

Pengaruh Laju Alir Umpan Terhadap pH dan Alkalinitas Limbah Cair Sagu dalam Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Batu pada Kondisi Tunak

Yuliza Fuji Lestari, Adrianto Ahmad, Chairul

Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Jl. HR Subrantas Km 12,5 Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293

*E-mail: adriantounri@gmail.com

Abstract

In producing sago flour takes 20,000 liters of water per ton of starch, where 94% of the water would be liquid waste, so about 19,000 liters of wastewater generated sago starch per ton. When directly discharged into the water on a continuous basis it could lead to pollution of the waters. The way of handling the problem of wastewater treatment can be done by using a hybrid anaerobic bioreactor mediated stones. One of the factors that influence of the anaerobic process success is pH and alkalinity. The purpose of this research to determine the effect of feed flow rate on pH and alkalinity in anaerobic hybrid bioreactor at steady state by looking at the pH and alkalinity parameters and determine the optimum conditions for anaerobic processes. Process variables measured were feed flow rate of 2.5 L / day, 3.3 L / day, 5 L / day, and 10 L / day operating conditions at room temperature and the bioreactor working volume 10 L. The results showed that the optimum feed flow rate obtained on 2.5 L / day with an average pH of 6.8 and alkalinity of 2280 mg / L.

Keywords: Alkalinity, anaerobes, Hybrid Bioreactor, Sago Effluent

1 Pendahuluan

Tanaman sagu (*Metroxylon sp.*) merupakan salah satu potensi besar pangan lokal Indonesia. Sebanyak 51,3% dari 2,2 juta Ha areal lahan sagu di dunia, terdapat di Indonesia. Daerah potensial penghasil sagu di Indonesia meliputi Riau, Sulawesi, Maluku dan Papua [Ramadhan, 2009].

Dalam memproduksi tepung sagu dibutuhkan 20.000 liter air per ton sagu, yang mana 94 % air tersebut akan menjadi limbah cair, sehingga sekitar 19.000 kL limbah cair sagu yang dihasilkan per 1 ton sagu [Banu, 2006]. Bila hal ini berlangsung terus menerus maka akan terjadi akumulasi

limbah cair sagu yang akan mengakibatkan pencemaran air sungai [Amos, 2010].

Pengolahan limbah cair dapat dilakukan secara aerob dan anaerob. Proses anaerob merupakan proses biodegradasi senyawa organik secara biologis dalam kondisi tanpa kehadiran oksigen. Salah satu contoh pengolahan limbah cair secara anaerob yang dapat dilakukan adalah dengan bioreaktor hibrid anaerob yang merupakan penggabungan antara sistem pertumbuhan tersuspensi, dan sistem pertumbuhan melekat, anaerobik filter [Ahmad, 2004].

Pada dekomposisi anaerob faktor pH sangat berperan, karena pada rentang pH yang tidak sesuai mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimum dan bahkan dapat menyebabkan kematian yang pada akhirnya dapat menghambat perolehan gas metana. Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8 hingga 7,8 [Simamora dkk, 2006].

Sedangkan alkalinitas merupakan suatu parameter kimia perairan yang menunjukkan jumlah ion karbonat dan bikarbonat yang mengikat logam golongan alkali tanah pada perairan tawar. Nilai ini menggambarkan kapasitas air untuk menetralkan asam, atau bisa juga diartikan sebagai kapasitas penyangga (*buffer capacity*) terhadap perubahan pH. Perairan mengandung alkalinitas ≥ 20 ppm menunjukkan bahwa perairan tersebut relatif stabil terhadap perubahan asam/basa sehingga kapasitas *buffer* atau basa lebih stabil [Ahmad, 1992].

Pada penelitian ini akan dilakukan pengolahan limbah cair sagu bermedia batu menggunakan bioreaktor hibrid anaerob. Melalui penelitian ini maka akan ditentukan pengaruh laju alir umpan terhadap pH dan alkalinitas dalam bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu pada kondisi *steady state* (tunak) dengan melihat parameter pH dan alkalinitas yang terdapat di dalam pengolahan limbah cair sagu serta kondisi optimum proses anaerob.

