

DELIGNIFIKASI DAN EKSTRAKSI POLISAKARIDA JERAMI MENGGUNAKAN TEKNIK KIMIAWI SEBAGAI TAHAP AWAL PEMBUATAN BIOETANOL

Gading Wilda Aniriani, Nurul Fitria Apriliani
Universitas Islam Lamongan
gading.wildaa@gmail.com, nfitria.aprliani@gmail.com

ABSTRAK. Jerami merupakan limbah pertanian terbesar serta belum sepenuhnya dimanfaatkan karena adanya faktor teknis dan ekonomis. Oleh karena itu dibutuhkan pengolahan yang memiliki nilai produk jual yang tinggi dan teknologi yang tepat guna. Teknologi yang dapat mengurangi volume limbah untuk dimanfaatkan sebagai bahan dasar dalam pembuatan bioetanol. Jerami tergolong jenis limbah lignuselulosa, dimana kandungan selulosa secara alami diikat oleh hemiselulosa (xilan) dan dilindungi oleh lignin, oleh karena itu disebut dengan lignoselulosa. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pretreatment jerami dengan menghilangkan lignin dan mengekstraksi selulosa maupun xilan dalam satu tahapan metode. Produk yang dihasilkan merupakan jenis polisakarida, dimana dapat dimanfaatkan sebagai substrat enzim atau hidrolisis kimia dalam proses pembuatan bioetanol. Proses pretreatment jerami meliputi delignifikasi menggunakan sodium hipoklorit (NaOCl) 1% dan ekstraksi menggunakan metode alkalin (NaOH 15%) sebagai pelarut. Hasil ekstraksi xilan dari jerami diperoleh (masih dalam proses pengerjaan) % xilan dari jerami dan setelah pemurnian diperoleh (masih dalam proses pengerjaan) % xilan larut. Setiap melalui tahapan pretreatment terjadi pengurangan berat jerami dari 1000 g menjadi (x) g pada akhir pemurnian jerami. Rendemen jerami hasil delignifikasi sebanyak 725 g (29,74 %), dengan rendemen ekstraksi sebanyak (x) g xilan (x %) dan setelah purifikasi didapatkan (x) % xilan murni.

Kata kunci: Jerami; delignifikasi; ekstraksi; selulosa; xilan.

PENDAHULUAN

Ekonomi dunia pada abad ke-21 saat ini telah didominasi oleh teknologi yang tergantung pada energi fosil, seperti minyak bumi, batu bara atau gas alam untuk menghasilkan bahan bakar, bahan kimia dan energi (Paster 2003), namun sumber energi fosil jumlahnya terbatas. Sun and Cheng (2002) menyatakan bahwa produksi minyak bumi dunia diperkirakan akan turun hingga 20 juta *barrels* pada tahun 2050. Sumber energi minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui akan memicu adanya usaha untuk mencari sumber alternatif yang dapat diperbaharui dan tidak mencemari lingkungan. Ada beberapa sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan yaitu biokerosin (minyak tanah), biodiesel, bioavtur, biogas, bioetanol bahkan biopower (untuk listrik) (Ishom *et al.* 2007). Salah satu bentuk energi alternatif yang banyak digunakan sebagai bahan campuran Bahan Bakar Minyak (BBM) adalah etanol. Etanol diproduksi sebagai bahan campuran bensin (Ishom *et al.* 2007). Bioetanol merupakan energi dengan tingkat emisi rendah yang lebih aman, serta dapat mengurangi peningkatan penggunaan zat aditif Metal Tersier Butil Eter (MTBE). Bahan MTBE adalah senyawa racun yang ditambahkan pada bahan bakar minyak sehingga pembakaran akan lebih sempurna dan diketahui dapat mencemari air tanah, oleh karena itu penggunaannya saat ini telah dibatasi (Sun and Cheng 2002).

