

## KANDUNGAN LIGNIN, HEMISELULOSA DAN SELULOSA PELEPAH SALAK PADA PERLAKUAN AWAL SECARA FISIK KIMIA DAN BIOLOGI

*Lignin, Hemicelulosa, and Cellulose Contents of Zalacca Midrib  
in Physical, Chemical, and Biological Pretreatment*

Devi<sup>1,\*</sup>, Dwi Astutik<sup>2</sup>, Muhammad Nur Cahyanto<sup>3</sup>, Titiek F Djaafar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Politeknik Lamandau

<sup>2</sup>Prodi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Politeknik Kelapa Sawit Citra  
Widya Edukasi

<sup>3</sup>Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,  
Universitas Gadjah Mada,

<sup>4</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta

Email<sup>\*</sup>: [devi\\_p18@yahoo.co.id](mailto:devi_p18@yahoo.co.id)

Diterima: Juli 2019

Disetujui: September 2019

### ABSTRACT

*This research aimed to determine the salacca midrib's content of lignin, hemicellulose, and cellulosa on physical, chemical and biological pretreatment; also to determine degradation of lignin, hemicellulose, and cellulose. Physical treatment used steam, chemical treatment used NaOH, and biological treatment used Trichoderma reesei FNCC 6012. Pretreatment using the steam explosion based on temperature of 120°C, 140°C, and 160°C. Pretreatment using NaOH based on concentration of 2%, 4%, and 6%. While the pretreatment using Trichoderma reesei based on fermentation time of 5 days, 10 days, 15 days. The pretreatments was applied to reduce the lignin content on salacca midrib. The parameters observed were lignin, hemicellulose, and cellulose content. The results showed that pretreatment using Steam explosion with a temperature of 140°C and 160°C reduced lignin levels by 16.03% and 15.90%. Pretreatment using steam explosion temperature 160°C and Trichoderma reesei within 15 days increased hemicellulose content by 35.84% and 36.21%. Pretreatment using steam explosion at 160°C had the best effect on cellulose at 51.09%.*

**Keywords:** NaOH, pretreatment, steam explosion, Trichoderma reesei

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan lignin, hemiselulosa, dan selulosa pelepah salak pada perlakuan awal secara fisik, kimia, dan biologi; serta untuk mengetahui degradasi lignin, hemiselulosa dan selulosa. Perlakuan fisik menggunakan *steam explosion*, perlakuan kimia menggunakan NaOH dan perlakuan biologis

menggunkan *Trichoderma reesei* FNCC 6012. Perlakuan *Pretreatment* menggunakan *Steam explosion* memiliki aras, yaitu besarnya suhu mulai dari 120°C, 140°C, dan 160°C. Perlakuan menggunakan NaOH terdiri dari konsentrasi 2%, 4%, dan 6%, sedangkan perlakuan menggunakan *Trichoderma reesei* berdasarkan waktu fermentasi selama 5 hari, 10 hari, 15 hari. Perlakuan pendahuluan tersebut berfungsi untuk mengurangi kadar lignin yang ada pada pelepah salak. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah kandungan lignin, hemiselulosa dan selulosa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan *Steam explosion* dengan suhu 140°C dan 160°C mampu menurunkan kadar lignin sebesar 16,03% dan 15,90%. Perlakuan menggunakan *Steam explosion* suhu 160°C dan *Trichoderma reesei* 15 hari mampu meningkatkan kadar Hemiselulosa sebesar 35,84% dan 36,21%. Perlakuan menggunakan *Steam explosion* dengan suhu 160°C memberikan pengaruh yang terbaik pada selulosa sebesar 51,09%.

**Kata kunci:** NaOH, perlakuan awal, *steam explosion*, *Trichoderma reesei*

## PENDAHULUAN

### Latar belakang

Salak merupakan tanaman buah asli Indonesia yang dibudidayakan sebagai tanaman perkebunan. Luasan panen tanaman salak di Indonesia tahun 2015 mencapai 23,189 Ha dengan produktivitas 20,33 kg/rumpun (Dinas pertanian dan Perkebunan Jawa Tengah, 2017). Produksi tanaman salak pada tahun 2015 di wilayah Sleman mencapai 71.705 ton atau 97,85 % dari total produksi provinsi D.I. Yogyakarta. Perkebunan salak di kabupaten Sleman memiliki luas areal panen sekitar 2500 Ha dengan jumlah rumpun produktif sebanyak 6.168.833 (Badan Pusat Statistik Provinsi D.I. Yogyakarta, 2016).

