

# **PENYISIHAN KANDUNGAN PADATAN LIMBAH CAIR PABRIK SAGU DENGAN BIOREAKTOR HIBRID ANAEROB PADA KONDISI *START-UP***

**Taufiq Ul Fadhli, Adrianto Ahmad, Yelmida**

Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia-Universitas Riau  
Jl. HR Subrantas Km 12,5 Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293  
ulfadhlitaufiq@gmail.com  
085364453374

## **ABSTRAK**

*Sago Liquid waste increased with the development of sago industry in Indonesia. Sago liquid waste is acidic, foul-smelling and has a high concentration of solids. Solids is one of the parameters in the identification of a wastewater pollution levels. Sago mill waste water solids can be organic and inorganic solids. Organic solids can generally be degraded by microorganisms, while inorganic solids difficult degraded by microorganisms. Therefore, it is necessary sago wastewater treatment before discharge into water bodies or water. Handling of solid sago mill waste water can be done using the anaerobic bioreactor of media anaerobic hybrid rocks. The success of this bioreactor in treating wastewater depends on the strategy of start-up bioreactor. This study aimed to isolate and get the reduced rate of sago wastewater solids content at start-up conditions. The results showed that the start-up of hybrid anaerobic bioreactor lasts for 58 days with WTH 2 L / day, operating conditions at room temperature and pH of 6.2 to 7.1 average. TS removal efficiency by 63,87%, TVS by 43,75%, TSS by 60,63% and 61,76% VSS. This shows that the hybrid anaerobic bioreactor mediated in both rock solid content aside sago mill waste water*

**Keywords:** Anaerobic, Bioreactor Hybrid, Liquid Waste Sago, Provision Solids Content, *Start-up*

## **1 PENDAHULUAN**

Perkembangan industri sagu dalam beberapa tahun terakhir mengalami pertumbuhan yang sangat pesat sehingga menimbulkan dampak positif dan negatif bagi masyarakat. Dampak positif yaitu meningkatkan devisa negara dan kesejahteraan masyarakat, sedangkan dampak negatif yaitu menimbulkan limbah. Limbah cair sagu umumnya bersifat asam, berbau busuk dan konsentrasi padatan tinggi [Banu *et al*, 2006]. Bila limbah cair tersebut langsung dibuang ke perairan sangat berpotensi mencemari lingkungan. Untuk itu dilakukan pengolahan limbah cair sebelum limbah cair tersebut dibuang ke perairan [Ahmad, 1992].

Karakteristik padatan dalam limbah cair pabrik sagu memiliki padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) senilai 1,405 gr/L yang melebihi kadar maksimum baku mutu limbah yang ditentukan oleh pemerintah RI melalui KEPMEN Lingkungan Hidup No.51 Tahun 1995 untuk TSS senilai 0,1 gr/L. TSS yang cukup tinggi tersebut mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena mengurangi penetrasi cahaya matahari kedalam badan air, meningkatnya kekeruhan air dan dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organisme dan kelarutan oksigen di dalam perairan [Huda, 2009]. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan terhadap limbah cair pabrik sagu secara anaerob dengan menggunakan bioreaktor

hibrid anaerob bermedia batu. Bioreaktor hibrid anaerob yang digunakan merupakan penggabungan antara sistem pertumbuhan mikroorganisme tersuspensi dan pertumbuhan melekat. Pada sistem pertumbuhan tersuspensi (*suspended growth*), mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi didalam fasa cair. Sedangkan dalam sistem pertumbuhan melekat (*attached growth*), mikroorganisme tumbuh dan berkembang melekat diatas media pendukung dengan membentuk lapisan *biofilm* [Ahmad, 2009]. Diharapkan dengan penggabungan kedua sistem pertumbuhan mikroorganisme ini, akan diperoleh hasil yang lebih maksimal, konsentrasi biomassa tinggi dan efisiensi padatan total yang tinggi. Bioreaktor ini memiliki kelebihan dalam mempertahankan konsentrasi biomassa dengan jumlah yang tinggi didalam bioreaktor sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengolahan air buangan dengan konsentrasi organik tinggi.

