
Proses Delignifikasi Kandungan Lignoselulosa Serbuk Bambu Betung dengan Variasi NaOH dan Tekanan

Indri Asiani Larasati*, Bambang Dwi Argo, La Choviya Hawa

Jurusan Keteknikaan Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya Jl.

Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: hsbindri@gmail.com

ABSTRAK

Bioetanol merupakan senyawa alkohol yang diperoleh melalui proses fermentasi dengan bantuan mikroorganisme. Proses pembuatan bioetanol ini melalui beberapa tahapan yaitu proses *pretreatment*, proses hidrolisis, proses fermentasi, dan proses distilasi. Proses *pretreatment* merupakan proses yang penting dalam pembuatan bioetanol dikarenakan proses ini menjadi tolak ukur dari proses selanjutnya. Bioetanol dapat dibuat dari bahan-bahan yang mengandung gula. Salah satunya adalah tanaman bambu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi NaOH dan tekanan terhadap kandungan lignoselulosa serbuk bambu betung. Proses delignifikasi pada penelitian bambu betung ini menggunakan NaOH sebagai alkali dan pemanasan bertekanan menggunakan *autoclave* dengan tekanan *absolute* 3 bar, 3.5 bar, dan 4 bar. Adapun kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin kontrol (*non-treatment*) adalah 10,81%, 45,02% dan 28,35%. Setelah dilakukannya *pretreatment* diketahui bahwa terjadi penurunan kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin yaitu pada perlakuan tekanan *absolute* 3 bar dan konsentrasi NaOH 1,5M kandungan hemiselulosa terendah adalah 2,96%, kandungan lignin terendah adalah 3,71% dan kandungan selulosa terendah yaitu 18,38%. Untuk kandungan selulosa tertinggi adalah pada perlakuan tekanan *absolute* 4 bar dan konsentrasi NaOH 1,5M yaitu 30,52%.

Kata kunci: Bambu betung, Bioetanol, Delignifikasi, NaOH, Tekanan

Delignification Process of Lignocellulose Content of Betung Bamboo Powder with NaOH and Pressure Variations

ABSTRACT

Bioethanol is an alcohol compound obtained through a fermentation process using microorganisms. The process of bioethanol making includes some process there are pretreatment process, hydrolysis process, fermentation process, and distillation process. Pretreatment process is an important process in making bioethanol, it is because in this process will be the benchmark of the next process. Bioethanol was made from materials that consist of sugar. The aims of this research are to discover the effect of NaOH concentration and pressure variation on the delignification of lignocellulose content of betung bamboo powder. The pretreatment process in this research using NaOH as the alkaline and using autoclave for heating with 3 bar, 3.5 bar, and 4 bar of absolute pressure. The content of hemicellulose, cellulose and lignin control (*non-treatment*) was 10.81%, 45.02% and 28.35%. After the pretreatment it was found that there was a decrease of hemicellulose, cellulose and lignin content in the treatment at 3 bar of absolute pressure and the concentration of NaOH 1.5M. The lowest hemicellulose content was 2.96%, the lowest lignin content was 3.71% and the lowest cellulose content was 18.38 %. For the highest content of cellulose is at 4 bar of absolute pressure and 1,5M NaOH concentration that is 30,52%

Keywords : Betung Bamboo, Bioethanol, Delignification, NaOH, Pressure

PENDAHULUAN

Bioetanol merupakan senyawa alkohol yang diperoleh lewat proses fermentasi biomassa dengan bantuan mikroorganisme (Sukmawati, 2009). Pembuatan bioetanol memerlukan bahan-bahan berlignoselulosa. Untuk menjadikan bahan-bahan lignoselulosa tersebut menjadi etanol melalui empat proses utama: *pretreatment*, hidrolisis, fermentasi kemudian pemurnian atau distilasi (Mosier *et al.*, 2005). Bahan-bahan lignoselulosa pada umumnya terdiri dari selulosa, lignin, dan hemiselulosa. Selulosa secara alami diikat oleh hemiselulosa dan dilindungi oleh lignin. Adanya senyawa pengikat lignin inilah yang menyebabkan bahan-bahan lignoselulosa sulit untuk dihidrolisa (Iranmahboob *et al.*, 2002). Rusaknya struktur kristal selulosa akan mempermudah terurainya selulosa menjadi glukosa (Osvaldo *et al.*, 2012). Oleh karena itu, proses *pretreatment* merupakan tahapan proses yang dapat mempengaruhi perolehan yield etanol.

Proses *pretreatment* dapat dilakukan secara fisik, fisik-kimiawi, kimiawi dan enzimatik (Mosier *et al.*, 2005). Walaupun banyak metode *pretreatment* untuk bahan-bahan berlignoselulosa, *pretreatment* asam dan enzimatik merupakan dua metode yang banyak digunakan khususnya dari limbah pertanian dan potongan-potongan kayu (Mussatto dan Roberto, 2004). Namun, proses *pretreatment* enzimatik memiliki tingkat kerumitan dan harga yang lebih ditinggi dibandingkan dengan proses *pretreatment* secara asam. Konsentrasi asam dan suhu reaksi merupakan variabel penting yang dapat mempengaruhi terbentuknya senyawa-senyawa yang bersifat racun. Suhu yang digunakan adalah suhu moderat (<160°C). Suhu yang lebih tinggi akan mempermudah dekomposisi gula sederhana dan senyawa lignin (Mussatto dan Robert, 2004).