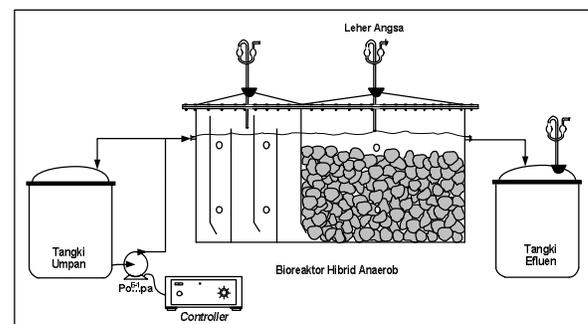
2 Metodologi

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah substrat berupa Limbah Cair Sagu yang diperoleh dari PT. SWS (Siberida Wahana Sejahtera) yang terletak di Kabupaten Kepulauan Meranti Propinsi Riau. Karakteristik limbah cair sagu yang digunakan sebagai substrat dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik limbah cair sagu

Parameter	Limbah Cair Sagu	Baku Mutu	Satuan
pH	5,6	6,8 – 7,4	
Alkalinitas	680	2000 - 3000	(mg/L)

Variabel tetap pada penelitian ini adalah suhu ruangan dan volume bioreaktor 10 Liter. Sedangkan variabel bebas pada penelitian ini adalah Laju Alir Umpan yaitu 2,5 L/hari, 3,3 L/hari, 5 L/hari, dan 10 L/hari. Bioreaktor yang digunakan adalah hibrid (menyatukan sistem tersuspensi dan melekat) agar biomassa yang dihasilkan sedikit. Rangkaian alat bioreaktor hibrid anaerob yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian alat bioreaktor hibrid anaerob

Dari Gambar 1 tersebut, dapat dilihat bahwa batu dimasukkan ke dalam bagian yang tidak bersekat dengan ketinggian $\frac{3}{4}$ dari tinggi cairan. Kemudian pada bagian yang tersuspensi dan melekat dimasukkan kultur campuran yang terdiri dari kotoran sapi dan substrat berupa limbah cair sagu yang telah diaklimatisasi, sehingga volume reaktor efektif cairan 10 L. Lalu diinjeksikan gas nitrogen ke dalam sistem melalui lubang yang telah tersedia pada bioreaktor selama 10 menit pada masing-masing fase pertumbuhan tersuspensi dan

melekat yang bertujuan untuk mengusir oksigen terlarut dalam cairan. Pola aliran mengikuti rezim di dalam sistem bioreaktor hibrid anaerob.

Bioreaktor diberikan pembebanan yang berbeda-beda dengan mengatur laju alir yang berbeda-beda pula. Bioreaktor dioperasikan pada suhu ruang. Laju alir yang diberikan adalah 2,5 L/hari, 3,3 L/hari, 5 L/hari, dan 10 L/hari. Proses operasional ini bertujuan untuk melihat pengaruh laju alir terhadap pH dan alkalinitas pengolahan limbah cair sagu. Hal yang perlu diperhatikan dari variasi pembebanan adalah dengan laju alir tertentu, bioreaktor dapat bekerja atau tidak dan hasil pengolahannya baik atau tidak. Selain itu, pembebanan dengan laju alir tertentu dan waktu tinggal hidrolis tertentu bertujuan untuk memberikan pasokan makanan bagi bakteri anaerob sebagai nutrisi untuk pertumbuhan. Hal ini menyebabkan degradasi semakin baik. Setiap laju alir yang diberikan, dilakukan pengambilan sampel pada efluen bioreaktor sebanyak 500 mililiter.

