

# PEMURNIAN SELULOSA- $\alpha$ HASIL HIDROLISIS PELEPAH SAWIT MENGUNAKAN ENZIM XYLANASE DENGAN VARIASI pH DAN SUMBER ENZIM XYLANASE

Sari, D. P\*, Padil\*\*, Yelmida\*\*

\*Alumni Teknik Kimia Universitas Riau

\*\*Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

[diyt\\_1712@yahoo.com](mailto:diyt_1712@yahoo.com)

## Abstract

*Midrib palm is one of the waste that produced from palm farming which contain alpha cellulose about 35%. The component of alpha cellulose could be used as a raw material for nitrocellulose if it is has more than 92% of purity. So to increase the purity of alpha cellulose, midrib palm has to be treated by purifying step. In this time, chemical still be choices to be material for purify alpha cellulose, while as we know that chemical has a bad impact for our envirotment. So it is important to search another purifying agent and it is xylanase. Xylanase is one of enzyme that has an ability to break up the link between xylose in xylan. So the purpose of this research are to use xylanase as another purifying agent, to know what is the best pH for this purifying process and to compare the result between two xylanases that produced from different fungi. Before start the purifying step, midrib have to through extraction step to remove all extractive and continue with hydrolisis step by using extraction liquid of palm empty bunch ash. Then after that purifying step can be done at 60<sup>0</sup>C for 1,5 hours by making some differences at pH (4,5 and 6). The highest purity of alpha cellulose was reached at pH 6 by using xylanase from *Aspergillus niger* about 97,55%. So the conclucion of this research are, the best pH for purifying process by using xylanase is 6 and the best xylanase is the one which produce from *Aspergillus niger*. Beside that, the use of xylanase which is comes from the same species will be not affected much to the purifying result.*

**Keyword :** *hydrolisis, midrib palm, xylanase enzyme.*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan industri sawit di Indonesia, khususnya Provinsi Riau tidak lepas dari sisa produksi dan limbah. Limbah industri pengolahan sawit dapat berupa limbah kimia maupun limbah pertanian. Pelepah sawit merupakan salah satu limbah pertanian yang dihasilkan pada saat panen buah sawit. Dari perkebunan sawit, dalam satu tahun akan dihasilkan 6,3 ton pelepah sawit per hektar (Litbang Deptan, 2010). Pemanfaatan limbah pelepah sawit belum dilakukan secara optimal. Sejauh ini pelepah sawit masih diolah sebatas menjadi pakan ternak dan pupuk kompos, bahkan sebagian besar

petani menumpuk pelepah sawit begitu saja di perkebunan. padahal analisa kimia terhadap pelepah sawit menyatakan bahwa terdapat komponen selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang masih dapat dimanfaatkan menjadi produk yang bernilai lebih ekonomis. Padil (2010) melaporkan komposisi selulosa, hemiselulosa, dan lignin pelepah sawit secara berturut-turut adalah ; 34,89%, 27,14%, dan 19,87%.

Komponen selulosa dalam pelepah sawit dapat ditingkatkan kemurniannya dengan cara menghidrolisis pelepah sehingga didapatkan selulosa yang lebih murni. Namun pada proses hidrolisis, tidak seluruh bagian selulosa dapat terpecah dari

lignoselulosa, masih ada komponen selulosa yang terikat di lignin dan hemiselulosa. Untuk itu diperlukan proses pemurnian lebih lanjut agar komposisi selulosa yang dihasilkan akan meningkat kemurniannya sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku produk turunan lainnya yang diharapkan. Pemurnian yang dilakukan terhadap selulosa memiliki beberapa alternatif. Pemurnian dapat dilakukan secara kimiawi (dengan menggunakan bantuan zat-zat kimia) atau secara biologis. Sampai dengan saat ini, pemurnian yang banyak dilakukan masih secara kimiawi, biasa disebut dengan proses *bleaching*. Zat yang sering digunakan dalam pemurnian secara kimiawi ialah  $H_2O_2$  dan klorin. Zat-zat tersebut banyak digunakan karena prosesnya yang lebih cepat dan murah. Namun pemakaian zat kimia tersebut dalam skala besar dan berkepanjangan dapat memberikan dampak lingkungan yang buruk.