Selain itu, *pretreatment* juga dapat dilakukan dengan menggunakan pemanasan bertekanan. Tetapi, masih sedikit penelitian yang menggunakan pemanasan bertekanan pada proses *pretreatment* bioetanol. Pemanasan bertekanan biasanya digunakan pada proses hidrolisa. Tekanan yang digunakan juga beragam. Pada penelitian Lavarack dkk. (2002) berbahan baku bagas menggunakan oven mendapatkan kondisi minimum pada suhu maksimal 160°C dan tekanan 2-3bar dengan waktu 3-4jam. Sedangkan menggunakan *autoclave* dengan tekanan 1-1,5 bar dengan suhu 121-126°C dengan waktu 180, 200, 220 dan 240 menit. Dari perlakuan ini dapat diketahui bahwa semakin lama proses dilakukan maka semakin besar perolehan yield glukosa yaitu 18,741%. Namun, terdapat beberapa hasil yang menunjukkan penurunan yield glukosa. Sedangkan pada penelitian Orchidea dkk. (2010), berbahan baku basa dengan tekanan 10 bar dan suhu 155°C selama 5, 15, 30 dan 45 menit. Memberikan yield glukosa maksimum yaitu 59,1378 g glukosa/ g bagas. Salah satu bahan yang mengandung lignoselulosa adalah bambu betung.

Bambu betung biasanya digunakan untuk konstruksi bangunan, perabot rumah tangga sampai menjadi karya seni. Selain itu, beberapa jenis bambu dapat digunakan menjadi tanaman hias. Bambu tergolong ke dalam hasil hutan non kayu yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti kayu (Nadeak, 2009). Kadar selulosa pada bambu berkisar antara 73.3%-83.8% (Fatriasari, 2006). Hal ini menunjukkan bahwa bambu memiliki potensi untuk menjadi bahan baku bioetanol. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tekanan dan konsentrasi NaOH terhadap kandungan Lignoselulosa, dan mengetahui perbedaan kandungan Lignoselulosa antara *control* dan sample hasil *pretreatment*.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah bambu betung yang diambil dari Desa Sanankerto, Turen, Malang. Bahan yang digunakan adalah NaOH teknis, berbentuk Kristal sebagai

bahan *pretreatment*, H_2SO_4 sebagai bahan uji lignoselulosa, H_2O sebagai bahan uji lignoselulosa dan aquades sebagai bahan pelarut, dan bahan untuk mencuci sampel. Peralatan yang digunakan : *autoclave* sebagai alat pemberi tekanan dan panas pada sampel, *disk Mill* sebagai alat penghalus bahan uji, pengering tipe rak sebagai alat untuk mengeringkan bahan, ayakan sebagai alat untuk memisahkan partikel yang besar dan kecil sehingga didapatkan ukuran yang diinginkan (60 Mesh), timbangan analitik sebagai alat untuk mengukur berat, *water Bath* sebagai alat untuk merefluks volume pencampuran sampel dengan H_2O , oven sebagai alat untuk mengeringkan sampel, gelas *beaker* sebagai wadah untuk membuat larutan, wadah untuk mencampur, memanaskan sampel.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dengan analisis data secara deskriptif. Faktor yang digunakan ada dua, yaitu variasi tekanan pada *pretreatment* dan konsentrasi Natrium Hidroksida (NaOH) yang digunakan pada saat *pretreatment* Alkali. Adapun variasi tekanan adalah 2 bar ($120,21^\circ\text{C}$), 2,5 bar ($127,41^\circ\text{C}$) dan 3 bar ($133,52^\circ\text{C}$). Tekanan yang digunakan adalah tekanan *gauge* karena besarnya tekanan tidak dipengaruhi oleh tekanan atmosfer. Sedangkan untuk variasi konsentrasi NaOH adalah 0.5M (Y1), 1M (Y2), dan 1,5M (Y3), sehingga pada penelitian ini terdapat 9 kombinasi. Persiapan Sebelum melakukan proses *pretreatment*, seluruh alat-alat yang akan digunakan harus dipastikan dalam keadaan steril dengan melakukan pencucian menggunakan sabun dan dibilas dengan air bersih. Kemudian alat-alat tersebut dikeringkan dan dilap menggunakan *tissue*. Alat-alat yang mengandung komponen listrik tidak perlu dicuci, melainkan dibersihkan dengan menggunakan *tissue* atau kain pembersih. Alat-alat yang menggunakan komponen sensor seperti pH meter, dan timbangan analitik dikalibrasi terlebih dahulu sebelum pemakaian. Kemudian bambu betung yang digunakan sebagai bahan baku, terlebih dahulu dipotong kecil-kecil berukuran kurang lebih 2cm lalu dikeringkan dibawah menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 4 jam dan diukur kadar airnya. Setelah itu, bambu betung yang akan digunakan sebagai bahan baku digiling menggunakan *disk mill* untuk memperkecil ukuran agar lebih mudah untuk diproses. Hasil gilingan bambu betung kemudian digiling kembali menggunakan *blender* dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh agar ukuran bubuk bambu betung seragam atau sama.

