

## HIDROLISIS SELULOSADARI BAHAN *POD HUSK* KAKAO MENGUNAKAN ASAM KLOORIDA

### Hydrolysis of Cellulose from Cacao Pod Husk Using Hydrochloric Acid

Rizal<sup>1)</sup>, Gatot siswo Hutomo<sup>2)</sup>, Abdul Rahim<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu.  
E-mail : rizal.ichal84@yahoo.co.id

<sup>2)</sup>Staf Dosen Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu.

#### ABSTRACT

The aims of this experiment were to obtain the best concentration of HCl and the optimum length of boiling time in producing liquid sugar from cacao pod husk. Analysis of data of extracted cellulose (Phase I) used completely randomized design (CRD), which consisted of 3 NaOH concentrations tested namely : 10%, 12% and 14%. Each treatment was replicated 4 times, and therefore there were 12 experimental units used. Analysis of variance showing significant or highly significant effects were subsequently analysed by HSD at 5% or 1%, respectively. Experimental design used in the hydrolysis of cellulose (Phase II) was randomized block design (RBD) with four levels of hydrochloric acid (HCl) tested, namely: K<sub>1</sub> = 1%; K<sub>2</sub> = 1.5%; K<sub>3</sub> = 2% and K<sub>4</sub> = 2.5%. Treatments were grouped based on the length of pod husk cellulose hydrolysis time in hydrochloric acid solution, namely R<sub>1</sub> = 2 hours, R<sub>2</sub> = 4 hours, R<sub>3</sub> = 6 hours, R<sub>4</sub> = 8 hours, R<sub>5</sub> = 10 hours and R<sub>6</sub> = 12 hours. Each treatment was replicated three times in each group, and therefore there were 72 experimental units observed. Analysis of variance showing significant or highly significant effects were subsequently analysed by HSD at 5% or 1%, respectively. The best NaOH concentration was obtained at 12% and the optimum length of boiling time was 8 hours.

**Key Words:** Cacao pod husk, cellulose, Hydrochloric acid.

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi HCl dan lama perebusan dalam pembuatan gula cair dari *pod husk* kakao. Selanjutnya, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber ilmu pengetahuan dalam pengembangan teknologi pengolahan pada kulit kakao. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu, yang dilaksanakan pada bulan Juni sampai Agustus 2014. 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 Klorida (HCl) yaitu : K<sub>1</sub> = 1%, K<sub>2</sub> = 1,5%, K<sub>3</sub> = 2% dan K<sub>4</sub> = 2,5%. Adapun pengelompokan perlakuan tersebut berdasarkan lama waktu hidrolisis selulosa *pod husk* kakao dalam larutan asam klorida yaitu: R<sub>1</sub> = 2 jam, R<sub>2</sub> = 4 jam, R<sub>3</sub> = 6 jam, R<sub>4</sub> = 8 jam, R<sub>5</sub> = 10 jam, dan R<sub>6</sub> = 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 BNJ 1%. Konsentrasi yang terbaik pada titik 12%. Titik optimum pada lama perebusan yaitu 8 jam.

**Kata Kunci :** Asam Klorida, Pod husk kakao, hidroksida.

## PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya produksi kakao baik karena pertambahan luas areal pertanaman maupun yang disebabkan oleh peningkatan produksi persatuan luas, akan meningkatkan jumlah limbah buah kakao. Limbah padat perkebunan digolongkan menjadi dua, yaitu golongan limbah yang kaya akan selulosa misalnya jerami dan limbah dari tebu. Golongan yang lain ialah limbah yang kaya akan tepung dan gula, misalnya limbah dari ketela pohon, bit gula, pisang, jeruk dan kopi. Selain contoh limbah di atas masih ada limbah lainnya yang belum terpublikasi atau bahkan terinventarisasikan, misalnya limbah dari karet, coklat, kelapa, kapas, kelapa sawit dan masih banyak lagi.

Limbah organik merupakan cadangan utama senyawa karbon di dunia, yang sifatnya "renewable" sehingga tidak akan habis. Menurut data produksi buah kakao pada tahun 2009 yang mencapai 849.875 ton, maka limbah pod kakao yang dihasilkan sebesar 637,4 ribu ton. Apabila limbah pod kakao ini tidak ditangani secara serius maka akan menimbulkan masalah lingkungan, kulit kakao salah satunya banyak mengandung 32-45% serat kasar yang berupa lignin dan selulosa. Selulosa merupakan polisakarida yang jika terhidrolisis akan menghasilkan monomer glukosa dan beberapa selobiosa. Sifat dari selulosa ini yaitu tidak larut didalam air dan sangat mudah menyerap air. Hal ini sangat berpeluang besar supaya kulit buah kakao ini bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan glukosa. Selama ini limbah kulit kakao hanya digunakan sebagai pakan ternak saja tanpa ada pemanfaatan lebih lanjut.

