

## ABSTRAK

*Stillage* merupakan limbah cair yang dihasilkan dari proses destilasi pada pembuatan etanol yang mempunyai kadar bahan organik cukup tinggi. Apabila *stillage* dibuang langsung ke lingkungan akan menyebabkan kerusakan lingkungan, sehingga harus dilakukan pengolahan. *Stillage* mempunyai potensi yang sangat besar untuk menghasilkan biogas yang dapat dikonversi menjadi energi melalui proses pengolahan secara anaerobik. Namun, pengolahan secara anaerobik mempunyai kelemahan diantaranya membutuhkan volume yang besar, kemungkinan terjadinya *washout* apabila dioperasikan pada laju alir yang tinggi, dan lemahnya kestabilan proses. Alternatif solusi adalah menggunakan teknik imobilisasi sel bakteri. Salah satu reaktor yang menggunakan teknik imobilisasi sel adalah *Anaerobic Fluidized Bed Reactor* (AFBR). Penelitian ini menggunakan AFBR yang di dalamnya terdapat zeolit diameter 0.5 -0.8 mm sebagai media imobilisasi dan beroperasi pada Fluidization Level (FL) 20%-40% terhadap volume efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh waktu *start up* dan *Hydraulic Retention Time* (HRT) pada penguraian limbah *stillage* menggunakan AFBR kontinyu skala lab. Proses evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi model matematis dengan data eksperimen. Hasil simulasi digunakan sebagai standar yang menggambarkan kinerja AFBR pada kondisi ideal. Eksperimen dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap *start up* dan tahap operasional kontinyu. Tahap pertama bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi awal sCOD terhadap waktu *start up*. Tahapan ini dilakukan dalam dua siklus dengan perbedaan konsentrasi awal sCOD. Proses *start up* dilakukan dengan metode *batch resirkulasi*.

Dari hasil evaluasi tahap *start up* diketahui bahwa konsentrasi pengisian awal *stillage* 10.000 mg sCOD/L terdapat batasan waktu untuk *start up*. Waktu optimal untuk *start up* adalah 7-10 hari, jika *start up* dilakukan lebih panjang daripada batasan ini, bakteri akan mengalami kematian. Proses *start up* terdapat batasan konsentrasi sCOD awal maksimum. Pada pengisian *stillage* konsentrasi 50.000 mg sCOD/L, terjadi kegagalan proses *start up* akibat adanya *organik shock loading* dan proses inhibisi oleh VFA. Eksperimen tahap kedua bertujuan mengevaluasi pengaruh HRT terhadap kinerja AFBR. Eksperimen dilakukan secara kontinyu dengan *feeding fresh stillage* setiap hari konsentrasi 10.000 mg sCOD/L, dengan jumlah sesuai variasi HRT yaitu 30 hari, 20 hari, 10 hari, 7.5 hari, dan 5 hari.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa terdapat indikasi bahwa untuk substrat dengan kadar inhibitor yang tinggi seperti *stillage*, lebih optimal diolah pada nilai HRT yang pendek yaitu kurang dari 10 hari. Penurunan sCOD pada masing-masing variasi HRT tidak menunjukkan perbedaan cukup signifikan, akan tetapi akumulasi VFA dapat dikendalikan dengan baik pada HRT yang pendek, sehingga produksi biogas lebih tinggi. Evaluasi kinerja AFBR menggunakan pendekatan matematis menghasilkan data yang lebih obyektif dan lebih akurat, walaupun terdapat beberapa hal yang tidak diperhitungkan dalam model matematis seperti pengaruh inhibisi terhadap kinerja AFBR.

Kata kunci: *Anaerobic Fluidized Bed Reactor* (AFBR), *stillage*, *start up*, HRT

## ABSTRACT

Stillage is wastewater from the ethanol industry. Organic matter content in the stillage is quite high, so it can damage to the environment if disposed of directly into the environment. Stillage has great potential to produce biogas that can be converted into energy by anaerobic treatment process. In the process of conventional anaerobic digester it was found some drawbacks which include relatively large volume needed due to the anaerobic process is a slow process, the possibility of washout especially at high flow rates of waste, system instability and low microbial resistance against inhibitors. One of the methods to resolve the problem is the bacterial cell immobilization technique. One of the reactor types using cell immobilization technique is Anaerobic Fluidized Bed Reactor (AFBR). This study uses a set of AFBR reactor containing zeolite media with particle diameters of 0.5 - 0.8 mm and operated at a fluidization level (FL) 20% - 40% of the total effective volume of the reactor.

This work studied the effect of start up time and Hydraulic Retention Time (HRT) on the decomposition of stillage using Continuous Anaerobic Fluidized Bed Reactor (AFBR), with zeolite as immobilization media. Scope of this work was evaluating AFBR performance by comparing the mathematical model simulation result with experimental data. The simulation results were used as standard, that described AFBR performance under ideal conditions. Experiments were carried out in two phase, i.e. start up and continuous process. First experiment evaluated the effect of initial concentrations of soluble chemical oxygen demand (sCOD) which represented the concentration of stillage for start up process. This experiment was conducted in two cycles with varied sCOD concentrations and was done in batch recirculation process.

The first experiment showed that initial organic concentration was affected start up process. On high organic concentration, start up process failed, but the maximum concentrations limits have not been determined yet. Experiment showed that charging 50.000 mg sCOD/L to the reactor have made the system failed due the organic shock loading and inhibition by VFA. Optimum time of start up was determined in first cycle, with initial organic concentration 10.000 mg sCOD/L. Optimum time of start up is 7 until 10 days. If start up process was longer than 10 days, bacteria entered the decay phase due insufficiency of substrat

Optimum of HRT was determined in second experiment. This experiment conducted in continuous process by daily feeding of fresh stillage, with organic content concentration 10.000 mg sCOD/L. Experiment was conducted for 53 days with variations HRT i.e 30 days, 20 days, 10 days, 7.5 days, and 5 days. Substrates with high level of inhibitor such as stillage, was better run at short HRT of less than 10 days. Organic concentration (sCOD) removal was shown to have no significant difference in each variation of HRT, but Volatile Fatty Acid (VFA) accumulation was better controlled on short HRT. AFBR performance evaluation using mathematical approaches produced more objective and more accurate result, although there were several factor not evaluated.

**Keywords:** Anaerobic Fluidized Bed Reactor (AFBR), stillage, start up, HRT