Penelitian untuk menurunkan biaya produksi bioetanol terus dilakukan agar dapat bersaing dengan energi dari fosil. Penelitian yang dilakukan meliputi penggunaan bahan baku murah, rekayasa genetik mikroorganisme dan teknologi fermentasi yang efisien. Riyanti (2008) menyatakan bahwa Indonesia memiliki potensi biomassa yang tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol. Meningkatnya permintaan akan bioetanol sebagai sumber energi akan meningkatkan permintaan bahan baku (biomassa). Biomassa potensial dengan ketersediaannya yang melimpah dan berharga murah masih belum banyak dimanfaatkan. Bioetanol dapat dihasilkan dari bahan baku pangan misalnya tebu, singkong, jagung, dan kentang sebagai bioetanol generasi pertama, namun bersaing dengan kebutuhan pangan. Bioetanol yang dihasilkan dari limbah hasil kehutanan, perkebunan dan pertanian merupakan bioetanol generasi kedua. Bioetanol generasi kedua berbahan baku limbah siap menggantikan bioetanol generasi pertama berbahan baku pangan yang mengandung zat pati dan gula. Bioetanol generasi kedua berupa limbah yang mengandung gula

sederhana yang dapat diubah menjadi etanol adalah bahan-bahan lignoselulosa (Mosier *et al.* 2005; Sun dan Cheng 2002).

Beberapa contoh bahan lignoselulosa yang dapat digunakan untuk produksi etanol diantaranya adalah limbah-limbah pertanian (rumput, alang-alang, sekam padi, jerami, batang gandum, tongkol jagung) dan limbah-limbah hasil samping industri fermentasi (molase, jerami) (Iranmahboob *et al.* 2002; Campo *et al.* 2006). Jerami merupakan limbah pertanian terbesar dari jenis lignoselulosa, serta belum sepenuhnya dimanfaatkan karena adanya faktor teknis dan ekonomis. Pada sebagian petani, jerami sering digunakan sebagai mulsa pada saat menanam palawija. Hanya sebagian kecil petani menggunakan jerami sebagai pakan ternak alternatif di kala musim kering karena sulitnya mendapatkan hijauan. Di lain pihak jerami sebagai limbah pertanian, sering menjadi permasalahan bagi petani, sehingga sering di bakar untuk mengatasi masalah tersebut. Menurut Badan Pusat Statistik, produksi padi nasional mencapai 71,29 juta ton pertahun pada tahun 2011. Sedangkan produksi jerami padi dapat mencapai 12 - 15 ton per hektar per panen, bervariasi tergantung pada lokasi dan jenis varietas tanaman padi yang digunakan (Riyanti 2008).

Proses untuk memperoleh *yield* etanol pada bahan limbah lignoselulosa meliputi empat tahap dasar yakni: pretreatment bahan dasar, proses enzimatik atau hidrolisis asam, dan produksi etanol (Saha dan Hayashi 2004). Pretreatment bertujuan untuk memecah lignin (delignifikasi) dan merusak struktur kristal yang mengikat selulosa (Sudiyani *et al.* 2010), selain itu juga bertujuan untuk memecah bahan-bahan lignoselulosa baik dari segi struktur dan ukuran. Hidrolisis (sakarifikasi) secara enzimatik berfungsi untuk memecah substrat. Taherzadeh dan Karimi (2007) menjelaskan bahwa hidrolisis enzimatik memiliki beberapa keuntungan dibandingkan hidrolisis asam, antara lain: kondisi proses yang lebih lunak (suhu rendah, pH netral) dan biaya pemeliharaan peralatan relatif rendah karena tidak ada bahan yang korosif. Proses hidrolisis terjadi saat struktur kristal selulosa rusak sehingga selulosa terurai menghasilkan serangkaian oligosakarida termasuk selobiose, selotriose, dan selotetraose (Feller 1986). Selain itu, hemiselulosa turut terurai menjadi senyawa gula sederhana menjadi glukosa, manosa, xilosa dan arabinosa (Mosier *et al.* 2005). Hidrolisis yang sempurna dari selulosa akan menghasilkan glukosa, sedangkan hemiselulosa menghasilkan beberapa monomer gula pentose (C5) dan heksosa (C6). Selulosa secara alami diikat oleh hemiselulosa dan dilindungi oleh lignin, oleh karena itu disebut dengan lignoselulosa. Menurut Iranmahboob *et al.* (2002) adanya senyawa pengikat lignin inilah yang menyebabkan bahan-bahan lignoselulosa sulit untuk dihidrolisis. Oleh sebab itu pretreatment dan hidrolisis (hidrolisis) merupakan proses yang sangat penting dalam mempengaruhi perolehan *yield* etanol.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pretreatment limbah jerami padi, menjadi gula sederhana xilan dan selulosa. Proses pretreatment meliputi, preparasi substrat, delignifikasi, ekstraksi polisakarida dan purifikasi.

METODE PENELITIAN

Jerami diperoleh dari limbah ampas tebu. Bahan-bahan lain yang digunakan dalam proses pretreatment terdiri atas NaOCl, NaOH, HCl 37%, Etanol 95 %, akuades, HCl, dan larutan asam sulfat pekat (H₂SO₄ pekat). Berikut adalah prosedur penelitian yang dilakukan.

