,68 juta kiloliter (KL), dengan terus meningkatnya penggunaan bahan bakar tersebut dapat mengakibatkan kelangkaan bahan bakar fosil. Substitusi bahan bakar minyak (BBM) menjadi bahan bakar nabati (BBN) merupakan upaya strategis Pemerintah dalam mengurangi defisit neraca perdagangan akibat tingginya impor BBM, sekaligus meningkatkan bauran energi baru terbarukan di Indonesia. Bioetanol mulai disubstitusikan dengan bensin dengan campuran bioetanol 5 persen atau E5 di wilayah tertentu mulai tahun 2023 [1].

Bioetanol berpeluang besar dapat dikembangkan di Indonesia, dikarenakan memiliki bahan baku berlimpah yang dapat digunakan dalam pembuatan bioetanol. Bahan baku untuk pembuatan bioetanol bisa berupa bahan pertanian seperti aren, ubi kayu, bonggol jagung, nipah, sagu, tebu, limbah kulit kakao, dan sorgum. Kulit kakao merupakan limbah yang mengandung senyawa kompleks lignoselulosa yang terdiri dari lignin 51,98%, selulosa 20,15%, dan hemiselulosa 21,06%. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia 2023, Provinsi Lampung menduduki urutan ke-5 dalam penghasil buah kakao terbesar di Indonesia dengan produksi buah kakao sebesar 49,5 ton. Kabupaten Pesawaran dan Kabupaten Tanggamus merupakan salah satu sentra penghasil kakao di Provinsi Lampung pada tahun 2022. Kabupaten Pesawaran menyumbang produksi tertinggi yaitu sebesar 28.544 ton/ha/tahun dan diposisi kedua diduduki oleh Kabupaten Tanggamus dengan kapasitas produksi 6.711 ton per tahun [2].

Senyawa selulosa pada kulit kakao dapat diuraikan menjadi gula pereduksi untuk digunakan sebagai bioetanol melalui proses hidrolisis. Gula pereduksi adalah semua monosakarida (glukosa, fruktosa, galaktosa, dan disakarida), kecuali sukrosa dan pati (polisakarida), dan semua karbohidrat yang dapat mereduksi elektron [3]. Proses hidrolisis merupakan proses pemecahan suatu molekul dengan air dengan bantuan asam atau enzim. Proses hidrolisis dalam suasana asam akan menghasilkan pemecahan ikatan glikosida. Asam sulfat, asam asetat, asam fosfat, dan asam klorida adalah asam yang biasa digunakan dalam proses hidrolisis. Penggunaan asam lemah lebih menguntungkan dibandingkan asam kuat karena dapat menghindari terjadinya dekomposisi glukosa dan membutuhkan lebih sedikit alkali untuk penetralan produk akhir [4].

Peningkatan konsentrasi asam yang digunakan akan membuat proses hidrolisis berjalan lebih cepat hal ini diakibatkan terikatnya ion-ion seperti SiO_2 , fosfat dan garam-garam seperti Ca , Mg , Na dan K yang terdapat dalam hemiselulosa dan selulosa. Penggunaan asam sulfat dapat menghasilkan gula sederhana lebih banyak karena asam sulfat memiliki jumlah ion hidronium lebih banyak dibandingkan asam kuat lainnya sehingga menyebabkan pemutusan monomer dalam selulosa berlangsung dengan sempurna [5]. Pada penelitian ini dipelajari perbandingan konsentrasi asam pekat (H_2SO_4) dalam proses hidrolisis terhadap kadar gula pereduksi kulit kakao sebagai substrat dalam pembuatan bioetanol.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu *experimental laboratories* dengan desain percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan yang berbeda yaitu variasi konsentrasi asam sulfat sebesar 0, 1 M, 2 M, 3M (v/v) pada tahap hidrolisis. Penelitian diawali dengan *pretreatment* kulit kakao, delignifikasi dan selanjutnya tahap hidrolisis guna menghasilkan substrat dalam pembuatan bioetanol. Selanjutnya substrat hasil hidrolisis akan diuji kadar gula pereduksi dengan metode *Somogyi-Nelson* menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Data yang dihasilkan kemudian dianalisis menggunakan analisis varian satu arah

(one way ANOVA) menggunakan software SPSS 21. Bila terbukti ada perbedaan nyata antara variasi konsentrasi asam sulfat terhadap gula pereduksi yang dihasilkan maka dilanjutkan dengan uji lanjut *Fisher* LSD dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) untuk mengetahui perbedaan yang bermakna antara masing-masing variasi yang dihasilkan.

