

HIDROLISIS SELULOSA DARI *POD HUSK* KAKAO MENGUNAKAN ASAM SULFAT

Hydrolysis of Cellulose from Cocoa Pod Husk Using Sulfuric Acid

Nurwihadi Lisin¹⁾, Gatot S. Hutomo²⁾ dan Syahraeni Kadir²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

²⁾ Staf Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

E-mail : nurwihadi@gmail.com

E-mail : gatot161157@yahoo.com

E-mail : ksyahraeni@gmail.com

ABSTRACT

The general objective of this study was to determine the effect of the concentration of NaOH in cellulose extraction of cocoa pod husk of the physical properties of cellulose, determine the relationship between was increased concentration of sulfuric acid (H_2SO_4) with glucose produced from cellulose hydrolysis process cocoa pod husk during hydrolysis and determine the rate of decay glucose levels after the achievement of the optimum point of hydrolysis of the cocoa pod husk. This study was consisted of two steps: (I) The extraction of cocoa pod husk using NaOH concentration of 10%, 12% and 14%, and (II) Hydrolysis of cellulose in various concentrations of H_2SO_4 ie: 1.0 M; 1.5 M; 2.0 M and 2.5 M. Variable observation in stage I includes yield and brightness were analyzed using a completely randomized design with advanced test Honestly Significant Difference (HSD) 1%. Furthermore, in the second stage is variable levels of glucose in various concentrations of H_2SO_4 and the glucose damages after the optimum point. The results showed that the concentration of NaOH 12% give the cellulose yield of 29.14% and 46.79% of brightness which is the best result for the production of cellulose as a raw material on step II in this research. Results of step II showed that the highest glucose levels found in H_2SO_4 concentration of 2.5%, amount to 23.17% at the optimum point of 6.70 hours with the correlation between the time of hydrolysis with the glucose production rate amounted to 77.22% where the damage occurred after the point optimum 7 hours. From the results of this study was concluded that the concentration of NaOH 12% is a better concentration in the extraction of cellulose from cocoa pod husk in particular on the yield and brightness of cellulose. There is a linear relationship between the concentration of sulfuric acid and glucose levels occur on the hour of 6 to 7 on process of hydrolysis of cellulose cocoa pod husk and the rate of the damage of glucose have been increased in line with increasing hydrolysis time after reaching the optimum point. The cocoa pod husk cellulose hydrolysis using H_2SO_4 should be not more than 7 hours due to the acid catalyst destructive glucose was produced. Necessary to study hydrolysis using other cellulosic feedstocks using an acid catalyst.

Key Words: Cocoa, extraction, glucose, hydrolysis, pod husk.

ABSTRAK

Tujuan umum penelitian ini adalah mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH dalam ekstraksi selulosa *pod husk* kakao terhadap sifat fisik selulosa, mengetahui hubungan antara peningkatan konsentrasi asam sulfat (H_2SO_4) dengan kadar glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis selulosa *pod husk* kakao selama berlangsungnya hidrolisis dan mengetahui laju kerusakan kadar glukosa setelah tercapainya titik optimum dari hidrolisis *pod husk* kakao. Penelitian ini terdiri atas dua tahap yaitu: (I) Ekstraksi *pod husk* kakao menggunakan konsentrasi NaOH 10%, 12% dan 14% dan (II) Hidrolisis selulosa pada berbagai konsentrasi H_2SO_4 yaitu: 1,0 M; 1,5 M; 2,0 M dan 2,5 M.

Variabel pengamatan pada tahap I meliputi rendemen dan kecerahan yang dianalisis menggunakan rancangan acak lengkap dengan uji lanjut BNJ 1%. Selanjutnya variabel pada tahap II adalah kadar glukosa pada berbagai konsentrasi H₂SO₄ dan kerusakan glukosa tersebut setelah titik optimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH 12% memberikan rendemen selulosa sebesar 29,14% dengan kecerahan 46,79% yang merupakan hasil terbaik untuk produksi selulosa sebagai bahan baku penelitian tahap II. Hasil penelitian tahap II menunjukkan bahwa kadar glukosa tertinggi terdapat pada konsentrasi H₂SO₄ 2,5% yakni sebesar 23,17% pada titik optimum 6,70 jam dengan nilai korelasi antara waktu hidrolisis dengan produksi glukosa sebesar 77,22% di mana laju kerusakan terjadi setelah titik optimum 7 jam. Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa konsentrasi NaOH 12% merupakan konsentrasi yang lebih baik dalam ekstraksi selulosa dari *pod husk* kakao khususnya pada rendemen dan kecerahan selulosa. Hubungan linear antara konsentrasi asam sulfat dengan kadar glukosa terjadi pada jam ke 6 hingga ke 7 berlangsungnya proses hidrolisis selulosa *pod husk* kakao dan laju kerusakan glukosa hasil hidrolisis mengalami peningkatan sejalan dengan bertambahnya waktu hidrolisis setelah mencapai titik optimum. Hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan H₂SO₄ sebaiknya tidak lebih dari 7 jam karena katalis asam tersebut bersifat merusak kadar glukosa yang dihasilkan. Perlu dilakukan penelitian hidrolisis menggunakan bahan baku selulosa yang lain dengan menggunakan katalis asam.

