

## RINGKASAN

Komponen utama tandan kosong sawit (TKS) adalah lignoselulosa yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Biomassa lignoselulosa memiliki potensi yang sangat besar sebagai bahan alternatif dalam produksi energi terbarukan. Kandungan selulosa dan hemiselulosa dalam TKS berpotensi dapat digunakan sebagai sumber monosakarida melalui proses kimiawi atau enzimatik. Biomassa lignoselulosa dapat dihidrolisa menjadi gula monomer dengan terlebih dahulu diberikan perlakuan awal (*pretreatment*). Perlakuan awal merupakan langkah pertama dalam produksi xilitol untuk memecah struktur lignoselulosa yang menyebabkan selulosa lebih mudah diakses oleh enzim untuk mengubah polisakarida menjadi gula sederhana. Proses selanjutnya adalah hidrolisis enzimatik dan fermentasi. Hidrolisis enzimatik merupakan proses hidrolisis selulosa untuk menghasilkan gula monomer yang tinggi. Enzim yang digunakan pada penelitian ini adalah Cellic® C-Tec2 dan H-tec2 dari Novozymes, Denmark. Kedua enzim ini memiliki peran dan fungsi yang berbeda, enzim C-Tec2 digunakan sebagai enzim selulase untuk menghidrolisa selulosa dan H-Tec2 digunakan sebagai enzim  $\beta$ -glukosidase untuk menghidrolisa hemiselulosa. Proses fermentasi menggunakan *yeast* spesies *Scheffersomyces stipitis* untuk mendapatkan produk fermentasi. Tujuan penelitian ini adalah 1) mengetahui signifikansi interaksi antara temperatur, agitasi dan lama waktu proses hidrolisis enzimatik hemiselulosa menjadi xilosa, 2) mengetahui temperatur, agitasi dan lama waktu proses hidrolisis enzimatik yang dapat menghasilkan xilosa tertinggi.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan rancangan *Box-Behnken Design* (BBD) yang pengolahan datanya menggunakan software Minitab 14 *Statistical software*. Parameter yang diukur adalah konsentrasi xilosa yang dihasilkan pada proses hidrolisis enzimatik dan xilosa, glukosa, xilitol serta etanol pada proses fermentasi yang dianalisis menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Data yang telah diperoleh dianalisis menggunakan *software* minitab 14 dengan metode *Analysis of Variance* (ANOVA) dan didapatkan titik optimum dari intensitas agitasi, temperatur serta lama waktu hidrolisis pada saat hidrolisis enzim dengan hasil respon kadar xilosa yang maksimal. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh dari intensitas agitasi dan temperatur yang diberikan pada saat hidrolisis enzimatik dengan nilai *p-value* <0,05, tetapi tidak dengan lama waktu proses hidrolisis karena nilai *p-value* >0,05. Penggunaan intensitas agitasi 125 rpm, temperatur 53°C dan lama waktu hidrolisis 16 jam memberikan hasil konsentrasi xilosa tertinggi, yaitu 8,37 g/L. Fermentasi yang dilakukan selama 120 jam menggunakan *Scheffersomyces stipitis* memberikan hasil konsentrasi etanol 7,24 g/L, namun tidak menghasilkan xilitol.

**Kata kunci:** Agitasi, hidrolisis enzimatik, lama waktu hidrolisis, temperatur, tandan kosong sawit, xilosa

## SUMMARY

The main component of oil palm empty-fruit-bunches (OPEFB) is lignocellulose which consists of cellulose, hemicellulose and lignin. Lignocellulosic biomass has enormous potential as an alternative material in renewable energy production so as to meet the world's energy needs. In addition, the content of cellulose and hemicellulose in OPEFB could potentially be used as a source of monosaccharides through chemical or enzymatic processes. Lignocellulosic biomass can be hydrolyzed into monomeric sugar by first being given pretreatment. Pretreatment is the first step in the production of xylitol to break down the lignocellulose structure, so that cellulose is more readily accessible by enzymes to convert polysaccharides into monosaccharides. Next processes after pretreatment are enzymatic hydrolysis and fermentation. Enzymatic hydrolysis process is a process capable of producing high monomer sugar yield. The enzymes used in this study were Cellic® C-Tec2 and H-tec2 from Novozymes, Denmark. Both of these enzymes contain different role and function of use, C-Tec2 is used as cellulase enzyme for cellulose hydrolysis and H-Tec2 is used as  $\beta$ -glucosidase enzyme for hemicellulose hydrolysis. Fermentation process using yeast species *Scheffersomyces stipitis* to get the xylose fermentation product. The purposes of this research are 1) to know the significance of interaction between temperature, agitation and duration of hydrolysis process of enzymatic hemicellulose to xylose, 2) to know the temperature, agitation and duration of enzymatic hydrolysis process which can produce the highest xylose.

The method used in this study is experimental method with Box-Behnken Design (BBD) which is using Minitab 14 Statistical software for data processing. The parameters measured are xylose for hydrolysis enzymatic and xylose, glucose, xylitol and ethanol for fermentation using High Performance Liquid Chromatography (HPLC) analysis. The data obtained were analyzed using minitab 14 software using Analysis of Variance (ANOVA) method. So that later can be obtained the optimum point of intensity of agitation, temperature and hydrolysis time when enzyme hydrolysis with result of response of xilosa were maximal. The result of this research showed that the agitation intensity and temperature influence the enzymatic hydrolysis with p-value  $<0.05$ , but hydrolysis time doesn't give significant result because of p-value  $>0.05$ . The use of agitation intensity of 125 rpm, temperature  $53^{\circ}\text{C}$  and hydrolysis time at 16 hours gives the highest xylose concentration, which is 8.37 g / L, when xylose fermentation at 120 hours produced ethanol concentration, which is 7.24 g/L, but doesn't produced xilitol.

**Keywords:** Agitation, enzymatic hydrolysis, hydrolysis time, temperature, oil palm empty fruit bunches (OPEFB), xylose.