Preparasi Jerami

Limbah jerami yang berupa ampas jerami di keringkan di bawah sinar matahari sampai kering dan dihancurkan dengan mesing giling. Setelah menjadi serbuk jerami kemudian dilakukan pembubukan lolos saringan 40 mesh, hasil modifikasi dari Lee (2003). Kandungan total selulosa, hemiselulosa, lignin dan lain-lain pada jerami didapatkan dari analisis proksimat dan komponen serat.

Delignifikasi

Delignifikasi serbuk jerami dilakukan berdasarkan penelitian Richana *et al.* (2007) (yang telah dimodifikasi) dengan menggunakan pelarut natrium hipoklorit (NaOCl) 1%, proses delignifikasi dilakukan selama 5 jam pada suhu ruang. Hasilnya kemudian dicuci sampai bau NaOCl nya hilang, lalu dilakukan proses penyaringan untuk membuang air yang mengandung lignin. Bubuk jerami

kemudian dikeringkan pada suhu 50 °C selama 48 jam. Hasil delignifikasi dianalisis proksimat dan komponen serat kembali untuk mendapatkan kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin setelah delignifikasi.

Ekstraksi Xilan dan Selulosa dari Jerami

Metode ekstraksi menggunakan metode dari Richana *et al.* (2007). Ekstraksi xilan menggunakan NaOH sebagai larutan pengekstrak xilan dari jerami, karena sifat kelarutannya pada xilan (Tabel 1). Padatan hasil delignifikasi direndam dalam larutan natrium hidroksida (NaOH) 15% pada suhu 28°C selama 24 jam untuk mendapatkan ekstrak xilan. Setelah 24 jam dilakukan penyaringan dengan menggunakan kain saring, filtrat (suspensi) yang dihasilkan dari proses ekstraksi diukur pH nya kemudian dinetralkan dengan menggunakan HCl 37% sampai netral (pH 7). Suspensi kemudian di sentrifuge pada 6000 g selama 15 menit. Supernatan mengandung ekstrak xilan, sedangkan endapan merupakan selulosa. Xilan yang larut dalam supernatan dibersihkan dengan menambahkan etanol 95%. Etanol ditambahkan pada supernatan dengan perbandingan supernatan-etanol ialah 1:3 kemudian dilakukan sentrifuge kembali dengan kecepatan 6000 G selama 15 menit. Hasil dari sentrifugasi tersebut ialah endapan yang mengandung xilan.

Tabel 1. Kelarutan xilan dalam beberapa pelarut^a

Pelarut	Kelarutan
NaOH 1%	+++ (sangat larut)
Air Panas (90 °C)	++ (larut)
Air Dingin (27 °C)	+ (sedikit larut)
HCl 1N	- (tidak larut)

^aSumber: Richana *et al.* (2007).

Hasil ekstraksi xilan kemudian dimurnikan dengan NaOH 4%. Xilan larut didapatkan dari endapan yang sudah dikeringkan pada suhu 50 °C selama 72 jam. Pemurnian ini bertujuan untuk menghilangkan komponen polisakarida lain yang masih tersisa di dalam xilan.

Penentuan Kemampuan Delignifikasi Substrat

Substrat hasil delignifikasi dengan NaOCl 1 % yang telah dikeringkan dalam oven 5 °C selama 48 jam. Substrat ini selanjutnya digunakan untuk analisis kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin menggunakan metode Van Soest *et al.* (1991). Persentase kehilangan bobot substrat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\bullet \text{ Susut bobot (\%)} = \frac{BKO \text{ hari ke } 0 - BKO \text{ hari ke } t}{BKO \text{ hari ke } 0} \times 100 \%$$

Keterangan :

BKO = Bobot Kering Oven (g)

Penurunan kadar komponen serat (sebagai lignin, selulosa, hemiselulosa) dihitung berdasarkan rumus:

$$\bullet \text{ Persentase penurunan komponen serat (\%)} = x - \left[y \left(\frac{100-z}{100} \right) \right]$$

Keterangan :

x = kadar komponen serat sebelum delignifikasi (%)

y = kadar komponen serat setelah delignifikasi (%)

z = susut bobot (%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah jerami didapatkan dari beberapa tempat yang berbeda, yakni berasal dari limbah panen sawah . Proses pretreatment jerami membutuhkan sebanyak 1000 g serbuk jerami kering. Berikut ialah proses preparasi jerami secara bertahap sebelum dilakukan pretreatment yang disajikan dalam Gambar 1.



