

**PENGHILANGAN HEMISELULOSA SERAT BAMBUCARA ENZIMATIK UNTUK
PEMBUATAN SERAT BAMBUCARA****ENZYMATIC HEMICELLULOSE REMOVAL OF BAMBOO FIBRE FOR THE BAMBOO FIBRE
MANUFACTURING****Ono Suparno* dan Roberto Danieli**Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia
E-mail: ono.suparno@ipb.ac.id

Makalah: Diterima 12 April 2016; Diperbaiki 20 Februari 2017; Disetujui 1 Maret 2017

ABSTRACT

Hemicellulose and lignin removal process or degumming of bamboo fibre using cellulase and xylanase was conducted. The objectives of the study were to obtain suitable type of bamboo used in the enzymatic degumming process and to determine the optimum xylanase concentration for the hemicellulose hydrolysis of the selected bamboo. The types of bamboos used in this study were yellow bamboo, rope bamboo, and black bamboo. The study was conducted by enzymatic hydrolyses of the bamboo fibres, and measuring the yield, cellulose content, hemicellulose content, and reducing sugar content. Fibre hydrolysis used the cellulase concentration of 25 U/g and xylanase concentrations of 50 to 500 U/g. The result showed that yellow bamboo contained cellulose and hemicellulose contents which most susceptible to hydrolysis resulting in reducing sugars, and decreasing cellulose and hemicellulose contents of 6.40 % and 12.71%, respectively. The optimum xylanase concentration for the yellow bamboo hydrolysis was 400 U/g which could hydrolyze hemicellulose by 54.31% in 24 hours.

Keywords: bamboo fibre, cellulase, xylanase, hydrolysis, enzymatic process

ABSTRAK

Proses penghilangan hemiselulosa dan lignin dari serat bambu atau *degumming* dengan menggunakan selulase dan xilanase dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jenis bambu yang sesuai dalam proses *degumming* serat bambu didasarkan atas mutu dan untuk menentukan konsentrasi enzim xilanase terbaik untuk hidrolisis hemiselulosa serat bambu terpilih. Bambu yang digunakan adalah bambu kuning, bambu tali, dan bambu hitam. Penelitian dilakukan dengan menghidrolisis serat bambu secara enzimatis dan mengukur rendemen, kadar selulosa, kadar hemiselulosa, dan kadar gula pereduksi. Hidrolisis serat bambu menggunakan konsentrasi selulase 25 U/g dan xilanase 50 sampai dengan 500 U/g. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bambu kuning mempunyai kandungan selulosa dan hemiselulosa yang paling mudah terhidrolisis menghasilkan gula pereduksi tertinggi dengan penurunan kadar selulosa sebesar 6,40% dan dengan penurunan hemiselulosa sebesar 12,71%. Konsentrasi xilanase terbaik untuk menghidrolisis bambu kuning adalah sebesar 400 U/g yang dapat menghidrolisis hemiselulosa sebesar 54,31% selama 24 jam.

Kata kunci: serat bambu, selulosa, xilanase, hidrolisis, proses enzimatis

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya dengan keanekaragaman hayatinya. Salah satu tumbuhan yang tumbuh baik dalam kondisi iklim Indonesia adalah bambu. Bambu sebagai bahan baku industri tekstil yang *eco-friendly* memiliki beberapa keunggulan, yakni sangat cepat tumbuh dan mengandung senyawa anti-mikrobal. Serat bambu merupakan bahan yang digunakan sebagai bahan baku industri tekstil (Rathod dan Kolhatkar, 2012). Kain yang terbuat dari serat bambu memiliki keuntungan, yaitu 100% mudah terdegradasi oleh mikroorganisme, serta proses dekomposisi kain bambu tidak berbahaya karena tidak menggunakan bahan kimia. Kain bambu juga memiliki kelebihan, yaitu hangat saat musim dingin, namun sejuk saat musim panas. Hal ini karena

kemampuan *breathable* lebih baik dibandingkan dengan kain biasa (Marilyn, 2009).