Kata Kunci : Kakao, ekstraksi, glukosa, hidrolisis, *pod husk*.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan produsen kakao terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana. Dalam kurun waktu tiga tahun belakangan ini, *grinding* kakao Indonesia menunjukkan peningkatan yang signifikan, yaitu dari 130,000 ton pada tahun 2009/2010 menjadi 265,000 ton pada tahun 2011/2012. Peningkatan tersebut sejalan dengan peningkatan volume ekspor dan produk jadi dari 16% pada tahun 2009 menjadi 54% pada tahun 2012. Kebutuhan kakao dunia diproyeksikan semakin meningkat, tahun 2014/2015 diperkirakan mencapai 4 juta ton dan akan meningkat terus sampai tahun 2017/2018 menjadi 4,4 juta ton. Pada tahun 2025, sasaran untuk menjadi produsen utama kakao dunia dapat menjadi kenyataan karena pada tahun tersebut total areal perkebunan kakao Indonesia diperkirakan mencapai 1,35 juta ha dan mampu menghasilkan 1,3 juta ton/tahun biji kakao (Goenadi *et al*, 2005).

Semakin meningkatnya produksi kakao baik karena pertambahan luas areal pertanaman maupun yang disebabkan oleh peningkatan produksi per satuan luas, akan meningkatkan jumlah limbah buah kakao. Persentase kulit buah kakao adalah 75 %

dari buah kakao secara utuh maka dihasilkan limbah kulit buah kakao sebesar 1.062,75 ton dalam satu tahun (Suparjo *et al*, 2011).

Kulit buah kakao merupakan limbah lignoselulosik yang mengandung lignin, selulosa dan hemiselulosa. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Taherzadeh dan Karimi (2007), menunjukkan bahwa *pod* kakao mengandung senyawa kompleks lignoselulosa yang terdiri dari 43,37% selulosa, 11,71% hemiselulosa dan 36,84% lignin. Selulosa dapat dipecah menjadi gula sederhana seperti glukosa. Untuk menghasilkan glukosa, selulosa dapat dihidrolisis baik oleh asam ataupun enzim. Struktur berkrystal serta adanya lignin dan hemiselulosa di sekeliling selulosa merupakan hambatan utama dalam proses hidrolisis selulosa (Aziz *et al.*, 2002). Hambatan tersebut dapat diatasi dengan perlakuan awal terhadap bahan yang akan dihidrolisis (Mosier *et al.*, 2005). Perlakuan awal tersebut meliputi: perlakuan awal fisik (pengecilan ukuran, pemanasan); perlakuan awal kimia (asam, alkali); dan perlakuan biologis (Taherzadeh dan Karimi, 2007).

Pada prinsipnya, hidrolisis dalam suasana asam menghasilkan pemecahan

ikatan glikosida. Dibandingkan dengan penggunaan asam pekat, penggunaan asam encer lebih menguntungkan karena dapat menghindari terjadinya dekomposisi glukosa dan kebutuhan alkali untuk penetralan produk akhir akan lebih sedikit. Dengan menghidrolisis ikatan glikosida dapat diperoleh glukosa yang kemudian diharapkan dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti produksi sirup gula, asam organik (Cai *et al.*, 2006) dan bioetanol (Kamara *et al.*, 2006).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai produksi glukosa dari hasil hidrolisis selulosa yang diisolasi dari berbagai bagian tanaman, seperti kulit buah atau ampas daging buah, maka peneliti juga ingin memanfaatkan limbah buah, dalam hal ini kulit buah kakao yang dapat diproduksi menjadi glukosa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako Palu, yang dilaksanakan pada bulan September sampai Desember 2014.

Alat penelitian terdiri atas: Parang, mesin penggiling bubuk (*Hammer Mill* MHM-01), ayakan 60 mesh, mangkok plastik, sendok, ember besar, kain penyaring, penjepit, kompor, panci, spatula, corong, nampan (20x40 cm). Sedangkan alat analisis yang digunakan yaitu timbangan analitik, *Erlenmeyer* 2000 ml, *blender*, batang pengaduk, gelas ukur 1000 ml, labu ukur 2000 ml, *beaker glass* 1000 ml, *shaker* VRN-200, labu semprot, tabung reaksi, *magnetic stirrer* 2 cm, *hot plate* 240V, oven, *centrifuge* 3000 rpm, *viscometer brookfield*, cawan petri, *smart spectro* 12V-3,3A, X-RD (Radiasi sianar X), *refractometer*, *thermometer*.

