

**PENGARUH RASIO PERBANDINGAN POME DAN SUSPENSI MIKROALGA  
PADA SISTEM SEMIKONTINU TERHADAP LAJU PERTUMBUHAN  
KONSORSIUM MIKROALGA**

**Oleh:**

**Wenny Andini<sup>1)</sup>, Shinta Elystia<sup>2)</sup>, Sri Rezeki Muria<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, <sup>2)</sup>Dosen Teknik Lingkungan, <sup>3)</sup>Teknik Kimia  
Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan  
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 : [wennyandini1@gmail.com](mailto:wennyandini1@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Palm Oil Mill Effluent (POME) contains organic matter content and high pollutant load that contributes to environmental pollution. The microalgae consortia is able to utilize organic material as a source of nutrition for its growth, therefore may reduce pollutant. The aim of this research to determine effect ratio POME and microalgae consortia to growth rate microalgae. POME treatment using flat-photobioreactor with semicontinuous systems at variations POME : microalgae consortia 100:0; 80:20; 75:25; 70:30 (% v/v). The results showed the best variation it POME : microalgae consortia in 70:30 (% v/v), with growth rate 0,181/day, and TSS 38.000 mg/l.*

**Keywords:** *Growth Rate, Microalgae Consortia, Palm Oil Mill Effluent (POME), Semicontinuous*

## **1. PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara penghasil produk *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia dengan total produksi mencapai 48,44% dari total produksi CPO dunia pada tahun 2011-2014 (Kementan, 2017). Provinsi Riau menghasilkan minyak sawit sebesar 7,72 juta ton dari total produksi Indonesia 18,15 juta ton tahun 2017 (BPS, 2018). Seiring meningkatnya produksi minyak sawit akan berdampak pada peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan yakni *Palm Oil Mill Effluent* (POME).

POME memiliki kandungan nitrogen dan fosfor yang dapat digunakan sebagai nutrisi pertumbuhan mikroalga dengan rasio perbandingan massa C : N : P yaitu

34 : 16 : 1 (Mahdi dkk, 2012). Menurut Rambe dkk, 2014 POME mengandung *Biological Oxygen Demand* (BOD) berkisar 20.000 - 30.000 mg/l dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) berkisar 40.000 - 60.000 mg/l yang akan menjadi bahan pencemar. Penggunaan konsorsium mikroalga dapat menurunkan bahan pencemar karena digunakan sebagai nutrisi pertumbuhan mikrolga.

Konsorsium mikroalga terdiri dari campuran berbagai jenis mikroalga yang secara alamiah hidup bersama-sama dengan mikroorganisme lain seperti bakteri (Rahmasari, 2010). POME pada kolam IV PT.X mengandung mikroalga indigen yaitu *C. pyrenoidosa*, *Spirulina* sp, dan *C. incerta*. POME juga mengandung

bakteri indigen seperti: *Nitrosomonas* sp, *Nitrobacter* sp, *Bacillus subtilis*, dan *Bacillus cereus* (Ashtari, 2013; Verla dkk, 2014; Ohimain dkk, 2011; Prasad dan Manjunath, 2011 dalam Tan, dkk 2015). Bakteri memanfaatkan bahan organik yang terkandung didalam limbah menjadi bahan organik yang lebih sederhana ( $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{PO}_4^-$ ) sehingga mampu dimanfaatkan mikroalga sebagai sumber nutrisi (Retnosari dan Shovitri, 2013).

Dalam penelitian ini pengolahan POME menggunakan *flat*-fotobioreaktor dengan variasi perbandingan POME dan suspensi mikroalga yakni 100:0; 80:20; 75:25; 70:30 (% , v/v) dan waktu pergantian limbah saat mikroalga pada fase penurunan laju pertumbuhan. Penelitian ini untuk mendapatkan rasio perbandingan POME dan suspensi mikroalga terbaik dalam meningkatkan laju pertumbuhan mikroalga.

