

EFISIENSI PENYISIHAN KANDUNGAN PADATAN LIMBAH CAIR PABRIK SAGU MENGGUNAKAN REAKTOR HIBRID ANAEROB DENGAN VARIABEL LAJU ALIR

Muhammad Iqbal, Adrianto Ahmad, Irdoni HS

Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik

Universitas Riau 28293

Email : adriantounri@gmail.com

Increased production of sago starch production increases causing waste in the form of solid waste and liquid waste. Sago starch processing waste liquid 94% -97% and directly channeled into the waters surrounding the treatment process. Sago effluent average yield of dissolved organic compounds, solids and waste acidic concentration through the standard. Solids is one of the parameters to measure water pollution. The concentration of dissolved solids sago factory effluent was 3.76 g/L, while the concentration of the raw quality is 0.1 g/L. This study aims to reduce the solids content in the effluent using sago starch factory wastewater as substrate performed anaerobically using anaerobic hybrid bioreactor mediated by stones. Hybrid anaerobic bioreactor is a combination between the suspended growth and attached growth system using a stone as a medium of cell immobilization. Working volume was 10 L reactor with a variation of the feed flow rate is 2.5 L/day, 3.3 L/day, 5L/day and 10 L/day. Parameters observed in this research is TS, TSS, TVS and VSS were analyzed by gravimetric methods. The results of this study indicate that the efficiency of TSS at a flow rate of 2.5 L / day is 46.87%, 3.3 L /day is 62.49%, 5 L/day is 59.04% and 10 L /day is 44.89%. Optimum flow rate for the provision of wastewater solids sago plant is the flow rate 5 L/hr. These results indicate that the hybrid anaerobic bioreactor mediated by stones can reduce the solids content of sago wastewater plant but did not reach the quality standards specified value.

Keywords: anaerobic process, hybrid anaerobic bioreactor, sago wastewater, solid allowance

1. Pendahuluan

Sagu merupakan makanan pokok bagi masyarakat di beberapa daerah di Indonesia. Sagu dimakan dalam bentuk semacam bubur, atau dalam bentuk-bentuk yang lain. Tanaman sagu tersebar di kawasan timur Indonesia terutama Papua, Maluku dan Sulawesi. 50% (1.128 juta ha) tanaman sagu ini tumbuh di Indonesia dan 90% (1.015 juta ha) berkembang di Provinsi Papua dan Maluku [Lakuy dan Limbongan, 2003]. Pengolahan industri sagu menghasilkan limbah yang biasanya dibuang langsung ke perairan sekitar

industri. Limbah merupakan buangan yang dihasilkan dari proses pengolahan. Limbah dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu limbah cair, limbah padat, dan limbah gas. Air limbah sagu memiliki komposisi bahan organik yang tinggi, kadar COD yang tinggi, dan kadar BOD tinggi. Karakteristik limbah cair sagu yang sesuai dengan peraturan Kepmen LH No. KEP 51-/MENLH/10/1995 dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Karakteristik Limbah Cair Sagu

No	Parameters	Satuan	Nilai	Baku Mutu (*)
1	pH	-	7,2	6,0-9,0
2	<i>Total Solid</i>	mgL ⁻¹	7645	-
3	<i>Suspended Solid</i>	mgL ⁻¹	1405	100
4	<i>Volatile Solid</i>	mgL ⁻¹	1834	-
5	BOD	mgL ⁻¹	4800	150
6	COD	mgL ⁻¹	6000	300

(*) Kepmen LH No. KEP 51/ MENLH / 10 / 1995

Limbah cair pabrik sagu ini bersifat asam dan memiliki konsentrasi padatan terlarut yang melebihi kadar nilai maksimum yang telah ditetapkan. Salah satu cara pengolahan limbah cair pabrik sagu dapat menggunakan Bioreaktor hibrid anaerob.

Bioreaktor hibrid anaerob merupakan penggabungan antara sistem pertumbuhan tersuspensi (*suspended growth*) dan sistem pertumbuhan melekat (*attached growth*), anaerobik filter. Sistem pertumbuhan tersuspensi adalah sistem pertumbuhan dimana mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi di dalam fasa cair, sedangkan sistem pertumbuhan melekat dimana mikroorganisme tumbuh dan berkembang melekat di atas media pendukung dengan membentuk lapisan biomassa [Amos 2010].