2.1. Proses *Pre-treatment* Bahan Baku (Fisik)

Limbah kulit kakao yang digunakan yaitu kulit kakao yang sudah tua (berwarna kekuningan) lalu dicuci hingga bersih. Kulit kakao tersebut dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2 X 24 jam sampai kulit kakao berwarna kehitaman. Kemudian kulit kakao dihaluskan dan diayak dengan menggunakan screen 60 mesh lalu disimpan pada suhu ruang.

2.2. Proses Delignifikasi

Proses delignifikasi dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi 1% (w/v) digunakan untuk treatment biomassa serbuk kulit kakao sebanyak 33,3 gram dalam 500 mL aquades. Pretreatment ini dilakukan pada suhu 80-90°C dengan kecepatan pengadukan 300 rpm selama 3 jam. Lalu biomassa yang telah melalui proses pretreatment dicuci berulang kali hingga pH netral (7) dan disaring, hasil penyaringan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 80°C selama 48 jam kemudian bahan yang sudah kering tersebut diayak pada screen lolos 80 mesh.

2.3. Proses Hidrolisis Asam

Hasil dari delignifikasi, selanjutnya digunakan menjadi bahan baku pada proses hidrolisis asam, padatan biomassa dimasukkan kedalam labu takar 500 mL dan masukkan larutan asam sulfat (H_2SO_4) sesuai variasi konsentrasi (0, 1 M, 2 M, dan 3 M) dalam 500 mL aquades. Hidrolisis dilakukan dengan kecepatan pengadukan 300 rpm pada suhu 100°C selama 4 jam. Setelah proses hidrolisis selesai, bubur kulit kakao didiamkan hingga menjadi dingin. Selanjutnya disaring dengan menggunakan kertas saring dan melakukan pengujian kandungan glukosa yang terdapat pada hidrolisat kulit kakao tersebut.

2.4. Detoksifikasi Hidrolisat Asam

Hasil dari hidrolisis, kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring dan hidrolisat hasil hidrolisis kulit kakao ditambahkan dengan larutan $Ca(OH)_2$ hingga pH naik menjadi (10) sembari diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer. Larutan tersebut selanjutnya dilakukan proses detoksifikasi menggunakan tawas sebanyak 5,5 g dan diamkan selama 24 jam. Tujuan dilakukannya proses ini adalah untuk menghilangkan racun yang dihasilkan pada proses hidrolisis. Kemudian diatur pH nya hingga 4,5 – 5 dengan cara menambahkan NaOH 4 N, selanjutnya disaring kembali.

2.5. Analisis Kadar Gula Pereduksi (*Reducing Sugar*)

Pengukuran gula pereduksi secara kuantitatif menggunakan metoda Somogyi-Nelson [6]. Sampel sebanyak 1 mL dicampurkan dengan reagent Nelson sebanyak 1 mL dan dipanaskan pada air mendidih selama 20 menit. Selanjutnya sampel ditambahkan reagent arsenolmolibdat sebanyak 1 mL kemudian dikocok dan diencerkan dengan aquades sebanyak 7 mL hingga volume pada tabung tepat 10 mL. Ukur kadar gula pereduksi sampel menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm. Hasil absorbansi yang didapat kemudian dibandingkan dengan kurva regresi linier larutan standar. Pembuatan kurva standar larutan glukosa dengan cara menyiapkan larutan glukosa standar dengan konsentrasi masing-masing 0, 20, 40, 60, 80, 100 ppm.

$$\text{Kadar Gula Pereduksi} = \frac{(y-c)}{m} \times FP$$

Ket:

y = Nilai absorbansi sampel

c = Nilai intersep

m = nilai slope

FP = Faktor pengenceran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Kulit Kakao