Pemotongan pelepah daun yang sudah tua dilakukan 2 kali dalam setahun sebanyak 5-6 pelepah (Raharjo, dkk., 2016). Dalam satu rumpun tanaman salak (produktif) dapat menghasilkan 24 potongan pelepah salak, sehingga apabila dikalkulasikan dengan jumlah pohon salak yang ada maka dalam satu tahun pelepah salak yang belum termanfaatkan sekitar ± 23.000 truk (Rahayu, dkk., 2017).

Sebagian limbah salak dimanfaatkan petani sebagai bahan organik bagi tanaman salak, sebagian dibuang begitu saja, dibakar dan sebagian kecil dibuat kerajinan. Menurut Shibata dan Osman

(1988), serat alam merupakan suatu komposit yang tersusun atas hemiselulosa, pektin dan lignin sebagai matrik dan selulosa sebagai penguat matrik. Pelepah pohon salak memiliki kandungan 31,7%; hemiselulosa 33,9%; lignin 17,4% dan silika 0,6%, (Triyastiti dan Krisdiyanto, 2017). Kandungan selulosa yang tinggi pada pelepah salak dapat diproses lebih lanjut dengan perlakuan *pretreatment* untuk mendegradasi lignoselulosa.

*Pretreatment* merupakan tahapan yang penting dalam konversi biokimia dari biomassa lignoselulosa menjadi biofuel. Tahapan tersebut mengharuskan untuk merubah struktur biomassa selulosa agar akses ke selulosa menjadi lebih tinggi untuk enzim supaya dapat diubah menjadi gula yang dapat difermentasi. Proses *pretreatment* merupakan proses perlakuan pendahuluan pada bahan lignoselulosa dengan memecah dan mengurangi kandungan lignin dan hemiselulosa, merusak struktur kristal dari selulosa serta meningkatkan porositas bahan (Sun dan Cheng, 2002). *Pretreatment* bertujuan untuk membuka struktur lignoselulosa supaya mempermudah enzim dalam memecah polisakarida menjadi monosakarida (Osvaldo, dkk., 2012).

*Pretreatment* secara kimiawi mempunyai tujuan utama untuk meningkatkan biodegradasi selulosa dengan menghilangkan lignin dan atau

hemiselulosa (Muryanto, dkk., 2016). Metode ini juga bertujuan menurunkan tingkat polimerisasi dan kristalinitas komponen selulosa. *Pretreatment* kimia ini awalnya dikembangkan di industri kertas untuk delignifikasi bahan selulosa agar dihasilkan produk kertas berkualitas (Menon dan Rao, 2012). Perlakuan awal secara kimiawi yaitu dengan menggunakan NaOH. Perlakuan NaOH membutuhkan waktu yang lama pada suhu rendah. Penelitian (Muryanto, dkk., 2016), penggunaan NaOH pada suhu 160°C selama 40 menit memiliki proses delignifikasi tertinggi. *Pretreatment* berbagai biomassa lignoselulosa seperti jerami gandum, rumput, kayu keras, dan kayu lunak menggunakan NaOH juga mampu mengurangi kadar lignin menjadi kurang dari 26% (Zhao, dkk., 2008). Penggunaan NaOH disertai dengan gelombang ultrasonik 50 KHz selama 30 menit meningkatkan kandungan selulosa, dan hemiselulosa serta menurunkan kandungan lignin (Rilek, dkk., 2017).

*Pretreatment* secara biologi dapat dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme yang memiliki enzim selulase yang bekerja dalam mendegradasi selulase. *Pretreatment* secara biologis menggunakan jamur *Trichoderma reesei* (Wahyuningtyas, dkk., 2013), *Streptomyces griseus* (Saritha, dkk., 2012). *Trichoderma reesei* yang digunakan secara luas dalam industri karena kemampuannya menghasilkan enzim hidrolase ekstraselular untuk degradasi lignoselulosa dalam jumlah besar (Miettinen, 2004). *Trichoderma reesei* memiliki enzim selulase sampai 80% (Lynd, dkk., 2002). Penelitian (Wahyuningtyas, dkk., 2013) *trichoderma reesei* memiliki aktivitas enzim mencapai 1,0313 IU/ml pada suhu 35°C, pH 6 selama 8 hari inkubasi.

