

Aklimatisasi Bakteri Rumen Sapi pada Pengolahan *Palm Oil Mill Effluent*

Annisa Maulani¹⁾, 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

Email : annisamaulani15@gmail.com

ABSTRACT

Palm oil mill effluent (POME) has high chemical oxygen demand (COD) content of 44.444 mg/L causing the most suitable processing technology is anaerobic digestion. This research aimed to study soluble COD removal efficiency and bacteria growth rate as VSS in acclimatization process of rumen fluid as inoculum addition in POME treatment. Acclimatization I was conducted in circulating bed reactor (CBR) with working volume 20 L, ratio of glucose : POME inside the reactor is 50% : 50% (%v/v). Meanwhile, acclimatization II was conducted in upflow anaerobic sludge blanket (UASB) with working volume 10 L, ratio of glucose : POME inside the reactor is 0% : 100% (%v/v). Acclimatization I and II was done in 20 and 50 days with soluble COD removal efficiency 80,36% and 65,41%, respectively. Meanwhile, bacteria growth rate as VSS has amount of 277 mg/L/day and 429 mg/L/day, respectively.

Keywords: palm oil mill effluent, acclimatization, mixed culture bacteria, glucose, soluble COD, VSS

1. PENDAHULUAN

Provinsi Riau memegang posisi pertama sebagai pemilik perkebunan sawit terluas dan produsen minyak sawit terbesar di Indonesia. Luas lahan perkebunan sawit di Provinsi Riau pada tahun 2015 sebesar 2,38 juta hektar (Badan Pusat Statistik, 2017b) dengan jumlah pabrik minyak sawit yang beroperasi sebanyak 199 pabrik (Badan Pusat Statistik, 2017a) yang memproduksi minyak sawit sebanyak 8,06 juta ton atau mewakili 25,94 persen dari total produksi

minyak sawit Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2017b).

Proses ekstraksi minyak sawit menghasilkan limbah berupa serabut, cangkang, tandan kosong sawit (TKS), dan *palm oil mill effluent* (POME). Hanya POME yang secara komersial tidak digunakan kembali oleh industri, sementara serabut dan cangkang dibakar didalam boiler menghasilkan uap untuk listrik, dan TKS sebagai pupuk pada penanaman sawit (Yacob dkk., 2006). Satu ton produksi minyak sawit membutuhkan 5-7,5 ton air, lebih dari 50% (Bala dkk., 2014) atau

sekitar 2,5 m³ berakhir sebagai POME (Weng dkk., 2014).

Berdasarkan hasil uji karakteristik POME mengandung 44.444 mg/L COD. Tingginya kandungan organik didalam POME menyebabkan POME dapat diolah secara anerobik karena konsentrasi COD total yang lebih besar dari 4.000 mg/L (Grady dkk., 1999). Penguraian secara anaerobik akan menghasilkan campuran biogas (65% CH₄, 35% CO₂, dan sedikit H₂S). Setiap ton POME menghasilkan sekitar 28 m³ biogas (Yacob dkk., 2005). Setiap m³ gas metana memiliki energi setara dengan 35,9 MJ atau sekitar 10 kWh (Wibowo, 2015).

Untuk mengolah POME secara anaerobik diperlukan persiapan inokulum berupa proses *seeding* dan aklimatisasi agar proses efisien.

2. METODOLOGI PENELITIAN

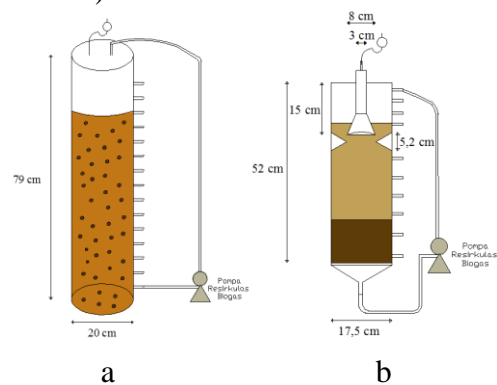
2.1 Alat dan Bahan

Reaktor yang digunakan adalah *circulating bed reactor* (CBR) dengan kapasitas 27 L, tinggi 79 cm, dan diameter 20 cm serta reaktor *upflow anaerobic sludge blanket* (UASB) dengan kapasitas 12,5 L, tinggi 52 cm, dan diameter 17,5 cm. Pompa resirkulasi biogas digunakan untuk meresirkulasikan gas internal yang terbentuk selama proses berlangsung. Gambar reaktor dapat dilihat pada Gambar 1.