Pemanfaatan kulit buah kakao sebagai pakan ternak dan pupuk dirasa masih kurang efektif dalam memanfaatkan kulit buah kakao. Dilihat dari kandungan kimianya, kulit buah kakao mengandung pektin 18%, tanin 2%, katekin 0,01%, dan antosianin 1,04% (Rachmawan, 2005). Kulit buah kakao merupakan salah satu

limbah hasil perkebunan yang dapat dijadikan bahan pakan alternatif untuk ternak ruminansia. Kandungan lignin yang tinggi dan protein yang rendah merupakan kendala utama pemanfaatan bahan ini sebagai pakan.

Sirup glukosa dikenal juga dengan nama glukosa konfektioner atau glukosa cair. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya pengaruh limbah kakao pada penelitian ini akan diuji pembuatan gula cair dari kulit kakao dengan menggunakan larutan asam klorida.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi HCl dan lama perebusan dalam pembuatan gula cair dari kulit kakao.

## METODE PENELITIAN

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

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yakni pisau, ember besar, ayakan, *blender*, penjepit, sendok, kertas, panci, talang, mesin penggilingan, kompor gas. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisis adalah timbangan analitik, reprotor meter, hot plate, magnetik stirrer, erlenmeyer, gelas kimia, gelas ukur, tabung reaksi, pipet tetes, termometer, sentrifuge, batang pengaduk, labu ukur, labu semprot, caawan, *beaker glass*, condensor reflux, minolta colorimeter.

Bahan utama penelitian yaitu kulit buah kakao diambil dari Desa Dolo Kabupaten Sigi Biromaru. Zat kimia yang digunakan adalah larutan Sodium hidroksida (NaOH), Hipoklorit (NaOCl), Natrium bisulfit (NaHSO<sub>3</sub>). Sedangkan bahan untuk analisis diantaranya selulosa, asam klorida (HCl), aquades dan air bersih.

### **Pelaksanaan Penelitian**

***Pengolahan Kulit Kakao Menjadi Tepung.*** Sebelum dilakukan isolasi selulosa, buah kakao dibelah dan dibuang bagian biji

dan pulpnya. Kulit kakao bagian luar (*Pod Husk Kakao*) dirajang menggunakan alat perajang (*Plicer*) dengan ketebalan 1-2 cm. Hasil rajangan kemudian dikeringkan menggunakan alat pengering (Kabinet Drier) dengan suhu 70°C selama 24 jam, rajangan kering tersebut mempunyai kadar air 8–10%. Selanjutnya rajangan kering tersebut digiling halus menggunakan alat penggiling dan diayak dengan ayakan ukuran 60 mesh. Proses pembuatan bubuk *pod husk* kakao.

**Isolasi Selulosa.** Setelah dilakukan pengecilan kulit kakao dengan ukuran 60 mesh. Selanjutnya kulit kakao yang sudah dihaluskan ditimbang sebanyak 100gr, lalu dimasukkan kedalam *Erlenmeyer* dengan kapasitas 2000 ml kemudian dimasukkan larutan NaOH dengan konsentrasi 12% selanjutnya dimasak di dalam panci selama 3 jam pada suhu 100°C. Setelah dimasak, dilanjutkan dengan pencucian menggunakan air bersih sebanyak 10 kali untuk menghilangkan sisa larutan NaOH.

**Pemutihan Selulosa (Bleaching).** Selulosa yang sudah melalui pencucian di masukkan kedalam *Erlenmeyer* ditambahkan larutan NaOCl 5% lalu dimasak selama satu jam dengan suhu 70°C, kemudian dilakukan pencucian menggunakan air bersih sebanyak 6 kali hingga larutan NaOCl hilang.

*Bleaching* selanjutnya menggunakan larutan Na-bisulfit 3% sebanyak 250 ml (50 ml 3% Na-bisulfit per 5g bubuk kulit kakao) dan ditambahkan aquades 250 ml dan dipanaskan pada suhu 60°C selama 3 jam. Kemudian dilakukan dekantasi dan pencucian sebanyak 10 kali untuk menghilangkan sisa Na-bisulfit dan disaring.