Melihat dampak yang dihasilkan oleh pemurnian secara kimiawi tersebut, maka diperlukan metode alternatif yang ramah lingkungan untuk mengatasi problem ini, salah satunya adalah dengan mengembangkan proses pemurnian menggunakan enzim *xylanase*. Enzim *xylanase* diketahui memiliki kemampuan menghidrolisis *xylan* dalam hemiselulosa (Richana, 2002). Pemakaian enzim dalam industri kimia tentu akan memberikan dampak lingkungan yang lebih baik, sehingga proses pemurnian selulosa menggunakan enzim *xylanase* akan memberikan kemurnian selulosa yang lebih tinggi sekaligus menjawab permasalahan lingkungan yang dihadapi ketika melakukan pemurnian menggunakan zat kimia. Dalam industri kertas, enzim *xylanase* sudah mulai banyak dikembangkan sebagai agen *pre-bleaching* yang akan memudahkan kinerja bahan kimia dalam proses *bleaching*, serta dapat mengurangi pemakaian zat kimia dalam proses *bleaching* tersebut.

Adapun tujuan dari penelitian ini ialah untuk memanfaatkan enzim *xylanase* pada proses pemurnian selulosa- $\alpha$  dari pelepah sawit, menentukan pH optimum pada proses pemurnian serta membandingkan kemurnian selulosa- $\alpha$  tertinggi yang dihasilkan antara 2 enzim *xylanase* yang berbeda sumber.

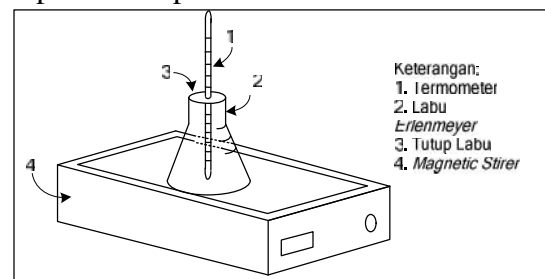
## 2. Metodologi

### Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah pelepah sawit, larutan ekstrak abu TKS, Natrium Hidroksida (NaOH) 17,5%, kalium dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) 0,5 N, Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) pekat, ferrous ammonium sulfat ( $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ) 0,1 N, indikator ferroin, heksan ( $C_6H_6$ ), larutan *buffer* asetat dan aquades.

### Alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari ayakan, reaktor hidrolisis, soklet, labu didih dasar bulat, *heating mantle*, kondensor, *thermohooke*, *magnetic stirrer*, desikator, kertas saring *whatman*, corong kaca, termometer dan cawan petri. Rangkaian alat untuk proses pemurnian dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Rangkaian Alat Pemurnian

