

PEMANFAATAN *Chlorella* sp. DENGAN PENAMBAHAN KOMBINASI Fe DAN Co UNTUK MENYISIHKAN NITROGEN TOTAL PADA LIMBAH CAIR SAWIT MENGGUNAKAN FLAT-PHOTOBIOREACTOR

Oleh:

Indah Kartika Zulfa¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Sri Rezeki Muria³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, ²⁾Dosen Teknik Lingkungan, ³⁾ 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 : indahkz.kartika@gmail.com

ABSTRACT

Palm oil mill effluent containing pollutants and has high content of organic matter. Organic material contained in palm oil mill effluent can be used as nutrition by microalgae Chlorella sp. and can reduce Total Nitrogen content in palm oil mill effluent. The nitrogen total removal process was carried out in a flat-photobioreactor with various concentrations of combinade Fe dan Co in the amount Fe is 0,3; 0,5; and 0,7 mg/L and Co is 1 and 2 mg/L with contact times of 0, 1, 3, 5, and 7 days. The results showed that at a combination of 0,5 mg/L Fe + 0,2 mg/L Co, the highest microalgae cell growth was $6,00 \times 10^6$ cell/ml and the highest removal efficiency of organic matter of total nitrogen is 85,3%.

Keywords: *Chlorella* sp., Fe (Iron), Co (Cobalt), Total Nitrogen, flat-photobioreactor.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak sawit (*Crude Palm Oil*) dan memiliki perkebunan sawit terbesar di dunia. Provinsi Riau adalah salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki perkebunan sawit terbesar dengan luas area perkebunan sawit sebesar 2,5 juta hektar dengan total produksi CPO mencapai 8,7 juta ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2018). Semakin meningkatnya produksi CPO mengakibatkan meningkatnya limbah cair sawit (*Palm Oil Mill Effluent*) yang dihasilkan.

Limbah cair sawit yang dihasilkan oleh suatu industri biasanya diolah pada suatu sistem kolam terbuka (*open pond*) yang memiliki kekurangan membutuhkan lahan yang luas serta masih menghasilkan

gas metan. Selain itu, limbah cair sawit mengandung bahan-bahan organik yang tinggi (Hadiyanto, 2013).

Pengolahan untuk menyisihkan nitrogen total yang terkandung di dalam limbah cair sawit dapat dilakukan secara biologis merupakan pengolahan yang sederhana dan tidak membutuhkan biaya yang besar. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan mikroalga *Chlorella* sp. untuk menguraikan bahan organik di dalam limbah cair sawit. *Chlorella* sp. dapat memanfaatkan kandungan organik yang terkandung di dalam limbah cair sawit sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhannya (Hadiyanto, 2013).

Mikronutrien adalah nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah kecil antara lain adalah Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Bo, Vn, dan Si (Kawaroe, dkk., 2010). Unsur Fe

berperan dalam pembentukan klorofil sedangkan unsur kobalt (Co) merupakan unsur pokok vitamin B₁₂ dan turunan koenzim, dimana vitamin B₁₂ dibutuhkan oleh mikroalga dalam pertumbuhannya (Wijoseno, 2011).

Dalam penelitian ini, dilakukan pengolahan limbah cair sawit di dalam *flat-photobioreactor* dengan variasi kombinasi konsentrasi mikronutrien Fe dan Co dengan konsentrasi Fe sebesar 0,3; 0,5; dan 0,7 mg/L, dan konsentrasi Co 1 dan 2 mg/L selama 0, 1, 3, 5, dan 7 hari. Dan dilakukan uji terhadap kandungan nitrogen total pada limbah cair sawit pada hari ke 0, 1, 3, 5, dan 7. Dilakukannya penelitian ini untuk mengetahui konsentrasi kombinasi mikronutrien Fe dan Co terbaik dalam menyisihkan kandungan nitrogen total di dalam limbah cair sawit.