**Hidrolisis Selulosa Menggunakan HCl.** Selulosa yang telah melalui pemutihan dan pengeringan, selulosa dihaluskan 80 mesh. Lalu dilakukan ekstraksi dengan menggunakan asam klorida (HCl) dengan konsentrasi 1%, 1,5%, 2% dan 2,5% lalu dimasak didalam *Erlenmeyer* dengan waktu yang berbeda yaitu 4, 8, 12, dan 16 jam. Kemudian hasil hidrolisis diuji untuk

mengetahui kadar gulanya yang terkandung dalam selulosa kulit kakao dengan menggunakan *Reprator*. Bagan alir proses pembuatan gula cair dari *pod husk* kakao dengan menggunakan larutan asam klorida.

### Variabel Penelitian

**Rendemen Selulosa.** Rendemen selulosa sebagai hasil isolasi dihitung berdasarkan rasio antara berat selulosa hasil isolasi dengan bubuk kulit kakao yang digunakan. Perhitungan rendemen selulosa yang dihasilkan didasarkan pada rumus:

**Kadar Gula (AOAC, 1990).** Penentuan kadar gula yaitu dibuat larutan standar dengan konsentrasi 0, 10, 20, 30, 40, 60 dan 70 ppm. Masing-masing larutan glukosa standar tersebut dipipet 2 ml lalu dimasukkan kedalam tabung reaksi. Ditambahkan 1 ml larutan fenol 5% kemudian digocok. Lalu ditambahkan 5 mL asam klorida kemudian diamkan selama 10 menit, dikocok kemudian ditempat dalam penangans air selama 15 menit. Ukur absorbansinya pada panjang gelombang 490 nm. Selnjutnya tentukan nilai hubungan persamaan antara konsentrasi larutan glukosa standar dengan absorbansi.

Penetapa sampel dilakukan dengan cara timbang  $\pm 5$  g dilarutkan kedalam aquades 100 mL, aduk dengan pengaduk magnetik stirrer pada kecepatan 300 rpm selama 30 menit. Disentrifugasi pada kecepatan 3.000 selama 15 menit, lalu didekantasi. Filtrat yang diperoleh ditentukan absorbansinya seperti pada penetapan kurva standar. Kadar glukosa ditentukan dengan membandingkan hasil pengukuran absorbansi sampel dengan kurva standar.

**Analisis Kecerahan selulosa (Rosel et al., 2009).** Sample diukur menggunakan alat Minolta Colorimeter (Chromameter CR-400/410), Konica Minolta Japan. Standarisasi menggunakan plat putih untuk kalibrasi ( $L = 96,9$ ,  $a = -0,04$  dan  $b = 1,84$ ). Sampel diukur untuk memperoleh nilai  $L$ ,  $a$  dan  $b$ . Derajat Kecerahan dinyatakan sebagai nilai  $L$ .

**Analisis Laju Kerusakan Glukosa.** Melalui proses hidrolisis selulosa dari *pod*

*husk* kakao menggunakan HCl dengan konsentrasi 1; 1,5; 2; dan 2,5% selama 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 jam pemasakan pada suhu 85°C akan didapatkan titik optimum glukosa dimana kerusakan glukosa terjadi saat pemasakan melewati batas optimum. Kerusakan glukosa akan diketahui setelah dilakukan pengamatan tiap-tiap 2 jam menggunakan *refractometer* untuk mengetahui kadar glukosa yang terkandung pada setiap waktu hidrolisis. Pengukuran destruksi glukosa dilakukan untuk mengetahui laju kerusakan gula yang terjadi selama hidrolisis selulosa dalam berbagai konsentrasi HCl membentuk glukosa.

**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 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 Klorida (HCl) yaitu :  $K_1 = 1\%$ ,  $K_2 = 1,5\%$ ,  $K_3 = 2\%$  dan  $K_4 = 2,5\%$ . Adapun pengelompokan perlakuan tersebut berdasarkan lama waktu hidrolisis selulosa *pod husk* kakao dalam larutan asam klorida 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 pengaruhnya nyata atau sangat nyata akan diuji lanjut dengan BNJ 5% atau BNJ 1%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