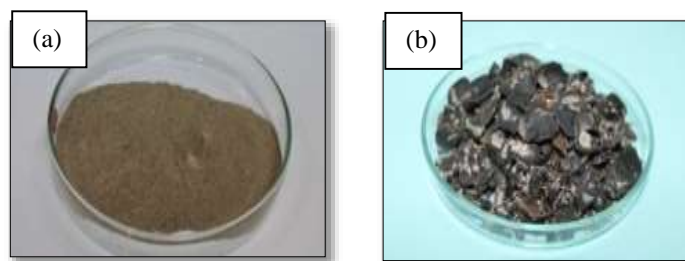
Gambar 1. Preparasi jerami secara fisik. Limbah ampas jerami (jerami) basah (a), pengeringan di bawah sinar matahari sampai kering (b), penggilingan (c), jerami lolos mesh 40 (d)

Setiap melalui tahapan pretreatment terjadi pengurangan berat jerami dari 1000 g menjadi 34 g pada akhir pemurnian xilan. Rendemen jerami hasil delignifikasi sebanyak 725 g (27,5 %), dengan rendemen ekstraksi sebanyak x g xilan (x %) dan setelah purifikasi didapatkan x % xilan murni (Tabel 1). Hasil serupa juga telah didapatkan dalam penelitian Richana *et al.* (1994), bahwa xilan hasil ekstraksi dari jerami mencapai x % tanpa pemurnian.

Tabel 1. Hasil dari neraca massa tahapan pretreatment jerami jerami

Tahap Perlakuan	Hasil	
	Berat (g)	Penurunan Persentase (%)
Jerami	1000	100
Delignifikasi	725	27,5
Ekstraksi xilan	x	x
Pemurnian xilan	x	x

Penurunan terjadi karena hilangnya material selama proses penyaringan (Tabel 1), komponen lignin maupun polisakarida yang terlarut di dalam pelarut. Berdasarkan studi yang sama Fengel dan Wegener (1995) menyimpulkan bahwa ekstraksi pada jenis kayu lunak menggunakan larutan NaOH menghasilkan xilan antara 5% - 17,5%. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka semakin tinggi pula tingkat kelarutan xilan. Bagian yang larut dalam media alkali tetapi dapat mengendap dari larutan yang dinetralkan disebut β -selulosa dan untuk selulosa yang tidak larut dalam larutan NaOH kuat ialah jenis α -selulosa (Fengel dan Wegener 1995). Selain melakukan pemisahan secara mekanik yakni sentrifugasi, suspensi hasil ekstraksi masih perlu difraksinasi untuk memisahkan hemiselulosa xilan dari fraksi pengotor seperti α -selulosa dan β -selulosa. Sebanyak 50 g jerami kombinasi perbandingan NaOCl 0,5 % dan etanol:supernatan (1:3) menghasilkan rendemen xilan tertinggi sebesar 12,95 % (Richana *et al.* 2007). Perbedaan hasil rendemen xilan dalam penelitian tersebut diduga karena perbedaan biomassa dan perbedaan jumlah jerami yang digunakan terlalu banyak (1000 g), sehingga proses pengikatan xilan kurang merata dan dibutuhkan waktu perendaman yang lebih lama.



Gambar 2. Ekstraksi jerami menggunakan metode alkali. (a) xilan murni setelah dihaluskan dan diayak lolos mesh 40 dan (b) hasil ekstraksi xilan

Tabel 2. Perbandingan komponen hemiselulosa, selulosa dan lignin sebelum dan sesudah delignifikasi (%), hasil uji proksimat.

Keterangan	Jumlah (%)			
	Hemiselulosa (xilan)	Selulosa	Lignin	Bahan ekstraktif lain
Jerami <i>Raw</i>	11,54	53,29	24,19	10,98
Jerami terdelignifikasi	X	x	x	x

Xilan atau hemiselulosa berada diantara lignin dan kumpulan serat selulosa. Lapisan xilan berikatan secara kovalen dengan lignin dan non-kovalen dengan selulosa melalui ikatan hidrogen (Beg *et al.* 2001). Apabila delignifikasi dapat mengurangi jumlah lignin, maka secara otomatis ikatan xilan dengan selulosa akan mudah terputus. Pemecahan rantai polisakarida tersebut dengan lignin akan memberikan peningkatan jumlah hemiselulosa yang dihasilkan. Fengel dan Wegener (1995) menyatakan bahwa untuk mendapatkan produk hemiselulosa, dalam proses delignifikasi terjadi kehilangan selulosa yang diakibatkan oleh degradasi oksidatif maupun hidrolitik. Penurunan jumlah selulosa maupun lignin dikarenakan terlarut di dalam NaOCl, sedangkan polisakarida yang mengendap adalah xilan. Kehilangan selulosa terjadi kemungkinan karena terlarut sebagai kompleks lignin-polisakarida.