Substrat yang digunakan adalah POME dengan hasil uji karakteristik dapat dilihat pada Tabel 1.

Inokulum yang digunakan adalah bakteri kultur tercampur yang

berasal dari rumen sapi. Alat dan bahan kimia lain yang digunakan adalah untuk keperluan analisis COD terlarut (SM 5220C) dan VSS (SM 2540D).



Gambar 1. Rangkaian Reaktor (a) *Seeding* dan Aklimatisasi I, dan (b) Aklimatisasi II

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik POME

Parameter ¹	Penelitian Ini ²	Baku Mutu ³
pH	3,9	6,0-9,0
COD Total	44.444	350
COD Terlarut	22.222	-
VSS	8.000	-

Keterangan : ¹ = Semua dalam mg/L kecuali pH

² = Hasil uji karakteristik

³ = Permen LH No. 5 Tahun 2014

2.2 Operasional Reaktor

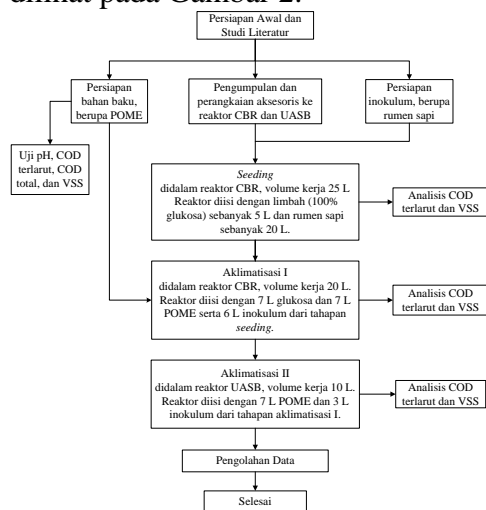
Seeding merupakan tahap menumbuhkan mikroorganisme yang akan digunakan dalam proses pengolahan melalui pemberian glukosa (C₆H₁₂O₆). Reaktor yang digunakan adalah CBR dengan volume kerja 25 liter serta rasio limbah (glukosa) : inokulum (rumen sapi) adalah 20 : 80% (% v/v).

Selanjutnya dilakukan aklimatisasi atau mengadaptasikan mikroorganisme dengan limbah yang akan diolah dengan rasio limbah : inokulum pada kedua tahap aklimatisasi adalah 70 : 30 % (% v/v). Aklimatisasi I dilakukan didalam CBR dengan volume kerja

20 L serta rasio glukosa : POME = 50% : 50% (%v/v) dan aklimatisasi II dilakukan didalam reaktor UASB dengan volume kerja 10 L serta rasio glukosa : POME = 0% : 100% (%v/v). VSS diukur selama proses *seeding* dan aklimatisasi berlangsung untuk melihat pertumbuhan mikroba. COD diukur untuk memastikan nutrisi berupa bahan organik didalam substrat dapat memenuhi kebutuhan nutrisi untuk tumbuh dan berkembangnya mikroorganismenya

2.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



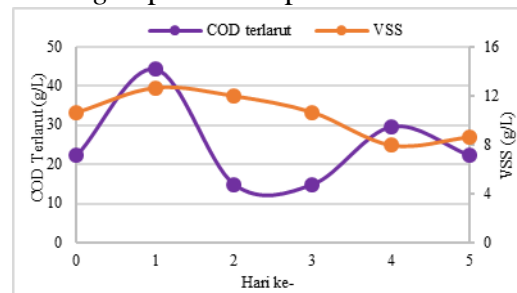
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Dimulai dari persiapan alat dan bahan yang diperlukan kemudian dilakukan analisis COD terlarut dan VSS POME. Penambahan glukosa tergantung pada konsentrasi COD, dimana 1 gram glukosa sebanding dengan 1000,7 mg/L COD. Selama proses *seeding* dan aklimatisasi dilakukan uji COD terlarut dan VSS. Kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *Microsoft Excel*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Seeding