Proses Pre-treatment

Setelah melakukan persiapan bahan baku, serbuk bambu betung yang berukuran 60 mesh ditimbang sebanyak 50 gram, dicampurkan dengan larutan NaOH pada konsentrasi 0.5M, 1M, dan 1,5M dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga larut. Perbandingan bahan dengan larutan adalah 1:5. Sampel berupa campuran bubuk bambu betung dan larutan NaOH kemudian direndam dalam *autoclave* dengan variasi tekanan 2 bar ($120,21^\circ\text{C}$), 2,5 bar ($127,41^\circ\text{C}$) dan 3 bar ($133,52^\circ\text{C}$). Untuk waktu yang diberikan bergantung kepada lamanya *autoclave* dapat mencapai tekanan yang diinginkan, kemudian ditunggu selama 5 menit, dan jangan pastikan tekanan konstan.

Setelah selesai, campuran serbuk bambu betung dan larutan NaOH dibiarkan hingga dingin dan dilakukan penyaringan menggunakan akuades dan disaring dengan kain saring. Sebelum dikeringkan menggunakan oven, ukur terlebih dahulu berat dari bambu betung setelah dilakukannya pencucian dan penyaringan. Kemudian, bambu betung dikeringkan menggunakan oven menggunakan suhu 105°C selama 4 jam dan diukur kadar air. Setelah itu, bubuk bambu betung ditimbang sebanyak 20 gram, dan dilakukan pengujian kadar lignoselulosa.

Analisis Data

Pada penelitian ini dilakukan analisis kadar lignoselulosa pada bubuk bambu betung tanpa dan dengan *pretreatment* alkali. Uji yang akan dilakukan pada bubuk bambu betung dengan *pretreatment*

adalah uji lignoselulosa dengan menggunakan metode *chesson* dan pengukuran kadar air. Hasil dari analisis kadar lignoselulosa *control* dengan *pretreatment alkali* dan tekanan nantinya akan dibandingkan untuk menemukan kandungan lignoselulosa yang terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu *Pre-treatment*

Waktu *pre-treatment* diukur untuk mengetahui lama waktu pemanasan pada proses *pre-treatment* dengan menggunakan *autoclave* yang dikombinasikan dengan perlakuan alkali pada masing-masing variasi konsentrasi NaOH dan tekanan. Adapun waktu yang dicapai pada penelitian ini terhitung mulai dari sampel dimasukkan kedalam *autoclave* sampai dengan penahan waktu selama 5 menit pada saat tekanan mencapai nilai yang diinginkan. Pengukuran waktu pada penelitian ini menggunakan *stopwatch*. Waktu yang dicapai untuk setiap perlakuan ditunjukkan pada **Tabel 1**.

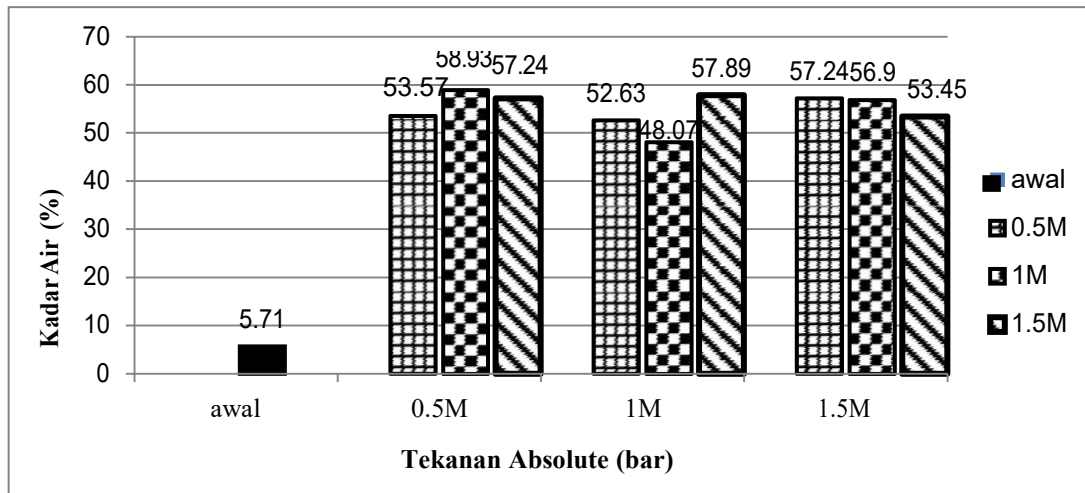
Tabel 1 Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu penelitian

<i>Absolute</i> (bar)	Konsentrasi (M)	Suhu (°C)	Waktu (menit)
3	0,5	121	42
	1	121	41
	1,5	121	39
3,5	0,5	130	56
	1	130	52
	1,5	130	50
4	0,5	140	79
	1	140	74