Keberhasilan bioreaktor ini dalam mengolah limbah cair tersebut sangat tergantung kepada strategi melakukan *start-up* bioreaktor. *Start-up* ini bertujuan untuk mengembangbiakan bakteri anaerob didalam sistem bioreaktor sehingga diperoleh bakteri anaerob yang terbiasa memanfaatkan limbah cair sagu sebagai substrat. Febyanti [2010] melakukan penelitian menggunakan bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu dalam pengolahan limbah cair industri minyak sawit memperoleh waktu proses *start-up* selama 10 hari dan efisiensi penyisihan padatan tersuspensi total (TSS) sebesar 32%. Rahmi [2011] melakukan penelitian menggunakan bioreaktor hibrid anaerob dalam mengolah limbah cair pabrik kelapa sawit didapatkan waktu proses *start-up* selama 39 hari dan efisiensi penyisihan TSS sebesar 60%. Dalam penelitian ini media pendukung pertumbuhan biomassa yang digunakan adalah batu. Batu dipilih karena dianggap lebih murah, kuat, mudah didapat, dan dianggap cukup baik sebagai tempat melekatnya mikroorganisme [Syafila *et al*, 2003].

Tujuan penelitian ini adalah untuk menyisihkan dan mendapatkan tingkat penurunan kandungan padatan limbah cair

sagu pada kondisi *start-up* serta mendapatkan waktu optimal pada proses *start-up* dalam mengolah limbah cair pabrik sagu.

## 2 METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang diuraikan dibawah ini mencakup karakteristik limbah cair, bioreaktor hibrid anaerob, *start-up* bioreaktor dan metode analisa.

### Karakteristik limbah cair

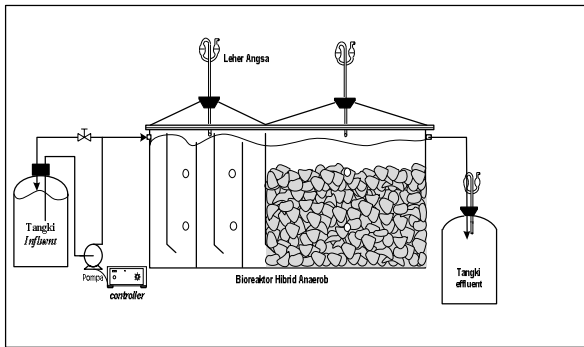
Limbah cair sagu yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PT. Siberida Wahana Sejahtera (SWS) yang terletak di Desa Lalang Tanjung, Kecamatan Tebing Tinggi, Kabupaten Kepulauan Meranti dengan karakteristik seperti ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik Limbah Cair Pabrik Sagu PT. SWS

Parameter	Nilai	Satuan
pH	6,2	-
Total Solid (TS)	3,76	gr/ L
Total Volatile Solid (TVS)	0,64	gr/ L
Total Suspended Solid (TSS)	1,27	gr/ L
Volatile Suspended Solid (VSS)	0.34	gr/ L

### Bioreaktor Hibrid Anaerob

Bioreaktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah bioreaktor hibrid anaerob yang menggabungkan sistem pertumbuhan bakteri tersuspensi dan melekat. Volume dari bioreaktor ini adalah 10 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 pada Gambar 1.



**Gambar 1. Rangkaian Peralatan Pengolahan Limbah**

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.

### **Start-up Bioreaktor Hibrid Anaerob**

Kondisi operasi bioreaktor selama *start-up* dilakukan pada suhu kamar dan pH 6,5-8,2. Pada proses *start-up* limbah cair sagu ditambahkan sebagai umpan sebanyak 2 L/hari dan diresirkulasi. Penambahan umpan ini bertujuan untuk menaikkan dan menahan pertumbuhan *biofilm*. Keluaran dari hasil *start-up* ditampung dan diambil sebanyak 500 ml untuk dianalisa. Proses *start-up* dilakukan hingga tercapai keadaan tunak (*steady state*) dengan fluktuasi efisiensi penyisihan padatan berkisar 10%.

### **Metode Analisa**

Paramater yang diamati selama proses *start-up* bioreaktor hibrid anaerob antara lain pH, padatan total (TS), padatan tersuspensi total (TSS), padatan volatil total (TVS) dan padatan tersuspensi volatil (VSS). Analisa padatan dilakukan sesuai dengan *Standard Methods for the Examination of Water and*

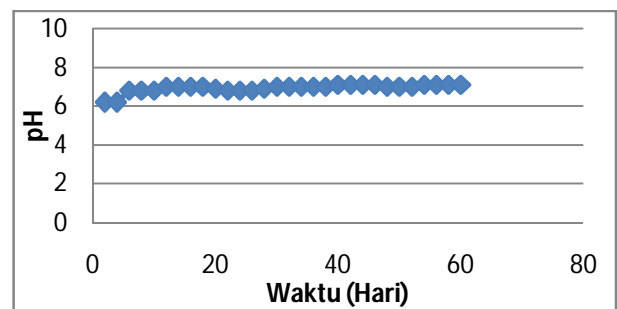
*Wastewater* [APHA, AWWA dan WPCF, 1992].

