

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A, Bahruddin, S. Z. Amraini dan D. Andrio, 2012, *Uji Kinerja Bioreaktor Hibrid Anaerob Dalam Mengolah Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Beban Kejut*, Prosiding Seminar Nasional dan Kongres MAKSI 2012, MAKSI-IPB, Bogor, 26 Januari
- Ahmad, A, 2010, *Metoda dan Alat Untuk Pengolahan Limbah Cair Dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob*, Paten No. P00201000841, KemenHUMKAM RI, Jakarta
- Ahmad, A, Bahruddin, S. Z. Amraini dan D. Andrio, 2010, *Biokonversi Limbah Cair Industri Sawit menjadi Energi Bakar Alternatif Dalam Bioreaktor Anaerobik*, Laporan Akhir Riset Unggulan Strategis Nasional Batch I Tahun 2010, DP2M KEMDIKNAS RI, Jakarta
- Ahmad, A, Bahruddin, S. Z. Amraini dan D. Andrio, 2009, *Biokonversi Limbah Cair Industri Sawit menjadi Energi Bakar Alternatif Dalam Bioreaktor Anaerobik*, Laporan Akhir Riset Unggulan Strategis Nasional Batch I Tahun 2009, DP2M KEMDIKNAS RI, Jakarta
- Ahmad, A, T. Setiadi dan IG Wenten, 2004, *Disain dan Penerapan Bioreaktor Anaerob Untuk Penanganan Limbah Cair Industri Sawit*, Jurnal Natur Indonesia, 7(1), 9-13
- Ahmad, A, T. Setiadi dan IG Wenten, 2002, *Pengolahan Limbah Cair Industri Minyak Sawit Dengan Bioreaktor Membran Anaerob*, Laporan Akhir RUT VIII, Kementerian Riset dan Teknologi RI, Jakarta
- Ahmad, Adrianto, 2001, **Biodegradasi Limbah Cair Industri Minyak Sawit Dalam Sistem Bioreaktor Anaerob**, Disertasi, Program Pascasarjana ITB, Bandung
- Ahmad, Adrianto, 1994, **Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri**, Diktat Kuliah, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru
- Benfield, L. D dan C. W. Randall, 1980, “ *Biological Process Design For Wastewater*, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs
- Davis, M. L. dan D. A. Cornwell, 2008, *Introduction to Environmental Engineering*, 4 th. Ed, McGraw-Hill International Editions, Singapore
- Grady Jr, C.P.L dan H.C. Lim (1980), *Biological wastewater treatment. Theory and applications*, Marcel Dekker Inc., New York, 833-886
- Gujer, W dan A. J. B. Zehnder, 1983, Conversion Processes in Anaerobic Digestion, *Wat. Sci. Tech*, 15, 127-167
- Henze, M dan P. Harremoës, 1983, Anarobic Treatment of Wastewater in Fixed Film Reactors- a Literature Review, *Wat. Sci. Tech*, 15, 1-101
- Metcalf dan Eddy, 2004, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, McGraw-Hill International Editions, Singapore

- Ng, W. J., K. K. Wong dan K. K. Chin, 1985, Two-Phase Anaerobic Treatment Kinetics of Palm Oil Waste, *Wat. Res.*, 19(5), 667-669
- Parker, C dan T. Roberts, 1985, *Energi From Waste, An Evaluation of Conversion Technologies*, Elsevier Applied Science Publishers, England
- Rittman, B. E dan P. L. McCarty, 2001, *Environmental Biotechnology: Principles and Applications*, McGraw-Hill International Editions, Singapore
- Setiadi, T dan Arief, 1992, *the Application of Anaerobic Fluidised Bed Reactor in Treating Palm Oil Mill Effluent*, 9 th Inter. Biotechnol. Symp., Crystal City, Aug. 16-21
- Setiadi, T, A. Ahmad dan R. Ginting, 1993, *Palm Oil Mill Effluent Treatment by Two-stage Anaerobic Fluidised Bed Reactors*, 11 th Australian Biotechnol. Conf., Perth, Western Australia, Sept. 20-24
- Setiadi, T dan Faisal, 1994, *Palm Oil Mill Effluent Treatment by Anaerobic Baffled Reactors*, Proc. Asian Water Technology '94 Conference., Singapore, Nov. 22-24
- Setiadi, T., A. Husaini dan A. Djajadiningrat, 1996, *Palm Oil Mill Effluent Treatment by Anaerobic Baffled Reactors: Recycle Effect and Biokinetic Parameters*, Proc. Water Quality International '96 Conference., Singapore, Jun. 23-28
- Wahyuni S, 2009, *Biogas*, 1 st. Ed, Penebar Swadaya, Bogor
- Wong, K.K. dan K.K. Chin (1985), *The treatment of palm oil mill effluent*, Universiti Pertanian Malaysia