Tabel 1 menunjukkan bahwa waktu yang dicapai pada setiap tekanan yang diberikan semakin meningkat. Hal tersebut disebabkan karena suhu akan meningkat apabila tekanan dinaikkan. Semakin tinggi suhu, maka waktu yang dicapai juga akan semakin lama. Menurut Handoko (2007), apabila tekanan diperkecil, maka waktu yang dicapai akan lebih cepat. Penurunan tekanan juga akan menyebabkan kondisi wadah yang mendekati 0 atm, sehingga mempercepat waktu penguapan pelarut. Tekanan *absolut* merupakan tekanan yang dipengaruhi oleh besarnya tekanan atmosfer. Sedangkan pada penelitian ini tekanan yang digunakan merupakan tekanan *gauge* atau tekanan vakum dimana tekanan tersebut tidak dipengaruhi oleh besarnya tekanan atmosfer. Perbedaan suhu ini kemungkinan terjadi dikarenakan masih adanya udara yang bercampur dengan uap air dalam *autoclave* pada proses perendaman berlangsung. Sesuai dengan Hukum tekanan parsial Dalton, bahwa tekanan total campuran uap air dan udara akan sama dengan jumlah tekanan individunya. Dengan demikian, semakin banyak terdapat udara, maka tekanan parsial uap air akan semakin rendah sehingga akan menurunkan keseluruhan temperatur campuran.

Analisis Data Kadar Air

Hasil perhitungan kadar air basis basah dari bambu betung sebesar 5,714%. Nilai kadar air ini sudah mendekati nilai kadar air basis basah penelitian yang dilakukan oleh Ardhyananta, *et al* (2012), yang mendapatkan kadar air dari bambu betung sebesar 5,98%. Adapun hasil dari perhitungan perhitungan kadar air dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kadar air pada serbuk bambu betung

Pada Gambar 1 dapat terlihat terjadi kenaikan kadar air setiap sampel *pre-treatment* terhadap kadar air awal bahan. Dan hasil kadar air yang didapatkan pada setiap sampelnya juga beragam yang disebabkan oleh massa dari setiap sampelnya berbeda-beda. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa terjadi kenaikan kadar air yang cukup signifikan pada setiap sampel perlakuan. Hal ini dikarenakan pada proses *pre-treatment*, pemberian tekanan menjadi salah satu penyebab tingginya kadar air yang dihasilkan. Menurut Handoko (2007), kenaikan tekanan dalam wadah akan menurunkan laju penguapan dari bahan.

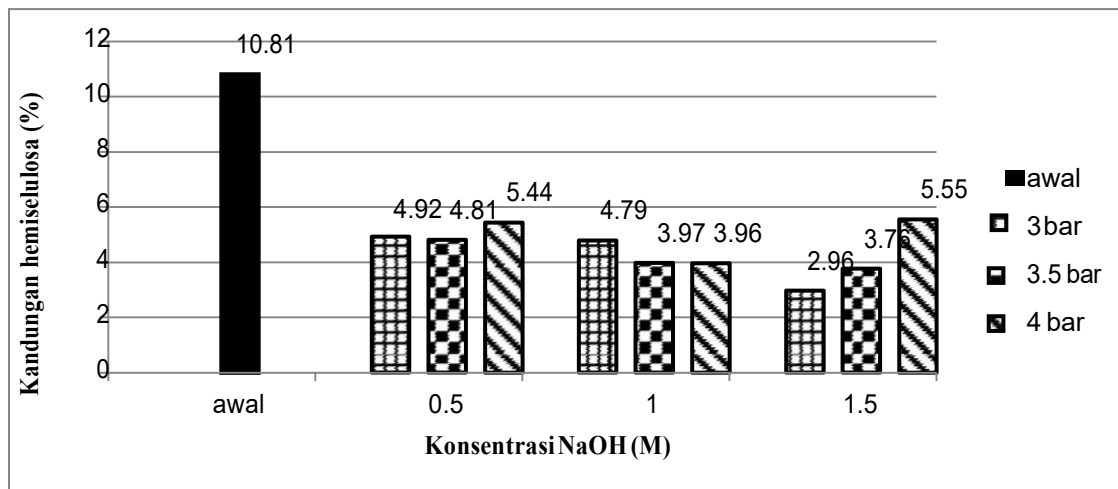
Faktor lain yang mempengaruhi pengeringan ini adalah waktu yang diberikan pada proses pengeringan tergolong cepat, dikarenakan hasil akhir dari proses *pre-treatment* pada penelitian ini adalah berbentuk pasta dan memiliki kadar air yang cukup tinggi. Sehingga diperlukan waktu yang lebih lama untuk menghilangkan kadar air bahan tersebut.

Analisis Kandungan Lignoselulosa

Penelitian ini bersifat deskriptif dimana, tidak adanya pengulangan perlakuan, sehingga terdapat 9 buah sampel serbuk bambu betung yang diberikan perlakuan tekanan dan variasi konsentrasi NaOH. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kandungan lignoselulosa (hemiselulosa, selulosa dan lignin) pada setiap sampel. Adapun metode yang digunakan adalah metode *chesson-datta*.