Seeding dilakukan dengan penambahan glukosa sebagai substrat karena merupakan sumber utama karbon yang mudah didegradasi oleh sel bakteri (Dworkin dkk., 2006). Pola penyisihan COD terlarut dan pertumbuhan VSS pada tahap *seeding* dapat dilihat pada Gambar 3.



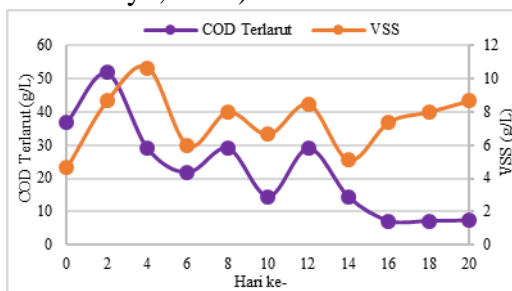
Gambar 3. Hubungan COD Terlarut dan VSS pada Tahap *Seeding*

Pertumbuhan bakteri mulai hari ke-0 telah memenuhi persyaratan pengolahan lumpur aktif karena melebihi 2.000 mg/L yang merupakan jumlah minimum mikroorganismenya dalam mengolah limbah organik berkonsentrasi tinggi (Reynolds, 1982) dan pada hari ke-5 COD terlarut substrat telah terdegradasi sehingga proses *seeding* dapat dihentikan.

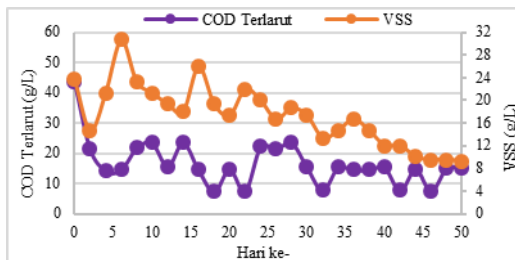
3.2 Aklimatisasi

Pola penyisihan COD terlarut dan pertumbuhan VSS tahapan aklimatisasi I dan II dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. COD terlarut dan VSS berfluktuasi untuk tahap aklimatisasi I dan II disebabkan oleh beradaptasinya mikroorganismenya dengan limbah yang ditambahkan (Widjajanti, 2008). Aklimatisasi I (Gambar 4) COD terlarut cenderung mengalami

penurunan dari 37.037 mg/L menjadi 7.273 mg/L pada hari ke-20. Sedangkan, pada tahapan aklimatisasi II (Gambar 5) COD terlarut cenderung mengalami penurunan dari 43.636 mg/L menjadi 15.094 mg/L pada hari ke-50. Hal tersebut disebabkan oleh pertumbuhannya didalam limbah yang akan menyebabkan turunnya konsentrasi bahan organik (Jenie dan Rahayu, 1993).



Gambar 4. Hubungan COD Terlarut dan VSS pada Tahap Aklimatisasi I



Gambar 5. Hubungan COD Terlarut dan VSS pada Tahap Aklimatisasi II

VSS stabil dan mengalami peningkatan pada hari ke-16 hingga ke-20 di tahap aklimatisasi I (Gambar 4). Sementara, VSS stabil pada hari ke-44 hingga ke-50 di tahap aklimatisasi II (Gambar 5). Hal tersebut mengindikasikan mikroorganismenya sudah beradaptasi dengan kondisi lingkungan

Tahapan aklimatisasi I dan II dianggap selesai karena penyisihan COD terlarut telah konstan dengan fluktuasi yang tidak

lebih dari 10% (Herald, 2010) dan inokulum dianggap telah beradaptasi dengan POME sehingga mampu mendegradasi senyawa kompleks yang terdapat didalamnya. Efisiensi penyisihan COD terlarut dan laju pertumbuhan VSS pada tahap aklimatisasi I dan II dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Efisiensi Penyisihan COD Terlarut dan Laju Pertumbuhan VSS Tahap Aklimatisasi