Bambu memiliki komponen lignoselulosa berupa lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Selulosa merupakan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan serat bambu, sehingga perlu adanya proses pemisahan lignin dan hemiselulosa untuk mendapatkan selulosa. Delignifikasi merupakan proses penghilangan lignin pada bahan lignoselulosa. Serat bambu dapat diperoleh dengan cara biologis, mekanis, maupun kimiawi. Proses pemisahan serat bambu secara biologis adalah dengan cara menghancurkan bambu lalu dilanjutkan dengan penambahan enzim alami. Proses mekanis dilakukan dengan cara menghancurkan bambu dan penambahan enzim, sedangkan proses kimia salah satunya dilakukan dengan penambahan bahan kimia NaOH dan CS₂ (*carbon disulfide*) (Devi *et al.*,

2007). Penggunaan bahan-bahan kimia akan berdampak buruk bagi kesehatan dan serat yang diperoleh tidak boleh digunakan sebagai bahan tekstil seperti pakaian (Jiajia, 2012). Berdasarkan dampak yang ditimbulkan oleh metode kimia, maka metode biologis merupakan pilihan yang paling tepat untuk memperoleh serat bambu.

Beberapa jenis enzim seperti xilanase dan selulase dibutuhkan untuk mendapatkan serat bambu. Penggunaan xilanase bertujuan memisahkan hemiselulosa yang terdapat pada bambu. Penggunaan selulosa merupakan perlakuan untuk mengubah struktur dan permukaan selulosa, sehingga selulase dapat diproses. Selulosa pada umumnya terdiri atas zona kristalin dan amorf dengan jumlah kandungan yang bervariasi berdasarkan sumber bahan (Jiajia, 2012). Sebagian besar bahan-bahan reaktan hanya bekerja pada bagian amorf karena bagian tersebut terdapat pada permukaan dari bagian kristalin, sehingga bagian *intracrystalline* tidak terpengaruh oleh reaktan (Ciolacu *et al.*, 2011).

Pada proses ekstraksi serat bambu secara enzimatik, proses inkubasi merupakan salah satu proses yang penting karena mempengaruhi energi dan waktu yang diperlukan. Untuk mengatasi permasalahan waktu inkubasi dalam proses pemisahan serat bambu, maka berbagai penelitian untuk mengurangi waktu hidrolisis dilakukan seperti pemberian perlakuan pendahuluan. Selain itu juga dapat dilakukan pemilihan sumber serat bambu yang sesuai. Pada penelitian ini digunakan tiga jenis bambu yang banyak dibudidayakan di Indonesia, yaitu bambu kuning, bambu hitam, dan bambu tali. Jenis bambu dipilih berdasarkan kecepatan hidrolisis hemiselulosa secara enzimatik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk untuk mendapatkan jenis bambu yang sesuai dalam proses degumming serat bambu didasarkan atas mutu dan untuk menentukan konsentrasi enzim xilanase terbaik untuk hidrolisis hemiselulosa serat bambu terpilih.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah bambu kuning (*Bambusa vulgaris*), bambu tali (*Gigantochloa apus*), dan bambu hitam (*Gigantochloa atrovioleacea*) yang diperoleh dari Desa Sukaresmi, Tamansari, Bogor. Bahan baku tersebut digiling untuk mendapatkan serbuk bambu dengan ukuran lolos pada saringan 30 mesh. Bahan kimia terdiri atas NaOH, Na₂SO₃, bufer sitrat, DNS, HNO₃, CH₃COOH, NaHClO₂, H₂SO₄, dan etanol benzena. Enzim yang digunakan adalah xilanase dan selulase yang diperoleh dari CV Endsany, Sukoharjo, Jawa Tengah. Alat-alat utama yang digunakan adalah *shaker*, otoklaf, *hammer*

mill, *oven*, *blender*, penangas air, termometer, pH meter, dan spektrofotometer.

Metode

Karakterisasi Sifat Kimia Bambu

Pada percobaan ini bambu diperkecil ukurannya dengan menggunakan *hammer mill* sampai ukuran yang lolos pada 30 mesh, lalu dicuci dengan air untuk menghilangkan zat-zat pengotor, dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 75°C selama satu hari. Sifat kimia bamboo yang diukur adalah kadar selulosa, hemiselulosa, lignin, dan zat ekstraktif (TAPPI, 1997). Hemiselulosa ditentukan dari selisih dari holoselulosa dan selulosa yang dianalisis. Pengujian sifat kimia dilakukan untuk mengetahui kondisi bambu sebelum hidrolisis menggunakan enzim serta untuk mengetahui perbedaan karakteristik setiap bambu, yang mungkin berpengaruh terhadap proses hidrolisis.