Pengaruh Pretreatment terhadap Kandungan Hemiselulosa

Hasil pengujian kandungan hemiselulosa pada serbuk bambu betung ditunjukkan oleh Gambar 2 dengan kontrol yang merupakan serbuk bambu betung tanpa dilakukannya perendaman menggunakan larutan NaOH.



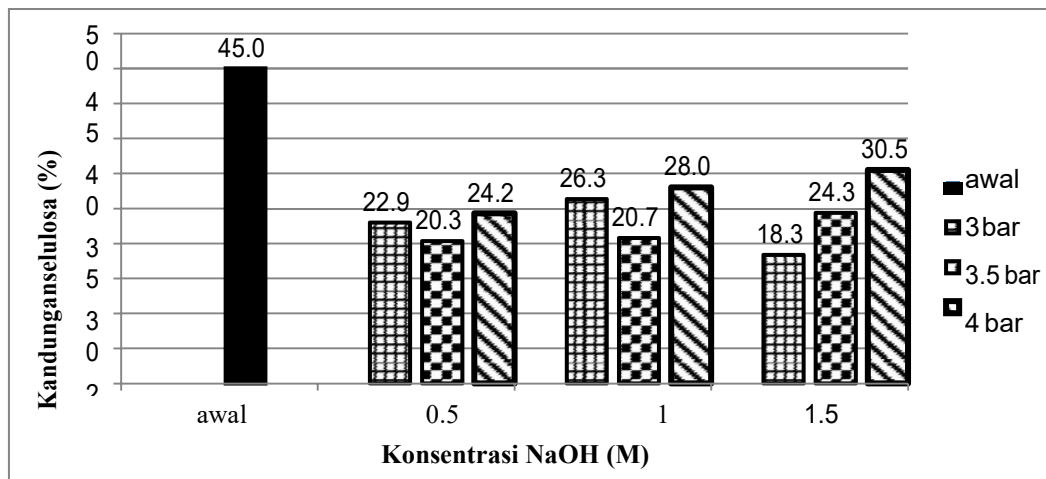
Gambar 2. Hasil analisis kandungan hemiselulosa pada serbuk bambu betung

Gambar 2 menunjukkan adanya penurunan kandungan hemiselulosa dari sampel kontrol. Dimana kandungan hemiselulosa pada sampel kontrol adalah 10,81%. Sampel setelah *pre-treatment* yang mengalami penurunan kandungan hemiselulosa terendah yakni pada perlakuan tekanan 3 bar dan konsentrasi NaOH 1,5M yaitu 2,96%. Dan sampel yang mengalami kenaikan kandungan hemiselulosa tertinggi yakni pada perlakuan tekanan 4 bar dan konsentrasi NaOH 1,5M yaitu 5,55%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *treatment* menggunakan tekanan dan variasi konsentrasi NaOH dapat mempengaruhi penurunan kandungan hemiselulosa pada bahan.

Adapun penurunan kandungan tersebut mengindikasikan bahwa perlakuan delignifikasi yang diterapkan pada penelitian ini, tidak hanya menyebabkan degradasi lignin, tetapi depolimerisasi hemiselulosa juga (Saha et al., 2005). Hal ini disebabkan hemiselulosa merupakan senyawa karbohidrat penyusun sel bahan berlignoselulosa tetapi dengan derajat polimerisasi yang lebih rendah daripada selulosa. Akibatnya hemiselulosa sangat rentan terhadap suhu tinggi, asam dan basa dibandingkan selulosa (Agustini, 2012). Penurunan kadar hemiselulosa ini disebabkan juga karena strukturnya yang sebagian besar bersifat lunak (amorf), sehingga sensitif dan mudah dipecah oleh asam (Wilda et al, 2015). Tetapi, pada gambar tersebut saat konsentrasi 1,5M dan tekanan 4 bar terjadi kenaikan kandungan hemiselulosa walaupun tidak melebihi kandungan sampel kontrol. Menurut Mahdy et al (2014) hal ini disebabkan karena pengaruh adanya penambahan larutan NaOH mengakibatkan tingkat kelarutan karbohidrat lebih lambat dibandingkan dengan oksidasi atau reaksi dengan senyawa lain sehingga kandungan karbohidrat dalam media menurun. Ketika tingkat kelarutan karbohidrat melambat terjadi reaksi oksidasi untuk membentuk senyawa yang lebih kompleks dan akhirnya terakumulasi hingga kandungan hemiselulosa naik.

Pengaruh Pre-treatment terhadap Kandungan Selulosa

Hasil pengujian kandungan selulosa pada serbuk bambu betung ditunjukkan oleh Gambar 3 dengan kontrol yang merupakan serbuk bambu betung tanpa dilakukannya perendaman menggunakan larutan NaOH.