Padatan di dalam limbah cair sagu pada umumnya terdiri dari senyawa organik seperti selulosa, lemak, protein dan juga bisa merupakan mikroorganisme seperti bakteri dan alga yang tersuspensi di dalam

limbah cair sagu tersebut. Selain senyawa organik, limbah cair juga mengandung senyawa anorganik seperti pasir halus dan lumpur alami yang sulit teratasi oleh mikroorganisme. Secara umum padatan didalam limbah cair sagu terdiri dari 5 (lima) jenis, antara lain yaitu :

1. Padatan total
2. Padatan total tersuspensi
3. Padatan total terlarut
4. Padatan volatil total
5. Padatan volatil tersuspensi

Peneliti sebelumnya melaporkan bahwa besarnya efisiensi penyisihan padatan dengan menggunakan bioreaktor hibrid anaerob yang bermedia batu dalam pengolahan limbah cair yang mengandung molase adalah sebesar 80% [Syafila dkk, 2003]. Peneliti Nevolindo (2010), melaporkan bahwa penggunaan bioreaktor hibrid anaerob bermedia pelepah sawit dan tandan kosong sawit dengan limbah cair industri minyak sawit sebagai substrat, mendapatkan besarnya penyisihan TSS sebesar 81,91% dan 80,54%. Selain itu, peneliti Febyanti (2010), mengolah limbah cair pabrik kelapa sawit menggunakan bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu memperoleh efisiensi penyisihan TSS sebesar 51,66%.

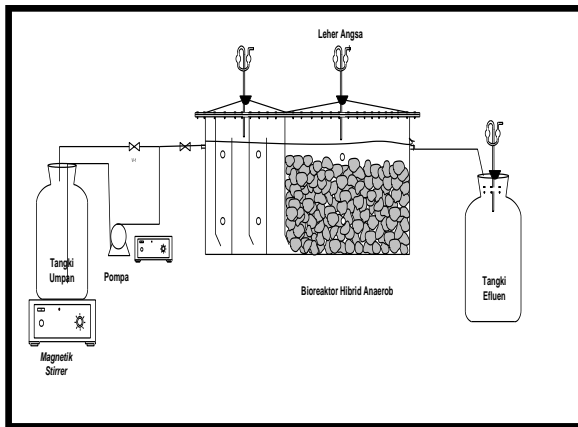
Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan laju alir umpan optimal pada proses penyisihan padatan pada limbah cair industri sagu dan untuk menentukan dan menganalisis penyisihan kandungan padatan limbah cair sagu yang meliputi TS, TSS, TVS, VSS dan efisiensi penyisihan padatan dalam proses kontinu bioreaktor hibrid anaerob.

2. METODOLOGI

Metoda penelitian yang diuraikan di bawah ini mencakup karakteristik limbah cair, bioreaktor hibrid anaerob, proses

kontinu bioreaktor , parameter yang diamati dan metoda analisa.

Bioreaktor hibrid anaerob yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai volume kerja 10 L. Bioreaktor terdiri dari 2 pola pertumbuhan, tersuspensi dibagian bersekat dengan volume 4,6 L dan pertumbuhan melekat menggunakan cangkang sawit 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 1.



Gambar 1. Rangkaian Peralatan Pengolahan Limbah Cair

Dari Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa penyekat-penyekat dipasang secara vertikal memaksa agar aliran limbah cair yang masuk dari bagian atas mengalir sesuai dengan bentuk pola aliran di dalam ruang. Perjalanan aliran limbah cair tersebut kembali memaksa melewati bagian atas penyekat dan begitu seterusnya sehingga mengalir keluar dari bioreaktor. Bakteri anaerob di dalam bioreaktor cenderung terangkat dan terendapkan kembali akibat terbentuk biogas selama proses biokonversi secara anaerob. Kemudian sampel akan keluar menuju tangki efluen.