Penurunan terjadi karena hilangnya material selama proses penyaringan, komponen lignin maupun polisakarida yang terlarut di dalam pelarut. Berdasarkan studi yang sama Fengel dan Wegener (1995) menyimpulkan bahwa ekstraksi pada jenis kayu lunak menggunakan larutan NaOH menghasilkan xilan antara 5%-17,5%. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka semakin tinggi pula tingkat kelarutan xilan. Bagian yang larut dalam media alkali tetapi dapat mengendap dari larutan yang dinetralkan disebut β -selulosa dan untuk selulosa yang tidak larut dalam larutan NaOH kuat ialah jenis α -selulosa (Fengel dan Wegener 1995). Selain melakukan pemisahan secara mekanik yakni sentrifugasi, suspensi hasil ekstraksi masih perlu difraksinasi untuk memisahkan hemiselulosa xilan dari fraksi pengotor seperti α -selulosa dan β -selulosa. Sebanyak 50 g jerami kombinasi perbandingan NaOCl 0,5 % dan etanol:supernatan (1:3) menghasilkan rendemen xilan tertinggi sebesar 12,95 % (Richana *et al.* 2007). Perbedaan hasil rendemen xilan dalam penelitian tersebut diduga karena perbedaan biomassa dan perbedaan jumlah jerami yang digunakan terlalu banyak (1000 g), sehingga proses pengikatan xilan kurang merata dan dibutuhkan waktu perendaman yang lebih lama.

Pemurnian hasil ekstraksi xilan menjadi penting karena masih terdapatnya komponen-komponen pengotor lain, seperti selulosa dan lignin. γ -selulosa ialah nama untuk bagian yang tetap larut meskipun dalam larutan yang dinetralkan (Cross dan Bevan 1912; Fengel dan Wegener 1995). Selama ekstraksi dengan larutan alkali kuat, maka bagian selulosa yang memiliki berat molekul rendah dapat terlarut bersama-sama dengan hemiselulosa.

Analisis komponen kimia menggunakan uji proksimat dan analisis komponen serat. Hasil analisis komponen kimia terhadap jerami disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi kimia hasil analisis komponen proksimat jerami sebelum dan setelah delignifikasi

Perlakuan	Hasil analisis (%)				
	Kadar air	Protein	Lemak	Abu	Serat kasar
Jerami <i>raw</i>	2,45	1,97	0,39	1,55	30,34
Jerami terdelignifikasi	x	x	x	x	x

Berdasarkan hasil pengujian Tabel 3, analisis proksimat jerami *raw* (sebelum di delignifikasi) menghasilkan total persentase bobot basah 36,7 % (total persentase kadar air, protein, lemak, abu, dan serat kasar) dan menyisakan komponen karbohidrat (*by difference*) sebesar 63,3 %. Analisis proksimat untuk jerami terdelignifikasi menghasilkan persentase bobot basah sebesar 42,39 % dan menyisakan komponen karbohidrat sebesar 57,61 %. Penghitungan persentase kadar karbohidrat dapat dilihat pada Lampiran 1. Komponen karbohidrat terdiri atas komponen serat atau penyusun senyawa makromolekul. Oleh karena itu perlu diuji analisis kembali kandungan karbohidrat (Tabel 4). Menurut Fengel dan Wegener (1995), setiap komponen kimia kayu dapat dibedakan menjadi senyawa berberat molekul kecil yang terdiri atas bahan organik (ekstraktif) dan anorganik (abu), kemudian senyawa makromolekul yang terdiri atas polisakarida (selulosa, hemiselulosa) dan lignin.

Berdasarkan rumus penghitungan Van Soest *et al.* (1991), penurunan kadar komponen serat terjadi pada lignin sebesar 15,29 % dan selulosa sebesar 25,5 %. Namun, peningkatan persentase terjadi pada hemiselulosa dari 11,54 % menjadi 23,97 %. Nilai persentase komponen serat setelah degradasi merupakan selisih antara persentase setelah dan sebelum delignifikasi terhadap nilai mutlak bobot.