Bahan utama penelitian yaitu kulit buah kakao yang berasal dari perkebunan rakyat di Desa Margapura, Kecamatan Bolano Lambunu, Kabupaten Parigi Moutong. Adapun bahan kimia yang untuk

analisis digunakan yaitu larutan Sodium hidroksida (NaOH), Hipoklorit (NaOCl), Natrium bisulfit (NaHSO₃), Asam sulfat (H₂SO₄), dan aquades.

Prosedur Penelitian

Produksi Bubuk Pod Husk Kakao

Pod husk kakao dirajang kecil-kecil hingga berukuran 1-2 cm menggunakan parang dan dijemur selama 3 hari di bawah sinar matahari. Setelah *pod husk* kakao kering kemudian dilakukan penggilingan menggunakan *Hammer mill* dan hasil penggilingan dihaluskan kembali menggunakan *blender* agar bubuk *pod husk* kakao dapat diayak dengan ukuran 60 mesh. Selanjutnya bubuk *pod husk* kakao diekstraksi untuk mendapatkan selulosanya.

Produksi selulosa (Hutomo, 2012)

Bubuk *Pod husk* kakao ditimbang sebanyak 40 g dan diekstraksi dengan menggunakan larutan NaOH pada berbagai konsentrasi (10, 12 dan 14%) selama 3 jam pada suhu 100 °C di dalam panci. Hasil ekstraksi dicuci sebanyak 10 kali dengan cara menyaring bahan menggunakan ayakan 60 mesh dan kain saringan yang digunakan untuk memeras bahan. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan larutan NaOH dan lignin yang masih tercampur dengan selulosa. Selanjutnya dilakukan pemutihan (*Bleaching*) selulosa menggunakan 5% NaOCl dan 6% Na-bisulfit dalam 1000 ml aquades selama 30-60 menit pemasakan dengan suhu 60-70°C. kemudian selulosa di cuci kembali menggunakan air bersih sebanyak 6 kali untuk menghilangkan sisa NaCOI (Hipoklorid) dan NaHSO₃ (Natrium bisulfit) yang masih tercampur dengan selulosa. Selulosa yang telah dicuci ditiriskan dalam wadah dengan cara diangin-anginkan, jika sudah kering selulosa diblender hingga halus lalu diayak (60 mesh) untuk mendapat bubuk selulosa yang halus.

Hidrolisis Selulosa (Hutomo, 2012)

Pada tahap ini selulosa ditimbang sebanyak 5 g dan dihidrolisis menggunakan

asam sulfat (H_2SO_4) sebanyak 250 ml dengan konsentrasi sebesar 1; 1,5; 2; dan 2,5%. Masing-masing konsentrasi direbus menggunakan waktu yang berbeda-beda yaitu 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 jam selama menghidrolisis selulosa. Kemudian hasil hidrolisis diuji untuk mengetahui kadar gulanya yang terkandung dalam selulosa *pod husk* kakao.

Variabel Pengamatan

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan maka dilakukan pengujian terhadap selulosa hasil ekstraksi dan hidrolisis yaitu dilakukan Analisis Rendemen (Hartanti *et al.*, 2003), Analisis Kecerahan (Rosel *et al.*, 2009), Analisis Kadar Glukosa (Apriyantono *et al.*, 1989), dan analisis Laju Kerusakan Glukosa (Taherzadeh dan Karimi, 2007).

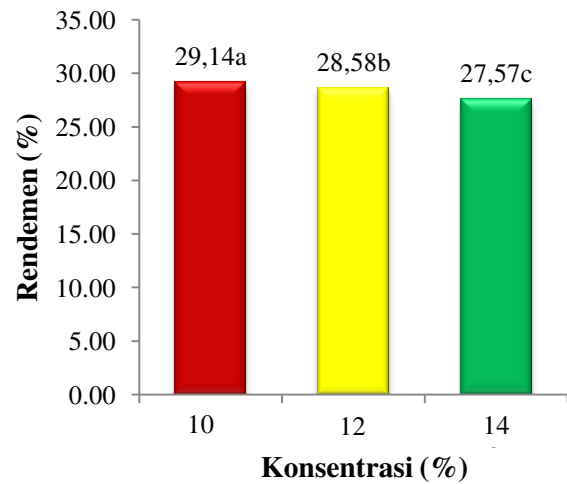
Rancangan Penelitian

Analisis data hasil ekstraksi selulosa (Tahap I) menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 3 perlakuan konsentrasi NaOH yaitu : 10%, 12%, dan 14%. Seluruh perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga jumlah unit pengamatan sebanyak 12 unit. Hasil analisis keragaman yang menunjukkan pengaruh nyata atau sangat nyata akan diuji lanjut dengan BNJ 5% atau 1%.