2. ALAT, BAHAN, DAN PROSEDUR PENELITIAN

2.1 ALAT DAN BAHAN

Pada penelitian ini, alat yang digunakan antara lain :

1. *Flat-photobioreactor* berukuran 20 cm x 7 cm x 25 cm.
2. Sumber cahaya berasal cahaya matahari.
3. Aerator dengan debit 3 L/menit

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. sampel limbah cair sawit PT. X.
2. mikroalga *Chlorella* sp.
3. medium *Dahril Solution*.
4. FeSO₄.7H₂O, dan CoCl₂.6H₂O.

2.2 PROSEDUR PENELITIAN

2.2.1 PREPARASI MEDIUM POME

Limbah cair sawit yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kolam IV

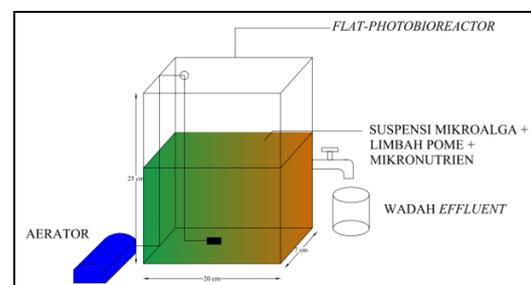
PT. X. *Sampling* air limbah dilakukan secara *grab sample* dan kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan air limbah dari partikel-partikel besar seperti kayu dan kerikil. Kemudian dilanjutkan dengan uji kandungan Nitrogen Total awal dengan menggunakan metode spektrofotometri.

2.2.2 KULTIVASI STOCK DAN AKLIMATISASI MIKROALGA *Chlorella* sp.

Mikroalga *Chlorella* sp. yang berasal dari Pusat Penelitian Alga Universitas Riau dikultivasi di dalam medium *Dahril Solution* selama kurang lebih 10 hari dan kemudian dipanen. Jumlah sel alga kemudian dihitung dengan menggunakan mikroskop dan *thomacytometer*.

2.2.3 OPERASIONAL ALAT *FLAT-PHOTOBIOREACTOR*

Limbah cair sawit dalam penelitian ini diolah di dalam suatu *flat-photobioreactor* yang terbuat dari kaca berukuran 20 cm x 7 cm x 25 cm dengan volume efektif sebesar 3,5 L. Perspektif *flat-photobioreactor* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perspektif *flat-photobioreactor*

6 *flat-photobioreactor* akan berisi mikroalga *Chlorella* sp. dengan variasi kombinasi konsentrasi mikronutrien Fe dan Co dengan variasi konsentrasi Fe yaitu 0,3; 0,5 dan 0,7 mg/L dan konsentrasi Co yaitu 1 dan 2 mg/L dengan pencahayaan

alami dari cahaya matahari. Sedangkan satu *flat-photobioreactor* berfungsi sebagai kontrol yang akan berisi mikroalga tanpa mikronutrien.

2.2.4 PENELITIAN UTAMA

1. Limbah cair sawit sebanyak 1,8 L dimasukkan ke dalam enam buah *flat-photobioreactor*.
2. mikroalga *Chlorella* sp. Kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing *flat-photobioreactor* dengan penambahan variasi kombinasi konsentrasi Fe dan Co yang telah ditentukan dengan konsentrasi Fe yaitu 0,3; 0,5 dan 0,7 mg/L dan konsentrasi Co yaitu 1 dan 2 mg/L. Seluruh *flat-photobioreactor* diberikan aerasi dengan debit sebesar 3 L/menit sebagai pengadukan dan diberikan pencahayaan yang berasal dari cahaya matahari selama 0, 1, 3, 5, dan 7 hari.