Kulit kakao yang digunakan sebagai bahan baku dalam proses hidrosis guna menghasilkan gula pereduksi sebagai substrat pembuatan bioetanol berasal dari kakao jenis Lindak, Kakao Lindak merupakan jenis kakao yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Kulit kakao yang digunakan merupakan kakao yang sudah matang dan berwarna kuning. Karakteristik fisik dan kimia dari kulit kakao pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1. sebagai berikut :

Tabel 1. Karakteristik Fisik Bubuk Kulit Kakao

No	Komponen	Kadar
1	Kadar Air	4,6%
2	Kadar Abu	11,29%
3	Karbohidrat	7,15%
4	pH	6
5	Kadar gula terlarut (Brix)	0,6°Brix

Dapat dilihat dari tabel 1, karakteristik kulit kakao yang akan digunakan dalam proses hidrolisis sebagai substrat dalam pembuatan bioetanol, yakni komponen kadar air sebesar 4,6%. Kadar air merupakan sifat kimia yang terkandung dalam suatu bahan yang berpengaruh terhadap kualitas dan masa simpan bahan [7]. Kadar air bubuk kulit kakao yang tinggi dapat menyebabkan masa simpan bahan pendek dikarenakan mikroba dapat mudah tumbuh dan mengkontaminasi bubuk kulit kakao sehingga bahan mudah rusak, tidak tahan lama dan akan mempengaruhi produk yang akan dihasilkan [8]. Hal ini sesuai dengan pernyataan Azah *et al* (2020) kadar air akan mempengaruhi bahan pada saat akan digunakan, jika kadar air pada bahan terlalu tinggi maka akan menyebabkan penurunan pada kualitas produk yang dihasilkan.

Berdasarkan penelitian Wulandari (2017) analisis bahan baku kulit kakao menghasilkan kadar abu yaitu sebesar 10,02 %, sedangkan pada uji kadar abu yang peneliti lakukan didapatkan hasil yaitu sebesar 11,29 %. Hal ini dapat disebabkan karena lokasi pengambilan sampel yang berbeda yang menyebabkan kondisi unsur hara tanah atau lingkungan yang berbeda. Uji kadar abu dapat memberikan informasi tentang kandungan mineral dalam kulit kakao, yang dapat mempengaruhi kualitas dan nilai nutrisi suatu produk dan memastikan kepatuhan terhadap standar kualitas yang berlaku.

Kandungan karbohidrat pada kulit kakao pada penelitian ini yaitu sebesar 7,15% sedangkan pada penelitian Wulandar (2017) didapatkan karbohidrat yaitu sebesar 32,96%, kandungan karbohidrat pada kulit kakao berbeda-beda dikarenakan jenis kakao yang digunakan sebagai sampel berbeda dan cara penyimpanan kulit kakao yang berbeda sehingga dapat mengalami perubahan atau degradasi yang dapat mempengaruhi kandungan karbohidrat. Kulit kakao memiliki kandungan karbohidrat yang lebih rendah dibandingkan dengan bagian dalam biji kakao, karena komposisi utama kulit kakao adalah serat dan memiliki kandungan air yang tinggi.

3.2. Kadar Gula Terlarut (Brix) Kulit Kakao Setelah Proses Hidrolisis

Nilai gula terlarut (brix) dapat diukur dengan alat refraktometer brix dengan satuan % brix atau °brix, berikut merupakan data pengujian kadar gula terlarut (brix) pada sampel hasil hidrolisat kulit kakao.