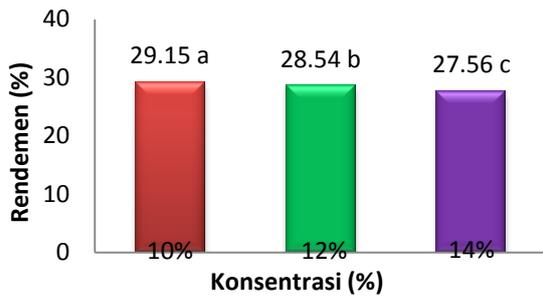
**Rendeman.** Rendemen selulosa adalah persentase selulosa yang dihasilkan terhadap bahan baku awal (kulit kakao) yang digunakan. Rendemen selulosa yang dihasilkan

pada isolasi selulosa menggunakan NaOH (10%, 12% dan 14%) yang dilanjutkan dengan proses pemutihan (*bleaching*) menggunakan Na-hipoklorid 6% dan Na-bisulfit 6% menghasilkan rendemen antara 27,52 – 29,19%, dengan rendemen rata-rata sebesar 28,42%. Rendemen selulosa yang paling tinggi sebesar 29,19% diperoleh dari hasil ekstraksi dengan menggunakan NaOH 10%. Rendemen selulosa yang terendah yaitu 27,52% diperoleh dari hasil ekstraksi dengan menggunakan NaOH 14%.

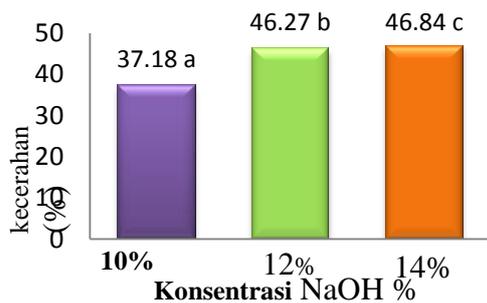
Hasil analisis sidik ragam terhadap rendemen menunjukkan bahwa perlakuan bahan baku (B), konsentrasi NaOH dan interaksi antara perlakuan bahan baku (B) dan NaOH ekstraksi (P) berpengaruh sangat nyata ( $P = 0,01$ ) terhadap rendemen selulosa yang dihasilkan. menunjukkan bahwa rendemen selulosa menggunakan konsentrasi NaOH 10% lebih tinggi dibandingkan dengan rendemen selulosa yang menggunakan konsentrasi NaOH 12% dan 14%. Rendemen selulosa hasil ekstraksi menggunakan NaOH pada berbagai konsentrasi disajikan pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi NaOH yang digunakan dalam ekstraksi bubuk kulit buah kakao menyebabkan penurunan rendemen selulosa secara signifikan. Berkurangnya rendemen selulosa tersebut diduga akibat tidak bertambahnya jumlah biomas bubuk kulit kakao yang diekstrak mengakibatkan rusaknya komponen ekstrak khususnya komponen yang mempunyai kelarutan tinggi terhadap NaOH yaitu hemiselulosa dan lignin. Menurut Isroi (2008) bahwa perbedaan selulosa dengan hemiselulosa yaitu hemiselulosa mempunyai derajat polimerisasi rendah (50-200 unit) dan mudah larut dalam alkali, tetapi sukar larut dalam asam, sedangkan selulosa sebaliknya.

**Kecerahan.** Hasil analisis keragaman terhadap kecerahan selulosa menunjukkan bahwa berbagai konsentrasi NaOH berpengaruh sangat nyata terhadap kecerahan selulosa. Adapun hasil uji BNJ 1% disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Rendemen Selulosa pada Berbagai Konsentrasi Naoh.

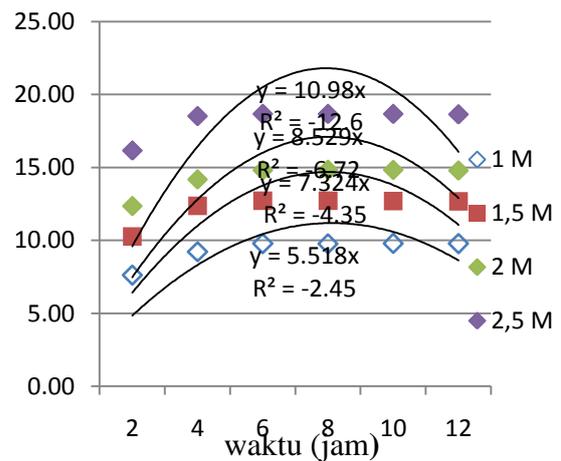


Gambar 2. Kecerahan Selulosa Hasil Ekstraksi *Pod Husk Kakao* pada Berbagai Konsentrasi NaOH.