### Variabel Penelitian

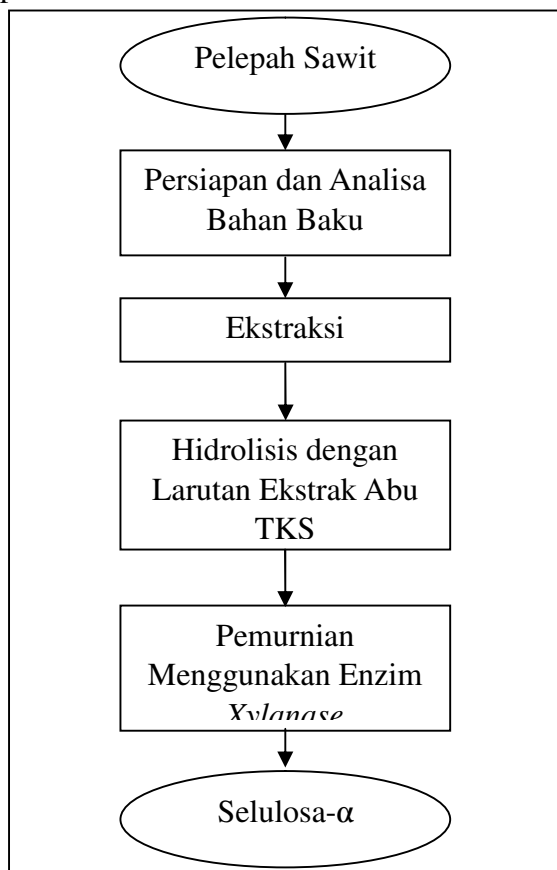
Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel bebas. Penelitian ini terdiri dari dua proses utama yaitu proses hidrolisis dan pemurnian terhadap hasil hidrolisis. Proses hidrolisis terdiri dari dua tahap, yaitu pre-hidrolisis dan delignifikasi. Variabel proses pada pre-hidrolisis dan delignifikasi adalah variabel tetap, yaitu ukuran partikel 20-40 mesh, suhu pre-hidrolisis dan cooking  $100^{\circ}C$ , waktu pre-

hidrolisis 1 jam, waktu cooking 30 menit, nisbah padatan-larutan pre-hidrolisis 1:10, dan nisbah padatan-larutan cooking 1:5 (Zulfieni, 2011).

Pada proses pemurnian variabel tetapnya yaitu nisbah padatan hasil hidrolisis-aquades 1:25, volum enzim 3 ml, waktu 90 menit dan suhu 60<sup>0</sup>C. Sedangkan variabel bebasnya adalah sumber penghasil enzim *xylanase* yang digunakan untuk pemurnian yaitu *Aspergillus niger* dan *Trichoderma sp.*, dan pH operasi pemurnian adalah 4,5 dan 6

### Prosedur Penelitian

Tahap-tahap penelitian terdiri dari persiapan dan analisa bahan baku, ekstraksi, hidrolisis dengan larutan ekstrak abu TKS, pemurnian menggunakan enzim *xylanase* dan analisa selulosa- $\alpha$ . Gambar 2 memperlihatkan blok diagram tahapan penelitian.



**Gambar 2.** Blok Diagram Metode Penelitian

### Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah pelepah sawit. Limbah tersebut diperoleh dari perkebunan kelapa sawit di Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pelepah sawit sebagai bahan baku dibersihkan dari lidi dan daunnya lalu dikupas kulitnya. Selanjutnya dilakukan pengetaman dan pencacahan menjadi ukuran yang lebih kecil. Kemudian dilakukan pengeringan terhadap bahan baku sampai kadar air sisa  $\pm 10\%$ . Setelah itu pelepah sawit dihaluskan dan diayak untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam yaitu 20-40 mesh.

### Proses Ekstraksi

Proses ekstraksi bertujuan untuk mengekstrak komponen ekstraktif di dalam pelepah sawit. Komponen ekstraktif ini jika dibiarkan diperkirakan akan memberatkan kinerja enzim dalam membuka jaringan lignin dan hemiselulosa. Maka perlu dilakukan proses ekstraksi terlebih dahulu, sehingga ketika proses pemurnian dilakukan, zat-zat ekstraktif sudah hilang dan enzim akan dengan mudah memecah ikatan lignin dan hemiselulosa yang tersisa.

### Proses Hidrolisis

Proses hidrolisis terbagi menjadi 2 bagian. Pada 1 jam pertama disebut dengan proses pre-hidrolisis. Pre-hidrolisis bertujuan untuk melemahkan ikatan antara lignin dan hemiselulosa serta mempercepat penghilangan pentosan (hemiselulosa) dalam bahan baku pada waktu pemasakan. Penetrasi merupakan tahap awal pada proses pemasakan, yaitu peristiwa masuknya cairan pemasak ke dalam pori-pori bahan. Setelah itu, pelepah sawit mulai melunak dan serat-seratnya terlepas. Pada saat pre-hidrolisis terjadi, proses delignifikasi dengan sendirinya ikut terjadi. Pre-hidrolisis dilakukan menggunakan larutan ekstrak abu TKS dengan nisbah padatan-larutan 1:10, suhu 100<sup>0</sup>C dan waktu selama 1 jam. Setelah pre-hidrolisis selesai, filtratnya dikeluarkan dan residu dicuci dengan

aquades hangat untuk selanjutnya dilakukan proses delignifikasi.