*Pretreatment* menggunakan *Trichoderma reesei* menghasilkan endoglukanase dan eksoglukanase sampai 80% tetapi  $\beta$ -glukosidasenya lebih rendah

sehingga produk utama hidrolisisnya bukan glukosa melainkan selobiosa (Ahamed dan Vermette, 2008).

*Pretreatment* secara fisika dapat dilakukan dengan menggunakan sebuah alat yang disebut *steam explosion* yang terbuat dari stainless steel. *Pretreatment* dengan *steam explosion* dengan suhu 100°C selama 1 jam meningkatkan kandungan selulosa sebesar 51% dan menurunkan lignin 81% (Rocha, dkk., 2012).

### Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kandungan lignin, hemiselulosa dan selulosas pada pelepah salak pada perlakuan awal secara kimia, fisik dan biologi.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Bahan baku yang bahan baku utama dalam pembuatan pelepah salak diperoleh dari Desa Turi kabupaten Sleman Yogyakarta. Jamur *Trichoderma reesei* FNCC 6012 diperoleh dilaboratorium mikrobiologi PAU Universitas Gadjah Mada. Bahan baku tambahan yang digunakan adalah tepung gandum, aquades, larutan mineral mandel (terdiri dari (NH<sub>4</sub>)SO<sub>4</sub> 1,4g; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 2g; CaCl<sub>2</sub> 0,3mg; MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0,3g; MnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0,0016g; CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O 4,2g; FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0,005g, kertas saring, plastik, karet gelang, NaOH 1%, larutan 0,1% tween 80, asam DNS, media PDA, kertas pH, kertas saring Whatman No. 1, larutan fenol, larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, larutan buffer sitrat 0,05 M pH 4,8.

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah alat mesin pencacah, *Steam explosion* kapasitas 5 kg, autoklaf, labu takar 1000 ml, tabung reaksi, pompa *vacuum*, laminar *airflow*, gelas ukur 100 ml, gelas beaker 250 ml, thermometer 100°C, erlenmeyer 250 ml, bunsen, oven suhu 28°C, timbangan analitik, inkubator suhu 28°C, sentrifugasi 3000 rpm,

homogenizer, blue tipo, mikro pipet, kompor listrik, petridish, spatula, gelas ukur 100 ml, labu takar 100 ml, pipet ukur 10 ml, waterbath 100 rpm, stopwatch, tabung reaksi, vortex, ose, statif, buret.

## Metode

### Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari satu faktor perlakuan terdiri dari perlakuan fisik, kimia dan biologis. Perlakuan fisik menggunakan *Steam explosion* (SE) terdiri dari A<sub>1</sub> (suhu 120°C), A<sub>2</sub> (suhu 140°C), dan A<sub>3</sub> (suhu 160°C). Perlakuan kimia menggunakan NaOH terdiri dari A<sub>4</sub> (konsentrasi 2%), A<sub>5</sub> (konsentrasi 4%), dan A<sub>6</sub> (Konsentrasi 6%). Perlakuan biologi menggunakan jamur *Trichoderma reesei* (T.r), meliputi A<sub>7</sub> (fermentasi 5 hari), A<sub>8</sub> (fermentasi 10 hari) dan A<sub>9</sub> (fermentasi 15 hari). Masing-masing perlakuan ini diulangi 3 kali sebagai blok/ulangan sehingga didapat 9 x 3 = 27 satuan ekspresimentasi. Hasil pengamatan dianalisis statistik dengan ANAKA, dan bila terdapat beda nyata antar perlakuan maka dilakukan uji jarak berganda duncan (JBD) pada jenjang nyata 5%.

### Persiapan Bahan

Pelepah pohon salak hasil pemanenan diambil di desa Turi, Kabupaten Sleman Yogyakarta. Pelepah dibersihkan dari kotoran kemudian dilakukan pengecilan ukuran menggunakan mesin pencacah, untuk memperkecil luas permukaan, menggunakan kabinet drying 50°C sehingga kadar air dibawah 10 % (wb) (Maas dan Zhang, 2008). Pelepah salak yang kering digiling menggunakan disk mill (60 mesh) dan serbuk pelepah hasil gilingan diayak menggunakan ayakan penggetar otomatis (7 µm). Serbuk yang lolos ayakan di jadikan bahan pada proses perlakuan *pretreatment*. Serbuk pelepah salak dilakukan analisa lignin,

hemiselulosa dan selulosa untuk mengetahui persentase kandungan sebelum dilakukan *pretreatment*.