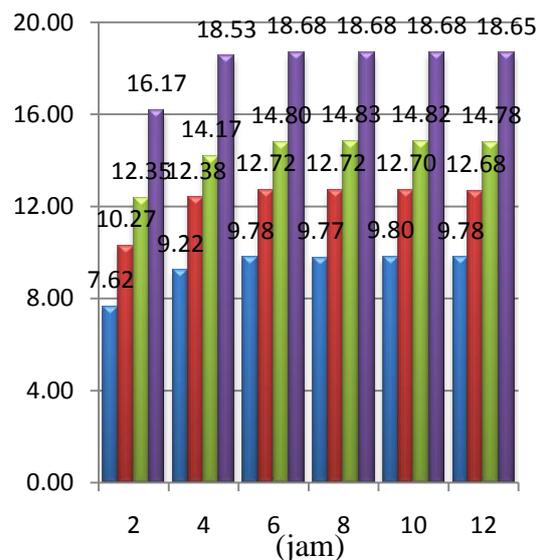
Kecerahan selulosa hasil ekstraksi pada berbagai konsentrasi NaOH (Gambar 2) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan maka semakin cerah selulosa yang dihasilkan. Kecerahan tersebut juga memberi indikasi tingkat kemurnian hasil ekstraksi karna terpisahnya komponen selain selulosa yaitu lignin dan hemiselulosa (Hutomo, 2012).

**Produksi Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa *Pod husk kakao* dari Berbagai Konsentrasi Asam Klorida.** Proses hidrolisis selulosa *pod husk kakao* di dalam penelitian ini menggunakan asam Klorida pada konsentrasi 1 M, 1,5 M, 2 M dan 2,5 M. Penggunaan asam Klorida dengan konsentrasi yang berbeda bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi yang tepat dalam memproduksi kadar glukosa yang tinggi dari substrat *pod husk kakao*. Waktu hidrolisis *pod husk kakao* berlangsung selama 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 jam pada suhu yang dipertahankan 100°C. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa berbagai

konsentrasi asam Klorida berpengaruh sangat nyata terhadap kadar glukosa hasil hidrolisis selulosa *pod husk kakao* selama 12 jam. Hasil uji BNJ 1% terhadap berbagai konsentrasi asam Klorida sebagai perlakuan dan lama waktu berlangsungnya hidrolisis sebagai kelompok perlakuan. Glukosa hasil hidrolisis selulosa *pod husk kakao* menggunakan asam Klorida pada berbagai konsentrasi selama dua (2) hingga 12 jam disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kadar Glukosa Bubuk Kulit Kakao Setelah Dihidrolisis dengan Larutan Asam Klorida (HCl) 1 M; 1,5 M; 2 M dan 2,5 M Selama 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 jam.



Gambar 4. Kadar Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa *Pod Husk Kakao* Selama 2 Hingga 12 Jam Menggunakan Berbagai Konsentrasi.

Hidrolisis selulosa kulit buah kakao selama 10 jam waktu reaksi menggunakan HCl dari berbagai konsentrasi menghasilkan kadar glukosa berkisar 9,80–18,68% dimana waktu tersebut menghasilkan kadar glukosa tertinggi (Gambar 3) dibanding produksi glukosa sebelum dan setelah 10 jam berlangsungnya hidrolisis pada berbagai konsentrasi asam Klorida yang digunakan. Berbagai hasil penelitian penggunaan asam dalam hidrolisis selulosa dari biomas yang berbeda menunjukkan hasil yang juga bervariasi mengenai waktu optimum dan konsentrasi asam yang tepat untuk memperoleh kadar glukosa maksimum. Hasil penelitian Bujang *et al.* (2013) menunjukkan bahwa penggunaan asam Klorida 1% dalam hidrolisis ampas kelapa selama 1 jam pada suhu 105°C menghasilkan glukosa 0,38g/l merupakan hasil optimum dari proses hidrolisis tersebut. Namun berdasarkan hasil penelitian Hua *et al.*

**Kadar Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa *Pod husk* Kakao Menggunakan Berbagai Konsentrasi Asam Klorida (HCL).** Reaksi hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan asam klorida konsentrasi 1,0 M hingga 2,5 M disajikan pada Gambar 4.

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 HCl 1 M.** Reaksi hidrolisis selulosa *pod husk kakao* menggunakan asam Klorida konsentrasi 1 M selama 2 hingga 12 jam pada suhu 100°C menghasilkan kadar glukosa maksimum sebanyak 10,037% pada titik optimum 8,970 jam berlangsungnya hidrolisis. Kurva kadar glukosa hasil hidrolisis selulosa *pod husk kakao* pada konsentrasi asam Klorida 1 M.