## **3 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengamatan selama berlangsungnya proses *start-up* bioreaktor hibrid anaerob diketengahkan dengan melihat hubungan antara waktu *start-up* terhadap pH, waktu *start-up* terhadap konsentrasi padatan, waktu *start-up* terhadap efisiensi penyisihan kandungan padatan serta konsentrasi padatan pada kondisi tunak.

### **pH**

Perubahan pH selama berlangsung proses *start-up* ditampilkan pada Gambar 2.

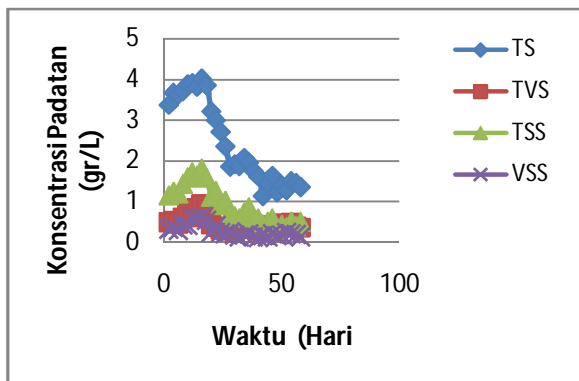


**Gambar 2. Hubungan Waktu *Start-up* Terhadap pH**

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada hari pertama proses *start-up*, pH sistem sekitar 6,2. Perubahan pH sistem relatif konstan yaitu berkisar antara 6,2 – 7,1. Pada rentang pH tersebut diperkirakan mikroorganismen anaerobik yang digunakan di dalam bioreaktor dapat berkembang dengan optimum mengingat kondisi lingkungan optimum lingkungan mikroorganismen anaerobik adalah dengan pH antara 5,8 – 8,2 [Speece, 1996]. Selama proses *start-up* bioreaktor, fluktuasi nilai pH tidak dipengaruhi oleh peningkatan pembebanan organik [Ahmad *et al*, 1999].

### **Konsentrasi Padatan Pada Proses Start-up**

Konsentrasi padatan pada proses *start-up* dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Hubungan Waktu Start-up Terhadap Konsentrasi Padatan**

Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi padatan baik TS, TVS, TSS dan VSS mengalami kenaikan sampai hari ke 16 proses *start-up* bioreaktor dan cenderung mengalami penurunan pada hari ke 18 hingga akhir proses *start-up* walaupun tetap terjadi fluktuasi terhadap nilai konsentrasi padatan. Tingginya konsentrasi padatan pada 16 hari pertama proses *start-up* kemungkinan disebabkan mikroorganisme belum mampu bekerja dengan baik dalam mendegradasi senyawa organik limbah cair sagu didalam sistem bioreaktor sehingga menumpuk dan bergabung dengan senyawa organik yang berada di sistem bioreaktor yang menyebabkan terjadinya penambahan konsentrasi padatan. Sebagian besar mikroorganisme belum mampu bertahan dalam sistem dengan membentuk flok, sehingga lebih banyak mikroorganisme yang terbawa aliran keluar [Ahmad *et al*, 2000]. Banyaknya mikroorganisme yang terbawa aliran keluar akan menyebabkan sedikit mikroorganisme yang tetap bertahan dalam sistem, sehingga sedikit senyawa organik pada limbah cair yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme [Ahmad *et al*, 2000].

Konsentrasi padatan dalam sistem mulai menunjukkan penurunan pada hari ke-18. Penurunan konsentrasi padatan diduga mikroorganisme sudah bisa bertahan di dalam sistem dengan membentuk flok membentuk komunitas mikroorganisme, sehingga akan semakin banyak senyawa organik yang bisa

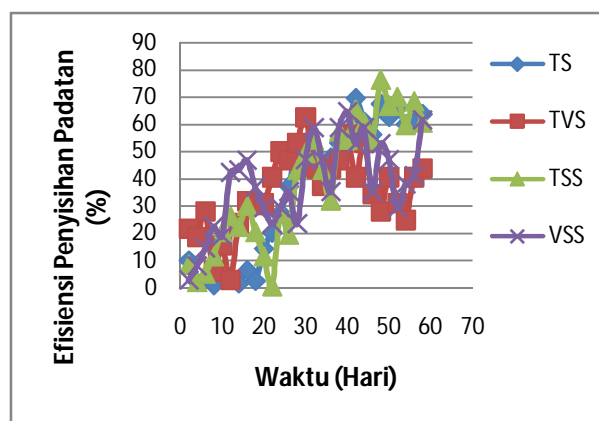
didegradasi oleh mikroorganisme [Nugrahini *et. al*, 2008].