Karakterisasi Enzim

Pada penelitian pendahuluan juga dilakukan pengujian aktivitas enzim dan pengujian kondisi optimal enzim. Pengujian aktivitas enzim bertujuan mengetahui aktivitas enzim yang digunakan sehingga dapat ditentukan jumlah enzim yang akan digunakan. Kondisi optimal enzim dilakukan dengan menguji aktivitas enzim pada suhu tertentu dan pH tertentu. Penentuan pH optimal untuk xilanase dan selulosa dilakukan pada pH 4,5; 5,0; 5,5; dan 6,0 pada suhu 45°C, untuk penentuan suhu optimal untuk xilanase dilakukan pada suhu 40, 50, dan 60°C pada pH 5,5, sedangkan untuk enzim selulosa dilakukan pada suhu 37°C dan 45°C.

Bambu yang digunakan dalam bentuk serbuk berukuran lolos 30 mesh. Bahan disterilkan di dalam otoklaf dengan suhu 120°C selama 15 menit. Kemudian, sebanyak 1 g serbuk bambu disaring dan siap digunakan sebagai substrat.

Hidrolisis Selulosa

Satu gram serbuk bambu yang telah disterilkan ditambah dengan 100 mL buffer sitrat-fosfat pH 5,5, kemudian ditambahkan 25 U/g enzim selulosa. Campuran diinkubasikan pada suhu 37 °C selama 24 jam, kemudian cairan dipisahkan dan dianalisis kandungan gula pereduksi. Padatan diuji komponen kadar selulosa dan hemiselulosanya.

Hidrolisis Hemiselulosa

Satu gram serbuk bambu yang telah disterilkan ditambah 100 mL buffer sitrat-fosfat pH 5,5, kemudian ditambahkan xilanase 50 U/g. Campuran diinkubasikan pada suhu 50°C selama 24 jam, kemudian cairan dipisahkan dan dianalisis kandungan gula pereduksi. Padatan diuji komponen kadar selulosa dan hemiselulosa.

Penentuan Konsentrasi Enzim pada Hidrolisis Hemiselulosa

Pada penentuan konsentrasi enzim, bambu yang digunakan hanya satu jenis, yaitu bambu yang paling mudah terhidrolisis menggunakan selulase dan xilanase berdasarkan analisis gula sederhana, kadar selulosa, dan kadar hemiselulosa pada tahap hidrolisis selulosa dan hidrolisis hemiselulosa. Satu gram serbuk bambu yang telah disterilkan ditambah dengan 100 mL buffer sitrat-fosfat pH 5,5, kemudian ditambah dengan xilanase dengan konsentrasi 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, dan 500 U/g. Campuran tersebut diinkubasikan pada suhu 50°C selama 24 jam. Kondisi optimal pada selulosa adalah suhu 37°C dan pH 5,5 sedangkan pada xilanase adalah pada suhu 50°C dan pH 5,5. Cairan dipisahkan dan dianalisis kandungan gula pereduksinya. Padatan diuji komponen kadar selulosa dan hemiselulosa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bambu

Karakteristik kimia bambu terdiri atas kadar holoselulosa, selulosa, hemiselulosa, lignin klason, dan zat ekstraktif. Tabel 1 menunjukkan sifat-sifat kimia bambu kuning, bambu hitam, dan bambu tali.

Kadar zat ekstraktif bambu kuning pada pelarut etanol benzena 2:1 adalah sebesar 3,77%. Jika dibandingkan dengan zat ekstraktif bambu yang biasanya diantara 5-9% (Fatriasari, 2008), zat ekstraktif bambu kuning yang diperoleh tergolong rendah. Kadar holoselulosa yang diperoleh adalah sebesar 69,57%. Fatriasari (2008) menyatakan pada umumnya bambu memiliki kadar holoselulosa antara 70-80%. Berdasarkan data tersebut bambu kuning yang diamati memiliki kadar holoselulosa yang tidak jauh berbeda. Kadar lignin yang diperoleh tergolong kecil, yaitu sebesar 21,23% dibandingkan dengan kadar lignin bambu pada umumnya, yaitu 25-30% (Fatriasari, 2008).

Bambu hitam memiliki kandungan zat ekstraktif lebih tinggi dibandingkan dengan bambu kuning, yaitu 4,12%. Kandungan holoselulosa yang dimiliki bambu hitam lebih rendah dibandingkan dengan bambu kuning, yaitu 64,43%. Kandungan hemiselulosa bambu hitam juga lebih kecil dari bambu kuning, yaitu 21,16%. Bambu hitam memiliki kandungan lignin yang lebih tinggi dibandingkan bambu kuning, yaitu 24,33%.

