

RINGKASAN

Kebutuhan akan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan mendorong pemanfaatan limbah lignoselulosa, seperti bonggol pisang, sebagai bahan baku produksi bioetanol. Bonggol pisang mengandung pati yang dapat dihidrolisis menjadi glukosa, kemudian difermentasi menjadi bioetanol dengan bantuan *S. cerevisiae*. Untuk memperoleh proses fermentasi yang efisien, diperlukan studi kinetika fermentasi guna memahami laju pertumbuhan sel, konsumsi substrat, serta pembentukan produk bioetanol, sehingga proses dapat dioptimalkan untuk menghasilkan produktivitas dan efisiensi konversi yang maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinetika fermentasi dalam berbagai konsentrasi *S. cerevisiae* dan menentukan konsentrasi *S. cerevisiae* yang paling efisien dalam menghasilkan bioetanol dari bonggol pisang, dilihat dari segi kinetika fermentasi dan hasil akhir bioetanol.

Penelitian dilakukan mulai November 2024 – Mei 2025 di Laboratorium Teknik Sistem Termal dan Energi Terbarukan, serta Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman. Alat yang digunakan meliputi: oven, inkubator, pH meter, sarung tangan latex, pisau, talenan, blender, timbangan digital, tabung reaksi, spatula, gelas ukur, *centrifuge*, botol reaktor, selang, erlenmeyer, alat destilasi, spektrofotometer UV-Vis, dan pipet tetes. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: bonggol pisang, enzim *alfa-amilase*, enzim *glukoamilase*, enzim *selulase*, *S. cerevisiae* (ragi saf), aquades, reagen DNS, $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 , NaOH 2%, NPK, dan urea. Metode yang digunakan, yaitu *simple experiment* dengan perlakuan variasi konsentrasi *S. cerevisiae* sebesar 7,5%, 8,5%, dan 9,5% (b/v), dalam waktu fermentasi selama tujuh hari. Parameter yang diamati, meliputi biomassa, kadar glukosa, kadar etanol; parameter kinetika, meliputi laju pertumbuhan spesifik (μ), kecepatan pertumbuhan maksimum (μ_{maks}), konstanta afinitas substrat (K_s), waktu generasi, jumlah generasi, dan *growth yield*; serta parameter non kinetika, meliputi *product yield*, *economic yield*, rendemen kasar, dan efisiensi konversi. Analisis data menggunakan *one way ANOVA (Analysis of Variance)* jika normalitas terpenuhi, Kruskal-Wallis jika normalitas tidak terpenuhi dan uji Bonferroni dengan α 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi *S. cerevisiae* 8,5% merupakan pilihan yang paling efisien dan ekonomis dalam proses fermentasi bonggol pisang menjadi bioetanol. Konsentrasi ini menghasilkan *growth yield* sebesar 0,00091 g/ml dan efisiensi konversi sebesar 43,6%. Melalui metode *Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF)*, terjadi peningkatan kadar etanol (sebesar 0,00038 g/ml menjadi 0,00074 g/ml) dan penurunan kadar gula reduksi (sebesar 0,00645 g/ml menjadi 0,00273 g/ml) selama fermentasi pada berbagai konsentrasi *S. cerevisiae* yang digunakan. Dengan demikian, konsentrasi *S. cerevisiae* 8,5% direkomendasikan karena memberikan hasil yang baik dan lebih hemat.

SUMMARY

*The need for alternative energy sources that are environmentally friendly encourages the utilization of lignocellulosic waste, such as banana pith, as raw material for bioethanol production. Banana pseudostem contains starch that can be hydrolyzed into glucose, then fermented into bioethanol with the help of *S. cerevisiae*. To obtain an efficient fermentation process, a fermentation kinetics study is needed to understand the rate of cell growth, substrate consumption, and the formation of bioethanol products, so that the process can be optimized to produce maximum productivity and conversion efficiency. This study aims to analyze the fermentation kinetics in various concentrations of *S. cerevisiae* and determine the most efficient concentration of *S. cerevisiae* in producing bioethanol from banana stump, in terms of fermentation kinetics and final bioethanol yield.*

*The research was conducted from November 2024 - May 2025 at the Laboratory of Thermal Systems Engineering and Renewable Energy, as well as the Laboratory of Food Processing Engineering and Agricultural Products, Faculty of Agriculture, Jenderal Soedirman University. The tools used include: oven, incubator, pH meter, latex gloves, knife, cutting board, blender, digital scale, test tube, spatula, measuring cup, centrifuge, reactor bottle, hose, erlenmeyer, distillation device, spectrophotometer UV-Vis, and dropper pipette. While the materials used in this study include: banana stump, alpha-amylase enzyme, glucoamylase enzyme, cellulase enzyme, *S. cerevisiae* (saf yeast), distilled water, DNS reagent, $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 , NaOH 2%, NPK, and urea. The method used, namely simple experiment with the treatment of variations in *S. cerevisiae* concentration of 7.5%, 8.5%, and 9.5% (b/v), in fermentation time for seven days. Parameters observed included biomass, glucose content, ethanol content; kinetics parameters included specific growth rate (μ), maximum growth rate (μ_{max}), substrate affinity constant (K_s), generation time, number of generations, and growth yield; and non-kinetics parameters included product yield, economic yield, crude yield, and conversion efficiency. Data analysis used one-way ANOVA (Analysis of Variance) if normality was met, Kruskal-Wallis if normality was not met and Bonferroni test with α 5%.*

*The results showed that 8.5% concentration of *S. cerevisiae* is the most efficient and economical choice in the process of fermenting banana stump into bioethanol. This concentration produced a growth yield of 0.00091 g/ml and a conversion efficiency of 43.6%. Through the Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF) method, there was an increase in ethanol content (from 0.00038 g/ml to 0.00074 g/ml) and a decrease in reducing sugar content (from 0.00645 g/ml to 0.00273 g/ml) during fermentation at various concentrations of *S. cerevisiae* used. Thus, a *S. cerevisiae* concentration of 8.5% is recommended as it gives good results and is more economical.*