

Perbandingan Penyisihan COD dari Limbah Cair Produksi Minyak Sawit Menggunakan Bakteri Kultur Tercampur dan Kultur Tunggal

Gustriana Putri ¹⁾, David Andrio ²⁾, Said Zul Amraini ³⁾

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: nesazafira@gmail.com

ABSTRACT

*Palm oil mill effluent (POME) has a COD content of 44,444 mg / L. The use of mixed cultures and single cultures such as *Saccharomyces cerevisiae* in removing Chemical Oxygen Demand (COD) has the advantage of being able to adapt to mixed substrates. This research aims to study the comparison of COD removal from POME using mixed culture bacteria and single culture. This study was conducted in a batch system using Circulating bed reactor (CBR) with a working volume of 20L and 5L, the ratio of inoculum: substrate = 30%: 70%. The results showed that the efficiency of dissolved COD removal in mixed cultures was proportional to a single culture that was equal to 42% with a removal rate of 1.114 mg / L / day. Meanwhile, the growth rate of VSS in mixed culture bacteria was 2.800 mg / L / day and a single culture was 2.667 mg / L / day.*

Key words: Palm oil mill effluent, mixed culture bacteria, single cultures, COD Removal, VSS

1. PENDAHULUAN

Industri minyak sawit di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat, hal ini menjadikan Indonesia sebagai produsen minyak sawit terbesar di dunia. Provinsi Riau merupakan sentra produksi minyak sawit terbesar

di Indonesia (Pusdatin, 2016), pada tahun 2017 Provinsi Riau diperkirakan menghasilkan 8.721.148 ton CPO (Statistik perkebunan Indonesia, 2017). Proses mengekstraksi minyak membutuhkan air dalam jumlah besar yaitu satu ton CPO membutuhkan air sekitar 5-7,5 ton dan lebih dari 50% air yang

digunakan berakhir menjadi limbah cair (Ahmad dkk, 2003).

Limbah cair produksi minyak sawit atau POME merupakan residu organik yang dihasilkan oleh pabrik pengolahan sawit selama proses ekstraksi minyak sawit dari tandan buah segar. Kandungan konsentrasi *chemical oxygen demand* (COD) pada POME adalah sebesar 45.500-65.000 mg L⁻¹ (Alam, dkk. 2009). COD ini mengindikasikan besarnya konsentrasi kandungan organik dan anorganik yang terdapat pada limbah cair produksi minyak sawit yang susah untuk didegradasi secara biologi (Metcalf dan Eddy, 2003).

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. Untuk mengolah limbah cair produksi minyak sawit secara efisien diperlukan inokulum agar limbah

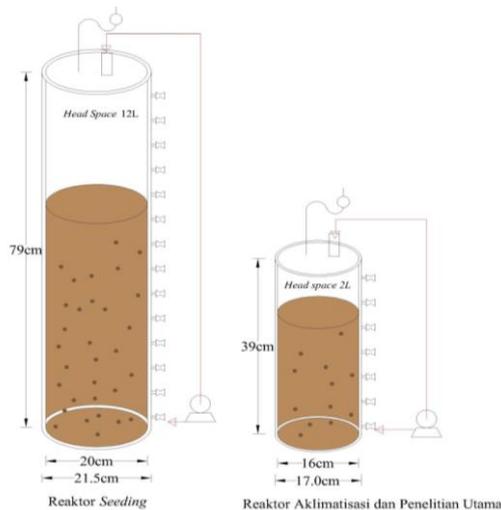
cair dapat didegradasi. Pada penelitian ini digunakan inokulum kotoran sapi dan *Saccharomyces cerevisiae* untuk melihat perbandingan efisiensi penyisihan COD dari kedua inokulum tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Reaktor yang digunakan adalah *Circulating Bed Reactor* (CBR) kapasitas 27 L untuk reaktor seeding dan kapasitas 7 L untuk reaktor penelitian utama. Kompresor digunakan untuk meresirkulasikan gas internal yang terjadi selama proses berlangsung. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bakteri kultur tercampur yang berasal dari kotoran sapi dan kultur tunggal yang berasal dari ragi roti merk saf-instan yang mengandung *S. cerevisiae*. Substrat yang digunakan adalah POME yang berasal dari pipa pembuangan pertama sebelum limbah masuk kedalam IPAL. 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.