Rancangan yang digunakan pada hidrolisis selulosa (Tahap II) adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas empat taraf konsentrasi asam sulfat (H_2SO_4) yaitu : $K_1 = 1\%$, $K_2 = 1,5\%$, $K_3 = 2\%$ dan $K_4 = 2,5\%$. Adapun pengelompokkan perlakuan tersebut berdasarkan lama waktu hidrolisis selulosa *pod husk* kakao dalam larutan asam sulfat yaitu: $R_1 = 2$ jam, $R_2 = 4$ jam, $R_3 = 6$ jam, $R_4 = 8$ jam, $R_5 = 10$ jam dan $R_6 = 12$ jam. Seluruh perlakuan diulang sebanyak 3 kali pada masing-masing kelompok sehingga jumlah unit pengamatan sebanyak 72 unit. Hasil analisis keragaman yang menunjukkan pengaruh nyata atau sangat nyata akan diuji lanjut dengan BNJ 5% atau 1%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Selulosa Dari *Pod Husk* Kakao Rendemen



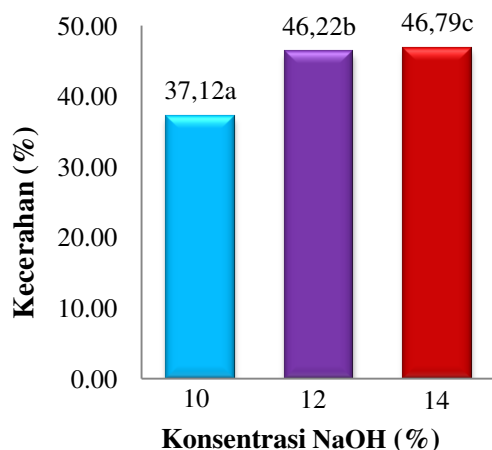
Gambar 1. Rendemen selulosa pada berbagai konsentrasi NaOH.

Rendemen selulosa hasil ekstraksi selulosa menggunakan NaOH (10%, 12% dan 14%) yang dilanjutkan dengan proses pemutihan (*bleaching*) menggunakan Na-hipoklorid 5% dan Na-bisulfit 6% menghasilkan rendemen berkisar antara 27,57 – 29,14%, dengan rendemen rata-rata sebesar 28,43%. Rendemen selulosa yang paling tinggi sebesar 29,14% yang diperoleh dari hasil ekstraksi selulosa menggunakan NaOH 10%. Sedangkan rendemen selulosa yang terendah yaitu 27,57% yang diperoleh dari hasil ekstraksi selulosa menggunakan NaOH 14%.

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa rendemen selulosa pada konsentrasi NaOH 10% meningkat kemudian menurun pada konsentrasi NaOH 12% dan konsentrasi NaOH 14%. Menurunnya rendemen selulosa tersebut diduga akibat bertambahnya konsentrasi NaOH yang digunakan dalam mengekstraksi bubuk *pod husk* kakao yang mengakibatkan rusaknya komponen hemiselulosa dan lignin. Dimana kerusakan yang terjadi pada komponen hemiselulosa dan lignin dapat berpengaruh terhadap produksi selulosa yang dihasilkan. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian

yang dilakukan oleh Zou dan Zhang, (2000) yang mengemukakan bahwa ekstraksi selulosa menggunakan NaOH sangat berpengaruh terhadap rendemen, penggunaan NaOH dengan konsentrasi lebih dari 17% akan menyebabkan degradasi terhadap selulosa, sehingga menyebabkan turunnya kadar selulosa yang diperoleh pada hasil ekstraksi.

Kecerahan

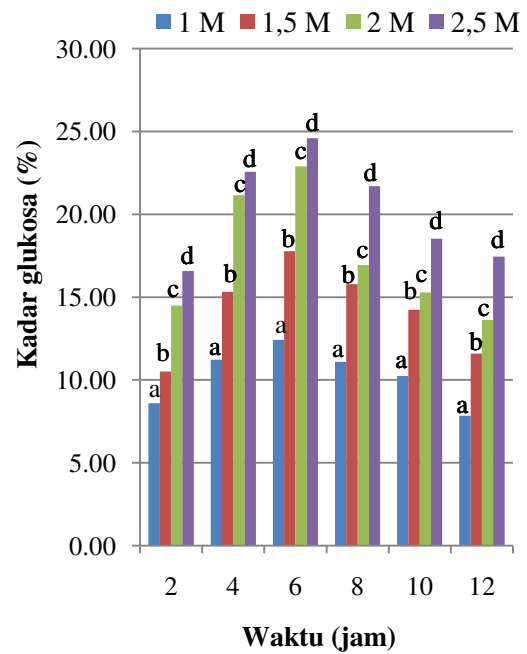


Gambar 2. Kecerahan selulosa pada berbagai konsentrasi NaOH.

