Pengaruh Waktu Dan Suhu *Pretreatment* Ampas Tebu Menggunakan Asam Sulfat Encer

[1)]Astri Gusrita, [2)]Komalasari
[1)]Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, [2)] Dosen Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR. Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293
astri.gusrita@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Currently, Indonesian is still relies on non-renewable energy sources (fossil). One of alternative to replace fossil fuel is with bioenergy such as bioethanol. Bioethanol can be produced from lignocellulose biomass such as sugarcane bagasse. Sugarcane bagasse is lignocellulose biomass with 39,26% cellulose, 7,49% hemicellulose, and 23,48% lignin. To take cellulose contained in sugarcane bagasse, a pretreatment process is needed. Pretreatment process is the process of removing lignin from cellulose. The purpose of this study is to determine the optimum conditions of the pretreatment process with time and temperature variation. The stages that carried out in this study are raw material preparation, pretreatment, and analysis. Preparation of raw materials is cutting bagasse up to 0,5 cm and dry it at room temperature. The pretreatment process used acid solvent with low concentrations of H_2SO_4 0,5 M with time variations of 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes, and temperature variations of 60^oC, 80^oC, 100^oC. Pretreatment analysis was performed using the Chesson-Datta method. The optimum pretreatment conditions in this study were at time variation of 60 minutes and temperature of 80^oC, with 62,84% cellulose and 19,88% residual lignin. The temperature used in the pretreatment affects the length of time needed for the process to get optimum results.

Keywords: *cellulose, lignin, pretreatment, sugarcane bagasse*

1. Pendahuluan

Bahan bakar fosil saat ini menjadi sumber utama permintaan energi dunia. Bahan bakar fosil yang merupakan sumber daya alam terbatas pasti akan habis jika digunakan terus menerus. Permasalahan emisi dari bahan bakar fosil memberikan tekanan pada setiap negara untuk memproduksi dan menggunakan energi terbarukan. Oleh karena itu, banyak negara mulai sibuk mencari sumber energi lain yang mampu menggantikan energi yang berasal dari bahan bakar fosil (Hidayat, 2013). Bahan bakar alternatif yang dikembangkan saat ini salah satunya adalah bioetanol yang berasal dari biomassa, seperti ampas tebu.

Biomassa terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selulosa yang terkandung dalam ampas tebu, apabila dihidrolisis akan menghasilkan glukosa. Kemudian dari glukosa difermentasi akan menghasilkan bioetanol, dimana dapat digunakan sebagai bahan bakar. Lignin merupakan pelindung selulosa dan hemiselulosa. Kandungan lignin pada biomassa akan menghambat dan mengganggu proses hidrolisis karena akan menghambat aktivitas enzim di dalam ragi dalam pengkonversian gula sederhana menjadi etanol. Pengurangan kadar lignin di dalam bahan berlignoselulosa dapat dilakukan dengan delignifikasi atau disebut juga *pretreatment*. *Pretreatment* umumnya menggunakan larutan pemasak basa seperti NaOH dan asam seperti H_2SO_4 (Permatasari, dkk, 2014).

Proses *pretreatment* bertujuan untuk menghilangkan lignin, mengurangi kristalinitas selulosa, dan meningkatkan porositas bahan. Proses *pretreatment* sangat berpengaruh terhadap biaya yang harus dikeluarkan pada proses selanjutnya, misalnya penggunaan enzim pada proses sakarifikasi. Proses *pretreatment* yang baik adalah yang dapat mengurangi penggunaan enzim yang harganya mahal (Hermiati, dkk, 2010).

Menurut Hermiati, dkk (2010), adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses *pretreatment* adalah :

1. Jenis bahan pada proses *pretreatment*. Bahan-bahan yang digunakan dalam proses *pretreatment* yaitu asam posfat (H_3PO_4), asam klorida (HCL), asam sulfat (H_2SO_4), dan yang basa seperti natrium hidroksida (NaOH) dan natrium sulfat (Na_2SO_4).
2. Waktu pada proses *pretreatment*. Pada proses *pretreatment* waktu yang digunakan berpengaruh pada hasil *pretreatment*, biasanya digunakan waktu sekitar 1-3 jam.
3. Temperatur yang digunakan pada proses *pretreatment*. Temperatur operasi mempengaruhi kualitas dari produk *pretreatment* yang dihasilkan.

Metode *pretreatment* berdasarkan prinsip teknologinya dapat dibedakan menjadi *pretreatment* fisikia, *pretreatment* kimia, *pretreatment* fisika-kimia, dan *pretreatment* biologi (Hidayat, 2013).