Bagian selanjutnya yaitu proses delignifikasi yang bertujuan untuk memurnikan selulosa- $\alpha$  yang terdapat dalam pulp. Pemurnian dapat terjadi karena adanya proses delignifikasi yaitu pemutusan ikatan lignin dari makromolekul lignoselulosa yang diikuti dengan pelarutan lignin dalam suatu degradasi sebagian kecil polisakarida (Fengel & Wegener, 1995). Delignifikasi dilakukan dengan larutan ekstrak abu TKS pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ , waktu pemasakan 30 menit dan nisbah padatan-larutan pemasak adalah 1:5 (Zulfieni, 2011). Sampel hasil pemasakan disaring dan dicuci dengan aquades hangat untuk menghilangkan lindi hitam. Selanjutnya dilakukan uji kadar selulosa- $\alpha$  menggunakan metode SNI 0444-2-2009.

#### Proses Pemurnian Menggunakan Enzim *Xylanase*

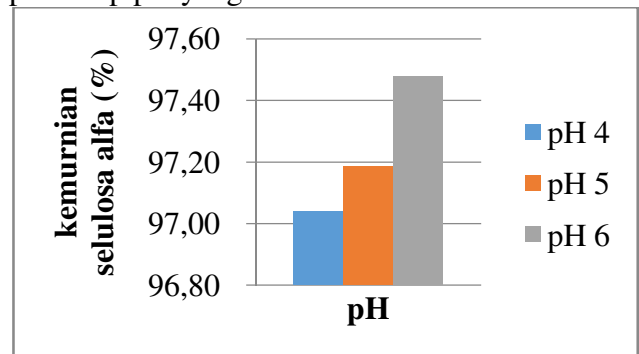
*Xylanase* dalam proses pemurnian akan memutuskan ikatan *xilose-xilose* dalam rantai xilan sehingga mengakibatkan putusnya ikatan antara sisa lignin dengan hemiselulosa. Dengan kejadian tersebut, ikatan kompleks lignin-karbohidrat (ikatan-ikatan xilan pada sisi lignin) yang sulit dihilangkan karena ukurannya yang sangat kecil dan tersebar merata pada hemiselulosa, mudah untuk dihilangkan pada tahapan pemutihan selanjutnya.

Selulosa yang didapat dari proses hidrolisis diambil sebanyak 5 gram dan dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* 250 ml. Setelah itu ditambahkan *aquadest* sebanyak 150 ml dan ditambahkan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  untuk membuat pH larutan sesuai dengan variasi pH yang diinginkan yaitu 4,5 dan 6. Setelah pH larutan yang diinginkan tercapai, ditambahkan larutan *buffer* sesuai dengan variasi pH yang digunakan dan ditambahkan enzim sebanyak volum yang sudah ditetapkan yaitu 3 ml. Enzim *xylanase* yang digunakan berbentuk *liquid* dan didapatkan secara komersil. Selanjutnya *erlenmeyer*

