

Pertumbuhan Konsorsium Mikroalga dalam *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dengan Sistem Kultur Semikontinu

Tria Bela Novira¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Sri Rezeki Muria³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan

²⁾Dosen Teknik Lingkungan ³⁾Dosen Teknik Kimia

Laboratorium Pencegahan dan Pengendalian 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: triabelanoviraa@gmail.com

ABSTRACT

The growing palm oil industry in Indonesia is causing an increase in Palm Oil Mill Effluent (POME) generated. The organic material contained in POME can be a nutrient source for microalgae growth. The growth of the microalgae consortium will increase after the replacement as an addition of nutrients to the culture medium. The aim of this research to determine the growth rate microalgae consortium in POME as a culture medium. The research was conducted in semicontinuous system by replacing half volume of culture with fresh POME in period every 3 days, 4 days, and 6 days for 12 days of cultivation. The result showed the best cultivation conditions was every 6 days replacement period which spesific growth rate 0,212/day on the 12th day.

Keywords: *Microalgae consortium, Palm Oil Mill Effluent (POME), Replacement period*

1. PENDAHULUAN

Minyak sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO) menjadi komoditas andalan penghasil devisa bagi Indonesia dari sektor agroindustri yang secara total menghasilkan sekitar 85-90% dari total produksi minyak sawit dunia. Provinsi Riau memiliki area perkebunan sawit seluas 2,8 juta hektar dengan total produksi CPO yang mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya

yaitu 9,1 juta ton pada tahun 2017 dan 9,8 juta ton pada tahun 2018 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2018). Industri minyak sawit di Indonesia yang semakin berkembang akan menghasilkan limbah cair yang semakin banyak pula. Limbah dari proses pengolahan minyak sawit dikenal sebagai *Palm Oil Mill Effluent* (POME).

Menurut Mahdi dkk (2012), *Palm Oil Mill Effluent* (POME)

mengandung karbon dan nitrogen yang dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan mikroalga seiring terjadinya penyisihan polutan pada air limbah. POME pada kolam IV atau kolam maturasi I PT. X memiliki karakteristik kadar COD 2.159 mg/l, amonia 20,58 mg/l, dan pH 7,8 (PT. X, 2018). Bahan organik kompleks yang terdapat didalam kolam IV sudah banyak terdegradasi menjadi bahan organik sederhana sehingga mudah diserap oleh mikroalga, hal ini ditandai dengan adanya pertumbuhan konsorsium mikroalga pada kolam IV (Curie dkk, 2018).

Konsorsium mikroalga merupakan campuran berbagai jenis mikroalga yang secara alamiah hidup bersama-sama dengan berbagai jenis mikroorganisme lainnya seperti bakteri (Danusubrata, 2010). Mikroalga yang terdapat dalam kolam IV PT. X antara lain *Spirulina* sp., *Chlorella pyrenoidosa*, dan *C. Incerta*. Selain itu menurut Aigbodion dkk (2014), didalam POME juga terdapat bakteri *indigeneous* dominan yaitu *Bacillus* sp.

Teknik kultur mikroalga yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik semikontinu. Menurut Ho dkk (2014), teknik kultur semikontinu dilakukan dengan adanya pergantian kultur oleh nutrien yang baru dalam periode waktu tertentu, dan pengantiannya dapat diulang berkali-kali. Pada sistem

semikontinu yang penting untuk diketahui adalah rasio yang dipanen biasanya berkisar 20% - 33% hingga 50% (Lee dkk, 2011) dan periode (selang waktu) panen (Pires dkk, 2013).

Mikroalga dalam kultur semikontinu memiliki kinerja pertumbuhan yang stabil dan jauh lebih tinggi dibandingkan kultur *batch* karena adanya penambahan nutrisi kedalam medium kultur sehingga mikroalga dapat dipertahankan dalam fase eksponensial (Wang dkk, 2012). Secara umum, kultur semikontinu mendukung lebih banyak pertumbuhan mikroalga sehingga dapat lebih banyak menyerap nutrien yang terdapat dalam air limbah (Tam, 1990).