## 2. ALAT, BAHAN, DAN PROSEDUR PENELITIAN

### 2.1 ALAT DAN BAHAN

Pada penelitian ini, alat yang digunakan antara lain *flat*-fotobioreaktor berukuran 25 cm x 8 cm x 35 cm, sedangkan proses pengontakan konsorsium mikroalga dan air limbah menggunakan aerator 3 liter/menit.

Sedangkan bahan yang digunakan yakni konsorsium mikroalga *indigeneous* dari kolam IV PT.X yang di kultivasi di Pusat Penelitian Alga, Fakultas Perikanan, Universitas Riau. Mikroalga dikultur menggunakan *Bold Basal Medium* (BBM).

## 2.2 PROSEDUR PENELITIAN

### 2.2.1 PREPARASI POME

Sampel POME diambil dari kolam IV PT.X dengan metode *grab sampling*.

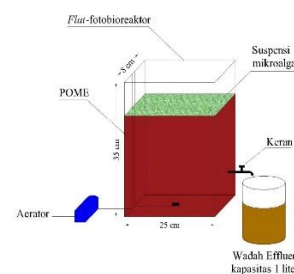
POME disaring untuk memisahkan air limbah dari partikel-partikel yang berukuran besar. Kemudian dihitung laju pertumbuhan mikroalga awal.

### 2.2.2 KULTIVASI MIKROALGA

Konsorsium mikroalga dibiakkan dalam medium yang terdiri dari 360 ml *Bold Basal Medium* (BBM) dan 3240 ml POME, serta 400 ml suspensi konsorsium mikroalga selama 12 hari pada suhu lingkungan dan diberi aerasi dilakukan di Pusat Penelitian Alga, Fakultas Perikanan, Universitas Riau. Laju pertumbuhan mikroalga dihitung menggunakan mikroskop dan *thomacytometer*.

### 2.2.3 PEMASANGAN ALAT *FLAT*-FOTOBIOREAKTOR

*Flat*-fotobioreaktor terbuat dari kaca berukuran 25 cm x 8 cm x 35 cm dengan volume kerja 5 liter. Perspektif *flat*-fotobioreaktor dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Perspektif *Flat*-Fotobioreaktor

Tiga buah *flat*-fotobioreaktor berisi konsorsium mikroalga dan POME dengan perbandingan volume POME : konsorsium mikroalga yakni 80:20; 75:25; 70:30 (% , v/v). Sedangkan satu *flat*-fotobioreaktor berfungsi sebagai kontrol yaitu tanpa pergantian air limbah 100:0 (% , v/v).

### 2.2.4 PENELITIAN UTAMA

Empat buah *flat*-fotobioreaktor diisi dengan konsorsium mikroalga dan air limbah. Saat mikroalga pada fase

penurunan laju pertumbuhan dilakukan pergantian air limbah atau sistem semikontinu yaitu 80, 75, dan 70 (% , v/v), sedangkan variabel kontrol dilakukan tanpa pergantian air limbah atau sistem *batch*.

Laju pertumbuhan mikroalga dalam *flat*-fotobioreaktor dihitung setiap hari selama 14 hari. Mikroalga sebanyak 1 ml dikeluarkan dari *flat*-fotobioreaktor, lalu dilakukan penghitungan laju pertumbuhan mikroalga pada *haemocytometer* tipe *thoma* dibawah mikroskop dengan persamaan sebagai berikut (Krichnavaruk dkk, 2004) :

$$\text{Laju pertumbuhan } (\mu) = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{T_t - T_0}$$

Dimana :