Penelitian serupa dilakukan oleh Lee (2003), delignifikasi jerami dengan 1 % NaOCl mengalami penurunan persentase lignin sebesar 6,9 %. Penurunan persentase lignin diikuti oleh penurunan selulosa sebesar 25,5 %, namun terjadi kenaikan persentase pada hemiselulosa. Hal tersebut terjadi karena dalam proses delignifikasi ada komponen polisakarida yang terlarut di dalam pelarut. Menjelang akhir delignifikasi dapat terjadi kehilangan polisakarida (Fengel dan Wegener 1995), sehingga mengurangi rendemen. Beg *et al.* (2001) menyatakan bahwa xilan atau hemiselulosa berada diantara lignin dan kumpulan serat selulosa, lapisan xilan berikatan secara kovalen dengan lignin dan non-kovalen dengan selulosa melalui ikatan hidrogen. Pelarut sodium hipoklorit dalam penelitian ini diduga mampu memutus ikatan kovalen dan melarutkan selulosa, sehingga terjadi penurunan.

Penurunan lignin, selulosa, BK, NDF, ADF, protein, dan serat kasar akibat perlakuan delignifikasi mampu memutuskan ikatan-ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa dengan efektif (Tabel 2 dan 3). Fengel dan Wegener (1995) pengaruh hidrolitik yang menyebabkan pemecahan rantai polisakarida. Ghunu dan Tarmidi (2006) menyatakan bahwa akibat pemecahan polisakarida secara enzimatik maupun proses kimiawi yang semakin lama mengakibatkan degradasi NDF semakin bertambah banyak. Pada penelitian Ghunu dan Tarmidi (2006) menyatakan bahwa hasil penurunan kandungan NDF, ADF, dan lignin pada substrat rumput kering (Kume) terbaik ialah berdasarkan peningkatan kadar air substrat tertinggi yaitu 77,5%. Penurunan serupa terjadi pada protein sebesar 0,67 % merupakan protein terdegradasi selama proses delignifikasi. Fengel dan Wegener (1995) sel parenkim dalam bagian batang bukan kayu mengandung protein sekitar 1%, yaitu pada kambium dan bagian kulit terdalam. Protein tergolong senyawa ekstraktif pada jerami.

Hasil analisis sampel bebas air sering ditemukan perubahan berat kering karena melalui proses pengeringan dan karena kesukaran penimbangan sampel kering tanpa penyerapan uap air. Penurunan tersebut juga bisa disebabkan oleh konsentrasi pelarut delignifikasi yang digunakan. Hasil penelitian Lee (2003), pada konsentrasi NaOCl 1% terjadi kehilangan berat lebih sedikit yaitu 6,9 % dibandingkan konsentrasi NaOCl 5 % yaitu sebesar 51 %. Hubungan antara penurunan berat kering dengan konsentrasi pelarut dalam delignifikasi dikaitkan dengan ikatan kompleks lignin-polisakarida, jika konsentrasi yang digunakan tinggi maka dapat terjadi kehilangan banyak polisakarida.

Penurunan persentase yang terjadi dalam protein berbanding terbalik dengan persentase lemak, terjadi peningkatan sebesar 0,36 %. Lemak dan atau minyak (gliserol) dalam kayu terdapat

dalam bentuk asam asetat yang berikatan dengan polisakarida sebagai ester, akibat dari proses delignifikasi beberapa ikatan tersebut putus dan membentuk senyawa lemak tunggal. Komponen abu sebesar 1,55 % lebih besar dibandingkan jenis kayu daerah beriklim sedang berkisar antara 0,2 dan 0,5 %, nilai tersebut bisa lebih besar jika berasal dari tanaman jeramibukan limbah ampas tebu. Fengel dan Wegener (1995) dijelaskan bahwa kesalahan menentukan kandungan abu kemungkinan disebabkan hilangnya sejumlah garam amonia dan logam klorida atau juga disebabkan kurang efisiennya oksidasi terhadap karbonat-karbonat dari logam-logam alkali. Peningkatan persentase yang terjadi berarti prosedur tidak mengalami kesalahan analisis, karena tidak terjadi pengurangan jumlah garam dan logam. Persentase penurunan serat kasar akan berbdaning lurus dengan NDF dan ADF, jadi serat kasar juga dipengaruhi oleh kadar air suatu bahan.