Bambu tali memiliki kandungan zat ekstraktif paling tinggi dibandingkan dengan dua jenis bambu lainnya, yaitu 4,45%. Kandungan

Tabel 1. Sifat-sifat kimia bambu kuning, bambu hitam, dan bamboo tali

Sifat Kimia	Bambu Kuning	Bambu Hitam	Bambu Tali
Zat ekstraktif (%)	3,77±0,02	4,12±0,01	4,45±0,01
Kadar holoselulosa (%)	69,57±0,07	64,43±0,08	63,23±0,07
Kadar selulosa (%)	47,33±0,11	43,27±0,09	42,45±0,05
Kadar hemiselulosa (%)	22,24±0,08	21,16±0,03	20,78±0,03
Kadar lignin Klason (%)	21,23±0,04	24,33±0,07	24,87±0,06

holoselulosa pada bambu tali merupakan yang paling rendah, yaitu 63,23%, dan hemiselulosa 20,78%. Kandungan lignin bambu tali merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan dengan dua jenis bambu lainnya, yaitu 24,87%.

Karakteristik Enzim

Aktivitas enzim merupakan kemampuan enzim dalam mendegradasi suatu substrat atau membentuk produk (Suparno, 2005; Suparno *et al.*, 2007). Semakin tinggi aktivitas enzim, semakin banyak substrat yang terdegradasi dan semakin banyak produk yang terbentuk oleh enzim tersebut.

Tabel 2 menunjukkan aktivitas selulase sebagai CMC-ase pada suhu tertentu. Selulase memiliki konsentrasi enzim sebesar 250 U/g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa selulase bekerja dengan optimal pada suhu 37°C dan pH 5,5.

Tabel 2. Aktivitas CMC-ase pada suhu 37°C dan pH 5,5

Suhu (°C)	Aktivitas CMC-ase (U/g)
37	250±12
45	221±17

Tabel 3 menunjukkan aktivitas xilanase pada suhu tertentu. Konsentrasi xilanase yang digunakan adalah 550 U/g. Kondisi optimal untuk xilanase adalah pada suhu 50°C dan pH 5,5.

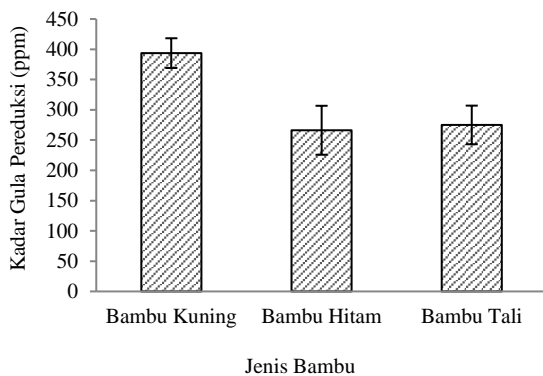
Tabel 3. Aktivitas xilanase pada pH 5,5 dan berbagai suhu

Suhu (°C)	Aktivitas xilanase (U/g)
40	437 ±21
50	550 ±27
60	492 ±18

Hidrolisis Selulosa

Hidrolisis selulosa menggunakan selulase menghasilkan produk berupa gula pereduksi (glukosa). Gambar 1 menunjukkan perbedaan jumlah gula pereduksi hasil hidrolisis menggunakan selulase. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa bambu kuning lebih mudah terhidrolisis dengan menggunakan selulase dibandingkan dengan bambu hitam dan bambu tali. Hidrolisis bambu kuning menghasilkan gula pereduksi rata-rata sebesar 393 ppm, sedangkan untuk bambu hitam dan bambu tali tidak memiliki perbedaan yang terlalu jauh, yakni dimana bambu hitam menghasilkan gula pereduksi sebesar 266 ppm dan bambu tali sebesar 275 ppm.

Proses hidrolisis enzimatik dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu enzim, ukuran partikel, suhu, pH, waktu hidrolisis, perbandingan cairan terhadap bahan baku (volume substrat), dan pengadukan. Selain itu, hidrolisis juga dipengaruhi oleh karakteristik substrat dan kandungan pada substrat tersebut (Purba, 2009). Proses hidrolisis dipengaruhi oleh kadar lignin dalam serat. Ikatan silang dari struktur aromatik lignin dapat memperlambat penetrasi enzim, sehingga mempengaruhi proses hidrolisis (Safaria *et al.*, 2013). Perbedaan hasil hidrolisis pada bambu-bambu tersebut disebabkan oleh kandungan lignin. Kandungan lignin pada bambu hitam dan bambu tali cukup tinggi dibandingkan dengan kandungan lignin bambu kuning, sehingga selulase lebih sulit menghidrolisis selulosa.