Dalam penelitian ini akan diteliti proses kultivasi terbaik dalam pertumbuhan konsorsium mikroalga dalam POME dengan sistem semikontinu yang dilakukan adanya pergantian limbah.

2. METODOLOGI PENELITIAN

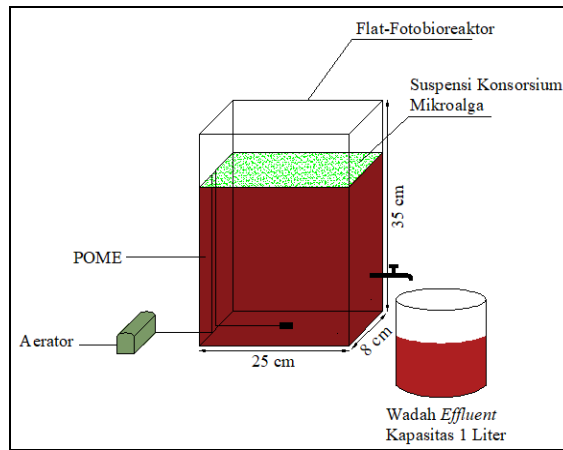
2.1 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini kultivasi dilakukan dalam *flat*-fotobioreaktor berbahan kaca dengan dimensi 25 x 8 x 35 cm yang dilengkapi kran. Proses pengontakan konsorsium mikroalga dan medium dilakukan menggunakan aerator dengan debit udara 3 l/menit.

Konsorsium mikroalga *indigeneous* dan POME yang

digunakan berasal dari kolam IV pembuangan limbah cair PT. X. Perbanyak konsorsium mikroalga

dikultur dengan *Bold Bassal Medium* (BBM) dan POME.



Gambar 1. Perspektif Instalasi *Flat*-Fotobioreaktor

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Pengambilan dan Preparasi Medium POME

POME diambil dari kolam IV atau kolam maturasi I PT. X. Metode pengambilan sampel dilakukan secara *grab* (sesaat). POME disaring untuk menyisihkan partikel berukuran besar yang dapat mengganggu pertumbuhan konsorsium mikroalga selama penelitian.

2.2.2 Kultivasi Konsorsium Mikroalga

Konsorsium mikroalga diambil dari kolam IV PT. X dengan menggunakan *plankton net* berukuran 30-50 μ . Kultivasi perbanyak konsorsium mikroalga dilakukan selama 12 hari sampai kepadatan sel 10^6 sel/ml, dengan membiakkan 400 ml suspensi konsorsium mikroalga dalam medium yang terdiri dari 360 ml

Bold Bassal Medium (BBM) dan 3.240 ml POME serta diberi aerasi.

2.2.3 Percobaan Utama

Pada percobaan utama, *flat*-fotobioreaktor dengan volume kerja total sebesar 5 liter diisi POME dan konsorsium mikroalga dengan rasio 75% : 25% (v/v). *Flat*-fotobioreaktor dioperasikan diluar ruangan yang dilindungi atap dengan sumber cahaya berasal dari cahaya matahari. Volume kultur sebanyak 50% diganti dengan 2,5 liter *fresh* POME pada periode pergantian limbah setiap 3, 4, dan 6 hari pada masing-masing *flat*-fotobioreaktor. Pada variabel kontrol tidak dilakukan adanya pergantian limbah (*batch*). Proses kultivasi dalam penelitian ini dilakukan selama 12 hari dengan sistem semikontinu.