Selama proses pengolahan berlangsung, densitas sel mikroalga di setiap variasi perlakuan dihitung untuk mengetahui pertumbuhan sel *Chlorella* sp. di bawah mikroskop menggunakan *thomacytometer*. Laju pertumbuhan sel dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Laju pertumbuhan } (\mu) \\ = \frac{1}{\Delta t} \times (\ln X_n - \ln X_0) \end{aligned}$$

Dimana :

X_n = densitas sel alga pada waktu ke-n

X_0 = densitas sel alga pada waktu ke-0

Δt = waktu ke n – waktu ke-0

Pengolahan dilakukan selama 7 hari di dalam *flat-fotobioreaktor*. Untuk mengetahui konsentrasi nitrogen total dilakukan pengujian nitrogen total dengan menggunakan metode spektrofotometri pada hari ke 0, 1, 3, 5, dan 7. Kemudian dilakukan perhitungan efisiensi penyisihan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{C_{in} - C_{ef}}{C_{in}} \times 100\%$$

Dimana:

C_{in} = Konsentrasi *influen* (mg/L)

C_{ef} = konsentrasi *effluen* (mg/L)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 LAJU PERTUMBUHAN SEL *Chlorella* sp. SELAMA PROSES PENGOLAHAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, sel mikroalga *Chlorella* sp. mampu melakukan pembelahan sel dan bertahan hidup. Hal ini ditandai dengan meningkatnya laju pertumbuhan sel mikroalga *Chlorella* sp. setiap harinya hingga fase eksponensial. Peningkatan densitas sel ini menunjukkan bahwa sel *Chlorella* sp. mampu memanfaatkan bahan organik yang terdapat di dalam limbah car sawit sebagai sumber nutrisi. Pertumbuhan sel *Chlorella* sp. terbaik terdapat pada *flat-fotobioreaktor* pada konsentrasi 0,5 mg/L Fe dan 2 mg/L Co dengan laju pertumbuhan sel tertinggi terjadi yaitu 0,318/hari pada hari ke-7. Laju pertumbuhannya pada setiap *flat-photobioreactor* dapat dilihat pada Tabel 1.

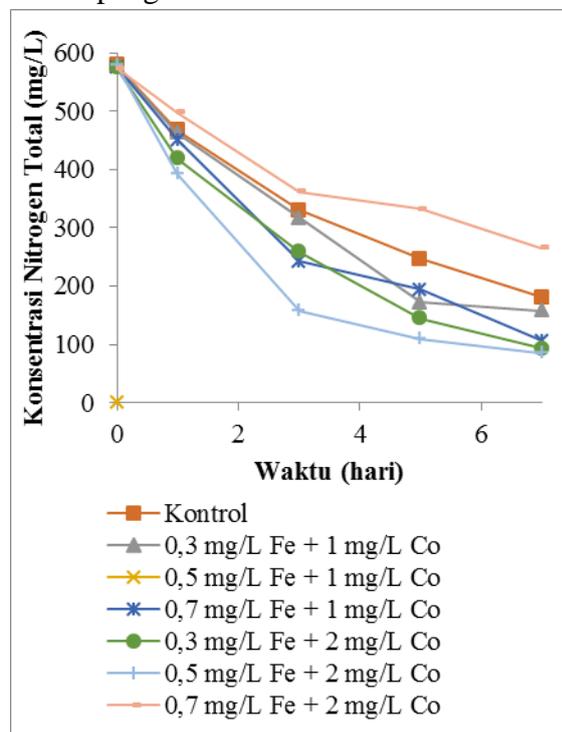
Tabel 1. Laju Pertumbuhan Sel Mikroalga *Chlorella* sp.

