

Pengaruh *Pretreatment* Inokulum Terhadap Proses Aklimatisasi Degradasi Anaerob

Shella Zahrawani¹⁾, David Andrio²⁾, Evelyn³⁾

¹⁾Mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan,

²⁾Dosen Teknik Lingkungan, ³⁾Dosen Teknik Kimia

Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293

E-mail: shellazahrawani4@gmail.com

ABSTRACT

Palm Oil Mill Effluent (POME) has total COD concentration 44.444 mg/L, with the high value of total COD it is very suitable to be processed anaerobically. To maximize the process of degradation of the substrate by bacteria can be done by the process of adapting bacteria or which can be called the acclimatization process. This acclimatization process uses two types of substrate, glucose and POME. The use of bovine rumen which is a mixed culture bacteria as an inoculum can benefit because of the diversity of microorganisms contained in it. This study was conducted in Circulating Bed Reactor (CBR) as semi batch reactor with working volume of 5L, ratio of substrate : inoculum = 70:30 %(v/v). This research aimed to study the effect of pretreatment inoculum in order to increase substrate degradation. This process was done in five days for every substrate with removal efficiency of soluble COD and growth rate of VSS in acclimatization phase I was 83,33% and 1.333 mg/L/day and in acclimatization phase II was 75% and 2,000 mg/L/day, respectively.

Keyword: Palm oil mill effluent, Acclimatization process, Mixed culture bacteria, soluble COD, VSS

1. PENDAHULUAN

Minyak sawit merupakan salah satu komoditi perkebunan yang berperan penting dalam kegiatan perekonomian. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Perkebunan tahun 2016, luas lahan perkebunan sawit Indonesia selama lima tahun terakhir (2011-2015) cenderung mengalami peningkatan sekitar 3,11-8,53%. Pada tahun 2015, Provinsi

Riau merupakan provinsi dengan produksi minyak sawit terbesar di Indonesia mencapai 8,10 juta ton atau sekitar 26,05%.

Proses untuk produksi minyak sawit, setiap 1 ton minyak sawit membutuhkan sekitar 5-7,5 ton air, lebih dari 50% keluar sebagai palm oil mill effluent (POME) (Najafpour dkk., 2006). POME merupakan cairan kental berwarna kecoklatan

mengandung bahan organik mudah terurai yang tinggi sekitar 95–96% air, 0,6–0,7% minyak dan 4-5% total padatan, pH 4-5, suhu (80-90°C), tidak beracun (tidak ada bahan kimia yang ditambahkan selama ekstraksi minyak), *chemical oxygen demand* (COD) 50.000 mg/L, *biological oxygen demand* (BOD) 25.000 mg/L dan komponen organik yang sulit diuraikan (misalnya asam lemak rantai panjang, lignin, dan tannin) (Chaiprapat dan Laklam, 2011). Pengembangan pengolahan anaerobik limbah cair memberikan keuntungan karena kebutuhan energi yang rendah dan ramah lingkungan (Boonsawang dkk., 2014) juga mampu mengkonversi POME menjadi biogas pada waktu yang sama (Tanikkul dkk., 2014).

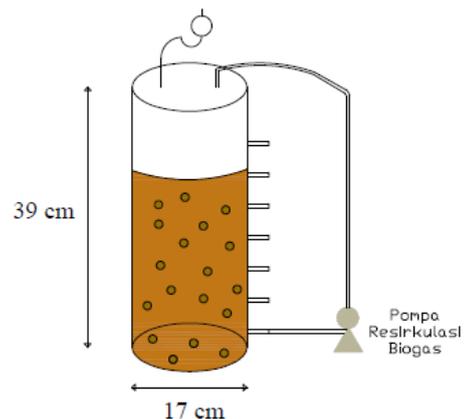
Tingginya kandungan organik di dalam limbah cair ini akan menjadi sumber pencemar jika dibuang langsung ke lingkungan. Untuk meminimasi dampak yang ditimbulkan maka limbah tersebut harus diolah terlebih dahulu. Pengolahan yang tepat untuk bahan organik dengan konsentrasi tinggi (COD > 4000 mg/L) adalah dengan pengolahan biologi secara anaerob (Grady dkk., 1999).