LAMPIRAN A: PROSEDUR ANALISA

1. Chemical Oxygen Demand (COD)

A. Standarisasi Larutan Ferroamonium Sulfat (FAS)

1. pipet 10 mL larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N masukkan ke dalam gelas erlemeyer 250 mL.
2. tambahkan akuades sampai volume larutan 100 mL
3. tambahkan 30 mL larutan $H_2SO_4-Ag_2SO_4$ sedikit demi sedikit dan dinginkan
4. titrasi dengan larutan FAS dengan menggunakan indikator ferroin sebanyak 3 tetes
5. titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna larutan hijau menjadi merah
6. catat volume FAS yang terpakai dan hitung konsentrasi larutan FAS.

Perhitungan:

$$N_{FAS} = \frac{V_{K_2Cr_2O_7} \times N_{K_2Cr_2O_7}}{V_{FAS}}$$

B. Pengukuran Sampel

1. pipet sampel air buangan sebanyak 20 mL
2. masukkan ke dalam gelas erlemeyer 250 L
3. tambahkan 0,4 mg kristal Hg_2SO_4 dan di aduk
4. tambahkan 10 mL larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N dan diaduk
5. tambahkan sedikit demi sedikit larutan $H_2SO_4-Ag_2SO_4$ sebanyak 30 mL sambil di kocok
6. aduk agar tercampur sempurna
7. masukkan beberapa butir batu didih
8. refluks selama 2 jam, dinginkan dan kemudian bilas kondensor sampai volume total 140 mL
9. titrasi dengan larutan FAS dengan menggunakan 3 tetes indikator ferroin
10. titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna larutan hijau menjadi kemerah-merahan
11. catat volume FAS yang terpakai dan hitung konsentrasi larutan FAS.
12. untuk blanko digunakan akuades dan perlakuannya sama dengan sampel.

Perhitungan:

$$N_{COD} = \frac{A - B}{V_{Sampel}} \times N_{FAS} \times 8 \times 1000 \times FP \quad \text{mg/L}$$

dengan:

- A = mL larutan FAS terpakai untuk blanko
B = mL larutan FAS terpakai untuk sampel
FP = faktor pengenceran

2. Asam Lemak Volatil

A. Standarisasi Larutan NaOH 0,01 N

1. pipet 25 mL larutan standar primer asam oksalat 0,01 N

2. masukkan dalam gelas erlemeyer 100 mL
3. tambahkan 2 tetes larutan indikator PP 0,035 %
4. titrasi dengan larutan NaOH, titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna menjadi merah muda
5. catat volume NaOH terpakai dan hitung konsentrasi larutan NaOH.

Perhitungan:

$$N_{\text{NaOH}} = \frac{V_{\text{asam oksalat}} \times N_{\text{asam oksalat}}}{V_{\text{titran}}}$$

B. Pengukuran Sampel

1. ambil 200 mL sampel dan sentrifuse cairan selama 30 menit dengan putaran 4500 rpm
2. ambil supernatan 100 mL dan tambahkan akuades 100 mL
3. atur pH filtrat sampai pH 4 dengan larutan H₂SO₄ (1:1)
4. pindahkan ke dalam labu destilasi dengan segera
5. set alat destilasi uap sedemikian rupa, kemudian lakukan destilasi dan tampung destilat hingga volume 150 mL
6. titrasi destilat dengan larutan NaOH 0,01 N dengan larutan indikator PP sebanyak 2-3 tetes
7. titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi warna merah muda

Perhitungan:

$$N_{\text{asam volatil (sbg asam asetat)}} = \frac{V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{sampel}} \times 0,7} \times 6000 \quad \text{mg/L}$$

1. Padatan

A. Total Solid (TS)

1. keringkan cawan porselen pada *furnace* 550 ± 50 °C selama 1 jam
2. dinginkan dalam desikator, kemudian timbang A gram
3. pipet 100 mL sampel, masukkan ke cawan porselen di atas dan kistatkan pada water bath
4. setelah kistat, keringkan pada oven 103 - 105 °C selama 1 jam
5. dinginkan dalam desikator, kemudian timbang B gram
6. ulangi tahap 4 - 5, untuk pengukuran duplo
7. kemudian panaskan dalam *furnace* 550 ± 50 °C selama 1 jam
8. dinginkan dalam desikator, kemudian timbang C gram
9. kemudian masukkan ke dalam oven 103 - 105 °C selama 15 menit, dinginkan dan timbang untuk pengukuran duplo

Perhitungan:

$$\text{TS} = \frac{B - A}{V_{\text{sampel}}} \times 1000 \quad \text{mg/L}$$

$$\text{TVS} = \frac{\text{B} - \text{C}}{V_{\text{sampel}}} \times 1000 \quad \text{mg/L}$$

