

# KESTABILAN BIOREAKTOR HIBRID ANAEROB BERMEDIA BATU PADA KONDISI *START-UP* DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PABRIK SAGU

**Hadzalie Gharaufi, Adrianto Ahmad, Bahruddin**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
gharaufi@gmail.com  
085265368622

## *Abstrak*

*Meranti Islands is known as sago-producing districts in Riau Province. Developments in the field of agriculture and agricultural industry often result in increased agricultural wastes most of which contain organic compounds. Liquid waste containing organic compounds in biological systems can be processed by aerobic or anaerobic systems. The way of handling the problem of wastewater treatment can be done by using a hybrid anaerobic bioreactor. The stability of hybrid anaerobic bioreactor treating wastewater in sago indicated by the ratio of the concentration of volatile acids and alkalinity levels. This study uses as a sago factory wastewater using bioreactors substrate rock hybrid of media. . The purpose of this study was to determine the stability of hybrid anaerobic bioreactor mediated cubes in starch processing wastewater at start-up and also to determine the optimum start-up time. Volume of work hybrid bioreactor used in this study was 10 L with a hydraulic residence time (WTH), which is 5 days during conditions of start-up parameters observed in this study is the concentration of volatile acidity and alkalinity, and look at the ratio of TAV / alkalinity in the bioreactor with rock media. Observations were made at an interval of 2 days to reach steady state. The results of this study indicate the stability of hybrid anaerobic bioreactor mediated rocks at start-up conditions is 0,006 on day 54. These results indicate that the hybrid anaerobic bioreactor has a high level of stability.*

**Keywords:** Alkalinity; Anaerobic process; Hybrid Anaerobic Bioreactor; Sago Wastewater; Stability; Volatile Acid.

## **1 Pendahuluan**

Limbah cair yang mengandung senyawa organik secara biologis dapat diproses dengan sistem aerob atau sistem anaerob. Penanganan secara aerob mempunyai beberapa kelemahan, antara lain membutuhkan biaya untuk aerasi dan penanganan lumpur. Kelemahan ini dapat diatasi oleh sistem anaerob karena tidak membutuhkan biaya untuk aerasi, lumpur yang dihasilkan sedikit dan menghasilkan gas metan yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif untuk pemanasan, pembakaran dan lain sebagainya [Syafila dkk, 2003]. Peneliti sebelumnya melaporkan hasil penelitian dengan menggunakan bioreaktor yang sama tetapi

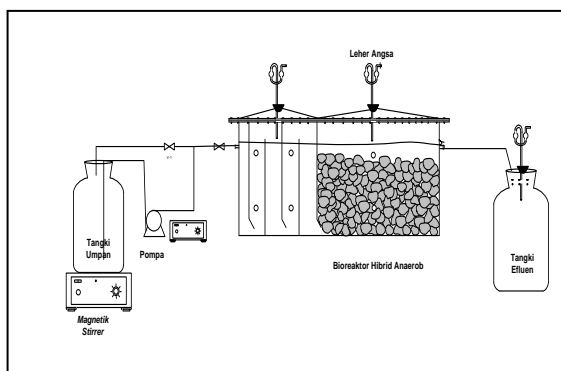
menggunakan jenis limbah yang berbeda. Syahrizal dkk, (2010) melakukan penelitian dengan menggunakan bioreaktor hibrid anaerob bermedia tandan kosong sawit dengan nisbah TAV/alkalinitas 0,033. Sedangkan dengan menggunakan bioreaktor hibrid anaerob bermedia pelepah sawit mendapatkan hasil TAV/Alkalinitas 0,043. Smit (2011) melakukan penelitian dengan menggunakan bioreaktor yang sama tetapi dengan media yang berbeda, yaitu cangkang sawit mendapatkan hasil TAV/Alkalinitas 0,173. Putra dkk (2010) melakukan penelitian yang sama dengan menggunakan media batu mendapatkan hasil TAV/Alkalinitas 0,15. Menurut Ahmad (2004) sistem yang mempunyai kestabilan tinggi harus mempunyai nisbah TAV/Alkalinitas kecil dari

0,1. Oleh karena itu, perlu ditentukan kestabilan bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu dalam mengolah limbah cair pabrik sagu.

Tujuan dari penelitian ini untuk untuk menentukan kestabilan bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu dalam mengolah limbah cair sagu pada saat start-up dan juga untuk menentukan waktu optimum start-up dengan mengamati parameter yang dianalisa, yaitu pH dan rasio asam lemak volatil dengan alkalinitas yang terdapat didalam limbah cair sagu.