$N_t$  = kepadatan sel alga pada waktu ke-n

$N_0$  = kepadatan sel alga pada waktu ke-0

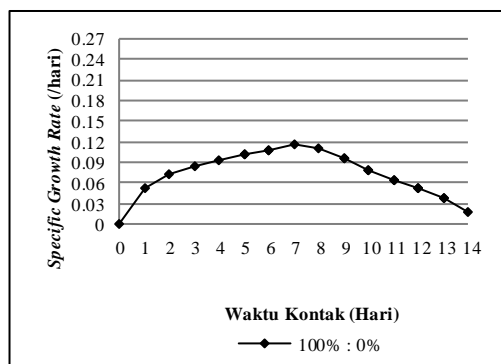
$T_0$  = waktu awal

$T_t$  = waktu pengamatan

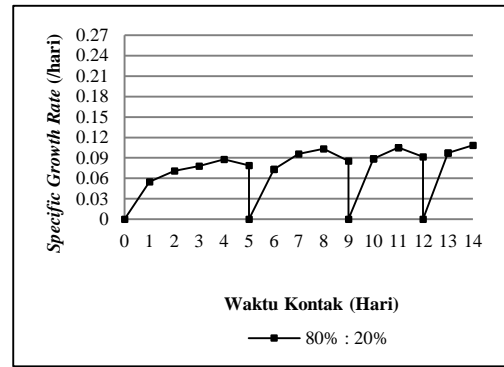
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 LAJU PERTUMBUHAN SEL MIKROALGA

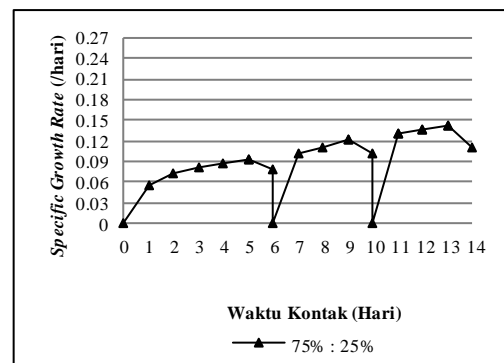
Nilai laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate*) dapat digunakan sebagai tolak ukur untuk mengetahui daya dukung media terhadap pertumbuhan sel. Pada Gambar 3 dapat terlihat laju pertumbuhan spesifik mikroalga.



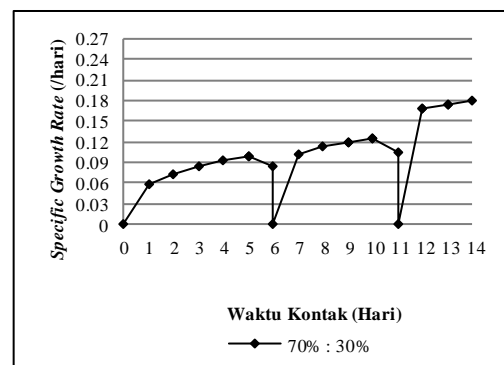
(a)



(b)



(c)



(d)

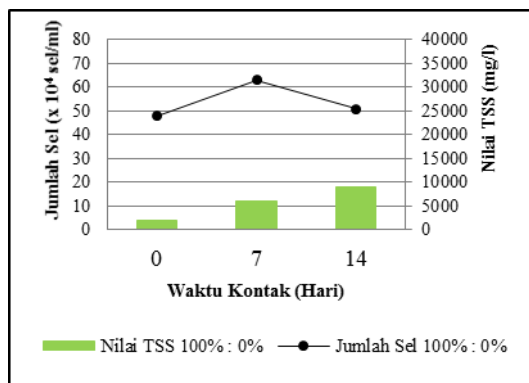
Gambar 3. Grafik *Specific Growth Rate* (a) 100:0, (b) 80:20, (c) 75:25, (d) 70:30 (% , v/v).

Berdasarkan Gambar 3 laju pertumbuhan tertinggi pada perlakuan perbandingan POME dan konsorsium mikroalga 70:30 (% , v/v) yakni 0,181/hari karena pada variasi ini komposisi nutrisi yang terdapat didalam medium sesuai untuk pertumbuhan mikroalga. Komposisi nutrisi yang sesuai dapat meningkatkan kemampuan metabolisme mikroalga sehingga laju pertumbuhan akan