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa kecerahan selulosa hasil ekstraksi pada berbagai konsentrasi NaOH menghasilkan kecerahan berkisar antara 37,12 - 46,79% dengan kecerahan rata-rata sebesar 43,38%. Kecerahan selulosa tertinggi sebesar 46,79% yang diperoleh dari hasil ekstraksi selulosa menggunakan NaOH 14%. Sedangkan kecerahan selulosa yang terendah yaitu 37,12% yang diperoleh dari hasil ekstraksi selulosa menggunakan NaOH 10%. Kecerahan tersebut juga memberi indikasi tingkat kemurnian hasil ekstraksi karna terpisahnya komponen selain selulosa yaitu lignin dan hemiselulosa (Hutomo, 2012). Selanjutnya Widyani (2002) menegaskan bahwa perendaman tepung kulit kakao dalam NaOCl 5% yang dimasak selama ±1 jam pada suhu 70°C akan melarutkan lignin sehingga mampu menurunkan kandungan lignin bahan sebesar 13,68%. NaOCl mengandung ion-ion hipoklorit yang

mampu memecah ikatan karbon dan struktur lignin.

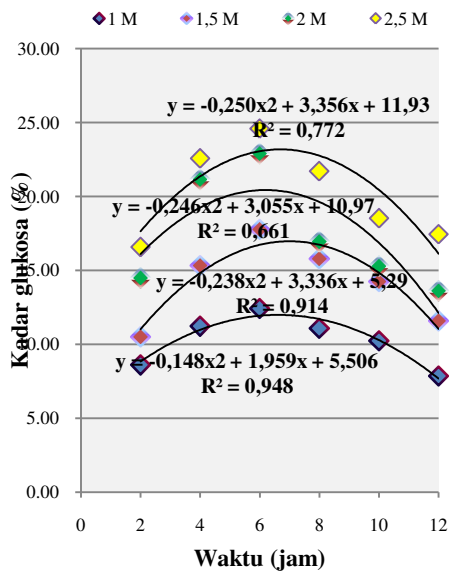
Hidrolisis Selulosa Dari *Pod Husk* Kakao Produksi Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa *Pod Husk* Kakao Dari Berbagai Konsentrasi Asam Sulfat



Gambar 3. Kadar glukosa *pod husk* kakao hasil hidrolisis menggunakan berbagai konsentrasi H₂SO₄ selama 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 jam.

Hidrolisis selulosa *pod husk* kakao selama 6 jam waktu reaksi menggunakan H₂SO₄ dari berbagai konsentrasi menghasilkan kadar glukosa berkisar 12,42–24,58% di mana waktu tersebut menghasilkan kadar glukosa tertinggi (Gambar 3) dibanding produksi glukosa sebelum dan setelah 6 jam berlangsungnya hidrolisis pada berbagai konsentrasi asam sulfat yang digunakan. Berdasarkan hasil penelitian Hua *et al* (2010) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam sulfat dan semakin tinggi suhu yang digunakan namun waktu reaksi hidrolisis semakingsingkat mampu menghasilkan gula khususnya xilosa maksimum sebanyak 160 g/l di mana konsentrasi asam sulfat yang digunakan adalah 6,2% pada suhu 95°C selama 50 menit.

Kadar Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa *Pod Husk* Kakao Menggunakan Berbagai Konsentrasi Asam Sulfat (H₂SO₄)



Gambar 4. Kadar glukosa hasil hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan berbagai konsentrasi H₂SO₄ selama 2 hingga 12 jam.

Berdasarkan persamaan regresi Gambar 4 tampak bahwa peningkatan konsentrasi asam sulfat menyebabkan peningkatan kadar glukosa hasil hidrolisis hingga pada titik optimum tertentu yang bervariasi pada masing-masing konsentrasi katalisator kimiawi tersebut.

Konsentrasi asam sulfat 1 M. Berdasarkan persamaan regresi pada reaksi hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan asam sulfat 1 M menunjukkan bahwa titik optimum hidrolisis terjadi pada jam ke 6,61 dengan kadar glukosa yang dihasilkan sebesar 11,99% di mana korelasinya sebesar 94,8%. Hasil penelitian Idral *et al*, (2012) memperoleh waktu hidrolisis yang baik adalah 120 menit karena jika waktu hidrolisis terlalu lama maka glukosa akan terdegradasi dan bereaksi lebih lanjut membentuk asam formiat, sehingga menyebabkan kadar glukosa menurun.

Menurut Balat (2011), pada proses hidrolisis H₂SO₄ akan bereaksi membentuk gugus H⁺ dan SO₄⁻. Gugus H⁺ memecah ikatan glikosidik pada selulosa maupun

hemiselulosa, sehingga akan terbentuk monomer-monomer gula sederhana. Monomer yang dihasilkan masih dalam gugus radikal bebas, tapi dengan adanya OH dari air akan berikatan dengan gugus radikal membentuk gugus glukosa. Pada proses ini air berfungsi sebagai penstabil gugus radikal bebas. Semakin banyak air yang terkandung dalam larutan asam, maka semakin banyak pula molekul yang menstabilkan gugus radikal sehingga glukosa yang terbentuk akan semakin banyak. Demikian sebaliknya, semakin tinggi konsentrasi asam sulfat maka semakin sedikit kandungan air di dalam larutan tersebut, yang mengakibatkan glukosa yang terbentuk juga akan semakin sedikit.