Tabel 2. Pengukuran Kadar Gula Terlarut (Brix) Setelah Proses Hidrolisis

No	konsentrasi H ₂ SO ₄	Kadar Gula (°brix)
1	0	1,7
2	1	2,87
3	2	2,5
4	3	5,16

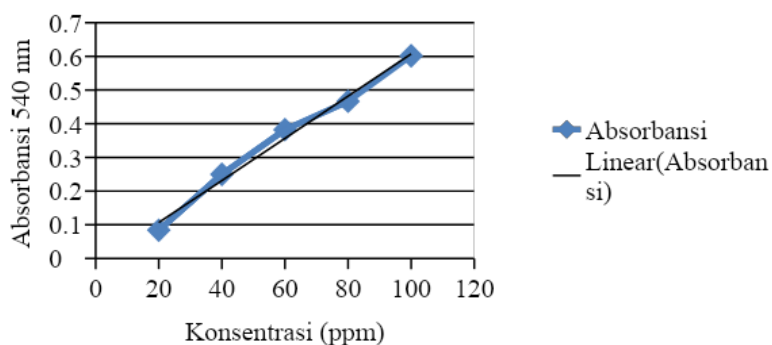
Berdasarkan data tabel 2 diatas, hasil analisa kadar gula terlarut (brix) setelah proses hidrolisis berkisar antara 1,7 - 5,16 °brix. Terjadi peningkatan kadar gula terlarut antara sebelum dilakukan proses hidrolisis (Tabel 1) dan setelah dilakukan proses hidrolisis. Hal ini disebabkan karena proses pemanasan dan penambahan asam saat proses hidrolisis dapat memecah struktur sel dan membrane dalam sampel dan membebaskan gula-gula terlarut yang sebelumnya terikat didalam sel. Semakin tinggi kadar asam yang digunakan juga semakin terjadi peningkatan kadar gula terlarut, dimana asam sulfat berperan sebagai katalisator dalam mempercepat reaksi hidrolisis. Penambahan asam sulfat pada proses hidrolisis kulit kakao dapat meningkatkan reaksi

hidrolisis, memecah kompleks polisakarida menjadi gula sederhana, dimana gula sederhana sebagian besar merupakan gula terlarut.

3.3. Kadar Gula Pereduksi Kulit Kakao setelah Proses Hidrolisis

Penentuan kadar gula pereduksi pada sampel kulit kakao setelah proses hidrolisis menggunakan metode Nelson-somogyi dengan prinsip pengujian dimana gula pereduksi yang terbentuk akan mereduksi ion Cu^{2+} yang terdapat pada pereaksi nelson yang direduksi menjadi ion Cu^+ , lalu ion Cu^+ ini akan mereduksi senyawa arsenolmolibdat dan membentuk kompleks berwarna biru kehijauan. Intensitas warna yang terbentuk pada sampel menunjukkan banyaknya kandungan gula pereduksi yang terdapat didalam sampel tersebut, hal itu disebabkan karena konsentrasi arsenomolibdat yang tereduksi sebanding dengan konsentrasi tembaga (I) oksida (Cu_2O), sedangkan konsentrasi Cu_2O sebanding dengan konsentrasi gula pereduksi [11][12].

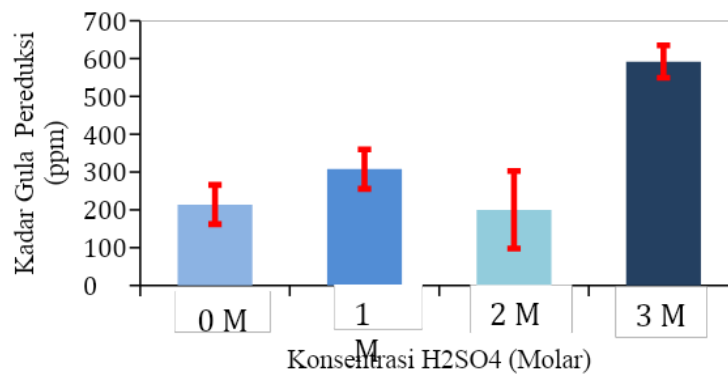
Sebelum dilakukan pengujian kadar gula pereduksi dengan spektrofotometri UV-Vis, terlebih dahulu dilakukan pembuatan kurva standar gula pereduksi. Kurva standar gula pereduksi menyatakan hubungan antara konsentrasi gula pereduksi dengan absorbansi pada panjang gelombang tertentu. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan berupa nilai absorbansi dari beberapa konsentrasi gula pereduksi dan diperoleh persamaan regresi dari kurva standar gula pereduksi, persamaan tersebut digunakan sebagai pembanding untuk penentuan kadar gula pereduksi dalam sampel. Larutan standar gula pereduksi diukur absorbansinya dengan menggunakan beberapa konsentrasi sebagai berikut :