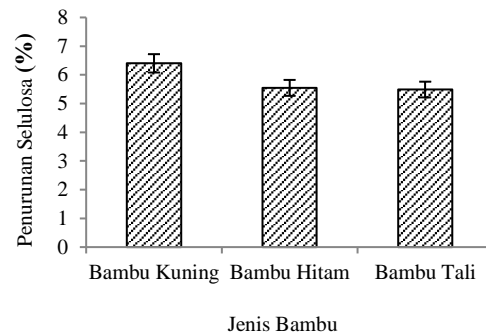


Gambar 1. Kadar gula pereduksi yang terbentuk dari bambu setelah hidrolisis menggunakan selulase

Perlakuan enzim dapat mengakibatkan perubahan struktur dan permukaan dari serat (Jiajia, 2012). Selulase mengubah permukaan serat menjadi lebih lembut dan lebih lentur, sehingga daya putus serat dan daya pinal menjadi lebih baik. Hidrolisis selulosa menggunakan selulase mengakibatkan penurunan jumlah selulosa yang terkandung pada bambu sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4. Penurunan selulosa pada bambu kuning lebih tinggi dibandingkan dengan bambu hitam maupun bambu tali, sedangkan penurunan selulosa pada bambu kuning lebih besar dibandingkan dengan penurunan pada bambu hitam dan bambu tali (Gambar 2).

Tabel 4. Rendemen, kadar selulosa bambu sebelum dan setelah hidrolisis menggunakan selulase

Jenis bambu	Rendemen (%)	Selulosa awal (%)	Selulosa akhir (%)
Bambu kuning	96,23±0,05	47,33±0,11	46,03±0,01
Bambu hitam	95,88±0,12	43,27±0,09	42,62±0,07
Bambu tali	95,55±0,08	42,45±0,05	43,95±0,05



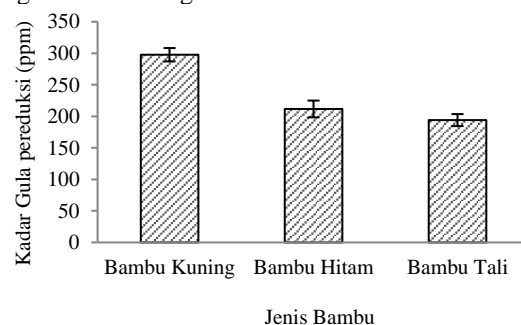
Gambar 2. Penurunan selulosa pada bambu setelah hidrolisis dengan enzim selulosa

Penurunan jumlah selulosa pada bambu berbanding lurus dengan jumlah gula pereduksi yang dihasilkan dari hidrolisis selulosa dengan selulase. Semakin besar jumlah selulosa pada bamboo yang dihidrolisis, semakin tinggi gula pereduksi yang dihasilkan. Penurunan selulosa pada bambu kuning lebih tinggi dibandingkan dengan bambu yang lain.

Hidrolisis Hemiselulosa

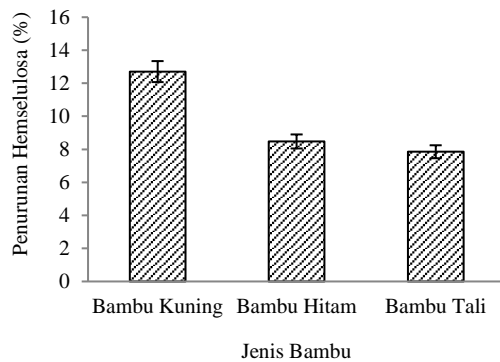
Hidrolisis hemiselulosa (xilan) dan lignin pada serat bambu akan meningkatkan kemurnian serat selulosa yang dihasilkan, sehingga karakteristik serat dan kain yang dihasilkan akan semakin baik, yakni lebih lembut dan lentur, daya putus serat dan daya pinal menjadi lebih baik. Hidrolisis hemiselulosa menggunakan xilanase menghasilkan produk xilosa yang merupakan salah satu gula pereduksi.

