

PROSES SEEDING DAN AKLIMATISASI UNTUK PENGOLAHAN ANAEROB LIMBAH CAIR PRODUKSI MINYAK SAWIT

Alfi Syahrin¹⁾; David Andrio²⁾; Nina Veronika³⁾

¹⁾Mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Riau

³⁾Dosen Prodi Teknik Pengolahan Sawit, Politeknik Kampar

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : alfisyahrinhasibuan@gmail.com

ABSTRACT

Palm Oil Mill Effluent (POME) was high strength organic wastewater contained COD 40.000 – 60.000 mg/l. To decreased lag phase on anaerobic treatment for treat it, the anaerobic mixed culture bacteria should be acclimatized toward POME. The bioreactor acclimatization process used circulating batch reaktor with worked volume 24 L and ratio wastewater to biomass bacteria was 80:20 (% V/V). The parameter observed in this research was COD and VSS. Seeding process was doing in 7 days with highest efficient of the reduction COD was 34,54% and enhancement VSS 51,71%. Acclimatization process was doing in 10 days with highest efficient of the reduction COD 55,90% and enhancement VSS 19,70%.

Keywords : Acclimatization, biomass, bioreactor, circulating batch reactor, COD, lag phase, mixed culture, POME, seeding, VSS,

1. Pendahuluan

Minyak sawit atau *crude palm oil* (CPO) adalah minyak nabati yang paling banyak dikonsumsi dan menyumbang sekitar 33% dari total produksi minyak nabati di dunia (Iwuagwu dan Ugwuanyi, 2014). Indonesia adalah produsen utama minyak sawit dunia dan Provinsi Riau merupakan penyumbang utama produksi minyak sawit di Indonesia (USDA FAS, 2015; BPS, 2013). Proses basah merupakan proses ekstraksi minyak nabati yang digunakan pada produksi minyak sawit di Indonesia. Satu ton minyak sawit diestimasi menggunakan 5 – 7,5 ton air dan lebih dari 50% air berakhir sebagai limbah cair (Ahmad, 2003). Limbah cair ini memiliki karakteristik kental, berwarna coklat dengan komposisi 95

– 96% air, 0,6 – 0,7% minyak dan lemak dan 4 – 5% total solid, pH 4 – 5, suhu tinggi (80 – 90°C), COD 50.000 mg/liter dan BOD 25.000 mg/liter (Singh dkk., 1999; Borja dkk., 1996).

Bahan organik konsentrasi tinggi yang terdapat dalam limbah cair produksi minyak sawit dapat dimanfaatkan dengan teknologi pengolahan anaerobik untuk menghasilkan *solvent*, VFA, hidrogen dan metan (Waskito, 2011; Nishio dan Shimada, 2006). Menurut Hwang, dkk (2004) proses anaerobik dalam menghasilkan produk terdiri atas dua tahap penting, yakni asidogenesis dan metanogenesis. Pada penelitian ini hanya fokus pada proses asidogen karena lebih murah, waktu operasional yang lebih singkat dan tidak rentan terhadap perubahan nilai pH jika dibandingkan dengan tahap

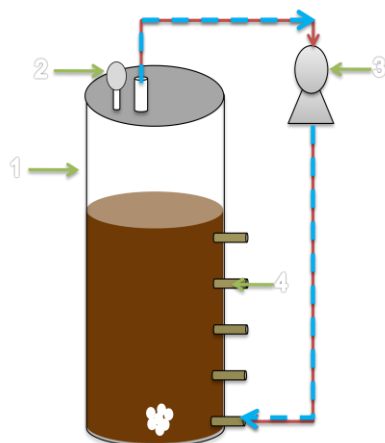
metanogen (Hwang dkk., 2004; Nishio dan Shimada, 2006).

Limbah cair produksi minyak sawit sulit untuk didegradasi oleh mikroorganisme sehingga perlu dilakukan persiapan inokulum agar dapat mengolah limbah cair produksi minyak sawit secara efisien. *Seeding* atau pembiakan dilakukan untuk menumbuhkan bakteri pada inokulum dengan pemberian nutrisi berupa glukosa ($C_6H_{12}O_6$) kepada bakteri sampai kadar COD menjadi tunak (fluktuasi <10%) (Dworkin dkk., 2006). Proses aklimatisasi dilakukan untuk menyeleksi dan mengadaptasi mikroorganisme hasil *seeding* sehingga dapat digunakan untuk mengolah limbah cair produksi minyak sawit. Proses aklimatisasi dilakukan dua kali menggunakan 100% limbah cair produksi minyak sawit.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Reaktor yang digunakan adalah *Circulating Batch Reactor* (CBR) dengan volume kerja 25 liter dengan tinggi 77 cm dan diameter 21,5 cm.