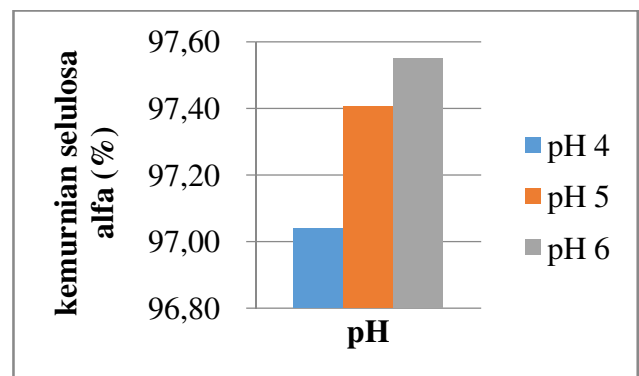
dipanaskan pada *heater* yang dilengkapi dengan *magnetic stirrer* dan dioperasikan selama 90 menit dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$ . *Pulp* yang diperoleh dari hasil pemurnian dengan enzim *xylanase*, selanjutnya dianalisa kadar selulosa- $\alpha$  nya.

### 3. Hasil dan Pembahasan Pengaruh pH Terhadap Proses Pemurnian Selulosa- $\alpha$ Menggunakan Enzim *Xylanase*

Hasil penelitian yang telah dilakukan dilihat dari perbedaan kondisi pH yang divariasikan. Gambar 3 dan 4 menunjukkan hasil kemurnian selulosa- $\alpha$  pada tiap pH yang berbeda.



**Gambar 3.** Hasil pemurnian selulosa- $\alpha$  menggunakan enzim *xylanase* dari jamur *Trichoderma sp.*



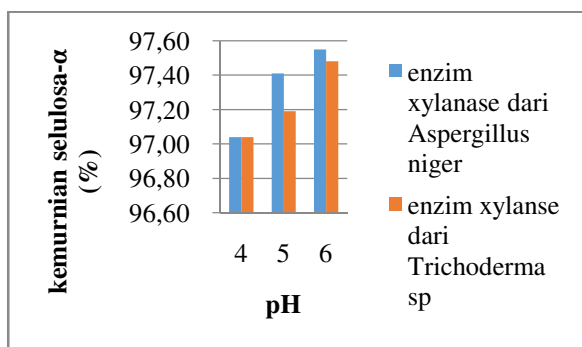
**Gambar 4.** Hasil pemurnian selulosa- $\alpha$  menggunakan enzim *xylanase* dari jamur *Aspergillus niger*

Dari kedua gambar tersebut dapat terlihat bahwa kinerja enzim *xylanase* dalam memurnikan selulosa- $\alpha$  mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan pH

tetapi tidak dalam jumlah yang signifikan. Pada pH 4 kemurnian selulosa- $\alpha$  mencapai nilai terendah baik oleh enzim yang dihasilkan oleh *Trichoderma sp.* maupun *Aspergillus niger*. Selanjutnya kemurnian selulosa- $\alpha$  terus mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan pH.

Kemurnian selulosa- $\alpha$  tertinggi didapatkan pada kondisi pH 6, yaitu 97,55% untuk enzim *xylanase* yang berasal dari *Aspergillus niger* dan 97,48% untuk enzim *xylanase* yang berasal dari *Trichoderma sp.* pH 6 masih termasuk kedalam rentang pH optimum untuk kinerja enzim *xylanase* yang berasal dari jamur. Peningkatan kemurnian selulosa- $\alpha$  yang tidak begitu signifikan seiring dengan kenaikan pH dikarenakan enzim *xylanase* yang berasal dari jamur memiliki pH optimum pada rentang 4-6 (Richana, 2002). Jadi enzim *xylanase* masih dapat bekerja secara maksimal pada rentang pH tersebut. Hal inilah yang menyebabkan tidak terjadi kenaikan yang cukup signifikan seiring dengan kenaikan pH, sehingga pada rentang pH 4-6 enzim *xylanase* tetap dapat bekerja dengan maksimal (menghasilkan selulosa- $\alpha$  dengan nilai yang tinggi).