Gambar 3 menunjukkan perbedaan jumlah gula pereduksi hasil hidrolisis menggunakan xilanase. Hemiselulosa bambu kuning juga lebih mudah terhidrolisis dibandingkan dengan hemiselulosa bambu hitam dan bamboo tali. Gula pereduksi yang dihasilkan dari hidrolisis bambu kuning lebih tinggi dibandingkan dengan gula pereduksi dari hidrolisis bambu hitam dan bambu tali. Seperti halnya hidrolisis selulosa, hidrolisis xilan juga dipengaruhi oleh kandungan lignin dalam bambu yang dapat menghambat penetrasi xilanase. Oleh karena itu, bambu kuning dengan kandungan lignin terendah dapat terhidrolisis dengan mudah dengan xilanase



Gambar 3. Gula pereduksi yang terbentuk setelah hidrolisis bambu menggunakan xilanase

Xilan lebih sulit terhidrolisis dibandingkan dengan selulosa karena jumlah kandungan xilan yang kecil. Xilan pada permukaan kembali mengendap sehingga sebagian xilan yang terletak lebih jauh di dalam tidak terjangkau oleh enzim (Wedin *et al.*, 2007). Hidrolisis hemiselulosa menggunakan xilanase mengakibatkan penurunan pada jumlah hemiselulosa yang terkandung pada bambu yang dapat dilihat pada Tabel 5. Gambar 4 menunjukkan penurunan kadar hemiselulosa setelah hidrolisis dengan menggunakan xilanase. Penurunan kandungan hemiselulosa pada bambu tidak berbeda dibandingkan dengan data hasil hidrolisis hemiselulosa. Bambu kuning mengalami penurunan kadar hemiselulosa yang paling besar dibanding dengan kedua jenis bambu yang lainnya.



Gambar 4. Penurunan hemiselulosa bambu setelah hidrolisis menggunakan xilanase

Bambu memiliki selulosa, hemiselulosa, dan lignin sebagai bahan penyusun utama. Komposisi ketiga bahan tersebut lebih dari 90% dari kandungan kimia yang terdapat pada bambu. Lignin dan hemiselulosa adalah kandungan utama yang ingin dipisahkan melalui proses *degumming*. Bambu memiliki kandungan hemiselulosa rata-rata 20%-30%. Hemiselulosa pada bambu pada sebagian besar mengandung β -D-xilan, sehingga penggunaan xilanase merupakan metode yang paling tepat dalam proses *degumming* (Aoyama, 1999).

Penurunan jumlah hemiselulosa pada bambu berbanding terbalik dengan jumlah gula pereduksi yang dihasilkan dari hidrolisis hemiselulosa dengan xilanase. Semakin tinggi gula pereduksi yang dihasilkan maka semakin menurun jumlah hemiselulosa pada bambu. Penurunan hemiselulosa pada bambu kuning lebih tinggi dibandingkan dengan kedua jenis bambu yang lain. Hal tersebut terjadi karena hemiselulosa bambu

kuning yang terhidrolisis oleh xilanase lebih banyak dibandingkan dengan kedua jenis bambu lainnya.

Bambu kuning merupakan jenis bambu yang paling cocok untuk pembuatan serat kain bambu dengan menggunakan metode mekanis, karena bambu kuning memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang mudah terhidrolisis dengan menggunakan enzim komersial dibandingkan dengan bambu hitam maupun bambu kuning. Dengan menggunakan bambu kuning sebagai bahan dalam pembuatan serat, proses *degumming* akan lebih cepat dibandingkan dengan jenis bambu yang lain, sehingga serat yang dihasilkan dapat diperoleh lebih cepat, penggunaan enzim dan biaya energi inkubasi dapat diturunkan.

Penentuan Konsentrasi Xilanase

Pada pembuatan serat kain bambu secara mekanis, hemiselulosa merupakan salah satu komponen kimia yang perlu dihilangkan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan penentuan konsentrasi xilanase terbaik untuk memisahkan hemiselulosa dari bambu. Pada uji ini, selulase tidak digunakan karena dapat merusak selulosa yang ingin diperoleh. Jenis bambu yang digunakan adalah bambu kuning, karena berdasarkan hidrolisis selulosa dan hemiselulosa, bambu kuning merupakan jenis bambu yang paling mudah terhidrolisis menggunakan selulase maupun xilanase. Xilanase menurunkan kadar selulosa dan hemiselulosa pada bambu sebagaimana terlihat pada Tabel 6. Gambar 5 menunjukkan pengaruh konsentrasi xilanase terhadap gula pereduksi yang dihasilkan.

