

INTISARI

Tetraselmis chuii merupakan mikroalga hijau (*Chlorophyta*) yang mempunyai prospek dimasa sekarang maupun dimasa mendatang. *T. chuii* mengandung karbohidrat yang merupakan suatu polisakarida dengan potensi sebagai bahan baku untuk energi alternatif. Karbohidrat dapat di proses secara enzimatis untuk menghasilkan glukosa sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

Penelitian ini mengembangkan proses *pretreatment* selulosa dan hemiselulosa serta sakarifikasi pati *T. chuii* secara enzimatis. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari kinerja enzim selulase dan xilanase dalam proses *pretreatment T. chuii*, menentukan konsentrasi enzim, suhu serta pH yang optimum pada proses *pretreatment* serta metode penggunaan enzim selulase dan xilanase untuk menghasilkan glukosa, menentukan konsentrasi enzim alfa amilase dan glukoamilase serta suhu yang optimum pada proses sakarifikasi pati *T. Chuii* untuk menghasilkan glukosa, serta menentukan parameter kinetika reaksi enzimatis pada proses *pretreatment* dan sakarifikasi pati *T. chuii*.

Penelitian terdiri atas dua tahap. Tahapan penelitian diawali dengan proses *pretreatment* selulosa dan hemiselulosa menggunakan enzim selulase dan xilanase baik penggunaan enzim secara terpisah maupun secara simultan. Pada tahap ini data yang diambil adalah perubahan bentuk sel *T. chuii*, konsentrasi enzim selulase dan xilanase pada berbagai waktu, suhu dan pH *pretreatment* serta metode penggunaan enzim selulase dan xilanase. Tahap penelitian berikutnya adalah sakarifikasi pati *T. chuii* menggunakan enzim alfa amilase dan glukoamilase secara simultan. Data yang diambil pada tahap ini adalah konsentrasi enzim alfa amilase dan glukoamilase pada berbagai waktu serta suhu sakarifikasi pati *T. chuii*.

Data *pretreatment* menunjukkan bahwa enzim selulase dan xilanase dapat merubah bentuk sel *T. chuii*. Di samping itu data *pretreatment* menunjukkan bahwa *yield* glukosa meningkat pada awal waktu *pretreatment*, kemudian diikuti dengan peningkatan yang lebih lambat lalu menurun. Sedangkan data sakarifikasi menunjukkan bahwa *yield* glukosa meningkat pada awal waktu sakarifikasi, kemudian diikuti dengan peningkatan yang lebih lambat lalu mencapai nilai yang konstan. Pemodelan matematis terhadap proses *pretreatment* dan sakarifikasi disusun berdasarkan prediksi mekanisme reaksi yang terjadi dengan mengabaikan terjadinya transfer massa.

Dari proses *pretreatment* yang telah dilakukan, diperoleh hasil yang relatif baik yaitu konsentrasi enzim selulase dan xilanase masing-masing 30%, suhu 45°C, pH 4,5 pada waktu 40 menit serta metode penggunaan enzim selulase dan xilanase secara simultan dengan *yield* glukosa yang diperoleh adalah 35,9 %. Sedangkan proses sakarifikasi diperoleh kondisi yang relatif baik yaitu konsentrasi enzim alfa amilase dan glukoamilase masing-masing adalah 0,0006 dan 0,01% , waktu 40 menit pada suhu 55°C dengan *yield* glukosa adalah sebesar 89,9%.

Nilai konstanta kecepatan reaksi meningkat dengan naiknya konsentrasi enzim selulase dan xilanase pada proses *pretreatment* serta enzim alfa amilase dan glukoamilase pada proses sakarifikasipati *T. chuii*. Di samping itu nilai konstanta

kecepatan reaksi juga meningkat dengan naiknya suhu *pretreatment* dari suhu 40°C sampai suhu 45°C maupun sakarifikasi pati *T. chuii* dari suhu 45°C sampai 55°C. Model matematis yang diajukan dapat menggambarkan secara kuantitatif reaksi *pretreatment* maupun sakarifikasi dengan ralat rata-rata berkisar antara 1,25% sampai 8,17% untuk proses *pretreatment* dan 0,73% sampai 1,79% untuk proses sakarifikasi pati *T. chuii*. Diperoleh nilai energi aktivasi *pretreatment* oleh enzim selulase, xilanase serta selulase dan xilanase secara simultan masing-masing adalah 31,80 kJ/mol, 30,37 kJ/mol, dan 18,21 kJ/mol, sedangkan nilai energi aktivasi sakarifikasi pati dengan menggunakan enzim alfa amilase dan glukamilase adalah 11,29 kJ/mol. Sedangkan nilai konstanta kecepatan reaksi pada proses *pretreatment* berkisar antara 0,001 sampai 2,02 1/menit dan proses sakarifikasi berkisar antara 0,009 sampai 1,45 1/menit.