### Perlakuan *pretreatment*

#### 1. Perlakuan fisik

Pada penelitian ini menggunakan *Steam explosion* (SE). Serbuk pelepah salak diambil sebanyak 100 g, kemudian ditambahkan air sebanyak 700 ml dan dimasukan kedalam steam explosion. *Steam explosion* dipanaskan sesuai dengan perlakuan suhu 120°C (tekanan 2 bar), suhu 140°C (tekanan 4 bar) dan suhu 160°C (tekanan 6 bar) dan dilakukan *Steam explosion* sehingga menghasilkan bubuk. Bubuk yang dihasilkan disaring menggunakan kertas saring sehingga dihasilkan filtrat. Proses terakhir dilakukan pengujian kandungan lignin, hemiselulosa dan selulosa.

#### 2. Perlakuan kimia

Serbuk pelepah salak diambil sebanyak 28 gr, kemudian ditambahkan NaOH dengan beberapa konsentrasi 2%, 4% dan 6% sebanyak 150 ml dan dilakukan perendaman selama 104 jam dengan pH 9. Setelah perendaman selama 104 jam, pH dinetralkan menggunakan HCl, dan dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring. Proses terakhir dilakukan pengujian kandungan lignin, hemiselulosa dan selulosa.

#### 3. Perlakuan biologis

Pada perlakuan biologis dilakukan peremajaan isolat *Trichoderma reesei* FNCC 6012, diremajakan pada media Potato Dextros Agar (PDA) miring dalam tabung reaksi, selanjutnya diinkubasi pada suhu 30°C di dalam inkubator selama 7 hari, kemudian disimpan dalam lemari pendingin dan digunakan untuk proses perlakuan *prtreatment*. Pada penelitian ini limbah padat pelepah salak diambil sebanyak 28 gram dimasukkan ke dalam gelas piala dengan ditambahkan nutrisi yang terdiri dari 2% w/w tepung gandum (2 gr), 35% v/w, aquadest (35 gr) dan 30% v/w larutan nutrien (30gr) (Mandels dan

Weber, 1969). Selanjutnya diaduk sampai homogen dan disterilisasi pada suhu 121°C tekanan 1 atm, setelah dingin ditambahkan 5 ml larutan spora *Trichoderma reesei* kemudian diinkubasi dengan variasi waktu selama 5 hari, 10 hari dan 15 hari. Proses terakhir dilakukan pengujian kandungan lignin, hemiselulosa dan selulosa.

### Analisis Lignin, Hemiselulosa Dan Selulosa Metode (Chesson Datta, 1981)

Tahap pertama analisa ini yaitu perebusan sampel kering (a) dengan aquades pada suhu 150°C selama 1,5 jam dan disertai dengan pendingin balik menggunakan kondenser. Setelah itu, sampel disaring sehingga didapatkan filtrat dan residu. Residu ini kemudian dipindahkan ke dalam cawan porselin lalu dioven selama 24 jam dan ditimbang hingga bobotnya konstan (b). Setelah itu dapat dihitung komponen larut air panas dengan menghitung selisih bobot konstan sampel yang direbus dengan residu hasil perebusan.

Tahap kedua yaitu menghidrolisis residu hasil tahap 1 dengan 150 mL asam sulfat 1 N dan disertai dengan pendinginan balik menggunakan kondensor pada suhu 150°C selama 1,5 jam. Setelah perebusan selesai, sampel disaring dan residunya dicuci dengan air panas. Kemudian residu dikeringkan dalam oven selama 24 jam (c). Berat konstan yang diperoleh digunakan untuk mengurangi residu tahap 1 sampel sehingga diketahui kadar hemiselulosa.