#### Pengaruh Sumber Enzim Terhadap Proses Pemurnian Selulosa- $\alpha$ Menggunakan Enzim *Xylanase*



**Gambar 5.** Diagram batang antara pH Vs kemurnian selulosa- $\alpha$  berdasarkan pemakaian enzim *xylanase* yang berbeda sumber

Dari gambar dapat dilihat bahwa enzim *xylanase* yang berasal dari jamur

*Aspergillus niger* menghasilkan kemurnian selulosa- $\alpha$  yang lebih tinggi dibandingkan *xylanase* yang berasal dari jamur *Trichoderma sp.* namun perbedaan kemurnian selulosa- $\alpha$  tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan karena *Aspergillus niger* dan *Trichoderma sp.* memiliki sifat yang mirip yaitu tahan hidup pada pH asam-netral (Richana, 2002). Polizeli (2005) melakukan uji aktivasi enzim *xylanase* yang dihasilkan dari berbagai macam jamur, antara lain *Aspergillus sp.*, *Trichoderma sp.*, *Streptomyces sp.* dan *Penicillium sp.* dengan variasi pH dan suhu. Dari uji aktivasi seluruh *xylanase* tersebut, keseluruhan enzim *xylanase* bekerja baik pada rentang suhu 45-70<sup>0</sup>C dan pH 3-6. Hal ini menunjukkan bahwa untuk enzim yang terbuat dari golongan yang sejenis (baik jamur ataupun bakteri) akan memiliki karakteristik yang mirip, sehingga tidak akan memberikan pengaruh yang begitu signifikan.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemurnian lanjutan menggunakan enzim *xylanase* pada penelitian ini menghasilkan kadar selulosa- $\alpha$  paling tinggi pada pH 6 yaitu 97,55% untuk enzim *xylanase* yang berasal dari *Aspergillus niger* dan 97,48% untuk enzim *xylanase* yang berasal dari *Trichoderma sp.*
2. Enzim *xylanase* dari *Aspergillus niger* menghasilkan kemurnian selulosa- $\alpha$  yang lebih tinggi dibandingkan enzim *xylanase* yang berasal dari *Trichoderma sp.* namun tidak memiliki perbedaan yang signifikan, yaitu 97,55% dan 97,48% .
3. Kondisi terbaik pada pemurnian lanjutan menggunakan enzim *xylanase* pada penelitian kali ini yaitu pada pH 6 dengan menggunakan enzim *xylanase* yang berasal dari *Aspergillus niger*.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Bapak Padil, ST.,MT selaku pembimbing 1 serta Ibu Dra. Yelmida, M.Si selaku pembimbing 2, orang tua, rekan-rekan penelitian serta teman-teman Teknik Kimia Angkatan 2009 yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Fengel, D. dan Wegener, G., 1995, Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi. Translated from the English by H. Sastrohamidjojo, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Litbang Deptan., 2010, Pengolahan Pelepah Kelapa Sawit menjadi Pakan, [http://lolitkambing.litbang.deptan.go.id/ind/images/stories/pdf/pakan\\_komplit\\_pelepah\\_sawit.pdf](http://lolitkambing.litbang.deptan.go.id/ind/images/stories/pdf/pakan_komplit_pelepah_sawit.pdf), diakses pada 10 Desember 2012
- Padil., 2010, Proses Pembuatan Nitroselulosa Berbahan Baku Biomassa Sawit, *Pengembangan dan Keberlanjutan Energi di Indonesia*, ISBN 978-602-96729-0-9, 2A03
- Polizeli, M. L. T., Rizzati, A. C. S., and Monti, R., 2005, *Xylanases from Fungi : Properties and Industrial Applications*, *Appi. Microbial Biotechnol* 67 : 557-591
- Richana, Nur., (2002), "Produksi dan Prospek Enzim Xilanase dalam Pengembangan Bioindustri di Indonesia", *Buletin AgroBio* 5(1), pp. 29-36, diakses tanggal 15 Maret 2012
- Zulfieni, Willa Yulia. 2011. Proses *Cooking* Pelepah Sawit Menggunakan Larutan Pemasak dari Ekstrak Abu Tandan Kosong Sawit (TKS) untuk Meningkatkan Kadar Selulosa- $\alpha$ , Skripsi. Universitas Riau