Gambar 1. Reaktor penelitian

B. Operasional reaktor

Sebelum memasuki tahapan penelitian utama, terlebih dahulu dilakukan *seeding*, *pre-treatment* aerasi, dan aklimatisasi. *Seeding* dilakukan pada kotoran sapi dan *S. cerevisiae* yang bertujuan untuk mengembangbiakkan mikroorganisme. *Pretreatment* aerasi selama 36 jam dilakukan pada kotoran sapi, perlakuan ini dapat menjamin keragaman mikroba dengan struktur yang lebih kompleks dan stabil (Ren dkk, 2008). Selanjutnya dilakukan aklimatisasi pada kotoran sapi dan *S. cerevisiae* yang bertujuan untuk

mengadaptasikan mikroorganisme terhadap substrat.

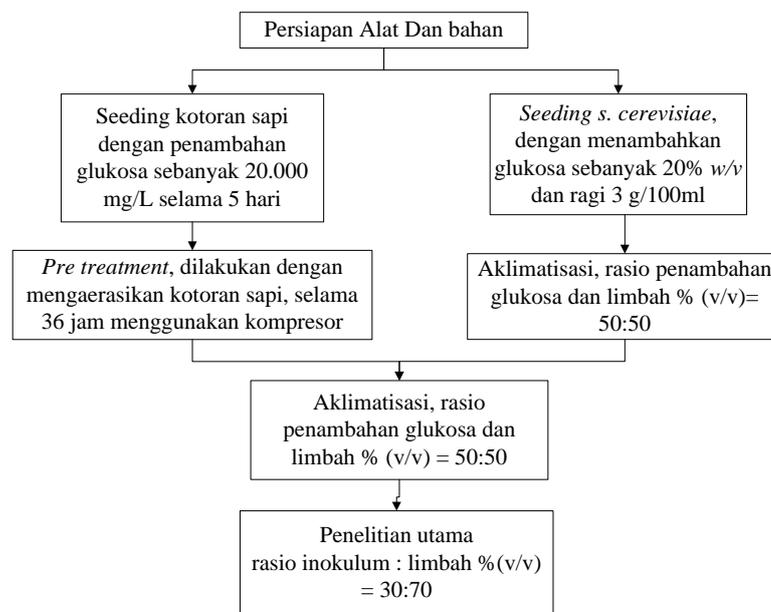
Setelah itu dilakukan penelitian utama selama 5 hari menggunakan *Circulating bed reactor* (CBR) yang terbuat dari bahan akrilik. Rasio inokulum : limbah adalah 30:70 % (v/v) yaitu 3,5 liter substrat dan 1,5 liter inokulum. Parameter VSS dan COD terlarut dianalisis selama penelitian utama untuk mengetahui pertumbuhan bakteri dan penyisihan zat organik terlarut yang terdapat didalam sampel uji.

C. Prosedur penelitian

Prosedur pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. Dimulai dari persiapan alat dan bahan yang diperlukan kemudian dilakukan analisa COD terlarut dan VSS. Pada tahap *seeding* penambahan konsentrasi glukosa tergantung pada konsentrasi COD, dimana 1 gram glukosa sebanding dengan 1000,7 mg COD/liter (Metcalf dan Eddy, 1991). Kemudian dialirkan gas nitrogen kedalam reaktor selama 15 menit untuk menciptakan kondisi anaerob (Andrio, 2015). Pada tahap

penelitian utama dilakukan uji COD terlarut dan VSS. Masing-masing parameter dilakukan analisa secara duplo untuk meminimalisir

kesalahan saat uji penelitian. Kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *Microsoft Excel*.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

D. Analisis dan Pengolahan

Data

Persamaan-persamaan yang digunakan untuk menghitung hasil analisis COD terlarut dan VSS, yaitu:

- a. Efisiensi penyisihan COD terlarut

$$= \frac{\text{COD awal} - \text{COD akhir}}{\text{COD awal}} \times 100\%$$

- b. Laju penyisihan COD terlarut

$$= \frac{\text{COD awal} - \text{COD akhir}}{\text{Hari}}$$

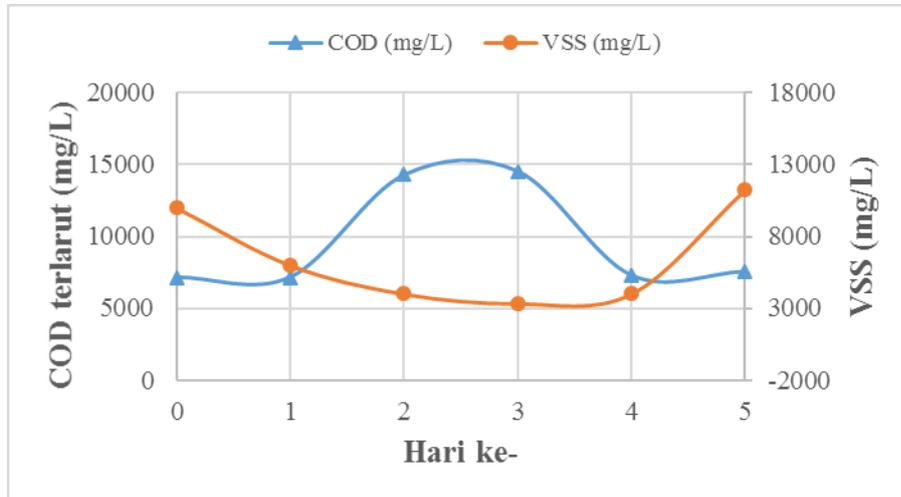
- c. Laju pertumbuhan VSS

$$= \frac{\text{VSS maksimum} - \text{VSS minimum}}{\text{Hari}}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses *seeding* bertujuan untuk memperbanyak atau meningkatkan konsentrasi mikroorganisme. *Seeding* dilakukan dengan menambahkan glukosa karena mudah didegradasi oleh mikroorganisme (Dworkin dkk, 2006). Hingga hari ke-5 pertumbuhan bakteri dianggap sudah memenuhi persyaratan pengolahan anaerob karena konsentrasi

mikroorganisme >2000 mg/L dan COD terlarut > 4.000 mg/L (Grady, 1999; Reynolds, 1982).



Gambar 2. Hubungan VSS dan COD terlarut terhadap Waktu pada Proses *Seeding* Kotoran Sapi

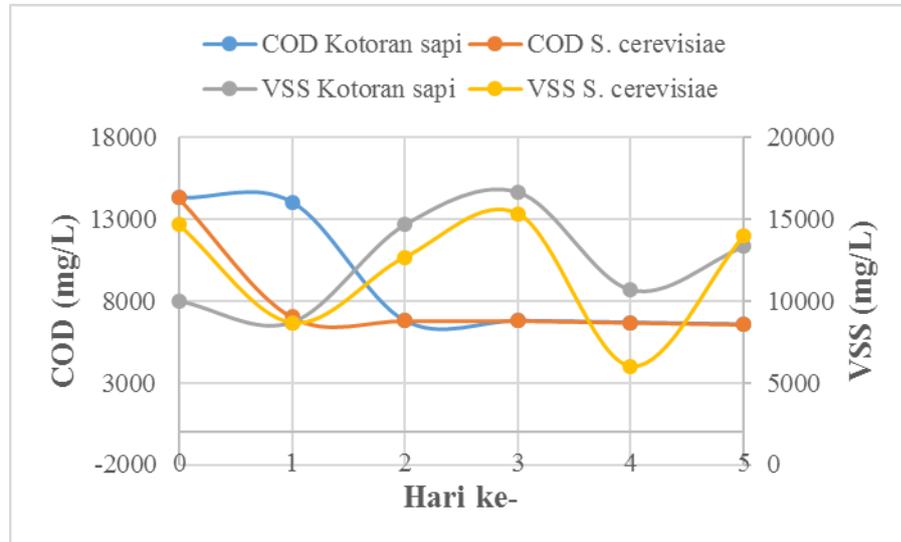
Seeding S. cerevisiae dilakukan selama 1 hari, berdasarkan Tabel 2 pada hari ke-0 hingga hari ke-1 terjadi peningkatan VSS yaitu dari 14.700 mg/L menjadi 21.333 mg/L yang mengindikasikan bahwa *S. cerevisiae* tumbuh dengan baik dan sudah memenuhi persyaratan pengolahan anaerob karena konsentrasi mikroorganisme >2000 mg/L (Reynolds, 1982).