Konsentrasi H₂SO₄ 1,5 M. Hasil hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan asam sulfat konsentrasi 1,5 M berdasarkan persamaan regresinya Gambar 4 menunjukkan bahwa kadar glukosa maksimum sebesar 16,98% pada titik optimum jam ke 7,01 dengan nilai korelasi 91,46%. Persentase hasil hidrolisis akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi katalisator kimia yang digunakan di mana semakin tinggi konsentrasi katalis maka semakin tinggi kadar glukosa yang dihasilkan namun waktu optimum hidrolisis relatif semakin bertambah.

Hasil penelitian Ferrer *et al* (2013) pada hidrolisis selulosa tandan sawit kosong menunjukkan hubungan linier antara kadar glukosa (3,13g/l) dengan konsentrasi asam sulfat (0,1%), lama waktu hidrolisis (15 menit) dan suhu berlangsungnya hidrolisis (190°C). Sebaliknya, di dalam penelitian ini telah menunjukkan hubungan kuadratik antara konsentrasi asam sulfat dengan kadar glukosa hasil hidrolisis selulosa *pod husk* kakao.

Konsentrasi H₂SO₄ 2 M. Pada konsentrasi H₂SO₄ 2 M yang digunakan dalam reaksi hidrolisis selulosa *pod husk* kakao selama 2 hingga 12 jam pada suhu 85°C menghasilkan kadar glukosa maksimum yang lebih tinggi dibanding konsentrasi 1M dan 1,5 M yakni sebanyak 20,43% pada titik optimum 6,19 jam

berlangsungnya hidrolisis dengan korelasi senilai 66,06%. Peningkatan kadar glukosa hasil hidrolisis selulosa *pod husk* kakao yang menggunakan H₂SO₄ 2 M relatif memiliki kecenderungan persentase kenaikan yang sama yakni kurang lebih 3,5 hingga 5% dari konsentrasi 1 M ke 1,5 M kemudian 2 M.

Hasil penelitian Tursiloadi *et al*, (2009) menggunakan H₂SO₄ konsentrasi 0,25 M hingga 1,5 M untuk hidrolisis serat batang pisang pada suhu 85 dan 100°C selama 270 menit menunjukkan hubungan linier atau berbanding lurus antara konsentrasi H₂SO₄ dengan banyaknya gula yang dihasilkan. Pengaruh hasil hidrolisis yang berbeda diduga akibat perbedaan konsentrasi asam sulfat dan waktu hidrolisis yang digunakan serta jenis biomassa sebagai sumber selulosa yang akan menghasilkan glukosa.

Konsentrasi H₂SO₄ 2,5 M. Hasil hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan H₂SO₄ 2,5 M Gambar 4. juga menunjukkan peningkatan kadar glukosa sebagaimana hasil hidrolisis menggunakan konsentrasi H₂SO₄ lainnya yakni 1 hingga 2 M. Kadar glukosa hasil hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan H₂SO₄ 2,5 M sebesar 23,17% pada titik optimum 6,70 jam dengan nilai korelasi antara waktu hidrolisis dengan produksi glukosa sebesar 77,22%.

Hasil penelitian Rahman *et al* (2006) menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi H₂SO₄ pada hidrolisis serat tandan buah kelapa sawit kosong menggunakan konsentrasi 6% pada suhu 120°C dengan lama reaksi 15 menit menghasilkan glukosa maksimum 2,34 g/l. Selanjutnya dikemukakan pula bahwa peningkatan konsentrasi katalis kimia dapat mengakibatkan penurunan efisiensi reaksi. Kesimpulan penelitian tersebut adalah terjadinya penurunan produksi glukosa yang disebabkan oleh peningkatan konsentrasi H₂SO₄ dan penambahan waktu reaksi hidrolisis.

Laju Kerusakan Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa *Pod husk* Kakao Setelah Waktu Optimum 6 Jam Reaksi pada Berbagai Konsentrasi H₂SO₄

Konsentrasi H₂SO₄ 1 M. Produksi glukosa hasil hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan H₂SO₄ konsentrasi 1 M

mengalami penurunan setelah 6,61 jam reaksi. Kurva penurunan glukosa pada 8, 10 dan 12 jam setelah reaksi hidrolisis tersebut disajikan pada Gambar 4. Berdasarkan persamaan reaksi pada kurva tersebut maka diperoleh persamaan untuk menghitung laju kerusakan glukosa hasil hidrolisis yakni :

$$X = (Y - 1,9602)/(-0,2964)$$

Dari persamaan tersebut dapat diketahui laju penurunan (minus) produksi glukosa pada 8, 10 dan 12 jam berlangsungnya reaksi hidrolisis selulosa *pod husk* kakao berturut-turut adalah 0,78 g/ml/jam; 0,63 g/ml/jam dan 0,53 g/ml/jam. Menurut Vo *et al* (2014) bahwa waktu hidrolisis mempengaruhi kadar glukosa di mana waktu hidrolisis yang relative lama dapat berakibat rusaknya glukosa karena terhidrolisis menjadi hidroksi metal furfural kemudian bereaksi lebih lanjut membentuk asam formiat sehingga menurunkan kadar glukosa.

