

Penurunan Kadar COD pada Limbah Cair Hotel Dengan Sistem *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) Menggunakan *Chlorella* sp.

Mustika Chairani¹⁾, 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: chairanimustika@gmail.com

ABSTRACT

Organic matter contained in the hotel wastewater can be used as a nutrients of microalgae Chlorella sp. so its reduce COD. There are two treatment process happened in MBBR, suspended growth and attached growth by adding biocarriers in the reactor as a place for the propagation of microalgae. This research describes the study of effect of biocarrier (Kaldnes 1 (K1)) filling volume to decreasing COD in hotel wastewater. The study conducted in batches by varying of Kaldnes 1 (K1) filling volume with 4 different levels, that is 0% (without the addition of Kaldnes 1 (K1)), Kaldnes 1 (K1) filling volume as many as 10%, 20%, and 30% (wastewater volume). This process takes up to 5 days with solar irradiation in the MBBR. The result showed that 20% Kaldnes 1 (K1) filling volume happened in days-5 was able to reduce COD with efficiency of COD is 81.82%.

Keyword: *Chlorella* sp., MBBR, Hotel Wastewater, COD

1. PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan oleh limbah cair hotel meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah hotel di Kota Pekanbaru per tahunnya sebesar 13,75% (Pemerintah Kota Pekanbaru, 2017). Pembuangan limbah cair hotel secara langsung ke badan air dapat mengakibatkan konsentrasi pencemar yang tinggi sehingga dapat memicu terjadinya eutrofikasi, penurunan *Dissolved Oxygen* (DO), dan toksisitas air meningkat (Anisa dan Herumurti, 2017).

Pengolahan biologis adalah salah satu cara untuk mereduksi konsentrasi pencemar dalam limbah cair hotel, akan tetapi pengolahan biologis berbasis biofilm yang umum digunakan seperti *trickling filter*, RBC, dan *granular media biofilters* memiliki beberapa kelemahan secara berturut-turut yaitu volume kerja tidak efektif, kerusakan mekanis, dan pengoperasian sering berhenti dikarenakan membutuhkan *backwash* (Rekabi, 2015 dalam Imania dan Herumurti, 2018).

Pengolahan limbah yang tepat untuk mengatasi kelemahan tersebut adalah *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). Pada prinsipnya, MBBR menggunakan media yang terus bergerak dalam tangki aerasi sebagai tempat perkembangbiakan biomassa di permukaannya membentuk biofilm (Said dan Santoso, 2015).

Mikroalga merupakan biomassa yang potensial digunakan dalam proses MBBR. Mikroalga menghasilkan ekstraseluler berupa protein dan polisakarida sehingga memiliki kemampuan melekat cukup tinggi (Wang dkk, 2018). Kandungan protein dan polisakarida oleh mikroalga *Chlorella* sp. adalah 55-60% (Paniagua, 2015) dan 18-22% (Sui, 2012) berturut-turut.

Media *biocarrier* Kaldnes 1 (K1) menyediakan luas permukaan yang cukup besar untuk melekatnya mikroalga membentuk biofilm dengan luas permukaan $\pm 500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ (Said dan Sya'bani, 2014), akan tetapi biofilm yang ideal adalah tipis dan terdistribusi secara merata pada permukaan media sehingga volume pengisian *biocarrier* perlu disesuaikan dengan turbulensi yang tersedia.

Penelitian ini mempelajari tentang pengolahan limbah cair hotel dengan sistem MBBR yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume pengisian Kaldnes 1 (K1) dan waktu kontak terhadap penyisihan kadar COD dalam limbah cair hotel. Dengan penelitian ini diharapkan dapat mengatasi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah cair hotel dengan sistem MBBR menggunakan mikroalga.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah MBBR dengan dimensi 15 cm x 15 cm x 30 cm, media Kaldnes 1 (K1), aerator dengan debit udara 4,5 liter/menit, tabung reaksi, erlenmeyer 250 ml, *heating block*, buret dan statip, gelas ukur 10 ml dan 100 ml, dan wadah sampel 20 ml.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair hotel di Pekanbaru, mikroalga *Chlorella* sp. dari Pusat Penelitian Alga Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, medium Dahril *Solution*, akuades, dan bahan kimia untuk analisis parameter.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Preparasi Limbah Cair Hotel

Limbah cair hotel diambil sebanyak 11 liter pada bak penampung kedua sesuai SNI 6989.59:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Kemudian dilakukan uji COD dari limbah cair hotel tersebut.