Gambar 3. Hasil analisis kandungan selulosa pada serbuk bambu betung

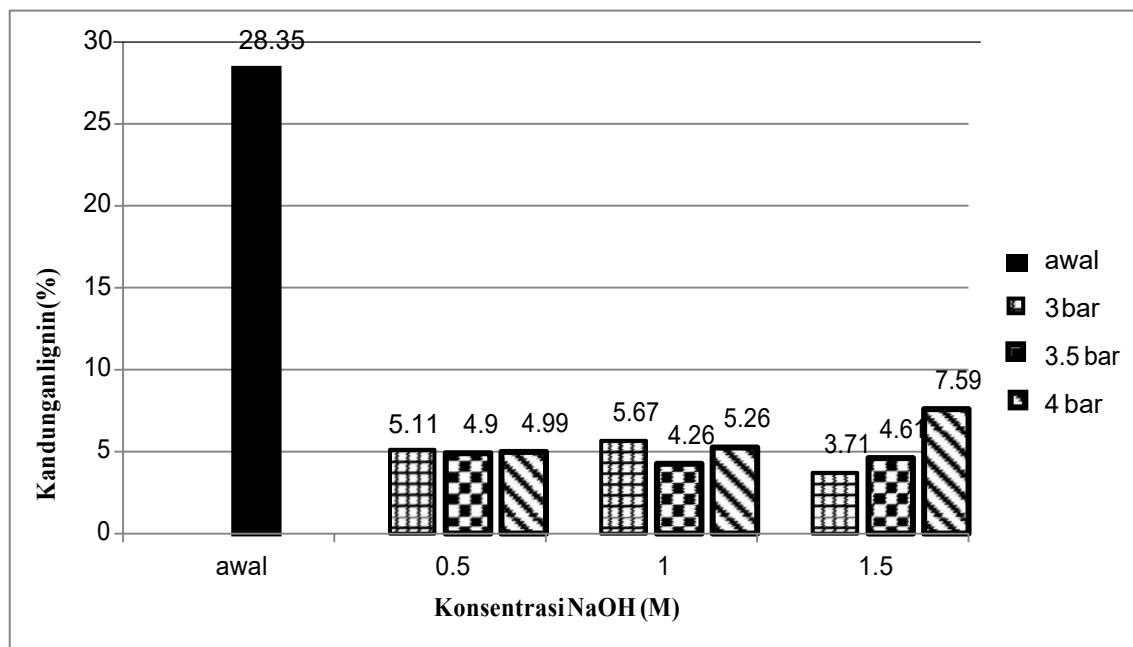
Gambar 3 menunjukkan bahwa adanya penurunan kandungan selulosa pada sampel serbuk bambu betung yang diberi perlakuan dari sampel kontrol. Kandungan selulosa pada sampel kontrol (*non-treatment*) yakni 45,02%. Sampel setelah *pre-treatment* yang mempunyai kandungan selulosa tertinggi yakni pada perlakuan konsentrasi NaOH 1,5M pada tekanan 4 bar yakni 30,52%. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi dan tekanan yang diberikan, maka kandungan selulosa yang dihasilkan juga akan semakin tinggi.

Terjadinya penurunan kandungan selulosa ini dapat disebabkan adanya struktur selulosa yang teratur terbuka dan molekul selulosa terdispersi secara bebas dalam solven (NaOH). Dengan struktur selulosa yang terdispersi secara bebas dalam solven, selulosa diduga akan ikut hanyut terbawa oleh solven ketika proses penyaringan (Siregar *et al*, 2014). Kadar selulosa naik turun sepanjang peningkatan konsentrasi NaOH. Hal ini disebabkan oleh radikal $\bullet\text{OH}$ tidak selektif dalam menyerang ikatan lignoselulosa. Saat awal reaksi, radikal $\bullet\text{OH}$ mematahkan ikatan lignin-selulosa, sehingga struktur lignin yang membungkus struktur selulosa mulai terbuka sebagian. Bagian yang terbuka tersebut menyebabkan radikal lebih mudah berkontak dengan selulosa. Bila radikal berkontak dengan selulosa, radikal dapat memutuskan ikatan selulosa, sehingga terbentuk glukosa. Jadi, saat *pre-treatment* terdapat dua kemungkinan reaksi lignoselulosa, yaitu: pemutusan ikatan lignin dan degradasi selulosa (Inggrid *et al*, 2011).

Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan Sambusiti dkk (2013), pada sorghum dengan pretreatment NaOH konsentrasi 4 dan 10 % pada suhu 55°C selama 12 jam, menunjukkan kecenderungan penurunan kadar selulosa setelah dilakukan *pre-treatment* dari 35% menjadi 20%, hal ini menunjukkan bahwa terjadinya reaksi senyawa lignin karbohidrat kompleks jerami padi dengan NaOH yang menyebabkan terlepasnya selulosa kemudian terlarut dalam air. Sehingga hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sambusiti dkk (2013).