## 2 Metodologi

Prosedur penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu tahap pembibitan, tahap aklimatisasi, tahap pengolahan limbah cair, tahap start-up bioreaktor hibrid anaerob, dan tahap proses analisa dan pengolahan data. Bioreaktor hibrid anaerob yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai volume kerja 11,34 L. Bioreaktor terdiri dari 2 pola pertumbuhan, tersuspensi dibagian bersekat dengan volume 4,6 L dan pertumbuhan melekat menggunakan batu sebagai media imobilisasi sel dengan volume 6,74 L. Media padat tempat melekat mikroorganisme diisikan sebanyak  $\frac{3}{4}$  tinggi cairan sampai tinggi cairan sama dengan bagian tersuspensi. Rancangan bioreaktor hibrid anaerob secara rinci ditampilkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Peralatan Pengolahan Limbah Cair

Dari Gambar 2. dapat dilihat bahwa batu sebagai media melekat mikroorganisme dimasukkan  $\frac{3}{4}$  tinggi cairan pada bagian yang tidak bersekat. Pada kolom tersuspensi diisi kultur campuran yang telah diaklimatisasi sebanyak 5 liter, dan pada kolom melekat kultur campuran yang telah diaklimatisasi

sebanyak 5 liter, sehingga volume efektif cairan 10 liter. Kemudian diinjeksikan gas nitrogen kedalam sistem dengan tujuan untuk mengusir oksigen yang terlarut. Sistem didiamkan selama 3 hari dengan tujuan untuk mengendapkan biomassa dari kultur campuran. Kemudian dialirkan limbah cair sagu dengan laju alir 2 liter/hari. Pola aliran mengikuti rezim aliran didalam bioreaktor hibrid anaerob.

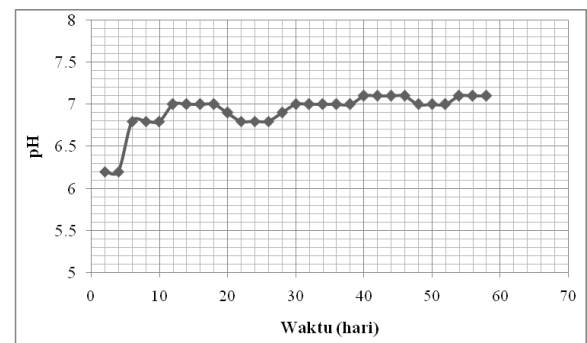
Proses Start-up. Selama proses start-up limbah cair pabrik sagu ditambahkan sebagai umpan sebanyak 2 L/hari yang bertujuan untuk membentuk lapisan biofilm. Kondisi operasi bioreaktor selama start-up dilakukan pada pH 6,8-7 dan temperatur ruang. Sampel hasil keluaran bioreaktor diambil setiap hari, dan dianalisa pH, temperatur dan alkalinitas serta asam volatilnya. Proses start-up dihentikan jika tercapai keadaan tunak (steady state) dengan nilai rasio TAV/alkalinitasnya dengan fluktuasi 10%. Analisa dilakukan sesuai dengan Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA & WPCF, 1992).

## 3 Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan melihat perubahan pH dan konsentrasi asam lemak volatil serta alkalinitas pada kondisi transien, tunak dan kestabilan bioreaktor.

### Perubahan pH Selama Transien Bioreaktor Hibrid Anaerob

Kondisi transien merupakan kondisi awal sebelum tercapai kondisi steady state. Perubahan pH selama masa transien pada kondisi start-up bioreaktor hibrid anaerob dengan media batu ditunjukkan pada gambar 3.



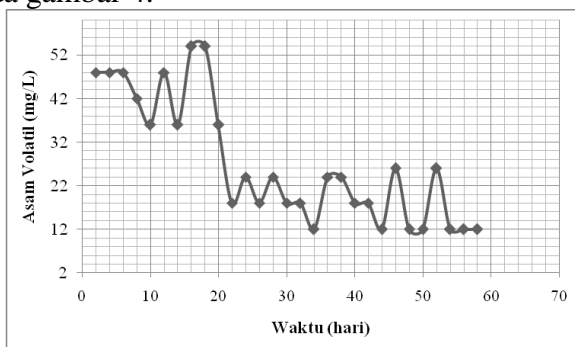
Gambar 3. Perubahan pH pada Masa Transien Kondisi Start-up