Untuk mengadaptasikan bakteri terhadap substrat agar bakteri mampu mendegradasi substrat yang lebih kompleks secara maksimal dapat dilakukan dengan proses aklimatisasi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Reaktor yang digunakan adalah Circulating Bed Reactor (CBR) berkapasitas 7L dengan volume kerja 5L, tinggi 39 cm dan diameter 17 cm. Kompresor digunakan untuk meresirkulasikan gas internal yang terjadi selama proses berlangsung.



Gambar 1. Rangkaian alat reaktor aklimatisasi

Substrat yang digunakan pada penelitian ini adalah glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dengan konsentrasi 20 g/L dan POME. Sumber bakteri atau inokulum yang digunakan pada penelitian ini berasal dari rumen sapi. Menurut Jami dkk. (2013) terdapat bakteri *Clostridium*, *Ruminococcus*, dan *Eubacterium* yang dapat mendegradasi bahan-bahan kompleks menjadi bahan yang lebih sederhana. Substrat dan inokulum adalah 70:30 % (v/v).

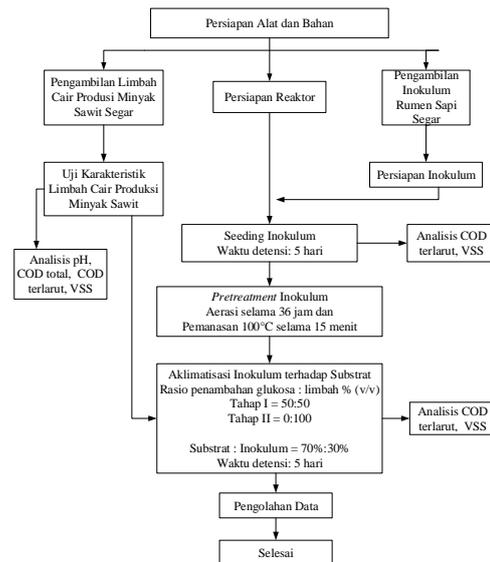
Adapun bahan-bahan kimia yang digunakan adalah reagen-reagen untuk keperluan analisis sesuai *Standart Method 5220 C* untuk COD terlarut dan *Standart Method 2540 D* untuk VSS.

B. Operasional Reaktor

Tahap *seeding* dilakukan sebelum tahap aklimatisasi, yang bertujuan untuk memperkaya konsentrasi bakteri (Mara dan Horan, 2003) yang akan digunakan pada tahap aklimatisasi. Setelah itu, dilakukan tahap aklimatisasi sebanyak dua tahap. Aklimatisasi tahap satu dilakukan dengan penambahan glukosa dan POME adalah 50:50 % (v/v) dan aklimatisasi tahap dua dilakukan dengan penambahan glukosa dan POME adalah 0:100 % (v/v) masing-masing dilakukan selama 5 hari. Parameter yang akan dianalisis adalah COD terlarut dan VSS yang dianalisis setiap 24 jam selama proses aklimatisasi untuk mengetahui pertumbuhan bakteri dan penyisihan bahan organik terlarut yang terdapat pada sampel uji.

C. Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. Tahap pertama yaitu persiapan alat dan bahan kemudian dilakukan tahap *seeding* untuk mengembangbiakkan bakteri. Kemudian dilakukan *pretreatment* inokulum untuk meningkatkan aktivitas bakteri. Proses selanjutnya yaitu proses aklimatisasi dengan parameter yang di uji adalah COD terlarut dan VSS setiap 24 jam. Kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *Microsoft Excel*.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

D. Analisis dan Pengolahan Data

Untuk menghitung efisiensi dan laju hasil analisis COD terlarut dan VSS dapat dihitung menggunakan persamaan-persamaan berikut:

a. Efisiensi penyisihan COD terlarut

$$= \frac{\text{COD in} - \text{COD out}}{\text{COD in}} \times 100\%$$

b. Laju penyisihan COD terlarut

$$= \frac{\text{COD in} - \text{COD out}}{\text{Waktu detensi}}$$

c. Laju pertumbuhan VSS

$$= \frac{\text{VSS maks} - \text{VSS min}}{\text{Waktu detensi}}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik POME