Tahap ketiga yaitu sampel di dalam cawan ditambah dengan 10 ml asam sulfat konsentrasi 72% (v/v), dan didiamkan selama 4 jam (penggoyangan cawan dengan hati-hati setiap 1 jam) pada suhu kamar. Selanjutnya sampel dihidrolisis dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N selama 1,5 jam pada suhu 150°C. Selanjutnya dilakukan penyaringan residu dengan menggunakan *crucible filter* sehingga diperoleh residu dan filtrat. Residu kemudian dibilas

dengan akuades panas sampai volume akuades 300ml. Setelah itu, sampel dan *filter crucible* dioven dan ditimbang hingga bobot konstan (d). Berat konstan kemudian digunakan untuk mengurangi berat residu tahap 2 untuk mengetahui kadar selulosa bahan. Tahap terakhir adalah pengabuan. Sampel diabukan pada suhu 575 ± 25°C sampai menjadi abu. Abu kemudian dikonstankan dalam oven kemudian ditimbang (e). Selisih berat konstan hasil pengabuan dengan berat residu tahap 3 menjadi berat lignin dari sampel sehingga dapat dihitung kadar lignin dalam sampel.

Perhitungan menggunakan persamaan 1, 2, 3, dan 4.

$$B = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

$$H = \frac{b-c}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

$$S = \frac{c-d}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

$$L = \frac{d-e}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

B = Bahan larut air panas (%)

H = Hemiselulosa (%)

S = Selulosa (%)

L = Lignin (%)

a = berat sampel kering (g);

b = berat kering (konstan) tahap 1 (g);

c = berat kering (konstan) tahap 2 (g);

d = berat kering (konstan) tahap 3 (g);

e = berat kering (konstan) tahap 4 (g);

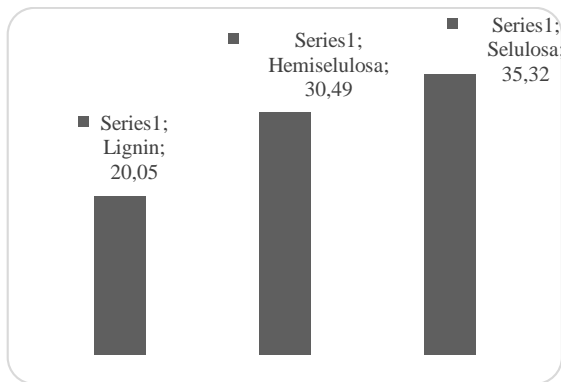
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perlakuan awal

Proses *pretreatment* dilakukan karena kandungan lignin dan hemiselulosa pada material lignoselulosa pelepah salak membentuk struktur yang kuat melalui ikatan kovalen yang berfungsi melindungi sel tanaman dari serangan mikroorganisme. Struktur yang terbentuk dari ikatan kovalen antara lignin dan hemiselulosa melindungi selulosa sehingga selulosa sulit untuk dihidrolisis

(Awatshi, dkk., 2013). Berdasarkan hasil analisis serbuk pelepah salak sebelum perlakuan awal memiliki kandungan komponen lignin, hemiselulosa dan selulosa dapat dilihat pada gambar 1. kandungan lignin, hemiselulosa dan selulosa.

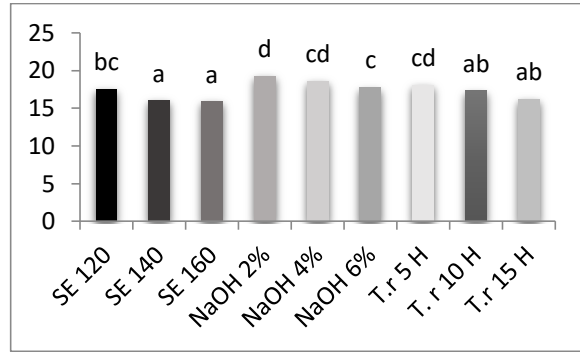
Dari analisa lignin, hemiselulosa dan selulosa menunjukkan hasil masing-masing sebesar 20,05%; 30,49% dan 35,32%. Hasil ini lebih tinggi dari yang dilaporkan oleh (Shibata dan Osman, 1988) pada penelitian tersebut kandungan pelepah salak lignin sebesar 17,4%, hemiselulosa sebesar 33,9%, dan alpa selulosa sebesar 31,7%.



Gambar 1. Kandungan Komponen Lignin, Hemiseluosa dan Selulosa

### Lignin

Lignin merupakan bagian dari dinding sel tanaman dengan polimer terbanyak setelah selulosa (Osvaldo, dkk., 2012). Perlakuan *pretreatment* pelepah salak menggunakan *Steam explosion* (SE), *Trichoderma reesei* (T.r) dan NaOH, dapat dilihat pada gambar 2.