Ket gambar : 1) Reaktor 2) Leher angsa 3) Kompresor
4) Sampling port

Gambar 1. Reaktor Penelitian

Substrat yang digunakan adalah limbah cair produksi minyak

sawit dan dapat dilihat karakteristiknya pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik limbah cair produksi minyak sawit

Parameter	Nilai	Baku Mutu ^a
BOD ₅	15.309 mg O ₂ /l	100 mg O ₂ /l
COD terlarut	40.823 mg O ₂ /l	350 mg O ₂ /l
COD total	126.208 mg O ₂ /l	-
Temperatur	85 ⁰ C	-
pH	4,57	6-9
TS	61.060 mg/l	250 mg/l
VSS	40.500 mg/l	-
Total N	363,89 mg/l	50 mg/l
N-NH ₃	635,35 mg/l	-
Protein	58,22 mg/l	-

^a = Permen LH No. 5 Tahun 2014

Sumber : Hasil karakteristisasi

Inokulum yang digunakan adalah bakteri *mixed culture* (kultur campuran) yang berasal dari rumen sapi dan *sludge* IPAL industri minyak sawit. Bahan-bahan kimia lain yang digunakan adalah untuk keperluan analisa sesuai dengan metode analisa SM 5220 C untuk COD terlarut, SM 2540 D untuk VSS.

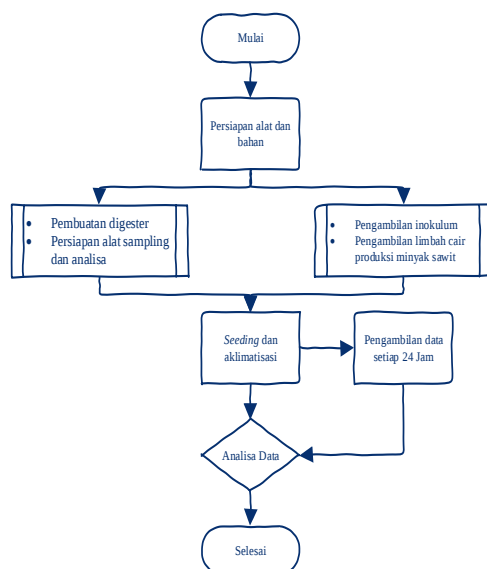
2.2. Operasional Reaktor

Seeding atau pembiakan dilakukan dengan pemberian nutrisi berupa glukosa ($C_6H_{12}O_6$) kepada bakteri sampai kadar COD menjadi tunak. Reaktor yang digunakan pada adalah *Circulating Batch Reactor* (CBR). Reaktor dibuat dari bahan akrilik dengan volume kerja 24 liter. Rasio pencampuran inokulum rumen sapi : *sludge* IPAL adalah 50% : 50% (v/v). Selanjutnya dapat dilakukan aklimatisasi atau pembiasaan bakteri dengan substrat yang akan diolah. Aklimatisasi dilakukan dua kali dengan menggunakan 100% limbah cair produksi minyak sawit. VSS diukur selama proses *seeding* dan aklimatisasi berlangsung untuk

melihat pertumbuhan mikroba dan penurunan COD.

2.3. Prosedur Penelitian

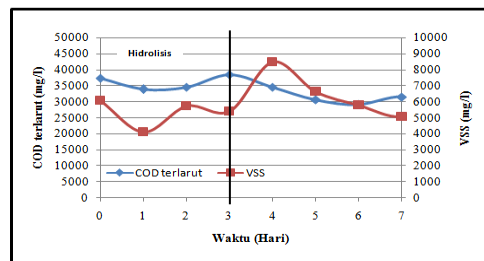
Prosedur penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2. Dimulai dari persiapan alat dan bahan kemudian dilakukan uji karakteristik awal untuk substrat dan seeding dan aklimatisasi dengan masing-masing variabel dilakukan dengan 2 reaktor dan analisa duplo untuk meminimalisir kesalahan dalam penelitian.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Seeding



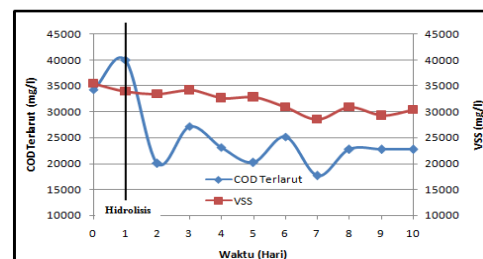
Gambar 3. Hubungan COD dan VSS pada saat seeding

Analisa COD dan VSS dilakukan untuk mengetahui penurunan bahan organik dan

peningkatan mikroorganisme dalam reaktor (Dworkin dkk., 2006). Proses hidrolisis didalam reaktor ditandai dengan penurunan nilai VSS dan kenaikan nilai COD (Deublin dan Steinhäuser, 2008) pada hari ketiga. Namun, penurunan nilai COD dan VSS terjadi pada hari kelima disebabkan terjadinya adaptasi mikroorganisme terhadap substrat dan keadaan lingkungan dalam reaktor (*lag phase*) (Metcalf & Eddy, 1991). Pertumbuhan bakteri pada hari ke-6 – 7 dianggap sudah memenuhi persyaratan pengolahan anaerob dengan bahan organik > 4000 mg/l dan minimum mikroorganisme 2000 – 4000 mg/l, sehingga proses *seeding* dapat dihentikan pada hari ke-7 dengan konsentrasi COD 32.256 mg/l dan VSS 5.080 mg/l.