Tabel 2. Konsentrasi VSS pada Proses *Seeding S. cerevisiae*

Hari ke-	Konsentrasi VSS (mg/L)
0	14700
1	21333

Aklimatisasi dilakukan agar bakteri mulai dapat beradaptasi terhadap limbah sehingga tidak terjadi *shock* pada bakteri dalam mendegradasi limbah pada tahap penelitian utama. Tahap aklimatisasi dilakukan selama 5 hari, substrat yang digunakan adalah %(v/v) glukosa : POME = 50 : 50. Berdasarkan Gambar 3 diketahui konsentrasi COD terlarut mengalami penurunan pada semua reaktor pada hari ke-0 hingga hari ke-5. Hal ini mengindikasikan bahwa mikroorganisme mampu beradaptasi dengan substrat dan kondisi lingkungan sehingga dapat

mendegradasi substrat (von Sperling, 2007).

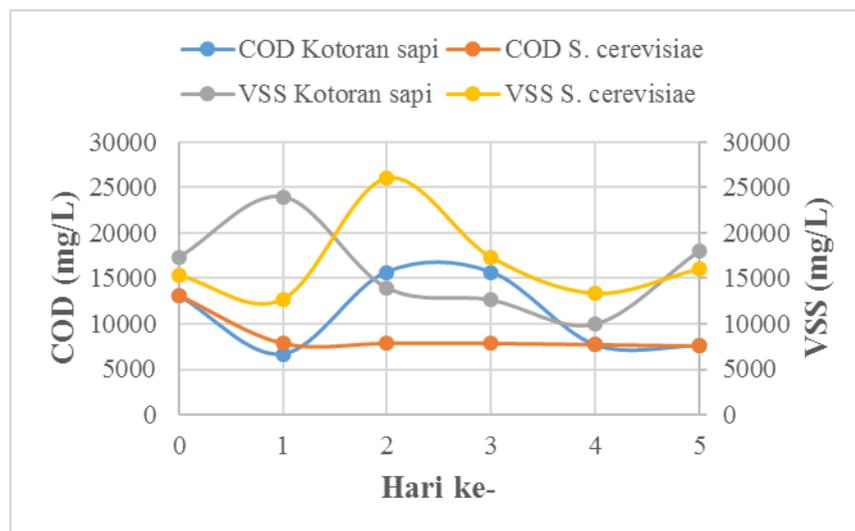


Gambar 3. Hubungan VSS dan COD terlarut terhadap Waktu pada Proses Aklimatisasi

Berdasarkan Gambar 3 diketahui konsentrasi COD terlarut mengalami penurunan pada kedua reaktor pada hari ke-0 hingga hari ke-5. Hal ini mengindikasikan bahwa mikroorganisme mampu beradaptasi dengan substrat dan kondisi lingkungan sehingga dapat mendegradasi substrat (von Sperling, 2007). Konsentrasi VSS pada kedua reaktor hari keempat mengalami penurunan yang disebabkan karena secara alami didalam sistem kultur tercampur terdapat mikroorganisme dengan tingkat kematian yang

berbeda, oleh karena itu beberapa spesies mikroorganisme mati karena tidak mampu beradaptasi dan mikroorganisme lain yang mampu bertahan dapat mendegradasi bahan organik didalam substrat (von Sperling, 2007).

Penelitian utama dilakukan untuk mengetahui perbandingan penyisihan COD dari limbah cair produksi minyak sawit menggunakan bakteri kultur tercampur dan kultur tunggal. Penyisihan COD dan pertumbuhan VSS pada penelitian utama dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan VSS dan COD terlarut terhadap Waktu pada Penelitian Utama

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa pada hari ke-0 hingga hari ke-5 terjadi penurunan konsentrasi COD pada reaktor *S. cerevisiae* hal ini mengindikasikan bahwa mikroorganisme mampu beradaptasi dengan substrat dan kondisi lingkungan sehingga dapat mendegradasi substrat (von Sperling, 2007). Pada reaktor kotoran sapi, dihari ke-2 terjadi peningkatan konsentrasi COD terlarut yaitu dari 6.667 mg/L menjadi 15.686 mg/L yang diiringi dengan menurunnya

konsentrasi VSS, hal ini disebabkan karena ada beberapa mikroorganisme yang mati karena tidak mampu menyesuaikan diri pada kondisi reaktor sehingga mikroorganisme yang mati meningkatkan konsentrasi bahan organik didalam reaktor (Davis, 2010). Namun pada hari ke-5 terjadi penurunan konsentrasi COD dan peningkatan konsentrasi VSS pada kedua reaktor yang mengindikasikan bahwa mikroorganisme mampu beradaptasi dan mendegradasi substrat (Gerardi, 2003).