Pengaruh *Pretreatment* Terhadap Kandungan Lignin

Hasil pengujian kandungan lignin pada serbuk bambu betung ditunjukkan oleh Gambar 4 dengan kontrol yang merupakan serbuk bambu betung tanpa dilakukannya perendaman menggunakan larutan NaOH



Gambar 4. Hasil analisis kandungan lignin pada serbuk bambu betung

Data yang ditampilkan untuk analisis lignin pada Gambar 4 menunjukkan bahwa kandungan lignin secara keseluruhan menurun dari kandungan sampel kontrol. Dimana kandungan lignin pada sampel kontrol adalah 28,25%. Sampel setelah *pre-treatment* yang mengalami penurunan kandungan lignin terendah yakni pada perlakuan konsentrasi NaOH 1,5M dan tekanan 3 bar yaitu 3,71%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan, maka kandungan lignin akan semakin meningkat. Dan juga semakin tinggi konsentrasi dari NaOH maka, kandungan selulosa akan semakin meningkat. Padahal, seharusnya kandungan lignin akan semakin berkurang seiring dengan penambahan tekanan maupun penambahan konsentrasi NaOH. Penambahan tekanan akan menyebabkan kenaikan suhu yang lebih tinggi, sehingga memungkinkan lignin akan terdegradasi lebih banyak. Begitu juga dengan penambahan konsentrasi NaOH. Menurut Permatasari *et al* (2014), peningkatan konsentrasi NaOH semakin menurunkan kadar lignin dan meningkatkan kadar lignin terurai. Penelitian yang dilakukan oleh Rokhmah (2011), semakin tinggi tekanan yang diberikan, maka kandungan lignin yang dihasilkan akan semakin menurun. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh penambahan basa alkali berupa NaOH yang mempermudah pemutusan ikatan senyawa lignin. Matsushita *et al* (2004), menyatakan bahwa adanya peningkatan kadar lignin terjadi karena struktur lignin lisis yang mengakibatkan molekulnya sebagian terkondensasi dan mengendap. Adanya molekul lignin yang terendapkan akan berpengaruh pada akumulasi bobot molekul rata-rata dan menyebabkan naiknya bobot molekul lignin.

Gunam *et al* (2011) menyatakan bahwa kehilangan lignin oleh pra perlakuan alkali terutama disebabkan oleh kurang stabilnya ikatan ester antara selulosa dan kompleksnya lignin. Lignin yang terlepas kemudian berikatan dengan alkali sehingga membentuk kompleks lignin-alkali yang larut dalam air. Selain itu, larutan NaOH dan tekanan yang diberikan berperan dalam memecah polimer

lignin menjadi monomer-monomernya yang dapat larut dalam air. Penelitian dari Grous, *et al* (1986) yang menggunakan kayu poplar sebagai bahan baku *pre-treatment* dengan menggunakan ledakan uap menunjukkan bahwa kondisi optimal untuk delignifikasi dengan menggunakan faktor fisis adalah pada temperatur 160 – 260°C pada tekanan 0,69 – 4,83 Mpa, yang setara dengan tekanan 6,8 – 47,7 atm (Grous *et al.*, 1986).

KESIMPULAN

Pada penelitian ini diketahui kandungan Lignoselulosa pada sampel kontrol adalah sebagai berikut : hemiselulosa 10,81%, selulosa 45,02% dan lignin 28,35% Adapun pengaruh beda variasi tekanan dan konsentrasi NaOH pada penelitian ini diketahui bahwa pada kadar hemiselulosa yang memiliki nilai penurunan terendah yaitu pada perlakuan tekanan absolut 3 bar dan konsentrasi NaOH 1,5M yaitu 2,96%. Sedangkan pengaruh beda variasi tekanan dan konsentrasi NaOH terhadap kadar selulosa pada penelitian ini diketahui bahwa terjadi penurunan kadar selulosa di setiap sampelnya hal ini kemungkinan disebabkan oleh sebagian kadar selulosa terdispersi secara bebas dalam solven, selulosa diduga ikut hanyut terbawa oleh solven ketika proses penyaringan. Adapun kadar selulosa tertinggi pada penelitian ini adalah pada perlakuan tekanan absolut 4 bar dan konsentrasi NaOH 1,5 M yakni 30,52%.