Pada penelitian ini dilakukan analisa sampel keluaran reaktor berdasarkan laju alir masing-masing sampel. Adapun yang akan dianalisa pada penelitian ini adalah pH dan alkalinitas total dalam cairan. Prosedur analisa merujuk pada APHA, AWWA, dan WCF.

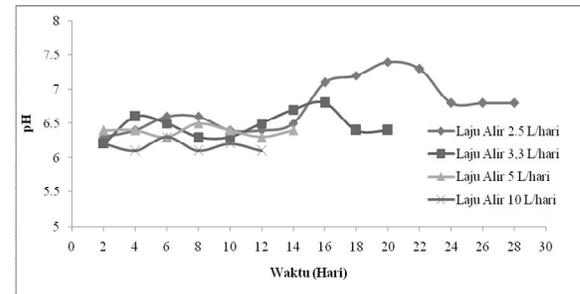
3 Hasil dan Diskusi

Hasil pengamatan melihat perubahan pH dan alkalinitas pada kondisi transien dan kondisi tunak.

3.1 Perubahan pH Selama Transien

Kondisi transien merupakan kondisi awal sebelum tercapainya kondisi *steady state* di dalam sistem bioreaktor hibrid anaerob. Perubahan pH selama proses

kontinu bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu ditunjukkan pada Gambar 2.

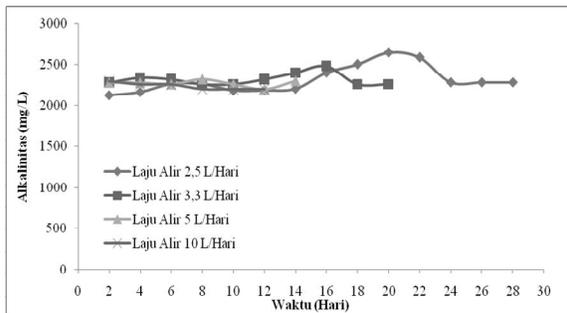


Gambar 2. Hubungan antara Laju alir terhadap pH pada Proses Kontinu

Gambar 2 menunjukkan bahwa kondisi pH paling tinggi terjadi pada Laju Alir 2,5 L/Hari yaitu sebesar 7,4 dengan nilai rata-rata pH 6,75. Kondisi pH paling rendah terdapat pada Laju Alir 10 L/Hari dengan nilai rata-rata pH 6,17. Kondisi rata-rata pH pada Laju Alir 3,3 L/Hari 6,46 dan pada laju alir 5 L/Hari sebesar 6,4. Kondisi pH paling optimum berada pada Laju Alir terkecil yaitu 2,5 L/Hari dengan kisaran pH berada pada rata-rata 6,75. Kondisi optimum untuk perkembangan mikroorganisme anaerobik yang berkisar pada pH 6,8-7,4 [Ahmad, 2004].

3.2 Perubahan Alkalinitas Selama Transien

Perubahan konsentrasi alkalinitas selama proses kontinu bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara Laju alir terhadap Alkalinitas pada Proses Kontinu

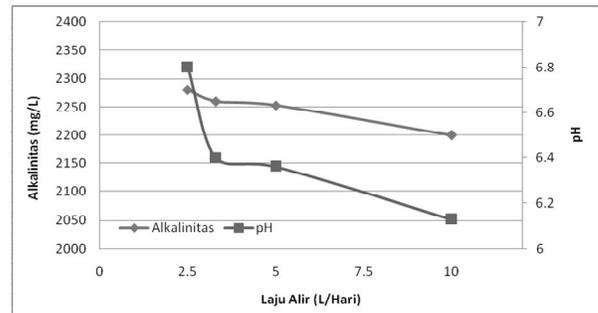
Gambar 3 menunjukkan konsentrasi alkalinitas tertinggi pada proses kontinu terjadi pada Laju Alir 2,5 L/Hari yaitu dengan nilai 2640 mg/L dengan nilai rata-rata sekitar 2309 mg/L sedangkan rata-rata alkalinitas terendah terjadi pada Laju Alir 10 L/Hari yaitu sebesar 2236 mg/L. Pada kondisi Laju Alir 3,3 L/Hari nilai rata-rata alkalinitas berkisar 2307 mg/L dan pada Laju Alir 5 L/Hari nilai rata-rata alkalinitas sebesar 2271 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].