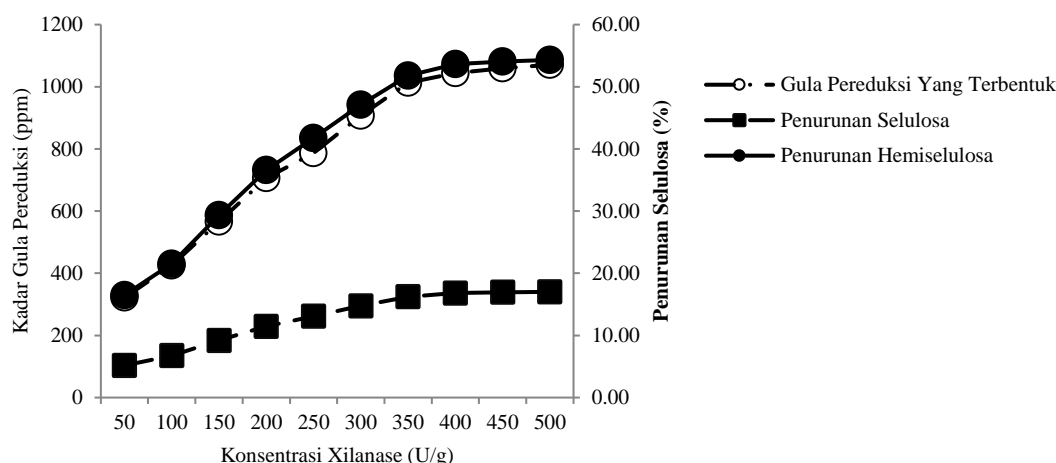
Gambar 5 memperlihatkan peningkatan kadar gula pereduksi yang terbentuk meningkat sampai konsentrasi enzim 350 U/g, sedangkan pada selang konsentrasi 350-500 U/g, gula pereduksi tidak terlihat meningkat secara signifikan. Hal ini dapat disebabkan kandungan hemiselulosa pada bambu sedikit, sehingga gula pereduksi yang dihasilkan juga semakin kecil. Hal ini juga dapat disebabkan enzim tidak dapat menjangkau sisa hemiselulosa sehingga hemiselulosa sulit terhidrolisis (Wedin *et al.* 2007). Gambar tersebut juga menunjukkan jumlah hemiselulosa yang terhidrolisis setelah penggunaan xilanase. Perubahan hemiselulosa meningkat secara signifikan dari konsentrasi 50 - 350 U/g, pada konsentrasi 350- 500 U/g, peningkatan cenderung berkurang. Hasil tersebut menunjukkan penurunan hemiselulosa berbanding lurus dengan peningkatan gula pereduksi yang terbentuk.

Tabel 5. Rendemen, komposisi bambu sebelum dan setelah hidrolisis menggunakan xilanase

Jenis bambu	Rendemen (%)	Hemiselulosa awal (%)	Hemiselulosa akhir (%)	Selulosa akhir (%)
Bambu kuning	95,29±0,10	22,24±0,08	21,21±0,04	48,63±0,01
Bambu hitam	97,01±0,19	21,16±0,03	20,84±0,08	45,29±0,01
Bambu tali	97,28±0,19	20,78±0,03	20,62±0,08	44,56±0,01

Tabel 6. Komposisi bambu kuning setelah hidrolisis menggunakan xilanase

Konsentrasi (U/g)	Hemiselulosa (%)	Selulosa (%)	Penurunan hemiselulosa (%)	Penurunan selulosa (%)
(Awal)	22,24±0,08	47,33±0,11	-	-
50	20,61±0,02	49,81±0,01	16,48±0,16	5,16±0,05
100	19,78±0,07	50,01±0,02	21,50±0,43	6,74±0,14
150	18,41±0,06	50,35±0,02	29,33±0,38	9,19±0,12
200	17,06±0,04	50,69±0,01	36,61±0,25	11,47±0,08
250	16,05±0,08	50,94±0,02	41,74±0,40	13,07±0,13
300	14,94±0,12	51,22±0,02	47,08±0,60	14,75±0,19
350	13,92±0,10	51,47±0,03	51,77±0,46	16,22±0,14
400	13,50±0,08	51,58±0,02	53,66±0,38	16,81±0,12
450	13,41±0,05	51,60±0,01	54,04±0,22	16,93±0,07
500	13,35±0,08	51,61±0,02	54,31±0,36	17,01±0,11



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi enzim terhadap kadar gula pereduksi terbentuk, kadar hemiselulosa dan selulosa