Untuk pengaruh beda variasi tekanan dan konsentrasi NaOH pada penelitian ini diketahui bahwa kadar lignin pada sampel cenderung menurun. Pada penelitian ini dapat dilihat nilai lignin yang paling banyak hilang adalah pada perlakuan tekanan absolut 3 bar dan konsentrasi NaOH adalah 1,5M yakni 3,71%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, L dan Lisna E. 2015. Pengaruh Perlakuan Delignifikasi Terhadap Hidrolisis Selulosa dan Produksi Etanol dari Limbah Berlignoselulosa. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 33 No. 1, Maret 2015: 69-80 ISSN 0216- 4329
- Ardhyananta, H., Arif. F., Moh. Fariq. 2012. Sifat Mekanik dan Termal Bambu Ori dan Bambu Petung Indonesia : Efek Perlakuan Panas. Prosiding Seminar Nasional Material dan Metalurgi (SENAMM V)
- Fatriasari, W, dan Euis, H. 2006. Analisis Morfologi Serat dan Sifat Fisis Kimia Beberapa Jenis Bambu sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan I (2): 67-72.
- Grous, WR., Converse, AO dan H.F. Grethlein. 1986. Effect of Steam Explosion Pretreatment On Pre Size and Enzymatic Hydrolysis of Poplar. Enzyme Microbial. Technol., 8, 274-280.
- Gunam, I. B. W., Wartini N. M., Anggreni A. A. M. D., dan Suparyana P. M. 2011. Delignifikasi Ampas Tebu Dengan Larutan Natrium Hidroksida Sebelum Proses Sakarifikasi Secara Enzimatis Menggunakan Enzim Selulase Kasar Dari *Aspergillus Niger* Fnu 6018. LIPI Teknologi Indonesia Vol.34, 24 -32.
- Handoko, D. 2007. Pengaruh Tekanan dan Suhu Pada Kondisi Evaporasi Ekstrak Daun Hijau. Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Inggrid, M., Yonathan, C., dan Djojusubroto, H. 2011. Pretreatment Sekam Padi dengan Alkali Peroksida dalam Pembuatan Bioetanol. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Universitas Katolik Parahyangan ISSN 1693-4393.
- Iranmahboob, J., Nadim, F., dan Monemi, S. 2002. Optimizing Acid-Hydrolysis: A Critical Step For Production Of Ethanol From Mixed Wood Chips. Biomass and Energy, 22: 401-404.
- Lavarack, BP., Griffin, GJ., and Rodman, D. 2002. The Acid Hydrolysis Of Sugar Cane Bagasse Hemicellulose To Produce Xylose, Arabinose, Glucose and Other Products. Biomass Bioenergy, 23, 367-380.

Mahdy, A., Lara, M., Mercedes, B., dan Cristina, GF. 2014. Autohydrolysis and Alkaline Pretreatment

- Effect on *Chlorella vulgaris* and *Schenedesmus* sp. Methane Production. *Energy* (30) : 1-5..
- Matsushita, Y., Kakehi, A., Miyawaki, S., dan Yasuda, S. 2004. Formation and Chemical Structure of Acid-Soluble Lignin II: Reaction of Aromatic Nucleic Model Compounds with Xylan in The Presence of A Counterpart for Condensation and Behavior of Lignin Model Compounds with Guaiacyl and Syringly Nucleic in 72% Sulfuric Acid. *J. Wood Sci* 50, 136-141.
- Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, YY., Holtzapple, M., and Ladisch, M. 2005. Features of Promising Technologies For Pretreatment of Lignocellulosic Biomass. *Bioresource Technology* 96(6): 673-686.
- Mussatto, SI., and Roberto, IC. 2004. Alternatives for Detoxification of Dilute-Acid Lignocellulosic Hydrolyzates For Use in Fermentation Process. *Bioresource Technology*, 93, 1-10.
- Nadeak, MN. 2009. Deskripsi Budidaya dan Pemanfaatan Bambu di Kelurahan Balumbung Jaya (Kecamatan Bogor Barat) dan Desa Rumpin (Kecamatan Rumpin), Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Skripsi Gelar Sarjana Kehutanan. Fakultas Kehutanan. IPB.
- Orchidea, R., Andi, KW., Dedy, RP., Lisa, FS., Khoir, L., Reza, P., dan Cakra, CM. 2010. Pengaruh Metode Pretreatment pada Bahan Lignoselulosa terhadap Kualitas Hidrosalat yang Dihasilkan. *Ketahanan Pangan dan Energi*, E10-7.
- Osvaldo, ZS., Panca, PS., dan M.Faizal. 2012. Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu Pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang. *Jurnal Teknik Kimia* No. 2, Vol. 18, April.
- Rokhmah I. 2011. Pengaruh Pretreatment (Delignifikasi) Bertekanan terhadap Kandungan Bubuk Jerami Padi Giling pada Produksi Bioetanol. Skripsi. Jurusan Keteknikaan Pertanian, Universitas Brawijaya : Malang.
- Saha, BC., L.B. Hen, M.A. Cotta dan Y.V. Wu. 2005. Dilute Acid Pretreatment , Exnymatic Saccharofication and Fermentation of Rice Hulls to Ethanol. *Biotechnology Progress*, 21(3), 816-822.
- Sambusiti, C., Ficara, E., Malpei, F., Steyer, J.P., dan Carrère, H. 2013. Benefit of Sodium Hydroxide Pretreatment of Ensiled Sorghum For Age On The Anaerobic Reactor Stability and Methane Production. *Bioresour Technology* 144, 149–155, 2013.
- Siregar, M. R., Hendrawan, Y., dan Nugroho W. A. 2014. Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Lama Waktu Pemanasan Microwave dalam Proses Pretreatment terhadap Kadar Lignoselulosa *Chlorella vulgaris*. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 15 No. 2 [Agustus 2014] 129-138
- Sukmawati, RF., dan Salimatul, M. 2009. Pembuatan Bioetanol dari Kulit Singkong. Laporan Tugas Akhir : Program Studi Diploma III Teknik Kimia. Surakarta.
- Wilda., Naufala., Ellina, S. 2015. Pengaruh Hidrolisis Eceng Gondok dan Sekam Padi untuk Menghasilkan Gula Reduksi sebagai Tahap Awal Produksi Bioetanol. *Jurnal Teknik ITS* Vol. 4, No. 2, (2015) ISSN: 2337-3539