Konsentrasi H₂SO₄ 1,5 M. Penggunaan H₂SO₄ konsentrasi 1,5 M menyebabkan penurunan kadar glukosa setelah 6 jam hidrolisis sebagaimana kadar glukosa yang dihasilkan pada konsentrasi 1 M. Kurva penurunan glukosa pada 8, 10 dan 12 jam setelah reaksi hidrolisis tersebut disajikan Gambar 4. Berdasarkan persamaan reaksi pada kurva tersebut maka diperoleh persamaan untuk menghitung laju kerusakan glukosa hasil hidrolisis yakni :

$$X = (Y - 3,336)/(-0,4762)$$

Laju kerusakan glukosa pada 8, 10 dan 12 jam berlangsungnya reaksi hidrolisis selulosa *pod husk* kakao yang menggunakan H₂SO₄ 1,5 berturut-turut adalah (minus) 0,83 g/ml/jam; 0,67g/ml/jam dan 0,56 g/ml/jam. Pola laju kerusakan glukosa hasil hidrolisis *pod husk* kakao menggunakan H₂SO₄ konsentrasi 1 M dan 1,5 M cenderung sama yakni merupakan fungsi waktu meskipun perubahan glukosanya relatif kecil. Idral *et al* (2012) mengemukakan bahwa waktu hidrolisis mempengaruhi kadar gula reduksi. Hasil

penelitiannya membuktikan bahwa waktu hidrolisis ampas sagu selama 120 menit dalam asam sulfat menghasilkan kadar glukosa tertinggi.

Konsentrasi H_2SO_4 2 M. Peningkatan konsentrasi H_2SO_4 menjadi 2 M dalam hidrolisis *pod husk* kakao diduga mengakibatkan kerusakan pada kadar glukosa sehingga terjadi penurunan hasil hidrolisis setelah 6 jam reaksi seperti halnya pada penggunaan konsentrasi H_2SO_4 1M dan 1,5 M. Kurva penurunan glukosa pada 8, 10 dan 12 jam setelah reaksi hidrolisis tersebut disajikan Gambar 4. Berdasarkan persamaan reaksi pada kurva tersebut maka diperoleh persamaan untuk menghitung laju kerusakan glukosa hasil hidrolisis yakni :

$$X = (Y - 3.0556)/(-0,4934)$$

Laju kerusakan glukosa pada 8, 10 dan 12 jam berlangsungnya reaksi hidrolisis selulosa *pod husk* kakao yang menggunakan H_2SO_4 2 M berturut-turut adalah (minus) 0,73 g/ml/jam; 0,59 g/ml/jam dan 0,49 g/ml/jam. Menurut Osvaldo *et al* (2012) mengemukakan bahwa kelemahan dari hidrolisis asam encer dengan rentang konsentrasi 2-5% adalah degradasi gula hasil reaksi hidrolisis dan pembentukan produk samping yang tidak diinginkan karena dapat mengurangi hasil panen glukosa.

Konsentrasi H_2SO_4 2,5 M. Konsentrasi H_2SO_4 tertinggi yang digunakan dalam hidrolisis selulosa *pod husk* kakao adalah konsentrasi 2,5 M di mana hasil hidrolisisnya menunjukkan penurunan kadar glukosa tertinggi dibanding konsentrasi lainnya. Kurva penurunan glukosa pada 8, 10 dan 12 jam setelah 6 jam reaksi hidrolisis disajikan pada Gambar 17. Laju kerusakan glukosa sebagai produk hidrolisis selulosa *pod husk kakao* menggunakan H_2SO_4 konsentrasi 2,5M menunjukkan bahwa bertambahnya waktu reaksi dapat mengakibatkan kerusakan glukosa semakin besar, yang dihitung melalui persamaan :

$$X = (Y - 3,3527)/(-0,5006)$$

Laju penurunan kadar glukosa pada 8, 10 dan 12 jam setelah reaksi hidrolisis selulosa dari *pod husk* kakao berturut-turut adalah (minus) 0,78 g/ml/jam; 0,63 g/ml/jam dan 0,53 g/ml/jam. Semakin tinggi konsentrasi H_2SO_4 yang digunakan dalam hidrolisis selulosa dan semakin lama waktu reaksi maka semakin besar laju kerusakan glukosa sebagai produk hidrolisis. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan beberapa peneliti terdahulu bahwa penurunan glukosa sebagai akibat bertambahnya konsentrasi katalis, suhu dan lama reaksi hidrolisis berlangsung disebabkan terjadinya konversi glukosa menjadi asam levulinat dan asam formiat melalui pembentukan senyawa 5 hidroksi metil furfural (Chimentão *et al*, 2014; Hernandez *et al*, 2013; Yoon *et al*, 2014).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa: Konsentrasi NaOH 12% merupakan konsentrasi yang lebih baik dalam ekstraksi selulosa dari *pod husk* kakao khususnya pada rendemen dan kecerahan selulosa, hubungan linear antara konsentrasi asam sulfat dengan kadar glukosa terjadi pada jam ke 6 hingga ke 7 berlangsungnya proses hidrolisis selulosa *pod husk* kakao dan Laju kerusakan glukosa hasil hidrolisis mengalami peningkatan sejalan dengan bertambahnya waktu hidrolisis setelah mencapai titik optimum.