Variasi Perlakuan	<i>Specific Growth Rate (Sel/Hari)</i>							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Kontrol	0	0,060	0,104	0,137	0,165	0,191	0,199	0,217

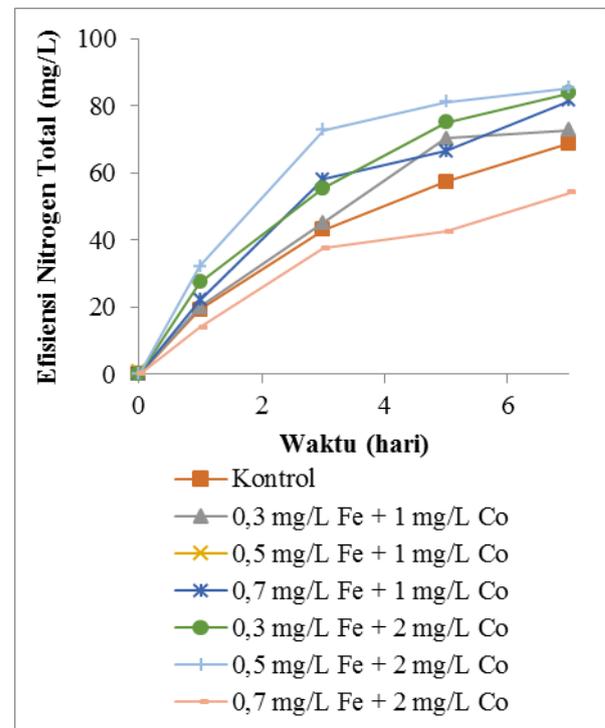
Variasi Perlakuan	Specific Growth Rate (Sel/Hari)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0,3 mg/L Fe + 1 mg/L Co	0	0,074	0,116	0,153	0,179	0,205	0,214	0,235
0,5 mg/L Fe + 1 mg/L Co	0	0,074	0,116	0,166	0,181	0,225	0,228	0,242
0,7 mg/L Fe + 1 mg/L Co	0	0,102	0,140	0,178	0,201	0,206	0,246	0,254
0,3 mg/L Fe + 2 mg/L Co	0	0,088	0,163	0,193	0,246	0,257	0,273	0,278
0,5 mg/L Fe + 2 mg/L Co	0	0,116	0,184	0,253	0,297	0,309	0,317	0,318
0,7 mg/L Fe + 2 mg/L Co	0	0,030	0,098	0,133	0,161	0,174	0,175	0,179

3.2 EFISIENSI PENYISIHAN NITROGEN TOTAL

Pada Gambar 2 Dapat dilihat grafik nilai konsentrasi Nitrogen Total dan efisiensi penyisihan Nitrogen Total untuk setiap perlakuan yang diplotkan terhadap waktu pengolahan.



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Grafik Nilai Konsentrasi Nitrogen Total dan (b) Efisiensi Penyisihan Nitrogen Total

Efisiensi penyisihan nitrogen total semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah sel mikroalga *Chlorella* sp. dan waktu kontak pada *flat-photobioreactor*. Pada penelitian ini diperoleh efisiensi penyisihan nitrogen total terbaik pada *flat-photobioreactor* dengan kombinasi konsentrasi 0,5 mg/L Fe dan 2 mg/L Co pada hari ketujuh yaitu sebesar 85,3% dengan konsentrasi nitrogen total sebesar 84,81 mg/L.

Seiring dengan bertambahnya waktu kontak, efisiensi penyisihan nitrogen total semakin meningkat. Bahsan (2010), mengatakan hal yang sama bahwa densitas sel mikroalga meningkat seiring dengan lamanya waktu kontak antara mikroalga dengan limbah sehingga penyisihan nitrogen semakin tinggi.

Menurut Mara dkk (2007) mikroalga cenderung menggunakan ion nitrit dan ammonium untuk meningkatkan laju pertumbuhan. Zulfarina dkk (2013), menambahkan bahwa ammonium merupakan nutrisi yang lebih disukai mikroalga untuk mensintesis klorofil dalam melakukan proses fotosintesis. Singh, dkk (2012) menyatakan hal yang sama bahwa sel *Chlorella* lebih dahulu akan menyerap nitrogen dalam bentuk ammonium hingga turun pada batas tertentu dan kemudian akan menyerap nitrat.