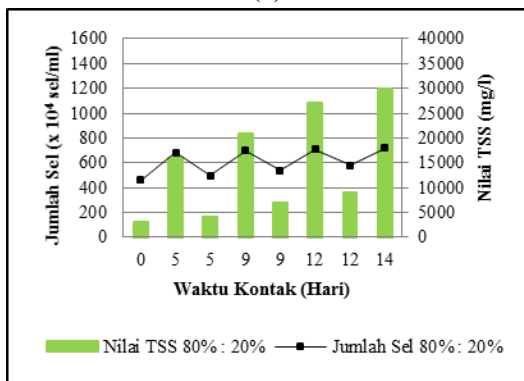
meningkat (Rahmawati, 2019). Laju pertumbuhan terendah pada sistem *batch* atau 100:0 (% v/v) yaitu 0,0182/hari. Laju pertumbuhan menurun karena jumlah populasi mikroalga meningkat namun tidak ada penambahan nutrisi, sedangkan pemanfaatan nutrisi oleh mikroalga terus berlanjut sehingga terjadi persaingan antara mikroalga (Lee, 2008).

### 3.2 NILAI TSS PADA POME

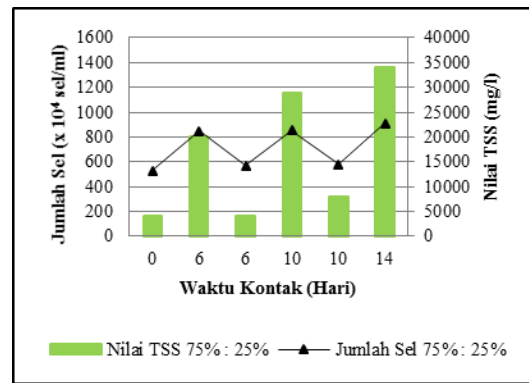
Nilai TSS mewakili konsentrasi biomassa mikroalga dan bakteri yang ada di dalam air limbah. Semakin banyak jumlah bakteri maka semakin banyak CO<sub>2</sub> yang dihasilkan digunakan oleh mikroalga untuk berfotosintesis. Sehingga dengan meningkatnya jumlah bakteri akan dapat juga meningkatkan jumlah produksi mikroalga (Putri dkk, 2014). Adapun nilai TSS dilihat pada Gambar 4.



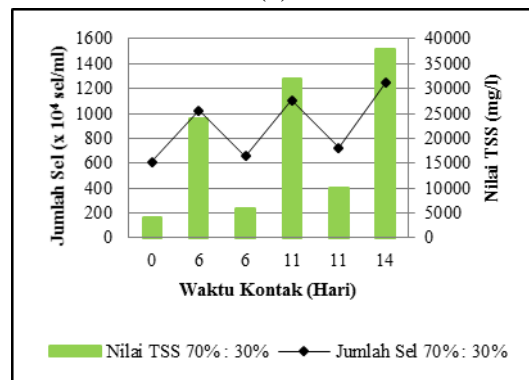
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. Grafik Nilai TSS (a) 100:0, (b) 80:20, (c) 75:25, (d) 70:30 (% v/v).

Berdasarkan Gambar 4 diketahui nilai TSS tertinggi pada perbandingan POME dan suspensi mikroalga 70:30 (% v/v) yakni 38.000 mg/l dan terendah 100:0 (% v/v) yaitu 9.000 mg/l. Menurut Rahmasari (2010), peningkatan nilai TSS dipengaruhi banyaknya bahan organik yang dioksidasi mikroorganisme yang digunakan untuk pertumbuhannya. Sejalan dengan meningkatnya jumlah sel dan kemampuan mikroalga dan bakteri dalam memanfaatkan bahan organik yang terdapat didalam air limbah, maka meningkat pula nilai TSS dalam reaktor (Radjenovic dkk, 2008; Zinadini dkk, 2017).