Hemiselulosa merupakan bahan yang ingin dihilangkan sebanyak mungkin dari serat agar dapat diperoleh serat dengan kandungan selulosa yang lebih murni. Kadar hemiselulosa pada bambu kuning adalah sekitar 22,24%, sehingga jumlah hemiselulosa yang ingin dipisahkan adalah 22,24% dari bobot keseluruhan bambu atau 100% dari kadar hemiselulosa. Namun, enzim tidak dapat menghilangkan seluruh hemiselulosa meskipun dilakukan penambahan konsentrasi. Hal ini dapat dilihat pada kurva, enzim hanya dapat menghidrolisis hemiselulosa sebesar 54%, penambahan enzim yang berlebihan dapat memengaruhi biaya proses *degumming* sehingga dapat disimpulkan penggunaan xilanase yang paling optimal adalah dengan konsentrasi 400 U/g dengan waktu hidrolisis selama 24 jam. Seiring penambahan konsentrasi xilanase, kemurnian selulosa meningkat karena kadar hemiselulosa pada serat bambu tersebut menurun.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Bambu kuning, bambu hitam, dan bambu tali dapat dihidrolisis menggunakan selulase dan

xilanase, yang ditunjukkan dengan terbentuknya gula-gula sederhana. Bambu kuning merupakan jenis bambu yang paling cocok digunakan untuk pembuatan serat bambu dibandingkan dengan bambu hitam dan bamboo tali. Bambu kuning memiliki selulosa dan hemiselulosa yang paling mudah terhidrolisis secara enzimatik dibandingkan dengan bambu hitam dan bambu tali. Konsentrasi xilanase terbaik untuk menghidrolisis hemiselulosa pada bambu kuning adalah 400 U/g yang dapat menurunkan kadar hemiselulosa bambu kuning sebesar 54% dalam waktu 24 jam.

Saran

Pengujian mutu serat dari bambu kuning yang dihasilkan perlu dilakukan. Serat bambu kuning yang dihasilkan perlu dicoba untuk dipintal mejadi benang serat bambu, yang kemudian untuk membuat kain.

DAFTAR PUSTAKA

Aoyama M. 1999. Acid catalysed steaming for solubilization of bamboo grass xylan. *Biores Technol.* 69:91-94.

- Ciolacu D, Ciolacu F, dan Popa VI. 2011. Amorphous cellulose: structure and characterization. *Cellulose Chem Technol.* 45(1-2): 13-21.
- Devi R, Poornima N, dan Guptan S. 2007. Bamboo: the natural, green and eco-friendly new-type textile material of the 21st century. *J. Textile Assoc.* 1: 222-224.
- Fatriasari W. 2008. Analisis morfologi serat dan sifat fisis-kimia pada enam jenis bambu sebagai bahan baku pulp dan kertas. *ITHH* 1(2): 67-72.
- Jiajia F. 2012. Bamboo fibre processing: insights into hemicellulase and cellulase substrate accessibility. *Biocatal Biotrans.* 30(1): 27-37.
- Marliyn W. 2009. Sustainable textiles: the role of bamboo and a comparison of bamboo textile properties. *J Text App Technol Mgmt.* 6(2): 1-21.
- Purba E. 2009. Hidrolisis pati ubi kayu (*Manihot esculenta*) dan pati ubi jalar (*Ipomea batatas*) menjadi glukosa secara cold process dengan acid fungal amilase dan glukoamilase. *J Tek Ind Pert.* 12 (2): 76-81.
- Rathod A dan Kolhatkar A. 2012. Handle properties of bamboo and cotton fabric. Di dalam: China Textile Science, Vol. 2, Textech Publishing, 36-40.
- Safaria S, Idiawati N, dan Anita T. 2013. Efektivitas campuran enzim selulosa dari *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* dalam menghidrolisis substrat sabut kelapa. *JKK* 2(1): 46-51.
- Suparno O. 2005. Phenolic reactions for leather tanning and dyeing. [PhD Thesis]. Leicester (UK): University of Leicester.
- Suparno O, Covington AD, dan Evans CS. 2007. Application of diphenols for dyeing. *J Society Leather Technol Chem.* 91(4): 139-141.
- TAPPI. 1997. *TAPPI Test Methods*. Atlanta (US): TAPPI Press.
- Wedin H, Ragnar M, dan Lindstrom ME. 2007. On the role of xylan in oxygen delignification [Tesis]. Stockholm: Royal Institute of Technology Teknikringen.