Kadar glukosa mengalami peningkatan sejalan dengan bertambahnya waktu hidrolisis hingga pada 8,970 jam waktu reaksi kemudian produksinya mengalami penurunan hingga

akhir waktu reaksi yakni 12 jam hidrolisis (Gambar 4). Hubungan antara lama waktu reaksi hidrolisis dan kadar glukosa yang dihasilkan pada konsentrasi HCL 1 M memiliki korelasi senilai 92,55% ( $R^2=0,9255$ ).

Menurut Idral *et al.* (2012) bahwa 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. Peneliti sebelumnya (Feneiet *et al* dalam Taherzadeh *et al.* 2008) juga mendapatkan waktu hidrolisis optimum selama 120 menit dalam memproduksi glukosa terbanyak. Pada dasarnya prinsip hidrolisis adalah memutuskan rantai polimer bahan menjadi unit-unit monomer yang lebih sederhana dengan bantuan katalis.

**Konsentrasi HCl 1,5 M.** Reaksi hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan asam Klorida konsentrasi 1,5 M selama 2 hingga 12 jam pada suhu 100°C menghasilkan kadar glukosa maksimum sebanyak 13,0442% pada titik optimum 8,6870 jam berlangsungnya hidrolisis. Kurva kadar glukosa hasil hidrolisis selulosa *pod husk* kakao pada konsentrasi asam Klorida 1,5 M.

Berbagai hasil penelitian telah membuktikan bahwa peningkatan konsentrasi larutan katalis akan meningkatkan kadar glukosa hasil hidrolisis hingga pada titik optimum tertentu (Fan *et al.*, 2014; Martin *et al.*, 2015; Wenchao *et al.*, 2015). Selanjutnya dikemukakan pula bahwa reaksi hidrolisis tersebut dipengaruhi oleh suhu, jenis biomass, lama waktu berlangsungnya reaksi, jenis katalis dan metode hidrolisisnya.

**Konsentrasi HCl 2 M.** Konsentrasi HCl 2 M yang digunakan dalam reaksi hidrolisis selulosa *pod husk* kakao selama 2 hingga 12 jam pada suhu 100°C menghasilkan kadar glukosa maksimum yang lebih tinggi dibanding konsentrasi 1 M dan 1,5 M yakni sebanyak 15,1025% pada titik optimum 8,91 jam berlangsungnya hidrolisis. Kurva kadar glukosa hasil hidrolisis selulosa *pod husk* kakao pada konsentrasi asam Klorida 2 M disajikan pada Gambar 4.

Beberapa hasil penelitian hidrolisis selulosa dari berbagai jenis biomas juga membuktikan kenaikan kadar glukosa secara linier maupun kuadrat sebagai fungsi suhu dan lama waktu berlangsungnya hidrolisis. Hasil penelitian Tursiloadi *et al.* (2009) menggunakan HCl 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 HCl dengan banyaknya gula yang dihasilkan. Sebaliknya, penelitian Fatmawati *et al.* (2008) menunjukkan terjadinya kenaikan prosentase kadar gula pereduksi rata-rata sebesar 4-6 mg/g atau sebesar 19,52% dari konsentrasi HCl 0,3% (kadar gula pereduksi 20,03 mg/g) ke konsentrasi 0,6% (kadar gula pereduksi 23,94 mg/g) kemudian sebesar 24,27% dari konsentrasi HCl 0,6% ke konsentrasi HCl 0,9% (kadar gula pereduksi 29,75 mg/g) sebagai produk hidrolisis selulosa batang padi dalam asam Klorida encer (HCl 0,3%; 0,6% dan 0,9%) pada suhu 70, 85 dan 100°C selama 1 jam.

**Konsentrasi HCl 2,5 M.** Hasil hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan HCl 2,5 M menunjukkan peningkatan kadar glukosa sebagaimana hasil hidrolisis menggunakan konsentrasi HCl lainnya yakni 1 hingga 2 M.

Produksi glukosa maksimum juga terjadi pada lama waktu 8 jam berlangsungnya hidrolisis selulosa *pod husk* kakao, di mana waktu tersebut merupakan titik optimum. Kurva hasil hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan HCl 2,5 M disajikan pada Gambar 4.