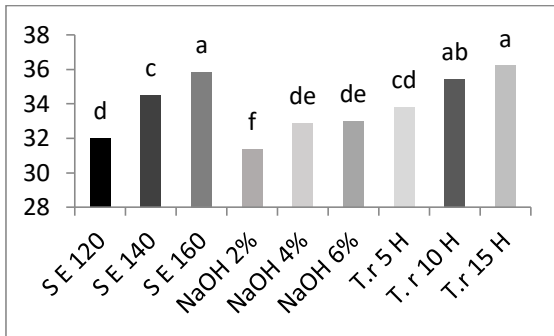
Gambar 2. Kandungan Komponen Lignin

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan *Steam explosion* (SE) dengan suhu 140°C dan 160°C memiliki kandungan lignin paling rendah sebesar 16,03% dan 15,90%.

Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu biomassa tersebut di dalam reaktor maka akan semakin lama pula kontak antara steam dengan biomassa sehingga struktur rigid lignin pada biomassa tersebut dapat terurai lebih banyak. semakin tinggi suhu perlakuan awal maka semakin banyak lignin yang terdepolimerisasi. Hal ini disebabkan pada peningkatan temperatur, terjadi thermal softening pada polimer lignin yang menyebabkan kecepatan depolimerisasi lignin meningkat (Harmsen, dkk., 2010). Perlakuan steam dengan suhu 190°C selama 5 menit dengan penambahan SO<sub>2</sub> menurunkan kandungan lignin seresah jagung sampai 48% (Öhgren, dkk., 2007).

### Hemiselulosa

Perlakuan *Pretreatment* pelepah salak menggunakan *Steam explosion* (SE), *Trichoderma reesei* (T.r) dan NaOH, dapat dilihat pada gambar 3. Menunjukkan grafik kenaikan hemiselulosa pelepah salak.



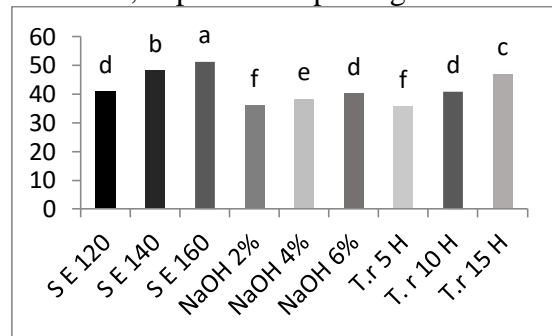
**Gambar 3.** Kandungan komponen Hemi-selulosa

Perlakuan *Pretreatment* menggunakan *Steam Explosion* suhu 160°C dan *Trichoderma reesei* selama 15 hari memiliki kandungan Hemi-selulosa paling tinggi sebesar 35%, 84% dan 36,21%. Hal ini disebabkan *Pretreatment Steam explosion* merupakan sebuah alat yang dirangkai menggunakan tekanan dan suhu yang tinggi, sehingga mampu memecah lignin dan hemiselulosa menghasilkan selulosa yang tinggi dan meningkatkan porositas bahan, memecah hemiselulosa dan polimerisasi hemiselulosa (Sun dan Cheng, 2002). Semakin tinggi suhu maka semakin meningkat kadar hemiselulosa yang diperoleh. Hal ini disebabkan karena selama *Steam explosion* berlangsung, xylan (salah satu komponen penyusun hemiselulosa) terdepolimerisasi menjadi xylose, lalu kemudian terdehidrasi menjadi purfural (Yanni, dkk., 2015).

Pada perlakuan menggunakan *Trichoderma reesei* selama 15 hari sebesar 36,21% merupakan perlakuan paling tinggi. Hal ini disebabkan komponen hemiselulosa seperti gugus asetil ikut terlarut selama pretreatment. Terlarutnya gugus asetil akan mengurangi reaksi kimia yang merupakan penghambat bagi aktivitas enzim xilanase sehingga semakin lama waktu fermentasi semakin besar degradasi hemiselulosa (Moiser, dkk., 2005).