3.3 Hubungan pH terhadap Konsentrasi Alkalinitas

Data rata-rata nilai pH dan konsentrasi alkalinitas pada kondisi tunak bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu dapat dilihat pada Tabel 2 dan hubungan pH terhadap konsentrasi alkalinitas dapat dilihat pada pada Gambar 4 berikut.

Tabel 2. pH dan Alkalinitas kondisi Tunak pada masing-masing variasi Laju Alir

Laju Alir (L/Hari)	Alkalinitas (mg/L)	pH
2.5	2280	6.8
3.3	2260	6.4
5	2253	6.36
10	2200	6.13



Gambar 4. Hubungan pH terhadap Konsentrasi Alkalinitas

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara kondisi rata-rata pH dan kondisi rata-rata alkalinitas pada kondisi tunak masing-masing variabel laju alir. Pada Laju alir 2,5 L/hari diperoleh rata-rata nilai pH 6,8 dan konsentrasi alkalinitas sebesar 2280 mg/L, pada Laju Alir 3,3 L/Hari diperoleh rata-rata nilai pH 6,4 dan konsentrasi alkalinitas sebesar 2260 mg/L, pada Laju Alir 5 L/Hari diperoleh rata-rata nilai pH 6,36 dan konsentrasi alkalinitas sebesar 2253 mg/L, pada Laju Alir 10 L/Hari diperoleh rata-rata nilai pH 6,13 dan konsentrasi alkalinitas sebesar 2200 mg/L.

Pada Laju Alir 2,5 L/Hari konsentrasi alkalinitas yg dihitung cukup tinggi dan nilai pH berada pada rentang optimum proses anaerob. Kestabilan pH dan konsentrasi alkalinitas bernilai tinggi dikarenakan laju alir umpan pada bioreaktor hibrid anaerob yang tidak terlalu

tinggi, sehingga alkalinitas yang dihasilkan tidak terbawa keluar reaktor.

Pada Laju Alir 3,3, 5, dan 10 L/Hari konsentrasi alkalinitas menurun dan pH yang terukur juga menurun. Penurunan kapasitas penyangga dari alkalinitas disebabkan karena peningkatan laju alir umpan. Peningkatan laju alir umpan mengakibatkan laju pembebanan organik juga meningkat sehingga waktu tinggal hidrolis menjadi singkat atau sebentar, akibatnya alkalinitas yang ada di dalam bioreaktor terbawa keluar bersama efluen. Dengan penambahan umpan yang terus-menerus mengakibatkan kapasitas

penyangga alkalinitas menjadi turun [Ahmad, 1992].

3.4 Studi Komparatif Kinerja Bioreaktor Anaerob

Studi komparatif kinerja bioreaktor hibrid anaerob ditinjau dengan membandingkan kinerja bioreaktor hibrid anaerob menggunakan substrat limbah cair sagu bermedia batu terhadap bioreaktor hibrid anaerob yang mengolah limbah cair industri lainnya dengan media yang berbeda juga. Perbandingan kinerja bioreaktor hibrid anaerob pengolahan limbah cair sagu bermedia batu ini dengan bioreaktor lainnya disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Studi Komparatif Kinerja Bioreaktor Anaerob