Gambar 1. Kurva Standar Gula Pereduksi

Berdasarkan gambar diatas standar gula pereduksi dibuat dalam beberapa konsentrasi dan dengan pengukuran pada panjang gelombang maksimum 540 nm, Konsentrasi yang digunakan yaitu 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm dengan hasil absorbansi 0,0839, 0,2496, 0,3823, 0,4664, 0,6017, kemudian dari hasil absorbansi yang didapatkan dibuat menjadi kurva standar dengan hasil persamaan $y = 0,0063x - 0,0189$ dan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) diperoleh sebesar 0,9889. Nilai R^2 yang mendekati 1 menunjukkan kurva kalibrasi linier yang artinya dengan naiknya konsentrasi larutan maka absorbansi yang didapatkan akan meningkat, hal ini menunjukkan terdapat hubungan antara konsentrasi larutan gula pereduksi dengan nilai serapan. Dimana dapat diartikan bahwa telah memenuhi persyaratan secara statistik sehingga dapat dijadikan acuan dalam menentukan kadar gula pereduksi.

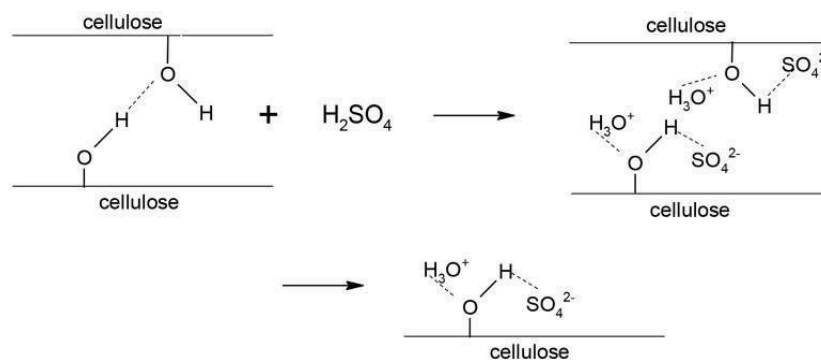
Berdasarkan penelitian, perbandingan konsentrasi asam sulfat (H_2SO_4) dalam proses hidrolisis terhadap kadar gula pereduksi kulit kakao sebagai substrat dalam pembuatan bioetanol diperoleh hasil sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik Hasil Analisis Kadar Gula Pereduksi Kulit Kakao

Berdasarkan gambar 2 diatas, hasil dari kandungan gula pereduksi yang terbentuk dari setiap variasi konsentrasi asam sulfat yaitu berkisar antara 214,048 - 592,011 ppm. Kadar gula pereduksi terendah yang terkandung dalam hidrolisat kulit kakao yaitu 200,159 ppm dan kadar gula pereduksi tertinggi yang terkandung pada hidrolisat kulit kakao adalah 592,011 ppm. Pada konsentrasi Asam Sulfat 2 M terjadi penurunan kadar gula pereduksi, dimana gula pereduksi dapat mengalami degradasi menjadi produk furfural atau hidroksimetilfurfural (HMF) sehingga tidak lagi terdeteksi sebagai gula pereduksi [13]. Pemanasan yang tinggi juga dapat mempercepat reaksi Maillard dan Karamelisasi terutama jika ada katalis asam yang terlibat. Kedua reaksi ini menggunakan gula pereduksi sebagai salah satu bahan bakunya, sehingga mengurangi jumlah gula pereduksi yang tersedia [14].

Kadar gula pereduksi tertinggi dari hasil proses hidrolisis kulit kakao yaitu dengan penambahan asam sulfat konsentrasi 3 M, dimana semakin tinggi penambahan konsentrasi asam maka kadar gula pereduksi kulit kakao semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian Lisin (2015) dimana kadar glukosa dari proses hidrolisis selulosa pada *pod husk* kakao menunjukkan peningkatan, berbanding lurus dengan jumlah konsentrasi asam sulfat yang diberikan yaitu sebesar 1 M, 1,5 M, 2 M dan 2,5 M. Pada penelitian Indriyani (2024) dan Ahmad (2020) menunjukkan penambahan asam sulfat dengan konsentrasi 3 M pada proses hidrolisis menghasilkan kadar gula pereduksi tertinggi dari berbagai macam variasi konsentrasi yang telah diberikan. Akan tetapi jika konsentrasi asam dalam proses hidrolisis terlalu tinggi dapat menyebabkan terbentuknya komponen-komponen produk samping seperti turunan furan, asam-asam lemah dan senyawa-senyawa fenol yang dapat menjadi inhibitor saat proses fermentasi pembentukan bioetanol [8].