Hasil analisis proksimat dan komponen serat jerami sebelum dan sesudah (Tabel 2 dan 3) berbeda dengan hasil analisis proksimat oleh Sandra *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa jerami (*raw*) mengandung selulosa 37,35 %, hemiselulosa 23,66 %, lignin 25,10 %, senyawa ekstraktif lain 3,25 %, dan senyawa abu 1,79 %, perbedaan tersebut dipengaruhi beberapa faktor seperti perbedaan varietas jeramidan pengaruh pengambilan sampel acak di berbeda tempat. Faktor yang mempengaruhi tersebut tidak dapat dikontrol dan diseragamkan dikarenakan bahan dasar merupakan jenis limbah. Menurut Sun dan Cheng (2002), bahwa kandungan jerami sebagai bahan lignoselulosa jenis kayu lunak yang secara umum diketahui sebagai sisa hasil pertanian dan limbah mengandung selulosa (40-50 %), hemiselulosa (25-35 %), dan lignin (25-35 %).

Selain ketersediaannya yang melimpah bahan lignoselulosa juga tidak bersaing dengan bahan dasar pangan. Beberapa contoh bahan lignoselulosa yang dapat digunakan antara lain limbah pertanian (rumput, alang-alang, sekam padi, jerami, batang gandum, tongkol jagung) dan limbah hasil samping industri fermentasi (molase, jerami) (Iranmahboob *et al.* 2002). Menurut Lavarack *et al.* (2002) jerami merupakan hasil samping proses pembuatan gula jerami (*sugarcane*) yang mengandung residu berupa serat. Komponen kimia dari serat jerami secara rinci meliputi 37,35 % glukukan (selulosa), 23,66 % xilan (hemiselulosa), 2,1 % lignin, 3,25 % senyawa ekstraktif lain, dan 1,79 % senyawa abu (Sandra *et al.* 2007). Sedikitnya 50% serat jerami diperlukan sebagai bahan bakar (ketel) sedangkan 50% sisanya hanya ditimbun sebagai buangan yang memiliki nilai ekonomi rendah.

Proses pretreatment pada penelitian ini bertujuan untuk mempermudah proses hidrolisis menggunakan enzim pada tahap penelitian selanjutnya. Hasil analisis proksimat jerami berbeda dengan hasil analisis proksimat oleh Sandra *et al.* (2007). Perbedaan tersebut dipengaruhi beberapa faktor seperti perbedaan varietas jeramidan pengaruh pengambilan sampel acak di tempat yang berbeda. Faktor yang mempengaruhi tersebut tidak dapat dikontrol dan diseragamkan.

Biomassa yang tidak dipretreatmen akan bersifat *recalcitrant* bagi mikroba, karena kandungan lignin yang akan menghambat penetrasi enzim (Himmel 2008). Dalam penelitian ini pretreatmen jerami bertujuan untuk mendapatkan ekstraksi produk polisakarida xilan yang terkandung di dalamnya. Xilan yang dihasilkan nantinya dapat digunakan sebagai substrat dalam reaksi enzim, dan produk yang diperoleh adalah monosakarida yang dapat digunakan sebagai bahan fermentasi untuk bioetanol, probiotik, prebiotik, dan lain sebagainya. Oleh karena itu pretreatment sangat penting karena berpengaruh dengan proses enzimatik selanjutnya. Pretreatment akan merusak dinding sel tanaman dan akan mempermudah akses enzim pada polisakarida tanaman.

Apabila penelitian ini dapat diaplikasikasikan setiap pabrik gula artinya industri tersebut berhasil menerapkan sistem ekoindustri, yang berarti dapat memproduksi dengan lebih bersih. Manfaat lain selain meminimalisir dampak pencemaran lingkungan, pabrik gula juga dapat mendapatkan profit dari hasil teknologi ini. Hasil teknologi ini tentunya bernilai jual yang tinggi, karena dibutuhkan oleh perusahaan-perusahaan yang memproduksi bioetanol baik swasta maupun BUMN. Selain itu polisakarida hasil dari pretreatmen ini dapat digunakan dalam perusahaan pakan ternak untuk memproduksi produk tambahan berupa prebiotik maupun probiotik. Adapun produk yang tidak