Dari Gambar juga dapat dilihat bahwa Jika dibandingkan dengan konsentrasi TS, maka konsentrasi TS di dalam sistem lebih tinggi sebesar 73 % dari konsentrasi TVS. Tingginya konsentrasi TS dibandingkan konsentrasi TVS disebabkan karena pada pengukuran konsentrasi TS juga terukur padatan yang mudah menguap dan padatan organik maupun anorganik lainnya [APHA, AWWA dan WPCF, 1992].

Konsentrasi VSS di dalam bioreaktor mewakili konsentrasi bakteri anaerob dalam sistem bioreaktor [Nugrahini *et. al*, 2008]. Jika dibandingkan terhadap konsentrasi padatan volatil tersuspensi (VSS), maka konsentrasi TSS lebih tinggi sebesar 74 % daripada konsentrasi VSS. Tingginya konsentrasi TSS tersebut diakibatkan pada saat pengukuran TSS akan terukur seluruh padatan baik yang mudah menguap maupun seluruh padatan total yang tersuspensi, sementara pada pengukuran VSS hanya akan terukur padatan yang mudah menguap saja [APHA, AWWA dan WPCF, 1992].

### Efisiensi Penyisihan Padatan

Efisiensi penyisihan pada kondisi start-up dapat dilihat pada Gambar 4.



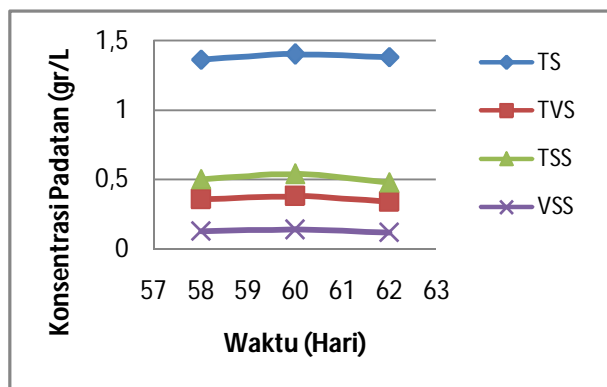
**Gambar 4. Hubungan Waktu Start-up Terhadap Efisiensi Penyisihan Padatan**

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan kandungan padatan untuk TS sebesar 63,87 %, TVS sebesar 43,75 %, TSS sebesar 60,63 % dan VSS sebesar 61,76 %.

Tingginya efisiensi penyisihan kandungan padatan disebabkan karena laju alir umpan yang rendah sehingga mikroorganisme memiliki waktu yang lebih lama untuk mendegradasi senyawa organik yang terkandung didalam limbah cair yang diolah. Tingginya efisiensi penyisihan padatan pada proses *start-up* dapat diartikan bahwa bakteri anaerob telah mampu memanfaatkan limbah cair sagu sebagai substrat sehingga konsentrasi mikroorganisme meningkat di dalam sistem dan dapat menguraikan senyawa organik yang ada di dalam limbah cair [Ahmad *et al*, 2000].

### Konsentrasi Padatan Pada Kondisi Tunak

Keadaan tunak tercapai ditandai dengan fluktuasi nilai konsentrasi padatan sebesar 10 % [Ahmad, 2009]. Hubungan antara waktu *start-up* pada keadaan tunak terhadap perubahan konsentrasi padatan pada bioreaktor hibrid anaerob ditampilkan pada Gambar 5.



**Gambar 5. Konsentrasi Padatan Pada Kondisi Tunak**

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada hari ke-58 konsentrasi TS, TVS, TSS dan VSS yaitu 1,36 gr/L; 0,36 gr/L; 0,5 gr/L dan 0,13 gr/L. Pada hari ke-60 konsentrasi TS dan TVS mengalami kenaikan yaitu 1,4 gr/L dan 0,38 gr/L, sedangkan untuk TSS dan VSS juga mengalami kenaikan yaitu 0,54 gr/L dan 0,14 gr/L. Pada hari ke-62 TS, TVS, TSS dan VSS mengalami penurunan. Penurunan konsentrasi padatan tersebut adalah pertanda bahwa konsentrasi mikroorganisme telah meningkat di dalam sistem dan dapat menguraikan senyawa organik yang ada di dalam limbah cair [Ahmad *et al*, 2000].