3.1. Aklimatisasi

Proses aklimatisasi dilakukan untuk menyeleksi dan mengadaptasi mikroorganisme hasil *seeding* sehingga dapat digunakan untuk mengolah limbah cair produksi minyak sawit. Aklimatisasi dilakukan dua kali dengan menggunakan 100 % limbah cair produksi minyak sawit.



Gambar 4. Hubungan COD dan VSS pada saat aklimatisasi

Berdasarkan Gambar 4 peningkatan konsentrasi COD terlarut pada hari pertama disebabkan terjadinya proses

hidrolisis substrat (limbah cair produksi minyak sawit) dari senyawa polimer seperti karbohidrat, protein dan lemak menjadi monomer (Gerardi, 2003). Pada hari ke-2 – 5 mikroorganisme mulai bekerja menyisihkan substrat atau terjadi penurunan COD. Adaptasi sel bakteri terhadap substrat dan keadaan lingkungan dalam reaktor (*lag phase*) terjadi pada hari ke-4. Proses aklimatisasi dianggap sudah tunak pada hari ke-10 karena fluktuasi perubahan konsentrasi COD terlarut dan VSSnya < 10% dari hari ke-8 – 10 dan ditetapkan bahwa konsentrasi COD adalah 22.677,7 mg/l dan VSS sebesar 30.390 mg/l.

Efisiensi penyisihan bahan organik dan pembentukan mikroorganisme pada tahap seeding dan aklimatisasi ditunjukkan pada Tabel 4.2. Pada setiap tahap, efisiensi pembentukan mikroorganisme semakin kecil karena bahan organik yang digunakan sebagai substrat semakin kompleks. Sedangkan penyisihan bahan organik pada setiap tahap meningkat karena bahan organik kompleks masih terdapat dalam reaktor, dan mikroorganisme yang mati terkonversi menjadi bahan organik terlarut.

Tabel 4.2. Efisiensi penyisihan COD dan pertumbuhan bakteri tertinggi proses seeding dan aklimatisasi

Proses (Glukosa:Limbah)	Efisiensi Pembentukan VSS (%)	Efisiensi penyisihan COD (%)
100 %:0 % (v/v)	51,71	34,54
0 %:100 % (v/v)	19,70	55,90

Sumber : Hasil perhitungan

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A.L., Ismail, S., Bhatia, S. (2003). *Water recycling from palm oil mill effluent (POME) using membrane technology. Desalination* 157, 87-95.
- Borja, R., Banks, C.J., Sanchez, E. (1996). *Anaerobic treatment of palm oil mill effluent in a two-stage up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor. Jurnal of Biotechnology* 45, 125-135.
- BPS Riau. (2013). Statistik kelapa sawit Indonesia. Katalog BPS: 5504003.
- Deublin, D., dan Steinhäuser, A. (2008). *Biogas from waste and renewable resources*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. ISBN: 978-3-527-31841-4.
- Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, K-H., Stackebrandt, E. (2006). *The prokaryotes third . Symbiotic Association, Biotechnology, Applied Microbiology*. Vol 1.
- Gerardi, M.H. (2003). *The microbiology of anaerobic digester*. Wiley-Interscience, New Jersey. Pp. 51-57.
- Hwang, M.H., Jang, N.J., Hyun, S.H., Kim, I.S. (2004). *Anaerobic bio-hydrogen production from ethanol fermentation : the role of pH. Journal of Biotechnology*. 111, 297-309.
- Iwuagwu, Joy.O., dan Ugwuanyi, J.O. (2014). *Treatment and valorization of palm oil mill effluent through production of food grade yeast biomass, Journal of waste management, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/439071>*.

- Metcalf & Eddy, Inc. (1991). *Wastewater engineering treatment, disposal, and reuse* (3rd edI). Revised by Tchibanoglous, G., Burton, F. L. McGraw-Hill, Inc. (2nd ed). c 1979.
- Nishio, N., & Nakashimada, Y. (2007). *Recent development of anaerobic digestion processes for energy recovery from wastes. Journal of Bioscience and Bioengineering*. Vol. 103. 2, 105-112.
- Pol, L.W.H., Lens, P.N.L., Stams, A.J.M. (1998). *Anaerobic treatment of sulphate-rich wastewaters, Biodegradation* 3-4, 213-224.
- Singh, R.P., Kumar, S., Ojha, C.S.P. (1999). *Nutrient requirement for UASB process: a review. Biochem. Eng. J.* 3, 35-54.
- USDA FAS. (2015). *Oilseeds:Markets and Trade*. April 2015. (pp.16). (<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>).
- Waskito, D. (2011). Analisis pembangkit listrik tenaga biogas dengan memanfaatkan kotoran sapi dikawasan usaha peternakan sapi. Thesis. Fakultas teknik. Universitas Indonesia, Salemba.