## Selulosa

Selulosa berasosiasi dengan hemiselulosa dan lignin membentuk kerangka dari dinding sel tanaman. Selulosa sulit untuk didegradasi baik secara kimia maupun mekanis. Berbagai mikroorganisme mampu menghidrolisis selulosa untuk sumber energi (Osvaldo, dkk., 2012). Perlakuan *pretreatment* pelepah salak menggunakan *Steam explosion* (SE), *Trichoderma reesei* (T.r) dan NaOH, dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 4.** Kandungan komponen selulosa

*Pretreatment* menggunakan *Steam explosion* suhu 160°C memiliki kandungan selulosa tertinggi sebesar 51,09%. Hal ini disebabkan serat selulosa merupakan serat yang lunak dan lebih pendek sehingga sangat mudah terdegradasi pada proses pelepasan uap secara cepat, uap dan air panas pada bahan akan keluar secara cepat sehingga mengakibatkan terdegradasinya struktur pada bahan (Yu, dkk., 2012). Proses ini juga akan memberikan efek modifikasi sifat fisik bahan (luas permukaan spesifik, kapasitas retensi air, warna, tingkat kristalinitas selulosa), hidrolisis komponen hemiselulosa dan modifikasi struktur kimia lignin (Jacquet, dkk., 2015). Semakin tinggi tekanan kelarutan akan semakin meningkat. Tekanan yang semakin tinggi dapat mempercepat laju reaksi hidrolisis sehingga pada proses steam akan menurunkan pKw sehingga air akan bersifat asam (Sui dan Chen, 2016) dan memperbesar tekanan dalam reaktor *Steam explosion* sehingga saat proses pelepasan tekanan secara cepat tersebut

menghasilkan gaya potong yang lebih tinggi sehingga biomassa dapat terpotong (Jacquet, dkk., 2015).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Perlakuan *Pretreatment* menggunakan *steam explosion* suhu 140°C dan 160°C mampu menurunkan kadar lignin sebesar 16,03% dan 15,90%. Perlakuan menggunakan *Steam Exploision* suhu 160°C dan *Trichoderma reesei* 15 hari mampu meningkatkan kadar Hemiselulosa sebesar 35,84% dan 36,21%. Perlakuan menggunakan *Steam explosion* suhu 160°C memberikan pengaruh yang terbaik pada selulosa sebesar 51,09%.

### Saran

Disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan perlakuan fisik dengan *steam explosion* dan suhu diatas 200°C dan perlu adanya penambahan katalis asam sehingga mampu menurunkan kadar lignin, meningkatkan kadar hemiselulosa dan selulosa.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengungkapkan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu selama penelitian.

## DAFTAR REFERENSI

Ahamed, A., Vermette, P. (2008). Culture-Based Strategies To Enhance Cellulase Enzyme Production From *Trichoderma reesei* RUT-C30 In Bioreactor Culture Conditions. *Biochemical Engineering Journal*. Vol. 40(3): 399-407.

Awatshi, M., Kaur, J., Rana, S. (2013). Bioetanol Production Through Water Hyacinth *Eichornia Crassipes* Via Optimazation Of The *Pretreatment* Condition.

*International journal of emerging technologi and advanced Engineering*. Vol. 3(3):42-46.

Badan Pusat Statistik Provinsi D.I. Yogyakarta. (2016). Statistik Hortikultura Daerah Istimewa Yogyakarta 2015 : 18-56. <https://yogyakarta.bps.go.id/publication/2015/04/15/f1437b5e686ef560231d2f2e/statistik-hortikultura-daerah-istimewa-yogyakarta-2013.html>

Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi Jawa Tengah. (2017). Statistik Hortikultura Provinsi Jawa Tengah 2016: 67-181. <http://distanbun.jatengprov.go.id/v/upload/statistik%20hortik.pdf>

Harmsen, P., Huijgen, W., López, L. M. B., Bakker, R. R. C. (2010). Literature Review Of Physical And Chemical *Pretreatment* Processes For Lignocellulosic Biomass. *Biosynergy*. Vol. 1184 (10): 1-53.

Jacquet, N., Maniet, G., Vanderghem, C., Delvigne, F. Dan Richel, A. (2015). Application of *Steam explosion* As Pretreatment on Lignocellulosic Material : A Review, *Industrial And Engineering Chemistry research*, Vol. 54 (10): 2593-2598.

Lynd, L. R., Weimer, P. J., van Zyl, W. H., Pretorius, I. S. (2002). Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals And Biotechnology. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. Vol. 66 (3): 506-577.

Menon, V., Rao, M. (2012). Trends In Bioconversion Of Lignocellulose: Biofuels, Platform Chemicals & Biorefinery Concept. *Progress in Energy and Combustion Science*. Vol. 38 (4): 522-550.

Miettinen-Oinonen, A. (2004). *Trichoderma reesei* Strain For Production Of sellulase for the Textile industry. *Ana, Chem*. Vol. 31: 425- 430.