Proses kontinu

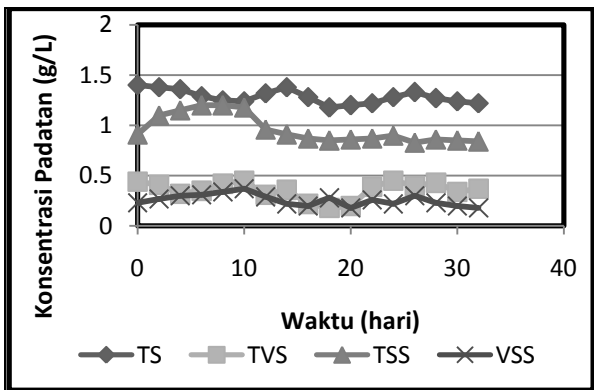
Setelah keadaan tunak tercapai, tahap selanjutnya yaitu bioreaktor diberikan pembebanan yang berbeda-beda dengan mengatur laju alir yang berbeda-beda pula. Laju alir yang diberikan adalah 2.5 L/hari, 3.3 L/hari, 5 L/hari, dan 10 L/hari. Proses operasional ini bertujuan untuk melihat pengaruh laju alir terhadap bioreaktor. Penambahan laju alir ini mengakibatkan semakin tingginya pembebanan organik terhadap bioreaktor, dengan nilai pembebanan organik tertentu, bioreaktor dapat bekerja atau tidak dan hasil pengolahannya baik atau tidak. Selain itu, pembebanan bertujuan untuk memberikan pasokan makanan bagi bakteri (mikroba) anaerob sebagai nutrisi untuk pertumbuhan. Hal ini menyebabkan degradasi semakin baik. Setiap laju alir yang diberikan, dilakukan *sampling* efluen bioreaktor sebanyak 500 ml untuk mengukur kandungan padatnya. Analisa padatan dilakukan sesuai dengan *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* [APHA, AWWA & WCPF, 1992].

3. HASIL dan PEMBAHASAN

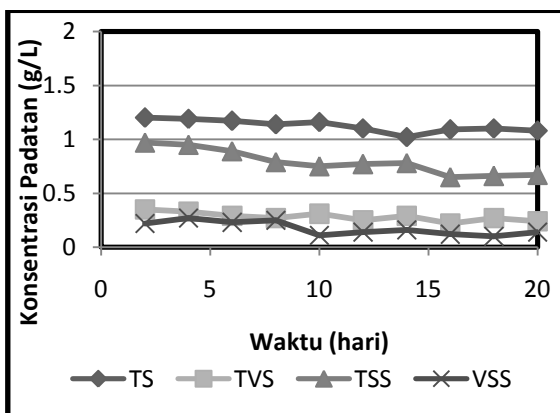
Hasil pengamatan selama dilakukannya variasi laju alir pada bioreaktor hibrid anaerob ditampilkan dengan melihat hubungan antara proses kontiniu terhadap konsentrasi padatan dan hubungan antara laju alir umpan terhadap efisiensi kandungan padatan pada bioreaktor.

Pengaruh Laju Alir terhadap Konsentrasi Padatan Selama Proses Kontinu

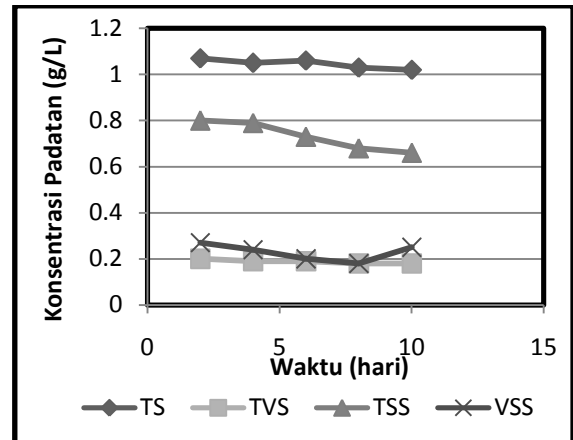
Proses kontinu bioreaktor hibrid anaerob dilakukan dengan variasi laju alir umpan. Laju alir yang diberikan adalah 2.5L/hari, 3.3 L/hari, 5 L/hari dan 10 L/hari. Pengaruh laju alir umpan terhadap konsentrasi padatan pada kondisi *steady state* ditampilkan dalam Gambar 2.