Kadar glukosa hasil hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan HCl 2,5 M sebesar 23,70% pada titik optimum 8,69 yang berarti mengalami peningkatan relative lebih cepat dibandingkan dengan konsentrasi 1, 1,5, 2 M sebanyak 2,87%. Berdasarkan hasil penelitian Rahman *et al.* (2006), hidrolisis serat tandan buah kelapa sawit kosong menggunakan HCl konsentrasi 6% pada suhu 120°C dengan lama reaksi 15 menit menghasilkan glukosa

maksimum 2,34 g/l. Kesimpulan penelitian tersebut adalah terjadinya penurunan produksi glukosa yang disebabkan oleh peningkatan konsentrasi HCl dan penambahan waktu reaksi hidrolisis. Hal yang sama di dalam penelitian hidrolisis selulosa *pod husk* kakao dengan menggunakan konsentrasi HCl 1 hingga 2,5 M selama 2 hingga 12 jam waktu reaksi.

### **Laju Kerusakan Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa *Pod husk* Kakao Setelah Waktu Optimum 8 Jam Reaksi pada Berbagai Konsentrasi HCl.**

**Konsentrasi 1 M.** Produksi glukosa hasil hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan HCl konsentrasi 1 M mengalami penurunan setelah 8,970 jam reaksi. Kurva penurunan glukosa selama 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 :

$$X = (Y - 0,8181)/(-0,0912)$$

Dari persamaan tersebut dapat diketahui laju penurunan (minus) produksi glukosa selama 12 jam berlangsungnya reaksi hidrolisis selulosa *pod husk* kakao berturut-turut adalah 0,79 g/ml/jam dan 0,66. Terjadinya penurunan hasil hidrolisis tersebut merupakan indikasi laju kerusakan sebagai fungsi dari waktu. Semakin lama reaksi hidrolisis berlangsung maka semakin berkurang kadar glukosa yang dihasilkan sebagai akibat kenaikan laju kerusakan. 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 1,5 M.** Penggunaan HCl konsentrasi 1,5 M menyebabkan penurunan kadar glukosa setelah 10 jam hidrolisis sebagaimana kadar glukosa yang dihasilkan pada konsentrasi 1 M. Kurva penurunan

glukosa pada 12 jam setelah reaksi hidrolisis tersebut. 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 HCL 1,5 berturut-turut adalah (minus) 0,75g/ml/jam dan 0,63g/ml/jam. Pola laju kerusakan glukosa hasil hidrolisis *pod husk* kakao menggunakan HCL 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 Klorida menghasilkan kadar glukosa tertinggi. Selanjutnya dikemukakan pula bahwa jika waktu hidrolisis terlalu lama glukosa akan terhidrolisis menjadi hidroksi metil furfural dan bereaksi lanjut membentuk asam formiat sehingga menyebabkan kadar glukosa menurun.

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

$$X = (Y - 0,9428)/(-0,1058)$$

Laju kerusakan glukosa pada 12 jam berlangsungnya reaksi hidrolisis selulosa *pod husk* kakao yang menggunakan HCl 2 M berturut-turut adalah 0,75 g/ml/jam dan 0,63 g/ml/jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi HCl

yang semakin meningkat menyebabkan penurunan kadar glukosa hasil hidrolisis *pod husk* kakao khususnya setelah 12 jam berlangsungnya reaksi hidrolisis. Penurunan kadar glukosa tersebut juga menunjukkan semakin bertambahnya laju kerusakan produk hidrolisis khususnya glukosa pada penggunaan konsentrasi HCl yang juga semakin bertambah. 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 2,5 M.** Konsentrasi HCl 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 12 jam setelah 10 jam reaksi hidrolisis. Laju kerusakan glukosa sebagai produk hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan HCL konsentrasi 2,5 M menunjukkan bahwa bertambahnya waktu reaksi dapat mengakibatkan kerusakan glukosa semakin besar, yang dihitung melalui persamaan :

$$X = (Y - 0,9117)/(-0,1056)$$

Laju penurunan kadar glukosa pada 12 jam setelah reaksi hidrolisis selulosa dari *pod husk* kakao berturut-turut adalah 0,69 g/ml/jam dan 0,57 g/ml/jam. Hasil tersebut bermakna bahwa kadar glukosa yang semakin rendah diduga akibat semakin meningkatnya laju kerusakan glukosa khususnya setelah 12 jam berlangsungnya hidrolisis. Semakin tinggi konsentrasi HCl 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:

1. Konsentrasi NaOH 12% memberikan rendemen dan selulosa hasil ekstraksi *pod husk* kakao terbaik.
2. Semakin tinggi Konsentrasi asam klorida (HCl) maka semakin tinggi kadar glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis selulosa *pod husk* kakao.
3. Titik optimum produksi glukosa *pod husk* kakao dimulai pada hidrolisis 8,970 jam.
4. Laju kerusakan glukosa hasil hidrolisis mengalami peningkatan sejalan dengan bertambahnya waktu hidrolisis setelah mencapai titik optimum 10 jam meskipun mempunyai penurunan sangat kecil.