1. *Pretreatment* fisika dapat berupa *milling* (penggilingan), iradiasi, gelombang ultrasonic, dan lainnya.
2. *Pretreatment* kimia dapat berupa asam, basa, oksidatif, organosolv, ozonolysis dan *ionic liquids*.
3. *Pretreatment* fisika kimia dapat berupa *Ammonia Fiber Explosion* (AFEX), *microwave chemical*, *steam explosion*.
4. *Pretreatment* biologi menggunakan mikroorganisme pendegradasi kayu dan zat penyusun lignin, seperti jamur pelapuk putih, jamur pelapuk coklat, serta jamur pelapuk lunak.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa tahapan dalam, yaitu :

2.1 Persiapan Bahan Baku

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu ampas tebu yang berasal dari penjual es tebu yang berada di jalan Soekarno Hatta, Pekanbaru. Ampas tebu diperkecil ukuran menjadi 0,5Cm untuk memperbesar bidang kontak. Ampas tebu yang digunakan dijemur terlebih dahulu dengan tujuan untuk mengurangi kadar air yang terdapat didalam ampas tebu. Proses penjemuran dilakukan dengan metode konvensional, yaitu dengan metode pengeringan memanfaatkan sinar matahari. Pengeringan berfungsi untuk mempermudah proses pemotongan ampas tebu karena telah hilangnya kadar air. Selain itu pengeringan juga berfungsi untuk memperlambat laju kerusakan produk akibat aktivitas biologi seperti mikroorganisme, serta memperpanjang daya simpan biomassa sebelum diolah lebih lanjut.

2.2 Proses *Pretreatment*

Setelah ampas tebu diperkecil ukurannya, dilakukan *pretreatment* kimia menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) 0,5M dengan variabel suhu 60^oC, 80^oC, 100^oC dan variabel waktu 30 menit, 60 menit dan 90 menit. *Pretreatment* kimia bertujuan untuk meningkatkan kadar selulosa, menghilangkan lignin dan hemiselulosa (Hidayat, 2013). Penggunaan asam dengan konsentrasi rendah bertujuan untuk

mencegah agar selulosa tidak terdegradasi dalam proses *pretreatment* (Permatasari, dkk, 2014). Selanjutnya, filtrat yang dihasilkan dari proses *pretreatment* dibuang, dan residu dicuci dengan akuades hangat. Ampas tebu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105 ^{o}C hingga mendapat berat yang konstan.

2.3 Analisa Chesson-Datta

Setelah mendapatkan berat yang konstan, dilakukan pengujian kadar lignin, selulosa dan hemiselulosa menggunakan metode Chesson-Datta.

Kadar *Hot Water Soluble* $= \frac{(a-b)}{a} x\ 100$

Kadar Hemiselulosa $= \frac{(b-c)}{a} x\ 100$

Kadar Selulosa $= \frac{(c-d)}{a} x\ 100$

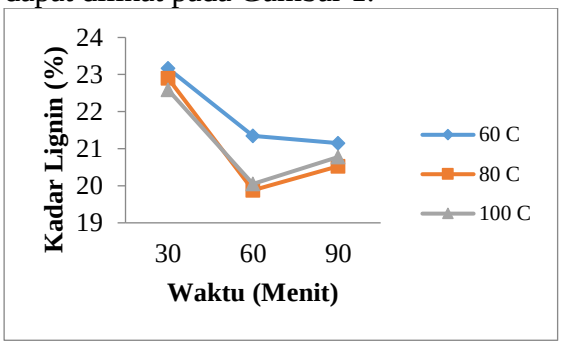
Kadar Lignin $= \frac{(d-e)}{a} x\ 100$

Dimana :
a = Berat sampel (gr)
b = Berat residu penimbangan ke-2 (gr)
c = Berat residu penimbangan ke-3 (gr)
d = Berat residu penimbangan ke-4 (gr)
e = Berat abu (gram)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Waktu dan Suhu *Pretreatment* Terhadap Kadar Lignin

Kadar lignin yang terdapat pada ampas tebu yaitu sebanyak 23,477%. Penurunan kadar lignin terjadi seiring dilakukannya proses *pretreatment*. Kadar lignin terendah setelah melakukan proses *pretreatment* dengan variabel waktu 30 menit terjadi pada suhu *pretreatment* 100^{o}C, dengan kadar lignin sisa 22,589%. Kadar lignin terendah pada variabel waktu 60 menit terjadi pada suhu *pretreatment* 80^{o}C, dengan kadar lignin sisa 19,88%. Kadar lignin terendah pada variabel waktu 90 menit terjadi pada suhu *pretreatment* 80^{o}C, dengan kadar lignin sisa 20,529%. Data penurunan kadar lignin terhadap variabel *pretreatment* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Pengaruh Waktu dan Suhu *Pretreatment* terhadap Kadar Lignin