Gambar 3. menunjukkan bahwa pH cenderung meningkat. Pada tahap awal proses fermentasi, asam organik dalam jumlah besar diproduksi oleh bakteri pembentuk asam, pH dalam fermentasi dapat mencapai dibawah 5. Keadaan ini cenderung menghentikan proses

fermentasi [Widodo dan Asari, 2009]. Dari Gambar 4.1 diatas dapat dilihat bahwa pH effluent yang terukur semakin tinggi. Kondisi pH paling tinggi terjadi pada hari ke-40 sampai hari ke-46 yaitu sebesar 7,1. Kondisi pH paling rendah terdapat pada hari pertama dan kedua dengan nilai 6,2. Kondisi pH paling optimum berada pada hari ke-40 sampai hari ke-46 dengan nilai pH 7,1. Kondisi optimum untuk perkembangan mikroorganisme anaerobik yang berkisar pada pH 6,8-7,4 [Ahmad, 2004].

### Perubahan Konsentrasi Asam Lemak Volatil selama Transien Bioreaktor Hibrid Anaerob

Perubahan konsentrasi asam lemak volatil selama proses start-up bioreaktor hibrid anaerob dengan media batu dalam pengolahan limbah cair sagu ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Hubungan Waktu terhadap Asam Lemak Volatil pada Proses Start-up

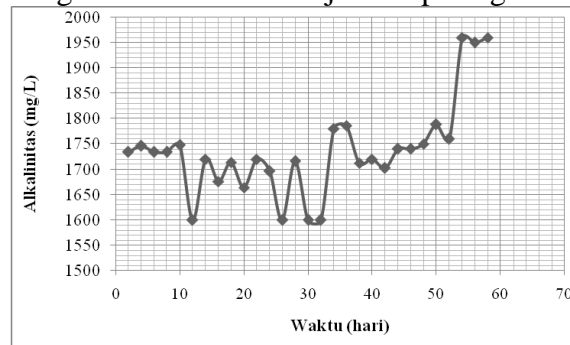
Pada Gambar 4.3 ditunjukkan bahwa konsentrasi asam volatil yang dihasilkan pada proses start-up semakin. Penurunan konsentrasi asam volatil yang paling rendah terjadi pada hari ke-34, 44, 48 dan 50 dengan nilai konsentrasi asam volatil 12 mg/L, sedangkan konsentrasi asam volatil yang paling tinggi pada hari ke-16 dan 18 dengan nilai konsentrasi asam volatil 54 mg/L.

Konsentrasi asam volatil dapat dianggap sebagai indikator yang baik bagi kinerja reaktor anaerob, khususnya pada aktivitas bakteri methanogen dan acetogenic karena asam dikonversi ke metana pada laju yang sama mereka terbentuk jika keseimbangan tetap terjaga. Konsentrasi dan proporsi asam volatil yang diproduksi dalam tahap acidogenic dan acetogenic adalah penting dalam kinerja keseluruhan sistem pencernaan anaerobik

karena asam volatil adalah prekursor yang lebih disukai untuk pembentukan metana [Hwang dkk, 2001]. Sebagai aturan umum pada proses anaerob konsentrasi asam volatil harus kurang dari 250 mg/L. Dalam metabolisme pencernaan anaerobik semua asam volatil diubah menjadi asam asetat [Wijekoon dkk, 2011].

### Perubahan Konsentrasi Alkalinitas selama Transien Bioreaktor Hibrid Anaerob

Perubahan konsentrasi alkalinitas selama proses start-up bioreaktor hibrid anaerob dengan media batu ditunjukkan pada gambar 5.



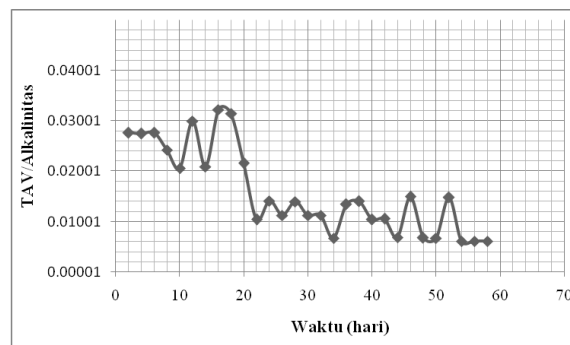
Gambar 5. Hubungan Waktu terhadap Konsentrasi Alkalinitas pada Proses Start-up

Gambar 5. menunjukkan konsentrasi alkalinitas tertinggi pada proses start-up terjadi pada hari ke-50 yaitu dengan nilai 1788 mg/L, sedangkan konsentrasi alkalinitas terendah terjadi pada hari ke-12, 26, 30 dan 32, yaitu sebesar 1600 mg/l.