### Saran

Hidrolisis selulosa *pod husk* kakao menggunakan HCl sebaiknya tidak lebih dari 8 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

- AOAC, Assn. Of Official Analytical Chemists. 1990. *Official Methods of Analysis Methods*. 985.29.15 Th (Eds). Washington D. C
- Bujang, N., M. Najwa, M. Rodhi, M. Musa, F.Subari, N. Idris, N. Shuhada, M. Makhtar, dan K.H.K. Hamid, 2013. *Effect of dilute Sulfuric Acid Hydrolysis of Coconut Dregs on Chemical dan Thermal Properties*. Procedia Engineering. 68: 372–378.
- Fan, S.P., L.Q. Jiang, C.H. Chia, Z. Fang, S. Zakaria dan K. L. Chee, 2014. *High Yield Production of Sugars From Deproteinated Palm Kernel Cake Under Microwave Irradiation Via Dilute Sulfuric Acid Hydrolysis*. Bioresource Technology. 153: 69–78.
- Fatmawati, A., N. Soeseno, N. Chiptadi dan S. Natalia, 2008. *Hidrolisis Batang Padi dengan Menggunakan Asam Sulfat Encer*. J. Teknik Kimia. Vol. 3(1): 187-191.
- Ferrer, A., A. Requejo, A. Rodríguez dan L. Jiménez., 2013. *Influence of Temperature, Time, Liquid/ Solid Ratio dan Sulfuric Acid Concentration on The Hydrolysis of Palm Empty Fruit Bunches*. Bioresource Technology. 129: 506–511.
- Hernández, E., A. García, M. López, J. Pulsc, J.C. Parajóa dan C. Martín, 2013. *Dilute Sulphuric Acid Pretreatment dan Enzymatic Hydrolysis of Moringa Oleifera Empty Pods*. Industrial Crops dan Products. 44: 227–231.
- Hutomo, G.S., 2012. *Sintesis dan Karakterisasi Turunan Selulosa dari Pod Husk Kakao (Theobroma cacao L.)*. Disertasi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hydrolysis of dilute acid-pretreated cellulose under mildhydrothermal conditions. Carbohydrate Polymers. 111: 116–124.
- Idral, D.D.M., E. Salim dan Mardiah, 2012. *Pembuatan Bioetanol dari Ampas Sagu dengan Proses Hidrolisis Asam dan menggunakan Saccharomyces cereviceae*. J. Kimia Undan. 1(1): 34-39.
- Isroi. 2008. *Produksi Bioethanol Berbahan Baku Biomassa Lignoselulosa : Hidrolisis Asam*. (online) ([http:// isroi.wordpress.com/ 2008/ 11/21/ produksi- bioethanol- berbahan-baku-biomassa- lignoselulosa- hidrolisis/](http://isroi.wordpress.com/2008/11/21/produksi-bioethanol-berbahan-baku-biomassa-lignoselulosa-hidrolisis/) (Diakses pada Tanggal 11 Mei 2011).
- 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*. J. Teknik Kimia. 2 (18): 52-62.
- Rahman, S.H.A., J.P. Choudhury dan 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 dan C. Collar, 2009. *Physico-chemical Properties of Commercial*

- Fibers from Different Sources: A Comparative Approach.* Food Research International. 42:176-184
- Taherzadeh, J. Muhammad dan K. Karimi, 2008. *Pretreatment of Lignocellulosic Waste to Improve Bioethanol dan Biogas Production.* Int. J. Mol. Sci 9: 1621-1651.
- Tursiloadi, S., K. G. Sanjaya dan N. S. Indrasti, 2009. *Model Matematik Proses Hidrolisis Selulosa Batang Pisang Menjadi Glukosa Menggunakan Katalis Asam Cair.* J. Tek. Ind. Pert. Vol. 19(3): 164-169.
- Vo, H. T., V.T. Widyaya, J. Jae, H. S. Kim dan H. Lee, 2014. *Hydrolysis of Ionic cellulose to Glucose.* Bioresource Technology 167: 484-489.
- Yoon, S.Y., S. H. Han dan S.J. Shin, 2014. *The Effect of Hemicelluloses dan Lignin on Acid hydrolysis of Cellulose.* Energy 77:19-24.