Gambar 3. Mekanisme pemutusan rantai selulosa dengan asam sulfat [17]

Berdasarkan hasil analisis statistik *Analysis of Variant* (Tabel. x) menunjukkan hasil perlakuan variasi konsentrasi asam sulfat (H_2SO_4) memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0.05$) yaitu $P = 0,001$ terhadap konsentrasi gula pereduksi yang dihasilkan. Asam sulfat bekerja sebagai katalis pada proses hidrolisis dalam pembentukan gula pereduksi, dimana Ion hidronium (H_3O^+) yang terbentuk dari asam sulfat memprotonasi atom oksigen dalam ikatan glikosidik, membuat ikatan tersebut lebih mudah putus. Setelah ikatan glikosidik terputus, molekul selulosa dipecah menjadi unit-unit gula pereduksi [17].

Tabel 3. Hasil ANOVA dari Respon Kadar Gula Pereduksi Kulit Kakao

Sumber	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Konsentrasi H ₂ SO ₄ (M)	3	262878	87626	23,64	0,001
Error	6	22245	3707		
Total	9	285123			
R² : 92,20%		R-sq(adj) : 88,30%		R-sq(pred) : 74,37%	

Tabel 4. Hasil Uji Lanjut LSD Fisher dengan Selang Kepercayaan 95%

Konsentrasi H ₂ SO ₄ (M)	N	Mean	Grouping
3	3	592,0	A
1	3	307,7	B
0	2	214,0	B
2	2	200,2	B

Hasil uji lanjut LSD Fisher menunjukkan bahwa perlakuan penambahan H₂SO₄ dengan konsentrasi 1 dan 2 M menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pemberian H₂SO₄, sedangkan penambahan H₂SO₄ dengan konsentrasi 3 M pada proses hidrolisis menunjukkan hasil yang berbeda nyata dalam menghasilkan gula pereduksi dibandingkan konsentrasi 1 M, 2 M dan tanpa pemberian H₂SO₄.