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik POME

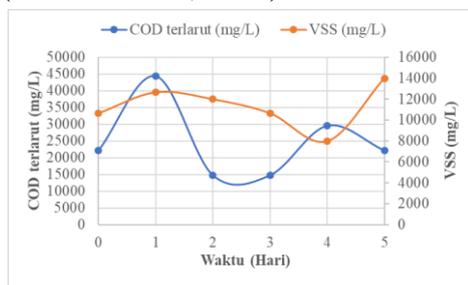
Parameter	Penelitian ini
pH	3,91
VSS (mg/L)	8.000
COD total (mg/L)	44.444
COD terlarut (mg/L)	22.222

Menurut Grady ddk. (1999) pengolahan secara anaerob sangat cocok untuk mengolah limbah cair dengan kandungan COD total besar

dari 4.000 mg/L. Sehingga dapat disimpulkan bahwa limbah cair produksi minyak sawit pada penelitian ini dapat digunakan sebagai substrat dan cocok diolah secara anaerob.

B. Tahap Seeding

Seeding bertujuan untuk meningkatkan atau memperkaya konsentrasi bakteri (Mara dan Horan, 2003) dan penggunaan glukosa pada penelitian ini, karena mudah didegradasi oleh sel bakteri (Dworkin dkk., 2006).

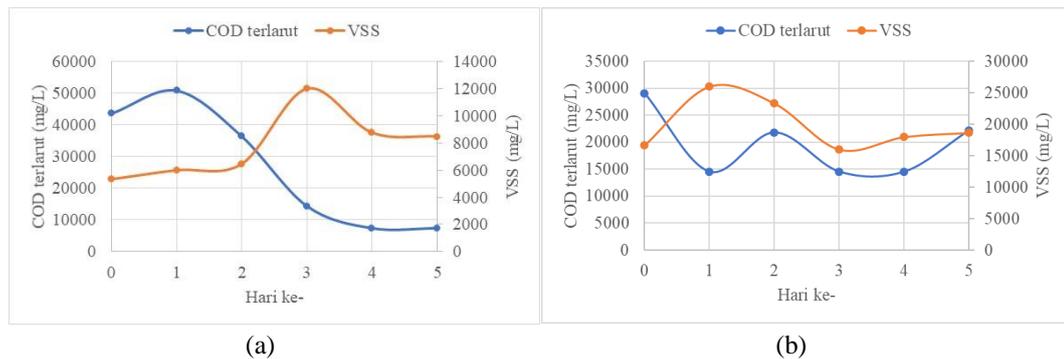


Gambar 3. Hubungan COD terlarut dan VSS terhadap Waktu pada Tahap *Seeding*

Pada hari ke-5 nilai COD terlarut menurun dan nilai VSS terus meningkat, hal ini menandakan bakteri telah mampu mendegradasi substrat dengan baik. Nilai VSS pada hari ke-5 sebesar 14.000 mg/L, hal ini mengindikasikan bahwa pertumbuhannya mikroorganismenya yang dapat tumbuh dengan baik dan siap untuk proses aklimatisasi.

C. Proses Aklimatisasi

Selama proses aklimatisasi, parameter yang akan diamati adalah COD terlarut, pembentukan mikroorganismenya (VSS). Aklimatisasi tahap I dilakukan dengan penambahan glukosa dan limbah sebesar 50%:50% (% v/v). Pada aklimatisasi tahap II dilakukan dengan penambahan 100% POME.



Gambar 4. Grafik Hubungan COD terlarut dan VSS terhadap Waktu pada Aklimatisasi Tahap I (a) dan Tahap II (b)

Pada aklimatisasi tahap II di hari ke-1 terjadi penurunan nilai COD terlarut. Hal ini dikarenakan mikroorganismenya mampu mengonsumsi substrat yang tersedia sebagai sumber nutrisi. Hal ini serupa dengan penelitian Wang dan Wan (2008) yang menyebutkan

bahwa pertumbuhan bakteri dapat disebabkan karena bakteri tersebut mampu mendegradasi substrat dengan maksimal sehingga meningkatkan konsentrasi bakteri (VSS meningkat). Sedangkan pada aklimatisasi tahap II terjadi peningkatan nilai COD terlarut yang

disebabkan oleh terjadinya proses hidrolisis yang berarti senyawa polimer kompleks seperti karbohidrat, lemak, dan protein didegradasi menjadi senyawa monomer terlarut sederhana seperti glukosa, asam lemak, dan asam amino (Adekunle dan Okolie, 2015) sehingga nilai VSS juga meningkat. Pada hari ke-5, nilai COD terlarut pada aklimatisasi tahap I menurun yang disebabkan terjadinya proses pembentukan asam-asam volatil dan etanol dari senyawa organik sederhana atau tahap asidogenesis (Christy dkk., 2014), sedangkan pada aklimatisasi tahap II nilai COD terlarut meningkat, hal ini disebabkan bakteri belum mampu mendegradasi substrat yang kompleks seperti limbah cair produksi minyak sawit, sehingga bakteri tersebut mengalami fase kematian (VSS menurun).