Dari Gambar 1 diketahui bahwa kadar lignin berkurang seiring bertambahnya waktu *pretreatment* hingga waktu 60 menit. Lamanya waktu proses yang digunakan maka kontak antara ampas tebu dan H_2SO_4 0,5 M pada proses *pretreatment* ini juga semakin lama. Dimana, penggunaan asam akan membuat pH rendah. Rendahnya pH yang digunakan dalam proses, memperbesar daya larut lignin (Permatasari, dkk, 2014). Dengan menggunakan waktu proses yang lama, maka lignin terlarut akan lebih banyak. Namun, pada waktu 90 menit kadar lignin yang didapat lebih tinggi yaitu 20,529% pada suhu 80^{o}C dan 20,779% pada suhu 100^{o}C. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu pemasakan, maka kandungan selulosa menjadi rusak. Struktur selulosa yang mulanya teratur, kemudian terbuka dan molekul selulosa terdispersi secara bebas dalam larutan pemasak. Dengan struktur selulosa yang terdispersi secara bebas kedalam larutan pemasak, selulosa akan ikut terbawa oleh larutan pemasak pada proses penyaringan (Siregar, dkk, 2014). Hal ini dibuktikan dengan kadar lignin yang lebih besar pada sampel dengan waktu pemasakan lebih dari 60 menit dan kadar selulosa yang lebih

rendah pada sampel dengan waktu pemasakan lebih dari 60 menit.

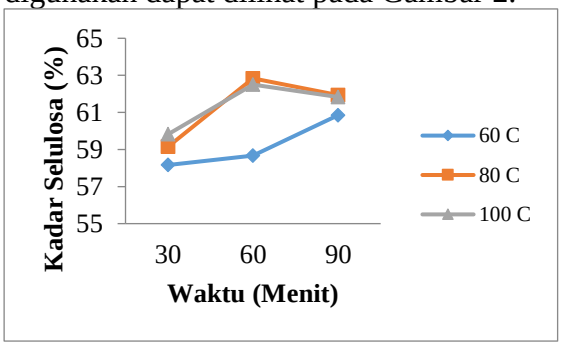
Begitu juga dengan peningkatan suhu, suhu optimum yang didapatkan pada penelitian ini untuk mengurai lignin paling banyak yaitu pada suhu 80^{o}C. Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses *pretreatment*. Suhu yang tinggi (120^{o}C-180^{o}C) membutuhkan waktu yang singkat, sementara untuk suhu yang rendah (30^{o}C-120^{o}C) membutuhkan waktu *pretreatment* yang lebih lama (Hidayat, 2013).

Dari analisa lignin diatas didapatkan bahwa kondisi maksimal *pretreatment* ampas tebu untuk mendapatkan kadar lignin minimal yaitu pada variabel waktu 60 menit dan suhu 80^{o}C, dengan sisa lignin yang terdapat pada ampas tebu sebanyak 19,88%. Menurut penelitian Manzoor, dkk (2012), menggunakan pelarut H_2SO_4 dengan konsentrasi 0,05%-5% dengan beberapa interval waktu, menunjukkan bahwa kadar lignin maksimal yang dapat dihilangkan pada ampas tebu dengan perlakuan 4% pada suhu 121^{o}C selama 180 menit, dimana kadar lignin sisa sebesar 4,40%. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan waktu dan konsentrasi dapat mempengaruhi kehilangan kadar lignin, dimana dengan perlakuan ampas tebu dengan konsentrasi H_2SO_4 rendah membutuhkan jangka waktu yang lebih lama dibandingkan dengan menggunakan pelarut H_2SO_4 berkonsentrasi lebih tinggi.

3.2 Pengaruh Waktu dan Suhu *Pretreatment* Terhadap Kadar Selulosa

Jenis *pretreatment* yang digunakan pada penelitian ini yaitu *pretreatment* asam dengan konsentrasi rendah (H_2SO_4 0,5 M). Penggunaan asam dengan konsentrasi rendah bertujuan untuk mencegah agar selulosa tidak terdegradasi dalam proses *pretreatment* (Permatasari, dkk 2014).