2.2.4 Analisis Laju Pertumbuhan Sel Mikroalga (*Specific Growth Rate*)

Selama proses kultivasi sel mikroalga dihitung setiap 24 jam. Diambil 1 ml kultur sel mikroalga kemudian diteteskan pada *thomacytometer* lalu ditutup dengan *cover glass*, dan diamati dengan mikroskop. Penghitungan jumlah sel pada *thomacytometer* dibawah mikroskop dilakukan untuk mengetahui laju pertumbuhan sel konsorsium mikroalga di dalam air limbah dapat digunakan persamaan berikut (Krichnavaruk dkk, 2004):

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

Keterangan:

N_t = kerapatan sel alga pada waktu ke-n

N_0 = kerapatan sel alga pada waktu ke-0

T_t = waktu awal

T_0 = waktu pengamatan

2.2.5 Perhitungan MLSS (*Mixed Liquor Suspended Solid*)

Pengukuran MLSS dilakukan dengan cara menyaring sampel menggunakan kertas saring, kemudian dikeringkan pada suhu 105°C selama 1 jam, kemudian berat padatan dalam sampel ditimbang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Laju Pertumbuhan Sel Mikroalga

POME dapat menjadi sumber nutrisi dalam pertumbuhan dan

perkembangan mikroalga karena adanya kandungan organik yang terdapat dalam POME. Pada penelitian ini didapatkan laju pertumbuhan dengan hasil yang berbeda-beda. Laju pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan pergantian limbah setiap 6 hari yaitu mencapai 0,212/hari, hal ini dikarenakan adanya keseimbangan antara jumlah sel mikroalga dengan nutrisi yang cukup dalam medium kultur.

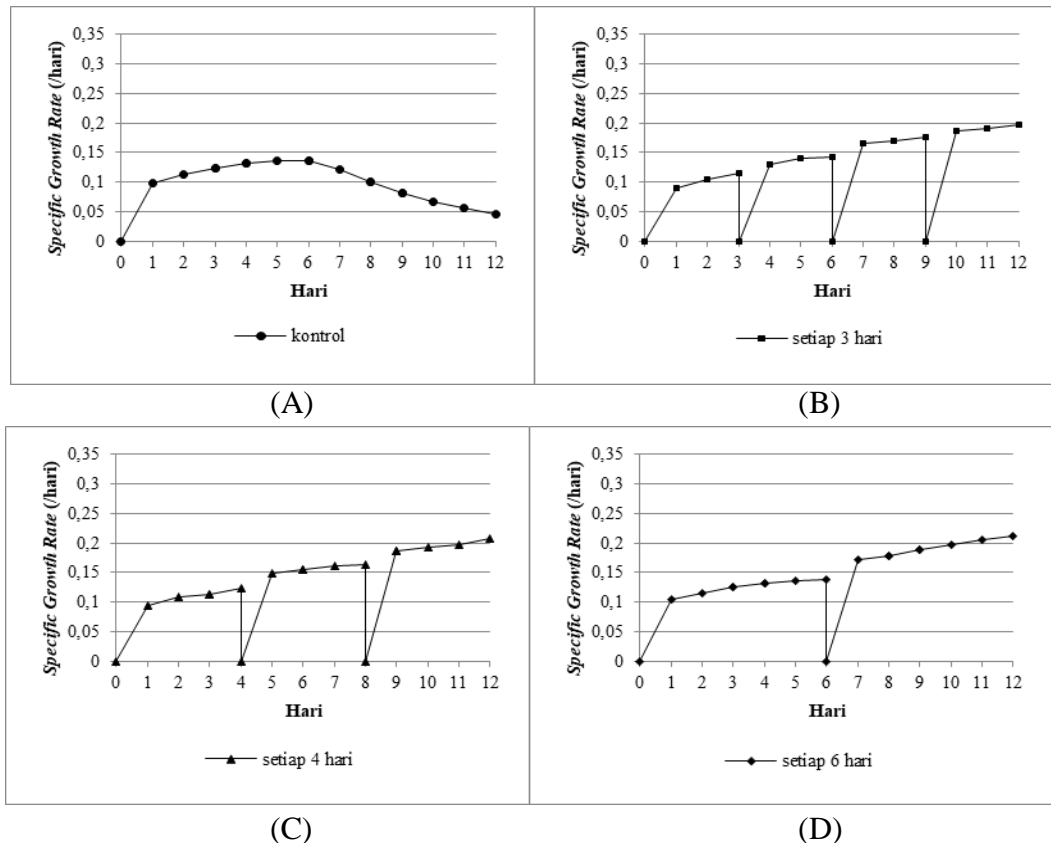
Laju pertumbuhan terendah terdapat pada perlakuan kontrol tanpa pergantian limbah (*batch*) yaitu 0,045/hari, hal ini dikarenakan kondisi lingkungan medium kultur yang kandungan nutrisinya semakin berkurang, sedangkan mikroalga yang terdapat didalamnya semakin banyak sehingga mengurangi kecepatan sel mikroalga dalam membelah diri karena adanya persaingan antar mikroalga dalam mendapatkan nutrisi. Menurut Afriza dkk (2015), media kultur berpengaruh terhadap laju pertumbuhan karena faktor nutrisi yang terdapat dalam mediumnya.