### Studi Komparatif Efisiensi Penyisihan Padatan dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Pada Kondisi *Start-up*

Studi komparatif ditinjau dengan membandingkan efisiensi penyisihan padatan dengan bioreaktor yang sama yakni bioreaktor hibrid anaerob namun berbeda media melekat dan limbah cair yang digunakan.

**Tabel 2. Perbandingan efisiensi Padatan Bioreaktor Hibrid Anaerob dengan Substrat dan Media Imobilisasi lainnya**

Media	Substrat	Efisiensi TSS	Pustaka
Batu	Limbah Cair Minyak Sawit	32 %	Febyanti (2010)
Cangkang Sawit	Limbah Cair Kelapa Sawit	60 %	Rahmi (2011)
Batu	Limbah Cair Pabrik Sagu	60,63 %	Penelitian ini

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan TSS limbah cair sagu dengan menggunakan media batu pada proses *start-up* cukup tinggi yaitu sebesar 60,63%. Hal ini disebabkan karena batu dianggap cukup baik sebagai tempat melekatnya mikroorganisme dan menunjukkan bahwa bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu baik dalam menyisihkan kandungan padatan limbah cair pabrik sagu karena bioreaktor hibrid anaerob merupakan proses penggabungan sistem pertumbuhan mikroorganisme tersuspensi dan melekat, sehingga memiliki kelebihan dalam mempertahankan konsentrasi *biomassa* dalam jumlah yang tinggi dan efisiensi degradasi senyawa organik menjadi lebih besar [Syafila *et. al*, 2003].

## 4 KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Proses *start-up* bioreaktor hibrid anaerob berlangsung selama 58 hari
2. Proses *start-up* bioreaktor Hibrid Anaerob berlangsung pada pH sekitar 6,2 – 7,1
3. Konsentrasi padatan limbah cair pabrik sagu yang didapatkan pada proses *start-up* relatif rendah yaitu 1,36 grTS/ L, 0,36 grTVS/L, 0,5 grTSS/L dan 0,13 grVSS/L
4. Kondisi tunak berlangsung pada hari ke 58, 60 dan 62 yang ditandai dengan fluktuasi penyisihan padatan 10 %
5. Sistem bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu dapat mendegradasi senyawa organik yang relatif tinggi dengan efisiensi penyisihan TSS sebesar 60 % pada proses *start-up*

### Saran

Beberapa hal yang disarankan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Perlu dilakukan pengolahan limbah cair sagu dengan media imobilisasi yang berbeda sehingga didapatkan perbandingan media mana yang lebih baik dalam menyisihkan padatan limbah cair sagu dengan bioreaktor hibrid anaerob
2. Perlu dilakukan identifikasi bakteri yang terlibat selama proses anaerobik.

## 5 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., dan T., Setiadi., 1993, *Pemakaian Bioreaktor Unggun Fluidisasi Anaerob*

*Dua Tahap dalam Mengolah Limbah Cair Pabrik Minyak Sawit*, Makalah Seminar Nasional Bioteknologi Industri, PAU-Bioteknologi ITB, Bandung, 27-29 Januari.

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, M. Syafila dan O.B. Liang. 2000. *Bioreaktor Berpenyekat Anaerob untuk Pengolahan Limbah Industri yang Mengandung Minyak dan Lemak: Kajian Dinamik Bioreaktor dengan Pembebanan Organik Rendah*, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses , FT-Universitas Diponegoro, Semarang, 26-27 Juli.

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, 2004 : 1-10

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 Quality Res J*. Volume 41. No 1. Hal 56-62.

Febyanti, A., 2010, *Pengaruh Laju Alir Umpan Terhadap Penyisihan Kandungan Padatan Limbah Cair Industri Minyak Sawit dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bernedia Batu*, Laporan Penelitian Universitas Riau, Riau.

Huda, T., 2009, *Hubungan antara Total Suspended Solid dengan Turbidity dan Dissolved Oxygen*, <http://thorik.staff.uui.ac.id/2009/08/23/hubungan-antara-total-suspended->

solid-dengan-turbidity-dan-dissolved-oxygen/,10 Oktober 2011

- Rahmi, A., 2011. *Penyisihan Kandungan Padatan Limbah Cair Kelapa Sawit Dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit*, Laporan Penelitian Universitas Riau, Riau.
- Speece R.E., 1996, *Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewaters*, Archae Press, Vanderbilt University.
- Syafila, M., A. H. Djajadiningrat dan M.Handajani, 2003. *Kinerja bioreaktor hybrid anaerob dengan media batu untuk pengolahan air buangan yang mengandung molase*, Prosiding ITB sains & teknologi, 35 (1), 19-3