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian rasio perbandingan POME dan suspensi

mikroalga berpengaruh terhadap laju pertumbuhan mikroalga, didapatkan laju pertumbuhan spesifik, dan nilai TSS tertinggi pada perlakuan 70:30 (% , v/v) yakni 0,181/hari, dan 38.000 mg/l.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Ashtari, N. 2013. Reactivation of In-Stored Aerobic Granular Sludge Using Palm Oil Mill Effluent. *Tesis*. Universiti Teknologi Malaysia.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2018. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia*. Badan Pusat Statistik Indonesia: Jakarta.
- Bastidas, O. 2008. *Thoma Chamber Formulae Calculation with Thoma Chamber Made Easy*. Celeromics.
- Kementerian Pertanian. 2017. *Outlook Kelapa Sawit Komoditas Pertanian Subsektor Perkebunan*.
- Krichnavaruk, S., Worapannee, L., Sorawit, P., dan Prasert, P. 2004. Optimal Growth Conditions and The Cultivation of *Chaetoceros calcitrans* in Airlift Photobioreactor. *Chemical Engineering Journal*. 105. 91-98.
- Mahdi, M.Z., Titisari, Y.N., dan Hadiyanto. 2012. Evaluasi Pertumbuhan Mikroalga dalam Medium POME: Variasi Jenis Mikroalga, Medium dan Waktu Penambahan Nutrient. *Jurnal Teknik Kimia dan Industri*. 1(1). 312-319.
- Ohimain, E., Izah, S., dan Jenakumo, E. 2011. Physico-Chemical and Microbial Screening of Palm Oil Mill Effluents For Amylase Production. *Greener J Biol Sci*. 3(8). 307-18.
- Prasad, M.P dan Manjunath, K. 2011. Comparative Study On Biodegradation of Lipid-Rich Wastewater Using Lipase Producing Bacterial Species. *Indian Journal of Biotechnology*. 10(1). 121-124.
- Putri, L.R., Agus, S., dan Joni, H. 2014. Pengaruh Penambahan Glukosa Sebagai Co-substrate dalam Pengolahan Air limbah Minyak Solar Menggunakan Sistem High Rate Alga Reaktor (HRAP). *Jurnal Teknik POMITS*. 3(2). ISSN: 2337-3539.
- Radjenovic, J., Matosic, M., Mijatovic, I., Petrovic, M., dan Barcelo, D. 2008. Membrane Bioreactor (MBR) as an Advanced Wastewater Treatment Technology. *Emerging Contaminants from Industrial and Municipal Waste*.
- Rahmasari, W.J. 2010. Karakterisasi Pertumbuhan Mikroalga dan Penyisihan Nutrien dari Limbah Cair Rumah Potong Hewan dengan Sitem Kultur Semikontinu. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Rahmawati, Y. 2019. Alternatif Bahan Baku *Biofuel* dari Mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* yang Dikultivasi dengan Variasi Intensitas Cahaya dan Konsentrasi *Palm Oil Mill Effluent* (POME). *Skripsi*. Fakultas Teknik. Universitas Riau.
- Rambe, S.M., Iriany., dan Irvan. 2014. Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Reaksi Hidrolisis pada Pra-Pemuatan Biogas dari Limbah Cair Kelapa Sawit. *Jurnal Dinamika Penelitian*.
- Retnosari, A.A dan Shovitri, M. 2013. Kemampuan Isolat *Bacillus sp.* dalam Mendegradasi Limbah Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2(1). 2337-3520.

- Tan, K.M., Liew, W.L., Muda. K., dan Kassim, M.A. 2015. Microbiological Characteristics of Palm Oil Mill Effluent. *International Congress on Chemical Biological and Enviromental Science*.
- Verla, A., Adowei, P., dan Verla, E. 2014. Physicochemical and Microbiological Characteristic of Palm Oil Mill Effluent (POME). *Acta Chim Pharm Indica*. 4(3). 119-125.
- Zinadini, S., Zinatizadeh, A.A., Rahimi, M., Vatanpour, V. dan Bahrami, K. 2017. Energy Recovery and Hygienic Water Production from Wastewater Using an Innovative Integrated Microbial Fuel Cell–Membrane Separation Process. *Energy*. 141. 1350-1362.