No	Sumber	Limbah yang diolah	Media yang digunakan	Variabel	pH	Alkalinitas (mg/L)
1	Smit (2010)	Limbah Cair Sawit	Cangkang Sawit	WTH	6,6 - 7,1	6000 - 9000
2	Syahrizal (2010)	Limbah Cair Sawit	Tandan Kosong Sawit	WTH	5,6 - 8,8	18000 - 25000
3	Putra (2010)	Limbah Cair Sawit	Batu	WTH	6,8 - 7,4	25000 - 32000
4	Banu dkk (2006)	Limbah Cair Sagu	Plastik Ring	Laju Pembebanan Organik	7,4 - 8,1	1510 - 3120
5	Penelitian ini	Limbah Cair Sagu	Batu	Laju Alir Umpan	6,2 - 7,4	2160 - 2640

Pada Tabel 3 ditunjukkan bahwa bioreaktor hibrid anaerob bermedia cangkang sawit yang digunakan untuk mengolah limbah cair sawit memperoleh pH sebesar 6,6 hingga 7,1 dan konsentrasi alkalinitas sebesar 6.000 hingga 9.000 mg/L, selain itu pada bioreaktor hibrid anaerob bermedia tandan kosong sawit yang digunakan untuk mengolah limbah cair sawit diperoleh pH sebesar 5,6 hingga

8,8 dan alkalinitas sebesar 18.000 hingga 25.000 mg/L. Disamping itu pada bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu yang digunakan untuk mengolah limbah cair sawit diperoleh pH sebesar 6,8 hingga 7,4 dan alkalinitas sebesar 25.000 hingga 32.000 mg/L. Sementara itu pada bioreaktor hibrid anaerob bermedia plastik ring yang digunakan untuk mengolah limbah cair sagu diperoleh pH sebesar 7,4

hingga 8,1 dan alkalinitas sebesar 1.510 hingga 3120 mg/L.

Bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu yang digunakan untuk mengolah limbah cair sago pada penelitian ini memperoleh pH sebesar 6,2 hingga 7,4 dan konsentrasi alkalinitas sebesar 2.160 hingga 2.640 mg/L.

Proses anaerob pada bioreaktor ini dikatakan berhasil atau bekerja dengan baik karena perolehan rata-rata pH dan alkalinitas berada pada rentang kondisi optimum. Menurut Ahmad (2004) kondisi pH optimum untuk perkembangan mikroorganisme anaerobik berkisar pada 6,8 hingga 7,4 dan menurut Ahmad (2001) konsentrasi alkalinitas yang optimum pada proses anaerobik berkisar pada rentang 2000 hingga 3000 mg/L.

4 Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa:

- Semakin besar laju alir maka pH dan nilai alkalinitas *effluent* yang terukur semakin rendah.
- Kondisi Optimum Proses Anerob terjadi pada Laju Alir 2,5 Liter/Hari.

Pada penelitian selanjutnya, perlu dilakukan uji kestabilan bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu.

5 Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Riau yang telah membiayai penelitian ini dalam skema penelitian pola ilmiah pokok.

6 Daftar Pustaka

Ahmad, A., 2004. *Teknologi Bioproses dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit*. Seminar Nasional

Teknik Kimia Teknologi Oleo dan Petrokimia Indonesia.

Ahmad, A., 1992. *Kinerja Bioreaktor Unggun Fluidisasi Anaerobik Dua Tahap dalam Mengolah Limbah Cair Industri Minyak Kelapa Sawit*. Pusat Antar Universitas-Bioteknologi, Institut Teknologi Bandung.

Amos, 2010, *Dampak Limbah Pengolahan Sago Skala Kecil Terhadap Mutu Air Anak Sungai di Kelurahan Cibuluh Bogor*, 12(5), 29

APHA, AWWA dan 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 Qual. Res. J. Canada*, 2006 Volume 41, No. 1, 56–62

Ramadhan, K, 2009, *Aplikasi pati sago termodifikasi heat moisture treatment untuk pembuatan bihun instan*, *Skripsi*, Institut Pertanian Bogor.

Simamora, S., Salaundik, S. Wahyuni, dan Surajudin, 2006, *Membuat Biogas*, Agro Media Pustaka, Jakarta.