KESIMPULAN

Sebanyak 50 % limbah jerami dari proses panen untuk pakan ternak dan pemanfaatan yang bernilai ekonomis rendah dapat diolah menjadi polisakarida yaitu xilan maupun selulosa dan dapat

dimanfaatkan untuk bahan dasar bioetanol, produksi enzim xilanase, prebiotik maupun probiotik. Xilan dapat dijual ke industri lain atau diolah sendiri sampai menjadi produk siap pakai. Hasil ekstraksi xilan jerami diperoleh x % xilan dari bagas dan setelah pemurnian diperoleh x % xilan larut. Setiap melalui tahapan pretreatment terjadi pengurangan berat bagas dari 1000 g menjadi x g pada akhir pemurnian xilan. Rendemen bagas hasil delignifikasi sebanyak 725 g (27,5 %), dengan rendemen ekstraksi sebanyak x g xilan (x %) dan selulosa x g. Setelah purifikasi didapatkan x % xilan murni. Perolehan xilan dapat dimaksimalkan lagi melalui penelitian untuk mengetahui efektivitas konsentrasi senyawa kimia yang ditambahkan dan waktu inkubasi yang ditambahkan. Hal tersebut bertujuan untuk mendapatkan efisiensi dalam perolehan yield xilan.

DAFTAR PUSTAKA

- Beg, QK., M. Kapoor, L. Mahajan, and GS. Hoondal, 2001, Microbial xylanases and their industrial applications: a review, *Appl Microbiol Biotechnol.* 56:326–338.
- Campo DI, Alegria I, Zazpe M, Echeverria M, and Echeverria I, 2006, Diluted acid hydrolysis pretreatment of agri-food wastes for bioethanol production, *Industr Crops Products.* 24: 214-221.
- Cross CF, Bevan EJ. 1912. *Researches on cellulose.* Vol III. London (GB): Longmans, Green, Co.
- Fengel, D. and G. Wegener, 1995, *Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions.* Walter de Gruyter and Co, Berlin.
- Ghunu S, and Tarmidi AR, 2006, The Change of Fiber Components of *Pleurotus ostreatus*-Bioconverted “Kume “ Grass (*Sorghum plumosum* var. *Timorensis*) Caused by Different Substrate Moisture Content dan Inoculant Doses), *J Ilmu Ternak.* 6(2):81-86.
- Himmel, ME, 2008, *Biomass recalcitrance; deconstructing the plant cell wall for bioenergy,* Blackwell Publishing. Singapore.
- Iranmahboob, J., F. Nadim, and S. Monemi, 2002, Optimizing acid-hydrolysis: a critical step for production of ethanol from mixed wood chips, *Biomass and Bioenergy.* 22: 401-404.
- Lavarack, BP., GJ. Griffin, and D. Rodman, 2002, The acid hydrolysis of sugarcane bagas hemicellulose to produce xylose, arabinose, glucose & other products, *Biomass Bioenergy.* 23:367-380.
- Lee YJ. 2003, Oxidation of sugarcane bagas using a combination of hypochlorite and peroxide [Thesis], Korea (KR): Submitted to The Graduate Faculty of the Louisiana State University dan Agricultural dan Mechanical College.
- Richana N, Lestina P, dan Irawadi TT, 1994, Karakterisasi lignoselulosa dari limbah tanaman pangan dan pemanfaatannya untuk pertumbuhan bakteri RXA III penghasil xilanase, *J Penel Pertanian Pang.* 23(3):171-176.
- Richana, N, 2002, Produksi dan prospek enzim xilanase dalam pengembangan bioindustri di Indonesia, *Buletin AgroBio.* 1:29-36.
- Richana, N., TT. Irawadi, MANur, MA., Sailah, I., Syamsu, K., and Arkenan, Y., 2007, Ekstraksi xilan dari tongkol jagung. *J. Pascapanen.* 4(1):38-43.
- Samsuri, M., M. Gozan, A. Wijanarko, H. Hermansyah, PPDK. Wulan, S. Dianur, M. Nasikin, and B. Prasetya, 2009, Hydrolysis of bagas by cellulase and xylanase for bioethanol production in simultaneous saccharification & fermentation, *Journal of Applied and Industrial Biotechnology.* 2(2):1979-9784.
- Sandra, GMR., AR. Rafael, SG. Carlos, CC. Alin, and R. Filho, 2007, Pretreatment of sugarcane bagas with phosphoric and sulfuric diluted acid for fermentable sugars production by enzymatic hydrolysis, School of Chemical Engineering, UNICAMP, Brazil.

- SunY, and ChengJ, 2002, Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. *Biores Technol.*83:1-11.
- Van Soest PJ, Robertson JB, and Lewis BA, 1991, Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, *J Dairy Sci.* 74:3583-3597.