Pada Gambar 2. dapat dilihat bahwa saat dilakukan pergantian limbah laju pertumbuhan menjadi menurun karena terjadinya pengenceran, dan setelah dilakukan pergantian limbah laju pertumbuhan dan kerapatan sel mikroalga akan mengalami peningkatan kembali.

Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa sistem semikontinu

dengan adanya pergantian limbah dapat meningkatkan laju pertumbuhan mikroalga. Hal ini disebabkan karena nutrisi untuk pertumbuhan mikroalga terpenuhi

sehingga pertumbuhan mikroalga dapat dipertahankan pada fase eksponensial (Wang dkk, 2012).



Gambar 2. Laju Pertumbuhan Sel Mikroalga dengan Variasi Periode Pergantian Limbah (A) Kontrol (*Batch*) (B) Setiap 3 Hari (C) Setiap 4 Hari (D) Setiap 6 Hari

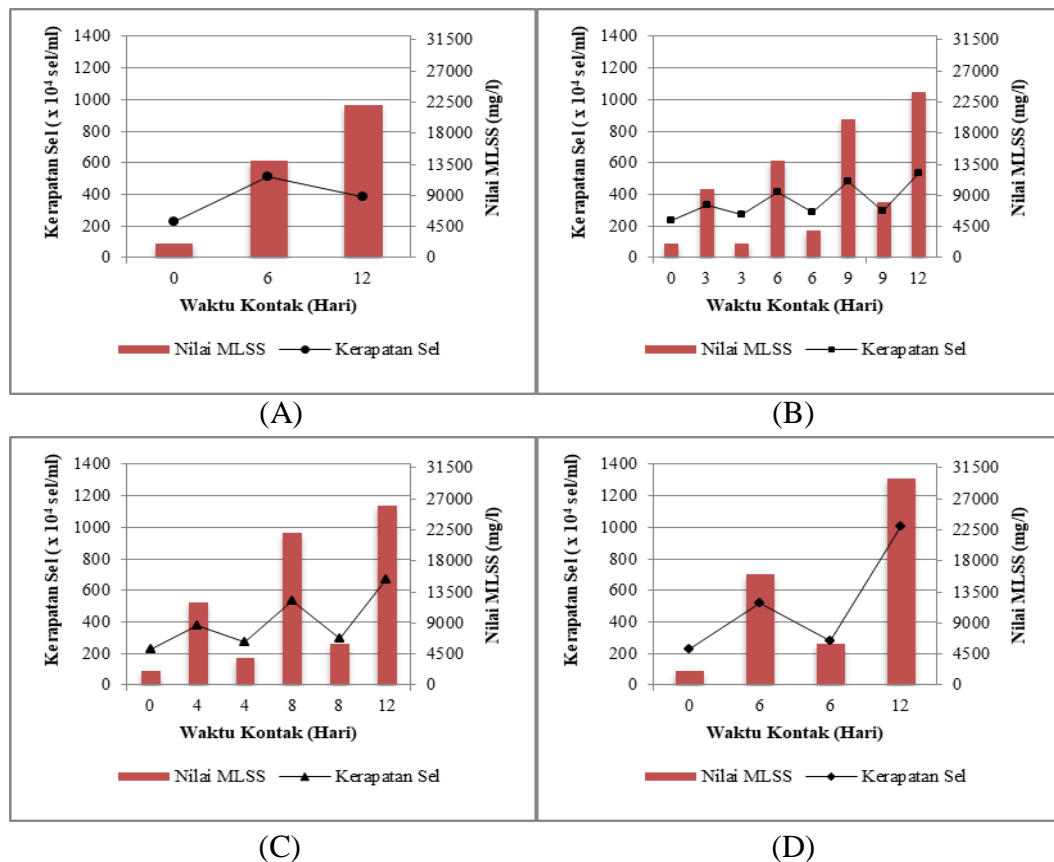
3.2 Nilai MLSS (*Mixed Liquor Suspended Solid*)