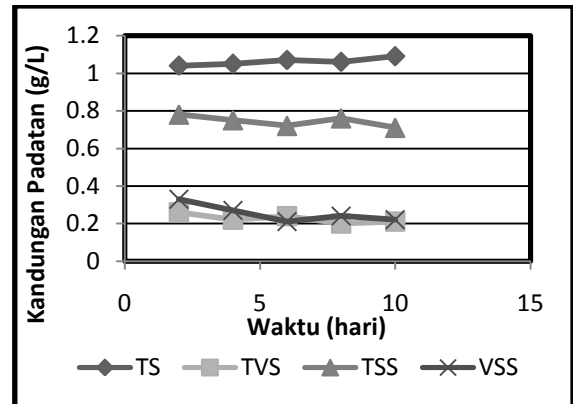
Gambar 2. Pengaruh Laju Alir Umpan Terhadap Konsentrasi Padatan Selama Proses Kontinu pada laju alir 2,5 L/h



Gambar 3. Pengaruh Laju Alir Umpan Terhadap Konsentrasi Padatan Selama Proses Kontinu pada laju alir 3,3 L/hari



Gambar 4. Pengaruh Laju Alir Umpan Terhadap Konsentrasi Padatan Selama Proses Kontinu pada laju alir 5 L/hari



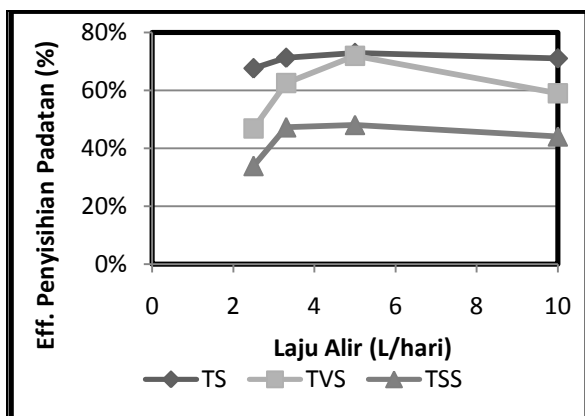
Gambar 5. Pengaruh Laju Alir Umpan Terhadap Konsentrasi Padatan Selama Proses Kontinu pada laju alir 10 L/hari

Gambar 2,3,4 dan 5 menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi padatan terhadap laju alir umpan. Semakin besar laju alir umpan yang dialirkan ke bioreaktor, maka konsentrasi padatan cenderung akan semakin besar. Pada laju alir 2,5 L/hari, nilai TS, TSS dan TVS adalah sebesar 1,24 gr/L, 0,86 gr/L, dan 0,36 gr/L. Pada laju alir 3,3 L/hari, nilai TS, TSS dan TVS adalah 1,08gr/L, 0,67 gr/L, dan 0,32 gr/L. Pada laju alir 5 L/hari,

nilai TS, TSS dan TVS adalah 1.02 gr/L, 0,64 gr/L, dan 0,19 gr/L. Dan pada laju alir 10 L/hari, nilai TS, TSS dan TVS mencapai 1,04 gr/L, 0,78 gr/L dan 0,26 gr/L. Hal ini membuktikan bahwa semakin rendah laju alir maka proses biodegradasi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam limbah berlangsung baik, karena kontak antara mikroorganismenya dengan limbah berlangsung cukup lama [Ahmad dkk, 2000]. Semakin tinggi laju alir maka akan semakin mempercepat waktu tinggal cairan di dalam sistem, sehingga mikroorganismenya hanya mendapatkan sedikit waktu untuk mendegradasi senyawa organik yang ada di dalam limbah [Syafila dkk, 2003].

Efisiensi Penyisihan Padatan

Hubungan antara laju alir umpan terhadap efisiensi penyisihan padatan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan antara Laju Alir Umpan terhadap Efisiensi Penyisihan Kandungan Padatan pada Bioreaktor Hibrid Bermedia Batu

Gambar 6 menyatakan bahwa efisiensi penyisihan konsentrasi padatan yang paling tinggi adalah dengan laju alir umpan sebesar 5 L/hari yaitu sebesar 72.87% untuk TS, 71.29% untuk TSS, dan TVS

sebesar 48.03%. Gambar 6 menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan kandungan padatan semakin menurun dengan peningkatan laju alir umpan. Efisiensi penyisihan konsentrasi padatan menunjukkan kemampuan biodegradasi senyawa organik oleh bakteri anaerob menjadi gas metana dan gas CO₂ [Ahmad dkk, 1999]. Efisiensi konsentrasi padatan dengan laju alir 2.5 L/hari yaitu sebesar 67.55% untuk TS, 46.87% untuk TSS, dan TVS sebesar 33.85%. Pada laju alir 3.3 L/hari efisiensi penyisihan konsentrasi padatan adalah sebesar 71.27% untuk TS, 62.49% untuk TSS, dan TVS sebesar 47.24%. Sedangkan efisiensi terkecil dicapai ketika laju alir ditingkatkan menjadi 10 L/hari atau yaitu sebesar 71.01% untuk TS, 59.02% untuk TSS, dan TVS sebesar 44.09%.