Adapun efisiensi dan laju penyisihan COD terlarut pada aklimatisasi tahap I masing-masing adalah sebesar 83,33% dan 7.273 mg/L/hari dan tahap II masing-masing sebesar 75% dan 4.364 mg/L/hari. Sedangkan untuk laju pertumbuhan VSS pada aklimatisasi tahap I sebesar 1.333 mg/L/hari dan aklimatisasi tahap II sebesar 2.000 mg/L/hari.

Jika dibandingkan hasil laju dan penyisihan COD terlarut pada aklimatisasi tahap I dan II dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan efisiensi penyisihan COD terlarut seiring dengan ditambahkannya substrat yang lebih kompleks yaitu limbah cair produksi

minyak sawit sehingga kemampuan bakteri untuk mendegradasi substrat menjadi menurun (Haroun dkk., 2016).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah efisiensi penyisihan COD terlarut dan pertumbuhan VSS pada aklimatisasi tahap I yaitu 83,33% dan 1.333 mg/L/hari serta pada aklimatisasi tahap II yaitu 75% dan 2.000 mg/L/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Adekunle, K. F., and Okolie, J. A. 2015. A Review of Biochemical Process of Anaerobic Digestion. *Advances in Bioscience and Biotechnology*. Vol. 6, hlm. 205-212.
- Boonsawang, P., Rerngnarong, A., Tongurai, C., and Chairapat, S. 2014. Effect of pH, OLR, and HRT on Performance of Acidogenic and Methanogenic Reactors For Treatment of Biodiesel Wastewater. *Desalination and water Treatment*. Hlm. 1-11.
- Chairapat, S. and Laklam, T. 2011. Enhancing Digestion Efficiency of POME in Anaerobic Sequencing Batch Reactor with Ozonation retreatment and Cycle Time Reduction. *Bioresource Technology*. Vol. 102, hlm. 4061-4068.
- Christy, M. P., Gopinath, L. R., and Divya, D. 2014. A Review on

- Anaerobic Decomposition and Enhancement of Biogas Production through Enzymes and Microorganisms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 34, hlm. 167-173.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2016. Statistik Perkebunan Indonesia 2015-2017.
- Dworkin, M., Falkow, S., dan Rosenberg, E., Schleifer, K. H., dan Stackebrandt, E. 2006. The Prokaryotes: a Handbook on the Biology of Bacteria. Third Edition. Vol 1. Jerman: Springer Science+Business Media.
- Grady, C. P. L., Daigger, G. T., and Lim, H. C. 1999. Biological Wastewater Treatment Second Edition. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Jami, E., Israel, A., Kotser, A. and Mizrahi, I. 2013. Exploring the Bovine Rumen Bacterial Community from Birth to Adulthood. *International Society for Microbial Ecology*. Hlm. 1-11.
- Mara, D. and Horan, N. 2003. The Handbook of Water and Wastewater Microbiology. London: Academic Press.
- Najafpour, G. D., Zinatizadeh, A. A. L., Mohamed, A. R., Isa, M. H., and Nasrollahzadeh, H. 2006. High-Rate Anaerobic Digestion of Palm Oil Mill Effluent in an Upflow Anaerobic Sludge-Fixed Film Bioreactor. *Process Biochemistry*. Vol. 41, hlm. 370-379.
- Tanikkul, P., Chantoom, K., Phoochinda, W., and Pisutpaisal, N. 2014. Improvement of Biomethane Production Yield from Palm Oil Mill Effluent using Ozonation Process. *Energy Procedia*. The 6th International Conference on Applied Energy – ICAE2014. Vol. 6, hlm. 2239-2243.
- Wang, J., and Wan, W. 2008. Comparison of Different Pretreatment Methods for Enriching Hydrogen-Producing Bacteria from Digested Sludge. *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 33, hlm. 2934-2941.