MLSS merupakan jumlah total dari padatan tersuspensi yang berupa material organik dan mineral, termasuk didalamnya adalah mikroorganisme. Hasil uji nilai MLSS dengan variasi periode pergantian limbah dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai MLSS tertinggi terdapat pada perlakuan pergantian limbah setiap 6 hari yaitu 30.000

mg/l dan nilai MLSS terendah terdapat pada perlakuan kontrol tanpa pergantian limbah (*batch*) yaitu 22.000 mg/l. Hal ini berbanding lurus dengan laju pertumbuhan sel mikroalga. Semakin banyak jumlah mikroalga maka akan semakin banyak O₂ yang dihasilkan dan kemudian dimanfaatkan oleh bakteri, sehingga dengan meningkatnya jumlah mikroalga maka dapat meningkatkan jumlah

bakteri, begitupula sebaliknya (Putri

dkk, 2014).



Gambar 3. Nilai MLSS dengan Variasi Periode Pergantian Limbah
(A) Kontrol (*Batch*) (B) Setiap 3 Hari (C) Setiap 4 Hari (D) Setiap 6 Hari

Nilai MLSS pada setiap perlakuan mengalami peningkatan setelah dilakukan pergantian limbah. Peningkatan nilai MLSS ini dipengaruhi oleh banyaknya bahan organik yang dioksidasi oleh mikroorganisme yang kemudian

dimanfaatkan untuk pertumbuhannya (Septiani dkk, 2014). Sehingga semakin banyak jumlah bahan organik yang dioksidasi menyebabkan peningkatan nilai MLSS yang terdapat pada *flat*-fotobioreaktor.

4. KESIMPULAN

Kondisi pertumbuhan konsorsium mikroalga terbaik yaitu pada perlakuan pergantian limbah setiap 6 hari dengan laju pertumbuhan mikroalga sebesar 0,212 /hari serta nilai MLSS sebesar 30.000 mg/l.

5. DAFTAR PUSTAKA

Afriza, Z., Diansyah, G., dan Purwiyanto, A.I.S. 2015. Pengaruh Pemberian Pupuk Urea ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) dengan Dosis Berbeda terhadap Kepadatan Sel dan Laju Pertumbuhan *Porphyridium sp.* pada Kultur

