

LACTIC ACID PRODUCTION FROM CASSAVA PULP UNDER NON-STERILE BATCH SIMULTANEOUS SACCHARIFICATION AND FERMENTATION PROCESS USING *Enterococcus gallinarum* TSKKU D-6

ABSTRACT

By:

MUTIARAHATI AISYAH ARIWANTO

21/473364/TP/13053

One of the factors that cause environmental damage is agricultural waste that is not managed properly. Cassava pulp, a byproduct of tapioca starch production, contains high carbohydrate content, such as starch and cellulose, making it a potential substrate for lactic acid production. This study aimed to analyze the kinetics of saccharification and lactic acid fermentation of cassava pulp under non-sterilized batch Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF) using *Enterococcus gallinarum* TSKKU D-6. Saccharification was carried out under both sterile and non-sterile conditions using α -amylase, glucoamylase, and cellulase. In the non-sterile Erlenmeyer flask experiment, the reducing sugar production was 41,37 g/L. The graph shows an increase until 48 hours and followed by a decrease, likely due to microbial consumption. The saccharification efficiency reached only 44.6%.

The SSF process was started by adding the bacterial inoculum after 12 hours of enzymatic hydrolysis. The lactic acid production was 41,82 g/L, with a productivity of 0,39 g/(L·h) and a fermentation efficiency of 45,1% based on the theoretical yield. The modified Gompertz model fit well with the experimental data ($R^2 = 0.9912$), predicting a maximum lactic acid concentration (P_m) of 46,97 g/L and a lag phase of 6.3 hours, with the maximum production rate (R_m) is 1,43 g/(L·h). Optical isomer analysis indicated the production of D- and L-lactic acid. L-lactic acid dominated during the early phase, while D-lactic acid increased in the later stage. This suggests that the microbes were active under non-sterile conditions and effecting the fermentation outcomes. Overall, cassava pulp shows potential as a low-cost substrate for lactic acid production.

Keyword: Batch SSF, Cassava Pulp, D-Lactic acid, Lactic acid, Non-sterile, L-lactic acid

**PRODUKSI ASAM LAKTAT DARI ONGGOK SINGKONG MELALUI
BATCH SIMULTANEOUS SACCHARIFICATION AND FERMENTATION
PADA KONDISI NONSTERIL MENGGUNAKAN
Enterococcus gallinarum TSKKU D-6**

INTISARI

Oleh :

MUTIARAHATI AISYAH ARIWANTO
21/473364/TP/13053

salah satu penyebab kerusakan lingkungan adalah limbah pertanian yang tidak dikelola dengan baik. Onggok singkong, produk samping dari industri pati tapioka, mengandung karbohidrat tinggi seperti pati dan selulosa sehingga berpotensi digunakan sebagai substrat untuk produksi asam laktat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinetika sakarifikasi dan fermentasi asam laktat dari onggok singkong melalui proses *batch Simultaneous Saccharification and Fermentation* (SSF) dengan kondisi non-steril menggunakan *Enterococcus gallinarum* TSKKU D-6. Proses sakarifikasi dilakukan pada kondisi steril dan non-steril menggunakan enzim α -amilase, glucoamilase, dan selulase. Pada eksperimen non-steril dalam labu Erlenmeyer, konsentrasi gula reduksi yang diproduksi mencapai 41,37 g/L. Grafik menunjukkan peningkatan hingga 48 jam dan diikuti oleh penurunan yang kemungkinan disebabkan oleh konsumsi mikroba. Efisiensi sakarifikasi yang dicapai hanya sebesar 44,6%.

Proses SSF dimulai dengan penambahan inokulum bakteri setelah 12 jam sakarifikasi. Konsentrasi akhir asam laktat yang diproduksi mencapai 41,82 g/L, dengan produktivitas sebesar (P_m), 0,39 g/(L·jam) dan efisiensi fermentasi sebesar 45,1% terhadap hasil teoritis. Model Gompertz yang dimodifikasi menunjukkan kesesuaian yang baik dengan data eksperimen ($R^2 = 0,9912$), memprediksi konsentrasi maksimum asam laktat sebesar 46,97 g/L dan fase lag selama 6,3 jam dengan laju produksi maksimum (R_m) sebesar 1,43 g/(L·h). Analisis isomer optik menunjukkan terbentuknya asam laktat jenis D dan L, di mana L-asam laktat mendominasi pada awal proses, sementara D-asam laktat meningkat pada tahap akhir. Hal ini mengindikasikan aktivitas mikroba yang memengaruhi hasil fermentasi pada kondisi non-steril. Secara keseluruhan, onggok singkong memiliki potensi sebagai substrat berbiaya rendah untuk produksi asam laktat.

Kata Kunci: Asam laktat, *Batch* SSF, D-asam laktat, Nonsteril, L-asam laktat, Onggok singkong