4. KESIMPULAN

Perbandingan konsentrasi asam sulfat dalam proses hidrolisis terhadap kadar gula pereduksi kulit kakao yang dihasilkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata, berdasarkan *Analysis of Variant* dan Uji Lanjut LSD Fisher. Kadar gula pereduksi tertinggi dari proses hidrolisis kulit kakao yaitu sebesar 592,011 ppm dengan perlakuan penambahan konsentrasi asam sulfat sebesar 3 M. Terjadi peningkatan kadar gula pereduksi sebesar 378 ppm dibandingkan proses hidrolisis tanpa penambahan katalis asam sulfat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian ESDM, "Kementerian ESDM Segera Implementasikan Bahan Bakar Nabati Bioetanol E5," *344.Pers/04/SJI/2023*, 2023. www.esdm.go.id.
- [2] Dinas Perkebunan Provinsi Lampung, "Penyajian Data Statistik Persebaran Luas Areal dan Produksi Komoditas Kakao Dinas Perkebunan di Provinsi Lampung," *Website Dinas Perkebunan Provinsi Lampung*, pp. 1–2, 2022.
- [3] R. Afriza and I. Nilda, "Analisis Perbedaan Kadar Gula Pereduksi Dengan Metode Lane Eynon Dan Luff Schoorl Pada Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*)," *J. Temapela*, vol. 2, no. 2, pp. 90–96, 2019, doi: 10.25077/temapela.2.2.90-96.2019.
- [4] N. Lisin, G. S. Hutomo, and D. S. Kadir, "Hydrolysis of Cellulose from Cocoa Pod Husk Using Sulfuric Acid," vol. 3, no. 4, pp. 482–490, 2015.
- [5] R. Safitri, I. D. Anggita, F. M. Safitri, and A. A. I. Ratnadewi, "Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dalam Proses Hidrolisis Selulosa dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis*) untuk Produksi Bioetanol," *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 9, pp. 438–442, 2018.
- [6] M. Somogyi, "a New Reagent for the Determination of Sugars," *J. Biol. Chem.*, vol. 160, no. 1, pp. 61–68, 1945, doi: 10.1016/s0021-9258(18)43097-9.
- [7] L. R. Alvita, V. Elsyana, and E. Kining, "Formulasi Permen Jelly Jeruk Kalamansi dengan Substitusi Glukomanan Konjak," *J. Gizi dan Kuliner (Journal Nutr. Culinary)*, vol. 1, no. 2, p. 11, 2021, doi: 10.24114/jnc.v1i2.26863.
- [8] L. R. Alvita, V. Elsyana, and E. Kining, "Optimization of the hydrolysis process of microalgae *Porphyridium cruentum* biomass with variation of hydrochloric acid (HCl) concentration, temperature, and time using response surface methodology (RSM)," *Alchemy*, vol. 11, no. 2, pp. 51–56, 2023.
- [9] N. I. Azah, R. Muchtarichie, and Y. Iskandar, "Standardization parameters for cocoa pods (*Theobroma cacao* L.)," *J. Ilm. Farm.*, vol. 16, no. 2, pp. 182–195, 2020, doi: 10.20885/jif.vol16.iss2.art9.
- [10] R. Wulandari, "Pengaruh Suhu, pH, Waktu Hidrolisis, dan Konsentrasi H₂SO₄ Terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan dari Limbah Kulit Kakao," 2017.
- [11] H. K. Al-kayyis and H. Susanti, "Perbandingan Metode Somogyi-Nelson Dan Anthrone-Sulfat Pada Penetapan

- Kadar Gula Pereduksi Dalam Umbi Cilembu (*Ipomea batatas L.*),” *J. Pharm. Sci. Community*, vol. 13, no. 02, pp. 81–89, 2016, doi: 10.24071/jpsc.2016.130206.
- [12] N. Sari, “The Use of Glucose Syrup as Product of Selulosa Hidrolyze from the Jackfruit Rags (*Artocarpus heterophylus Lamk*) as Sweetner on Candies Production from the Coconut Plam (*Cocos Nucifera L.*),” *J. Pharm. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 17–23, 2019, doi: 10.36490/journal-jps.com.v2i1.12.
- [13] S. Prasad, M. K. Malav, S. Kumar, A. Singh, D. Pant, and S. Radhakrishnan, “Enhancement of bio-ethanol production potential of wheat straw by reducing furfural and 5-hydroxymethylfurfural (HMF),” *Bioresour. Technol. Reports*, vol. 4, no. July, pp. 50–56, 2018, doi: 10.1016/j.biteb.2018.09.007.
- [14] R. Hustiany, *Reaksi Maillard*, vol. 1, no. 1. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press, 2016.
- [15] N. Indriyani, L. Lumbantoruan, U. Musfika, and F. Fathurrahman, “Fermented Sugar From Ultrasound-Assisted Acid Hydrolysis Berenuk Fruit (*Crecentia Cujete L.*),” *Reka Buana*, vol. 9, no. 1, pp. 121–130, 2024.
- [16] A. Ahmad, I. Amri, and W. S. Wani, “Pengaruh Pretreatment pada Fermentasi Bioetanol Generasi Kedua dari Serat Buah Kelapa Sawit,” *J. Bioprocess, Chem. Environ. Eng. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 28–38, 2020, doi: 10.31258/jbchees.1.1.28-38.
- [17] J. K. W. Chang, X. Duret, V. Berberi, H. Zahedi-Niaki, and J. M. Lavoie, “Two-step thermochemical cellulose hydrolysis with partial neutralization for glucose production,” *Front. Chem.*, vol. 6, no. APR, pp. 1–11, 2018, doi: 10.3389/fchem.2018.00117.