Kadar selulosa yang terdapat pada ampas tebu yaitu sebanyak 39,261%. Peningkatan kadar selulosa terjadi seiring dilakukannya proses *pretreatment*. Kadar selulosa tertinggi setelah melakukan proses *pretreatment* dengan variabel waktu 30 menit terjadi pada suhu *pretreatment* 100^{o}C, dengan kadar selulosa 59,82%. Kadar selulosa tertinggi pada variabel waktu 60 menit terjadi pada suhu *pretreatment* 80^{o}C, dengan kadar selulosa 62,837%. Kadar selulosa tertinggi pada variabel waktu 90 menit terjadi pada suhu *pretreatment* 80^{o}C, dengan kadar selulosa 61,938%. Data peningkatan kadar selulosa terhadap variabel *pretreatment* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pengaruh Waktu dan Suhu *Pretreatment* terhadap Kadar Selulosa

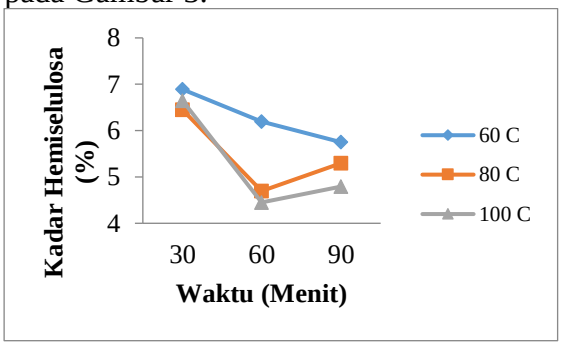
Dari Gambar 2 diketahui bahwa kadar selulosa meningkat seiring dengan bertambahnya waktu *pretreatment* hingga waktu 60 menit pada suhu 80^{o}C, kemudian mengalai penurunan pada waktu 90 menit. Meningkatknya kadar selulosa yang terkandung pada biomassa dikarenakan pada proses *pretreatment* telah mendegradasi lignin, sehingga kadar selulosa meningkat akibat berkurangnya kadar lignin di dalam biomassa (Hidayat, 2013). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Cruz, menunjukkan pada waktu reaksi lebih dari 60 menit, penambahan

waktu reaksi pada suhu tinggi dengan katalis asam dapat menyebabkan degradasi monosakarida menghasilkan furfural, sehingga menghambat proses fermentasi (Cruz, dkk, 2000). Hal ini terjadi karena pada kadar asam sulfat yang tinggi akan membentuk produk samping berupa furfural jika waktu *pretreatment* yang dilakukan lama dan pada suhu tinggi. Furfural yang dihasilkan dapat mengganggu kerja enzim dalam mengubah selulosa menjadi gula sederhana (Mussatto dan Roberto, 2004).

Dari analisa selulosa diatas didapatkan bahwa kondisi maksimal *pretreatment* ampas tebu untuk mendapatkan kadar selulosa optimal yaitu pada variabel waktu 60 menit dan suhu 80^{o}C, dengan jumlah selulosa yang terdapat pada ampas tebu sebanyak 62,837%. Menurut penelitian Wardani dan Indah (2015), *pretreatment* ampas tebu dengan pelarut H_2SO_4 dengan konsentrasi 0,75% dan lama waktu pemanasan selama 45 menit, menghasilkan kadar glukosa sebesar 51,17%. Hal ini menunjukkan bahwa *pretreatment* dengan konsentrasi yang lebih tinggi dan waktu proses yang lebih lama akan menghasikan kadar selulosa yang lebih banyak.

3.3 Pengaruh Waktu dan Suhu *Pretreatment* Terhadap Kadar Hemiselulosa

Kadar hemiselulosa yang terdapat pada ampas tebu yaitu sebanyak 7,493%. Kadar hemiselulosa terendah setelah melakukan proses *pretreatment* dengan variabel waktu 30 menit terjadi pada suhu *pretreatment* 80^{o}C, dengan kadar hemiselulosa sisa 6,45%. Kadar hemiselulosa terendah pada variabel waktu 60 menit terjadi pada suhu *pretreatment* 100^{o}C, dengan kadar hemiselulosa sisa 4,45%. Kadar hemiselulosa terendah pada variabel waktu 90 menit terjadi pada suhu *pretreatment* 100^{o}C, dengan kadar hemiselulosa sisa 4,795%. Data penurunan kadar hemiselulosa terhadap variabel *pretreatment* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Pengaruh Waktu dan Suhu *Pretreatment* terhadap Kadar Hemiselulosa

Menurunnya kadar hemiselulosa yang dihasilkan dari proses *pretreatment* terjadi akibat pengaruh asam yang digunakan. Asam yang digunakan bukan hanya dapat melarutkan hemiselulosa, tetapi juga dapat mengkonversi hemiselulosa yang terlarut menjadi gula. Metode ini dapat mengurangi pemakaian hemiselulosa selama proses hidrolisis secara enzimatik (Hidayat, 2013).