Tahapan	Efisiensi Penyisihan COD (%)	Laju Pertumbuhan VSS (mg/L/hari)
Aklimatisasi I	80,36	277
Aklimatisasi II	65,41	429

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pada proses aklimatisasi I dan II, efisiensi penyisihan COD terlarut mencapai 65,41 hingga 80,36% dan laju pertumbuhan VSS mencapai 277 hingga 429 mg/L/hari.

4. KESIMPULAN

Efisiensi penyisihan COD terlarut menurun seiring pengurangan rasio glukosa dengan efisiensi tertinggi terjadi pada tahap aklimatisasi I 80,36%, disebabkan keberadaan glukosa yang lebih mudah untuk didegradasi. Laju pertumbuhan VSS meningkat seiring dengan pengurangan glukosa yang terjadi pada aklimatisasi II sebesar 227 mg/L/hari, disebabkan POME dihuni oleh berbagai macam komunitas mikroba.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik (BPS). 2017a. *Direktori Perusahaan Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia 2016*

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2017b. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2016*
- Bala, J.D., Lalung J., dan Ismail, N. 2014. Palm Oil Mill Effluent (POME) Treatment “Microbial Communities in an Anaerobic Digester”: A Review. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Vol. 4, No. 6, Hal. 1-24, Juni 2014, ISSN 2250-3153
- Dworkin, M., Falkow, S., dan Rosenberg, E. 2006. *The Prokaryotes Third. Symbiotic Association, Biotechnology, Applied Microbiology*, Vol 1
- Grady, L., Daigger, G., dan Lim, H. 1999. *Biological Wastewater Treatment*, second edition. New York : Marcel Dekker, Inc.
- Herald, D. 2010. Pengaruh Rasio Waktu Reaksi Terhadap Waktu Stabilisasi pada Penyisihan Senyawa Organik dari Air Buangan Pabrik Minyak Kelapa Sawit dengan *Sequencing Batch Reactor*. *Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas*
- Jenie, B.S.L. dan W.P. Rahayu. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*, Cetakan Kesembilan Yogyakarta : Penerbit Kanisius
- Reynolds, T.D. 1982. *Unit Operation In Enviromental Engineering*. Massachusetts : Texas A & M University; B/C Engineering Division Boston.
- Weng, C.K., Ismail, N., dan Ahmad, A. 2014. Application of Partial-Mixed Semi-Continuous Anaerobic Reactor for Treating Palm Oil Mill Effluent (POME) Under Mesophilic Condition. *Iranica Journal of Energy & Environment*, Vol. 5, No. 2, Hal. 209-217, ISSN 2079-2115
- Wibowo, A. 2015. Analisis Potensi Pembangkit Listrik Biogas Berbasis Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Studi Kasus PKS PT Intan Sejati Andalan, Riau. *Jurnal Teknik*, Vol. 5, No. 2, Hal. 125-133
- Widjajanti, S. 2008. Studi Keterolahan dan Kinetika Reaksi Pengolahan Limbah Cair Security Printing dengan Proses Biologis Anaerob pada *Circulating Bed Reactor (CBR)* dengan Sistem *Sequencing Batch Reactor (SBR)*. Tesis Magister. Prodi Teknologi Pengolahan Air dan Limbah ITB, Bandung.
- Yacob, S., Hassan, M.A., Shirai, Y., Wakisaka, M., dan Subash, S. 2005. Baseline Study of Methane Emission From Open Digesting Tanks Of Palm Oil Mill Effluent Treatment. *Chemosphere*, Vol. 59, Hal. 1575–1581
- Yacob, S., Hassan, M.A., Shirai, Y., Wakisaka, M., dan Subash, S. 2006. Baseline Study of Methane Emission From Anaerobic Ponds of Palm Oil Mill Effluent Treatment. *Science of the Total Environment*, Vol. 366, Hal. 187– 196