Kata kunci : *Pre-treatment*, sakarifikasi, *Tetraselmis chuii* , bioetanol

ABSTRACT

Tetraselmis chuii is a green microalgae (Chlorophyta) that has a prospect in present and in the future. *T.chuii* contains carbohydrate which is a polysaccharide with the potential as a raw material for alternative energy. Carbohydrates can be processed enzymatically to produce glucose as a feedstock for bioethanol production.

This research developed the process of cellulose pretreatment and hemicellulose as well as the enzymatic saccharification of *T.chuii* starch. The purposes of this research are to study the performance of cellulase and xylanase enzymes in *T. chuii* pretreatment process, to determine the optimum enzyme concentration, temperature and pH of pretreatment process and method of use of cellulase and xylanase enzymes to produce glucose, to determine the concentration of the enzyme alpha amylase and glucoamylase and optimum temperature on *T.Chuii* starch saccharification process to produce glucose, and to determine the kinetics parameters of enzymatic reactions in the pretreatment process and the *T.Chuii* starch saccharification.

The study consists of two stages. The research stage begins with the pretreatment process of cellulose and hemicellulose using cellulase and xylanase enzymes both the use of enzymes separately or simultaneously. In this stage, the taken data were changes of *T. chuii* cell shape, cellulase and xylanase enzyme concentration at various time, temperature and pH of pretreatment and method of cellulase and xylanase enzyme usage. The next stage of the research is the saccharification of *T. chuii* starch using the enzyme alpha amylase and glucoamylase simultaneously. Data taken at this stage are the concentration of alpha amylase and gluco amylase enzyme at various times and temperatures of *T.chuii* starch saccharification.

Pretreatment data show that cellulase and xylanase enzymes can alter the shape of *T. chuii* cell. Moreover pretreatment data show that glucose yield increases at the beginning of pretreatment time, followed by a slower increase and decrease. While the saccharification data shows that the glucose yield increases at the beginning of the saccharification time, followed by a slower increase and then reaching a constant value. Mathematical modeling of the pretreatment and saccharification process is based on the prediction of the reaction mechanism that occurs by ignoring the mass transfer.

From the pretreatment process, a relatively good result is a concentration of cellulase and xylanase enzymes respectively 30%, 45°C, pH 4.5 at 40 minutes and methods of use of cellulase and xylanase enzymes simultaneously with glucose yield obtained was 35.9%. While the process of saccharification obtained relatively good condition that the concentration of the enzyme alpha amylase and glucoamylase respectively are 0.0006 and 0.01%, within 40 minutes at 55°C with glucose yield amounted to 89.9%.

Value of the reaction rate constants increased with increasing concentration of cellulase and xylanase enzymes in pretreatment processes as well as enzymes and glucoamylase alfa amylase on *T.chuii* starch saccharification process. In addition, the value of the reaction rate constant also increases with

the increase in temperature of pretreatment from 40^oC to 45 ° C or T.chuii starch saccharification from 45^oC to 55^oC. The mathematical model proposed can quantitatively describe the reaction of pretreatment and saccharification with an average error ranging between 1.25% to 8.17% for the pretreatment process and 0.73% to 1.79% for starch saccharification process T.chuii. Activation energy values obtained pretreatment by the enzyme cellulase, xylanase and cellulase and xylanase simultaneously respectively were 31.80 kJ / mol, 30.37 kJ / mol and 18.21 kJ / mol, while the activation energy value of saccharification of starch using enzymes Alpha amylase and glucoamylase was 11.29 kJ / mol. While the value of reaction rate constant in the pretreatment process ranged from 0.001 to 2.02 1/minute and the saccharification process ranged from 0.009 to 1.45 1/minute.