Kadar hemiselulosa cenderung menurun pada semua variabel dari sebelum dilakukan *pretreatment*. Hal ini dapat disimpulkan bahwa proses *pretreatment* pada dasarnya menyebabkan selulosa yang merupakan target utama proses hidrolisis menjadi mudah diakses (Harmsen, dkk, 2010). Penurunan kadar hemiselulosa mengindikasikan bahwa *pretreatment* yang dilakukan pada ampas tebu tidak hanya mendegradasi lignin, tetapi juga depolimerisasi hemiselulosa (Saha, dkk, 2005). Hal ini disebabkan hemiselulosa adalah senyawa karbohidrat penyusun sel bahan berlignoselulosa tetapi dengan derajat polimerisasi yang lebih rendah dari selulosa. Akibatnya, hemiselulosa rentan terhadap suhu tinggi,

asam, dan basa, dibandingkan dengan selulosa (Prentti, 2006).

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah :

1. Semakin tinggi suhu *pretreatment* kadar selulosa meningkat dari 39,261% menjadi 62,837% diikuti dengan menurunnya kadar lignin dari 23,477% menjadi 19,880% pada ampas tebu sampai pada suhu 80^{o}C.
2. Semakin lama waktu *pretreatment* kadar selulosa meningkat dari 39,261% menjadi 62,837% diikuti dengan menurunnya kadar lignin dari 23,477% menjadi 19,880% pada ampas tebu sampai pada waktu 60 menit.

Daftar Pustaka

Cruz, J.M., Dominguez, J.M., Dominguez, H., dan Parajo, J.C. 2000. Preparation Of Fermentation Media From Agricultural Wastes and Their Bioconversion Into Xylitol. *Food Biotechnology*. Vol 14.

Harmsen, P.F.H., Huijgen W.J.J., Lopez, L.M.B, dan Bakker, R.R.C. 2010. Literature Review Of Physical And Chemical Pretreatment Processes For Lignocellulosic Biomass. Energy Research Center Of The Netherlands.

Hidayat, M.R. 2013. Teknologi Pretreatment Bahan Lignoselulosa Dalam Proses Produksi Bioetanol. *Biopropal Industri*. Vol 4. No 1.

Hermiati, E., Djumali, M., Titi, C.S., Ono, S., dan Bambang, P. 2010. Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Lintang Pertanian*. Vol 29. No 4.

Manzoor, A., Khokhar, Z.U., Hussain, A., Uzma, Ahmad, S.A., Syed, Q.A., dan Baig, S. 2012. Dilute Sulfuric Acid: A Cheap Acid For Optimization Of Bagasse Pretreatment. *Sci. Int. (Lahore)*. Vol 24. No 1.

Mussatto, S.I, dan Roberto, I.C. 2004. Alternatives For Detoxification Of Diluted-Acid Lignocellulosic Hydrolyzates For Use In Fermentative Processes: a review. *Bioresour Technol*. Vol 93. No 1.

Permatasari, H.R., Fakhili, G., dan Bety, L. 2014. Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 dan NaOH terhadap Delignifikasi Serbuk Bambu (*Gigantochloa apus*). *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia*. Vol 1. No 2.

Prentti, O. 2006. *Wood Structure And Properties*. New York – London – Toronto: Trans Technical Publication.

Saha, B.C., Hen, L.B., Cotta, M.A., dan Wu, Y.V. 2005. Dilute Acid Pretreatment, Enzymatic Saccharification And Fermentation Of Rise Hulls To Ethanol. *Biotechnology Progress*. Vol 21. No 3.

Siregar, M.R., Yusuf, H., dan Wahyunanto, A.N. 2014. Pengaruh Konsentrasi NaOH Dalam Lama Waktu Pemanasan Microwave Dalam Proses Pretreatment Terhadap Kadar Lignoselulosa *Chlorella vulgaris*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol 15. No 2.

Wardani, A.K., dan Indah, K. 2015. Pretreatment Ampas Tebu (*Saccharum oficinarum*) Sebagai Bahan Baku Bioetanol Generasi Kedua. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. Vol 3. No 4.