B. Suspended Solid (SS)

1. keringkan cawan porselen pada *furnace* 550 ± 50 °C selama 1 jam
2. dinginkan dalam desikator, kemudian timbang A gram
3. pipet 100 mL sampel dan sentrifuse pada putaran 4500 rpm selama 20 menit
4. ambil endapan yang terbentuk dan bilas sampai endapan terangkat semua
5. masukkan ke cawan porselen di atas
6. keringkan pada oven $103 - 105$ °C selama 1 jam
7. dinginkan dalam desikator, kemudian timbang B gram
8. ulangi tahap 6 - 7, untuk pengukuran duplo
9. kemudian panaskan dalam *furnace* 550 ± 50 °C selama 1 jam
10. dinginkan dalam desikator, kemudian timbang C gram
11. kemudian masukkan ke dalam oven $103 - 105$ °C selama 15 menit, dinginkan dan timbang untuk pengukuran duplo

Perhitungan:

$$\text{TSS} = \frac{\text{B} - \text{A}}{V_{\text{sampel}}} \times 1000 \quad \text{mg/L}$$

$$\text{TSS} = \frac{\text{B} - \text{C}}{V_{\text{sampel}}} \times 1000 \quad \text{mg/L}$$

LAMPIRAN B: PERSONIL PELAKSANA KEGIATAN RISET

1. Tenaga Peneliti

No	a) Nama Lengkap b) Bidang Keahlian dan Tugas dalam Penelitian	a) Gelar Kesarjanaan b) Pendidikan Akhir (S1/S2/S3)	a) Pria/Wanita b) Alokasi waktu (jam/minggu)	a) Unit Kerja b) Lembaga
1.	a) Adrianto Ahmad b) Bidang Keahlian : Rekayasa Bioproses, Secara umum, tugas peneliti utama dalam penelitian ini adalah bertanggung jawab atas semua kegiatan penelitian. Secara khusus, peneliti utama bertanggung jawab terhadap berjalannya proses biologi, menentukan kondisi operasi, dan mengevaluasi kinerja sistem bioreaktor anaerob secara keseluruhan.	a) Prof, Dr., MT. b) S3	a) Pria b) 20	a) Lab Rekayasa Bioproses b) Universitas Riau
2.	a) Bahrudin b) Bidang Keahlian: Teknologi Kimia Peneliti I bertanggung jawab terhadap uji karakteristik media, uji stabilitas media, teknik absorpsi dan kinerja media filtrasi	a) Ir.,M.T, Dr b) S3	a) Pria b) 20	a) Lab Dasar-dasar Proses b) Universitas Riau
3.	a) Nurhalim b) Bidang Keahlian: Teknik Elektro Peneliti II bertanggung jawab terhadap tinjauan aspek energi listrik dan model panel penerangan.	a) ST., M.T b) S2	a) Pria b) 20	a) Jurusan Teknik Elektro b) Universitas Riau

2. Tenaga Teknisi

No	a) Nama Lengkap b) Bidang Keahlian dan Tugas dalam Penelitian	a) Gelar Kesarjanaan b) Pendidikan Akhir (D3/S1)	a) Pria/Wanita b) Alokasi waktu (jam/minggu)	a) Unit Kerja b) Lembaga
1.	a) Debi Damayanti b) Bidang Keahlian: Kimia Analis Teknisi I bertugas untuk menganalisis limbah cair baik influen maupun efluen.	a) A.Md b) D3	a) Wanita b) 20	a) Lab Rekayasa Bioproses b) Universitas Riau
2.	a) Zulfikar b) Bidang Keahlian : Teknisi Teknisi III bertugas untuk menyiapkan bahan, peralatan, menganalisis influen maupun efluen	a) A.Md b) D3	a) Pria b) 20	a) Lab Rekayasa Bioproses b) Universitas Riau

LAMPIRAN C: FOTO KEGIATAN RISET



Gambar C1. Proses penurunan bioreaktor dari mobil truk



Gambar C2. Bagian dalam dari bioreaktor



Gambar C3. Bagian aliran masuk dari bioreaktor



Gambar C4. Bagian aliran keluar dari bioreaktor



Gambar C5. Tempat pengambilan sampel pada bioreaktor tersuspensi



Gambar C6. Tempat pengambilan sampel pada bioreaktor



Gambar C7. Aliran penampungan biogas



Gambar C8. Penulisan nomor pendaftaran paten dari bioreaktor anaerob



Gambar C9. Posisi outlet bioreaktor anaerob



Gambar C10. Posisi outlet bioreaktor anaerob



Gambar C11. Tampak samping bioreaktor anaerob