Perairan mengandung alkalinitas >20 ppm menunjukkan bahwa perairan tersebut relatif stabil terhadap perubahan asam/basa sehingga kapasitas buffer atau basa lebih stabil [Ahmad, 1992].

### Kestabilan Bioreaktor Hibrid Anaerob

Kestabilan bioreaktor hibrid anaerob dengan media batu ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Kestabilan Bioreaktor pada Kondisi Start-up

Kestabilan bioreaktor ditunjukkan dari nilai rasio konsentrasi asam volatil dengan konsentrasi alkalinitas (TAV/Alkalinitas). Menurut Ahmad (2004), sistem yang mempunyai kestabilan tinggi mempunyai nisbah TAV/Alkalinitas lebih kecil dari 0,1. Pada penelitian ini, tingkat kestabilan bioreaktor hibrid anaerob dengan media batu yang paling tinggi terjadi pada hari ke-54 dengan nilai 0,006.

## Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu yang digunakan untuk mengolah limbah cair sago pada penelitian ini diperoleh hasil optimum pada pH sebesar 7,1 dan konsentrasi alkalinitas sebesar 1960 mg/L, asam volatil 12 mg/L dan rasio TAV/Alkalinitas 0,006.
2. Waktu optimum bioreaktor hibrid anaerob dengan media batu dalam mengolah limbah cair sago adalah 54 hari.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Universitas Riau yang telah membiayai penelitian ini dalam skema pola ilmiah pokok.

## Daftar Pustaka

- Ahmad, A., 1992. Kinerja Bioreaktor Unggun Fluidisasi Anaerobik Dua Tahap dalam Mengolah Limbah Cair Industri Minyak Kelapa Sawit, Laporan Magang Pusat Antar Universitas-Bioteknologi ITB, Bandung.
- Ahmad, A., 2004. Studi Komperatif Sumber dan Proses Aklimatisasi Bakteri Anaerob Pada Limbah Cair Yang Mengandung Karbohidrat, Protein dan Minyak-Lemak. Jurnal Sains dan Teknologi Vol 3. No 1. Hal 1-10.
- Ahmad, A., 2009. Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri, Unri Press, Pekanbaru.
- Amos., 2010. Dampak Limbah Pengolahan Sagu Skala Kecil Terhadap Mutu Air Anak Sungai Di Kelurahan Cibuluh Bogor. Jurnal Industri Hasil Perkebunan.
- APHA, AWWA & WCPF. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington DC.
- Banu. J.R., S. Kaliappan dan D. Beck., 2006, Treatment of Sago Wastewater Using Hybrid Anaerobic Reactor. Water Quality Res J, Vol 41, No 1, Hal 56-62.
- Grady,Jr, C.P.L dan H.C Lim,1980, Biological wastewater treatment, Theory and application, Marcel Dekker Inc, New York and Basel.
- Indra. 2008. Industri Pengolahan Sagu di Kabupaten Meranti. <http://indragsiublog.multiply.com/journal/item/6>. 20 April 2012.
- Malia, Fitri, 2009, Peranan mikroorganisme tersuspensi dan melekat di fase terlekat pada bioreaktor hibrid upflow anaerob menggunakan media bambu untuk biodegradasi molase dengan pengaruh pembebanan organik dan waktu detensi. Tesis. ITB.
- Putra, L. P., A. Ahmad dan Chairul, 2010, Uji Kestabilan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Batu degan Indikator Rasio Asam Volatil dan Alkalinitas, Prosiding STKSR Rekayasa Proses & Produk Menuju Pengembangan Proses yang Berkelanjutan dan Kompetitif, ITB, Bandung, 25-26 Oktober.
- Smith, H.H.A., 2011, Uji Kestabilan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit, Skripsi, Universitas Riau.
- Syafila, M., A. H. Djajadiningrat dan M. Handajani, 2003. Kinerja Bioreaktor Hibrid Anaerob dengan Media Batu untuk Pengolahan Air Buangan yang Mengandung Molase, Prosiding ITB Sains & Teknologi, 35 (1), 19-31.
- Syahrizal, 2010. Uji Kestabilan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Tandan Kosong dan Pelepah Sawit, Skripsi, Universitas Riau.
- Speece R.E., 1996, Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewaters, Archae Press, Vanderbilt University.