- Fitoplankton Skala Laboratorium. *Maspari Journal*. 7(2): 33-40.
- Aigbodion, A. I., O. N. Ogbebor, E. U., Ikhuoria, S. O. Omorogbe, dan M. Maliki. 2014. Microbial Population of Palm Oil Mill Effluent (POME) and Efficiency of Selected Isolates in Biogas Production. *Journal of Plantation Crops*. 42(2): 223-227.
- Curie, D., Shinta, E., dan Said, Z. A. 2019. Penyisihan COD Pada Limbah Cair Sawit Menggunakan *Chlorella* sp. yang Diimmobilisasi dalam Flat-Fotobioreaktor dengan Sistem Semikontinu. *JOM FTEKNIK*. 6(1).
- Danusubrata, R. 2010. Kultivasi Konsorsium Alamiah Mikroalga Dengan Memanfaatkan Nutrien Pada Berbagai Limbah Cair Agroindustri. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Dianursanti dan Joni. 2003. Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Produksi Biomassa dan Fiksasi CO₂ menggunakan *Clamydomonas* sp. Universitas Indonesia.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2018. Statistik Perkebunan Indonesia. Kelapa Sawit 2016-2018. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Ho, S. H., Ching, N. N., Yen, Y. L., Wei, B. L., dan Jo, S. C. 2014. Exploring The High Lipid Production Potential of a Thermotolerant Microalga Using Statistical Optimization and Semicontinuous Cultivation. *Bioresource Technology*. 163: 128-135.
- Krichnavaruk, S., Worapannee, L., Sorawit, P., dan Prasert, P. 2004. Optimal Growth Conditions and The Cultivation of *Chaetoceros calcitrans* in Airlift Photobioractor. *Chemical Engineering Journal*. 105: 91-98.
- Lee, C. M., M. J. Kim, K. Sanjay, J. H. Kwag, dan C. S. Ra. 2011. Biomass Production Potential of *Chlorella Vulgaris* Under Different CO₂ Concentrations and Light Intensities. *J. Animal Sci Technol*. 53: 261-268.
- Mahdi, M. Z., Titisari, Y. N., dan Hadiyanto. 2012. Evaluasi Pertumbuhan Mikroalga dalam Medium POME: Variasi Jenis Mikroalga, Medium dan Waktu Penambahan Nutrien. *Jurnal Teknik Kimia dan Industri*. 1(1): 312-319.
- Pires, J. C. M., A. L. Goncalves, F. G. Martins, M. C. M. Alvim-Ferraz dan M. Simoes. 2013. Effect of Light Supply on CO₂ Capture from Atmosphere by *Chlorella vulgaris* and *Pseudokirchneriellasubcapitata*. *Mitigation Adaptation Strategies for Global Change*. 19(7).

- Prihantini, N. B., Dini D., dan Ratna, Y. 2007. Pengaruh Konsentrasi Medium Ekstrak Tauge (MET) Terhadap Pertumbuhan *Scenedesmus* Isolat Subang. *Makara Sains*. 11(1): 1-9.
- PT. X. 2018. *Hasil Pengujian Kualitas Air Kolam IPAL No. IV - LA*. Pekanbaru.
- 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 Reactor (HRAR). *Jurnal Teknik POMITS*. 3(2): 2337-3539.
- Septiani, W. D., Agus, S., dan Joni, H. 2014. Pengaruh Konsentrasi Substrat terhadap Laju Pertumbuhan Alga dan Bakteri Heterotropik pada Sistem HRAR. *Jurnal Teknik POMITS*. 3(2): 2337-3539.
- Susanti, T. I., Musthofa, L., dan Wahyunanto, A. N. 2013. Pengaruh Penambahan Plant-Growth Promoting Bacteria (*Azospirillum* sp.) Terhadap Laju Pertumbuhan Mikroalga (*Chlorella* sp.) Pada Media Limbah Cair Tahu Sintetis. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. 1(3): 239-248.
- Wang, H. Xiong, Z. Hui, dan X. Zeng. 2012. Mixotrophic Cultivation of *Chlorella Pyrenoidosa* with Diluted Primary Piggery Wastewater to Produce Lipids. *Bioresource Technol.* 104: 215-220.
- Wijanarko, A., Arief, B. W., Dianursanti, I., dan Roekmijati, W. 2007. Pengaruh Pencahayaan Siklus Harian Terhadap Produksi Biomassa *Chlorella vulgaris* Buitenzorg Dalam Fotobioreaktor Kolom Gelembung. *Jurnal Teknologi*. 1: 58-65.
- Yang, Y. C., Jhong, F. J., Chiu, M. K., Wen, X. Z., dan Chih, S. L. 2017. Biomass and Lipid Production of *Chlorella* sp. Using Municipal Wastewater Under Semicontinuous Cultivation. *International Proceedings of Chemical Biological and Environmental Engineering*. 101.