Saran

Hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan H_2SO_4 sebaiknya tidak lebih dari 7 jam karena katalis asam tersebut bersifat merusak kadar glukosa yang dihasilkan. Perlu dilakukan penelitian hidrolisis menggunakan bahan baku selulosa yang lain dengan menggunakan katalis asam.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyantono, A.D., Fardiaz, N.L., Puspitasari, Sendarwati, & Budiyanto, S. 1989. *Analisis Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Aziz A.A., M. Husin, and A. Mokhtar. 2002. *Preparation of cellulose from oil palm empty fruit bunches via ethanol digestion: effect of acid and alkali catalysts*. Journal of Oil Palm Research 14 (1) : 9-14.
- Balat, M. 2011. *Production of bioethanol from lignocellulosic materials via the biochemical pathway: A review*. Energi conservation and management, 858-875.
- Cai Hao, X., Bin Yu, X., and Li Yan, Zhong. 2006. *Optimization of The Medium for The Production of Cellulose by The Mutant Trichoderma reseei WX-112 Using Response Surface Methodology*, Food Technol. Biotechnol., 44(1), 89-94.
- Chimentão, R.J., E. Lorente, F. G. Guirado, F. Medina and F. López. 2014. *Hydrolysis of dilute acid-pretreated cellulose under mild hydrothermal conditions*. Carbohydrate Polymers 111: 116–124.
- Ferrer, A., A. Requejo, A. Rodríguez and L. Jiménez. 2013. *Influence of temperature, time, liquid/solid ratio and sulfuric acid concentration on the hydrolysis of palm empty fruit bunches*. Bioresource Technology 129: 506–511.
- Goenadi. H.D., B. Baon, Herman dan A. Purwoto. 2005. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kakao di Indonesia*. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Hartanti, S., S. Rohmah dan Tamtarini. 2003. *Kombinasi Penambahan CMC dan Dekstrin pada Pengolahan Bubuk Buah Mangga dengan Pengeringan Surya*. Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan PATPI Juli. Yogyakarta.
- Hernández, E., A. García, M. López, J. Pulsc, J.C. Parajó and C. Martín. 2013. *Dilute sulphuric acid pretreatment and enzymatic hydrolysis of Moringa oleifera empty pods*. Industrial Crops and Products 44: 227– 231.
- Hua, R., L. Lin, T. Liu and S. Liu. 2010. *Dilute sulfuric acid hydrolysis of sugar maple wood extract at atmospheric pressure*. Bioresource Technology 101: 3586–3594.
- Hutomo. G.S. 2012. *Sintesis dan Karakterisasi Turunan Selulosa dari Pod Husk Kakao (Theobroma cacao L.)*. Disertasi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Idral, D.D.M., E. Salim dan Mardiah. 2012. *Pembuatan bioetanol dari ampas sagu dengan proses hidrolisis asam dan menggunakan Saccharomyces cereviceae*. Jurnal Kimia Unand 1(1): 34-39.
- Kamara, D.S., S.D., Rachman dan S., Gaffar. 2006. *Degradasi Enzimatik Selulosa dari Batang Pohon Pisang untuk Produksi Enzim Selulase dari Kapang Trichoderma viride*. Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjajaran. Bandung.
- Mosier N, C. Wyman, B. Dale, R. Elande, Y.Y. Lee, M. Holtzapple, and M. Ladisch. 2005. *Featur of Promising Technology For Pretreatment of Lignoslulosis Biomass*. Bioresource 96 (6): 673-686.
- Oswaldo, Z. S., P. Putra dan S.M. Faizal. 2012. *Pengaruh Konsentrasi Asam Dan Waktu Pada Proses Hidrolisis Dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol Dari Alang-Alang*. Jurnal Teknik Kimia 2 (18): 52-62.
- Rahman, S.H.A., J.P. Choudhury and A.L. Ahmad. 2006. *Production of xylose from oil palm empty fruit bunch fiber using sulfuric acid*. Biochemical Engineering Journal 30: 97–103.
- Rosell, C.M., E. Santos and C. Collar. 2009. *Physico-chemical Properties of Commercial Fibers from Different Sources: A Comparative Approach*. Food Research International, 42:176-184.
- Suparjo, K. G., E.B. Wiryawan, Laconi dan D. Mangunwidjaja. 2011. *Performa kambing yang diberi kulit buah kakao terfermentasi*. Media Peternakan: 35-41.