Tingginya efisiensi penyisihan kandungan padatan disebabkan karena laju alir umpan yang rendah sehingga mikroorganismenya memiliki waktu yang lebih lama untuk mendegradasi senyawa organik yang terkandung di dalam limbah cair yang diolah, sedangkan pada laju alir yang tinggi, mikroorganismenya tidak mendapatkan waktu yang cukup untuk mencerna senyawa organik yang merupakan nutrisi bagi mikroorganismenya tersebut. Laju alir umpan yang tinggi akan menyebabkan kecepatan alir (*velocity*) semakin meningkat sehingga laju alir tersebut dapat mempengaruhi turbulensi cairan di dalam bioreaktor. Turbulensi cairan ini akan memperkecil daya lekat padatan biomassa untuk media batu sehingga akan mendorong padatan biomassa ke atas dan keluar terbawa oleh aliran [Ahmad dkk, 1999].

4. KESIMPULAN dan SARAN

Kesimpulan

Laju alir umpan akan mempengaruhi efisiensi penyisihan kandungan padatan dalam limbah cair. Penyisihan kandungan padatan tetap menurun pada laju alir 2,5 L/hari, 3,3L/hari dan 5L/hari. Kandungan padatan kembali meningkat pada laju alir 10 L/hari.

Efisiensi penyisihan konsentrasi padatan tertinggi dicapai pada laju alir 5 L/hari dengan nilai TS sebesar 72.87%, TSS sebesar 71.09% dan TVS sebesar 48.03%.

Sistem bioreaktor hibrid anaerob bermedia cangkang sawit dapat mendegradasi senyawa organik yang relatif tinggi dari pada sistem bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu dengan efisiensi penyisihan TSS sebesar 82,78%.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengolahan limbah cair pabrik sagu dengan media imobilisasi yang berbeda sehingga bisa didapat perbandingan media yang lebih baik untuk proses penyisihan padatan dengan menggunakan bioreaktor hibrid anaerob.

Ucapan Terima Kasih

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

5. DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, A., T. Setiadi, M. Syafila dan O.B. Liang. 1999. Bioreaktor Berpenyekat Anaerob untuk Pengolahan Limbah Industri yang Mengandung Minyak dan Lemak: Pengaruh Pembebanan

Organik Terhadap Kinerja Bioreaktor. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo 1999, TK-ITB, Bandung, 19-20 Oktober*

Ahmad, A., T. Setiadi dan I.G. Wenten., 2000. "Pemakaian Bioreaktor Membran Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri". *Prosiding seminar Nasional*

Amos. 2010. "Dampak Limbah Pengolahan Sagu Skala Kecil Terhadap Mutu Air Anak Sungai Di Kelurahan Cibuluh Bogor". *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*. volume 2..

APHA, AWWA & WCPF. 1992. "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", American Public Health Association, Washington DC.

Febiyanti, A., 2010, Pengaruh Laju Alir Umpan Terhadap Penyisihan Kandungan Padatan Limbah Cair Industri Minyak Sawit dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Batu, *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Teknik Universitas Riau, Riau*.

Keputusan Menteri KLH Nomor KEP 51/MEN KLH/10/1995 tentang *Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri*.

Lakuy, H dan J. Limbongan. 2003. "Beberapa Hasil Kajian dan Teknologi yang Diperlukan untuk Pengembangan Sagu di Provinsi Papua. *Prosiding Makalah pada Seminar Nasional Sagu, Manado, 6 Oktober 2003*.

Nevolindo, R. 2010. "Uji Kinerja Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Tandan Kosong dan Pelepah Sawit dalam Menyisihkan Kandungan Padatan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit". *Skripsi. Universitas Riau*.

Syafila M., A. H. Djajadiningrat, M. Handajani, 2003, *Kinerja Bioreaktor*

Hibrid Anaerob dengan Media Batu
untuk Pengolahan Air Buangan yang
Mengandung Molase, *Prociding ITB
Sains & Tek. Vol. 35 A, No. 1, hal
19-31.*