- Moiser, N., Wyam. C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y.Y. (2005). Feature of promoting technologies for pretreatment of lignocelulotic Biomass. *Biosource Technology*. 96: 673-686.
- Muryanto, Sudiyani, Y., & Abimanyu, H. (2016). Optimasi Proses Perlakuan Awal NaOH Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk menjadi Bioetanol. *J.kim.Ter.Indones*. Vol.18 (1) : 27-36.
- Öhgren, K., Bura, R., Saddler, J., Zacchi, G. (2007). Effect Of Hemicellulose And Lignin Removal On Enzymatic Hydrolysis Of Steam Pretreated Corn Stover. *Bioresource Tchnology*. Vol. 98: 2503-2510.
- Osvaldo, Z.S., Putra, S.P., Faizal, M. (2012). Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu Pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 2 (18): 52-62.
- Raharjo, W. P., Soenoko, R., Purnowidodo, A., Choiron, M. A., Triyono. (2016). Mechanical Properties Of Untreated And Alkaline Treated Fibers From Zalacca Midrib Wastes. *AIP Conference Proceedings*. 1717 : 040018-1-040018-8.
- Rahayu, T., Asngad, A., Suparti, S. (2017). Biopulping Pelepah Tanaman Salak Menggunakan Jamur Pelapuk Putih Phanerochaete Chrysosporium. *Bioeksperimen*. Vol. 3 (1): 58-63.
- Rilek, M. N., Hidayat, N., Sugiarto, Y. (2017). Hidrolisis Lignoselulosa Hasil *Pretreatment* Pelepah Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Pada Produksi Bioetanol. *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*. Vol. 6 (2): 76-82.
- Rocha, G. J. M., Gonçalves, A. R., Oliveira, B. R., Olivares, E. G., Rossell, C. E. V. (2012). *Steam explosion Pretreatment* Reproduction And Alkaline Delignification Reactions Performed On A Pilot Scale With Sugarcane Bagasse For Bioethanol Production. *Industrial Crops and Products*. Vol. 35 (1): 274-279.
- Saritha, M., Arora, A., Lata. (2012). Biological *Pretreatment* Of Lignocellulosic Substrates For Enhanced Delignification And Enzymatic Digestibility. *Indian J. Microbiology*. Vol. 52 (2): 122-130.
- Shibata, M., & Osman, A. H. (1988). Feeding Value of Oil Palm by-product 1. Nutrient Intake and Physiological Responses of Kedah-Kelantan Cattle. *Jarq*. Vol. 22 (1): 77-84.
- Sui, W., & Chen, H. (2016). Effect Water State On *Steam explosion* Of Lignocellulosic Biomass. *Bioresource Technology*. Vol. 199: 155-163.
- Sun, Y., & Cheng, J. (2002). Hydroliysis Of Lignocellulosic Material For Ethanol Production: Areview. *Bioresource Technology*. Vol. 83:1-11.
- Triyastiti, L., & Krisdiyanto, D. (2017). Isolasi Nanoselulosa Dari Pelepah Pohon Salak Sebagai *Filler* Pada Film Berbasis Pilivinil Alkohol (PVA). *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet dan Plastik ke-6*. 25 Oktober 2017: 223- 236.
- Wahyuningtyas, P., B. D. Argo., & Nugroho, W.A. (2013). Studi Pembuatan Enzim Selulase Dari Mikrofungi *Trichoderma reesei* Dengan Substrat Jerami Padi Sebagai Katalis Hidrolisis Enzimatik Pada Produksi Bioetanol. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. Vol. 1 (1): 21-25.
- Yanni S., Joko, W., Andika, P.R., Prasetyo, P., & Novia. (2015). Pengaruh Temperatur Dan Waktu

- Tinggal Pada Perlakuan Awal Bagas Sorgum Dengan Metode *Steam explosion*. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 21 (4): 47-56.
- Yu, Z., Zhang, B., Yu, F., Xu, G., & Song, A. (2012). Bioresource Technology A Real Explosion : The Requirement Of *Steam explosion* Pretratmen. *Bioresource Technology*. Vol. 121: 335-341.
- Zhao, X., Zhang, L., & Liu, D. (2008). Comparative study on chemical *pretreatment* methods for improving enzymatic digestibility of crofton weed stem. *Bioresource Technology*. Vol. 99 (9): 3729-3736