Tabel 3. Laju Penyisihan COD pada Tahap Penelitian Utama

Reaktor	COD in (mg/L)	COD out (mg/L)	Laju penyisihan (mg/L/hari)	Efisiensi penyisihan (%)
Kotoran Sapi	13115	7547	1114	42
<i>S. cerevisiae</i>	13115	7547	1114	42

Dapat dilihat pada tabel 3 bahwa laju penyisihan antara kotoran sapi dan *S. cerevisiae* menunjukkan nilai yang sama yaitu 1.1114 mg/L.hari dengan efisiensi

penyisihan 42%. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri kultur tercampur dan kultur tunggal memiliki kemampuan yang sama dalam meysisihkan COD.

Tabel 4. Laju Pertumbuhan VSS pada Tahap Penelitian Utama

Reaktor	Vss max (mg/L)	Vss min (mg/L)	Laju pertumbuhan (mg/L/hari)
Kotoran sapi	24000	10000	2800
<i>S. cerevisiae</i>	26000	12667	2667

Dapat dilihat pada tabel 4 bahwa laju pertumbuhan VSS pada reaktor kotoran sapi lebih tinggi dibandingkan *S. cerevisiae* yaitu 2.800 mg/L/hari dan 2.667 mg/L/hari. Hal ini disebabkan karena kotoran sapi sudah terbiasa dengan kondisi tidak steril selain itu, didalam kotoran sapi juga terdapat berbagai macam mikroba seperti; kelompok bakteri (*Acetobacter syzygii*, *Bacteroides nordii*, *Clostridium perfringens*, *Methanobacterium formicum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Methanosacrina siciliae*, *Pretovella bivia*, *Porphyromonas asaccharolytica*, *Ruminococcus gravanus*), protozoa dan ragi (*Saccharomyces* dan *Candida*) (Gupta dkk, 2016).

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan COD terlarut pada kultur campuran sebanding dengan kultur tunggal yaitu 42% dengan efisiensi penyisihan 1.114 mg/L/hari. Sementara itu, tingkat pertumbuhan VSS pada bakteri kultur tercampur lebih besar dari kultur tunggal yaitu 2.800 mg/L/hari dan 2.667 mg/L/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A.L., Ismail, S., Bhatra, S. 2003. Water recycling from palm oil mill effluent (POME) using membran tecnology. *Desalination* 157:87-95.
- Alam, Md. Zahangir., Nessereldeen, A., Kabbashi, S., Nahdatul I. S., Hussin., 2009. Production of bioethanol by direct

- bioconversion of oil-palm industrial effluent in a stirred-tank bioreactor. *Journal ind biotechnol* 36:801-808.
- Dworkin, M., Falkow, S., dan Rosenberg, E., 2006. *The Prokaryotes Third*. Simbiotic Association, *Biotechnonoly, Applied Microbiology*, Vol1.
- Gerardi, H. M. 2003. *The microbiology of anaerobic digester*. New jersey: Wiley.
- Grady, C. P. L., Daigger, G. T., dan Lim, H. C. 1999. *Biological wastewater treatment 2nd edition*. New York: Marcel dekker.
- Metcalf dan Eddy. 1991. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. Edisi III. New York: Mc Graw Hill Inc.
- Metcalf dan Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. Edisi IV. New York: Mc Graw Hill Inc.
- Pusdatin ESDM. 2014. *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia* – Kementerian ESDM, Jakarta.
- Ren, N., W. Guo., X. Wang., W. Xiang., B. Liu., X. Wang., J. Ding. 2008. Effect of Different Pretreatment Methods on Fermentation Types and Dominant Bacteria for Hydrogen Production. *International Journal of Hydrogen Energy*. 33, 4318-4324.
- Reynolds, T.D. 1982. *Unit Operation In Enviromental Engineering*. Massacusetts : Texas A & M University; B/C Engineering Division Boston.
- von Sperling, M. V. 2007. *Basic principles of wastewater treatment*. London: Iwa publishing.