Pada perlakuan kontrol tanpa penambahan kombinasi konsentrasi Fe dan Co (kontrol) juga mengalami penyisihan nitrogen total, namun cenderung lambat, hal ini dikarenakan pada *flat-photobioreactor* kontrol tidak adanya penambahan mikronutrien Fe dan Co yang dimanfaatkan oleh mikroalga untuk meningkatkan pertumbuhan sel-sel mikroalga sehingga efisiensi penyisihan konsentrasi nitrogen total hanya mencapai 68,7% tidak sebesar penyisihan pada perlakuan 0,5 mg/L Fe + 2 mg/L Co yang mencapai 85,3%. Sedangkan pada *flat-photobioreactor* dengan penambahan kombinasi konsentrasi 0,7 mg/L Fe + 2 mg/L Co merupakan konsentrasi dengan efisiensi penyisihan nitrogen total terendah dan hanya mampu menyisihkan nitrogen total pada hari ketujuh sebesar 54,2% dengan konsentrasi nitrogen total sebesar

265,15 mg/L pada hari ketujuh. Hal ini dikarenakan dengan konsentrasi tersebut menghambat pertumbuhan sel-sel mikroalga *Chlorella* sp. dan toksik terhadap mikroalga sehingga jumlah sel yang dapat mendegradasi senyawa organik menjadi sedikit dan efisiensi penyisihan kandungan nitrogen total rendah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, efisiensi penyisihan nitrogen total terbaik terdapat pada *flat-photobioreactor* dengan kombinasi konsentrasi 0,5 mg/L Fe dan 2 mg/L Co pada hari ketujuh yaitu sebesar 85,3% dengan konsentrasi nitrogen total sebesar 84,81 mg/L pada hari ketujuh. Hal ini menunjukkan semakin tinggi jumlah sel mikroalga *Chlorella* sp. dan semakin lama waktu kontak, maka efisiensi penyisihan nitrogen total semakin meningkat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bashan, Yoav., Garcia, O., Hernandez, J. 2010. Efficiency of Growth and Nutrient Uptake from Wastewater by Heterotrophic, Autotrophic, and Mixotrophic Cultivation of *Chlorella vulgaris* Immobilized with *Azospirillum Brasilense*. *Phycological journal*. 46 : 800-812.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2018. *Statistik Perkebunan Indonesia 2015-2017 Perkebunan Sawit*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Febtisuhasri, Annisa. 2016. Kepadatan Sel dan Kadar Lipid Mikroalga *Chlorella* sp. dalam Kultur Media Alternatif Kotoran Ternak. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Indonesia. Depok.

- Hadiyanto. 2013. Valorisasi Mikroalga untuk Pengolahan Limbah Cair Sawit dan Sebagai Sumber Energi dan Pangan Alternatif. *Prosiding Rekayasa Kimia & Proses*. 1-11.
- Kawaroe, M., T Prariono., A Sunuddin., DW Sari., D Augustine. 2010. *Mikroalga Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar*: Insitut Teknologi Bandung. Bandung.
- Mara, D., Mills, S.W., Pearson, H.W., & Alabaster, G.P. 2007. Waste Stabilization Ponds : a Viable Alternative for Small Community Treatment Systems. *Water and Environment Journal*, 74.
- Singh, S, K., Bansal, A., Jha, M. K., Dey, Purba. 2012. An Integrated Approach to Remove Cr(VI) using Immobilized *Chlorella minutissima* Grown in Nutrient Rich Sewage Wastewater. *Bioresource Technology Journal*. 104 : 257-265.
- Wijoseno, Tangguh. 2011. Uji Pengaruh Variasi Media Kultur Terhadap Tingkat Pertumbuhan dan Kandungan Protein, Lipid, Klorofil dan Karotenoid pada Mikroalga *Chlorella vulgaris* Buitenzong. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Indonesia. Depok.