2.2.2 Perbanyakan Mikroalga *Chlorella* sp.

Perbanyakan mikroalga *Chlorella* sp. dilakukan hingga pertumbuhan sel mencapai 1×10^6 sel/ml (Oktafiani, 2013) dengan cara menambahkan 100 ml mikroalga *Chlorella* sp. dan 400 ml medium Dahril *Solution* ke dalam 3,5 liter akuades menggunakan sumber cahaya yang berasal dari cahaya matahari.

2.2.3 Aklimatisasi

Aklimatisasi mikroalga *Chlorella* sp. pada limbah cair hotel yang di dalamnya terdapat media

Kaldnes 1 (K1) (Filliazati dkk, 2013) dilakukan hingga pertumbuhan sel mencapai 1×10^6 sel/ml dengan cara mencampurkan 50 % alga hasil perbanyakan dalam medium Dahril *Solution* dan 50 % limbah cair hotel. Kemudian dilanjutkan dengan mencampurkan alga dari tahap pertama dan limbah cair hotel dengan rasio alga : limbah cair hotel sebesar 75% : 25% (Oktafiani, 2013).

2.2.4 Percobaan Utama

Mikroalga *Chlorella* sp. dikultivasi dalam medium limbah cair hotel menggunakan MBBR yang memiliki volume kerja sebesar 3 liter. Variasi pada penelitian ini adalah volume pengisian media Kaldnes 1 (K1) 0% sebagai kontrol, 10%, 20%, dan 30% (volume media : volume kerja). Tiap variasi volume pengisian Kaldnes 1 (K1) dimasukkan ke dalam reaktor yang berbeda sesuai dengan masing-masing variasi perlakuan dengan sumber cahaya berasal dari sinar matahari. Suspensi alga yang dimasukkan ke dalam tiap MBBR memiliki konsentrasi 25% (750 ml) masing-masingnya (Zulfarina dkk, 2013).

2.2.5 Analisa Kadar COD

Analisa konsentrasi COD dilakukan dengan variasi waktu kontak (0, 1, 2, 3, 4, 5 hari). Analisa parameter COD mengacu pada SNI 6989.73:2009 dengan metode refluks terbuka secara titrimetri. Kadar COD dihitung dengan menggunakan rumus COD sebagai $O_2 = \frac{(A-B) \times M \times 8000}{\text{mL sampel}}$

Keterangan:

- A = ml FAS untuk blanko
- B = ml FAS untuk sampel
- M = Molaritas FAS
- 8000 = Berat miliekivalen oksigen x 1000 ml/l.

Efisiensi penyisihan parameter COD selama proses pengolahan diperoleh melalui perhitungan dengan menggunakan persamaan berikut.

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

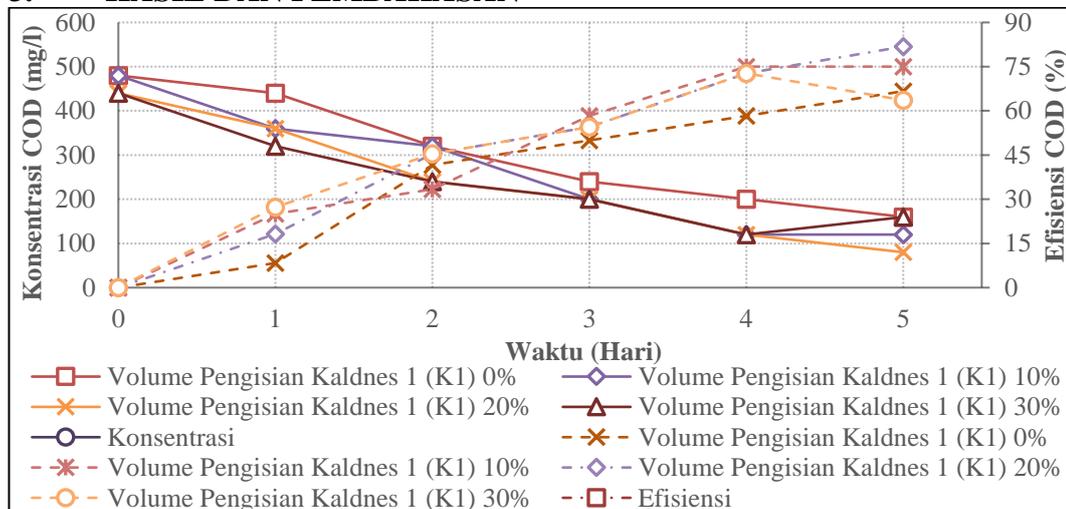
Keterangan:

- C_{in} =Konsentrasi influen (mg/l)
- C_{ef} =Konsentrasi efluen (mg/l)
- Efisiensi (%) = $\frac{C_{in} - C_{ef}}{C_{in}} \times 100$

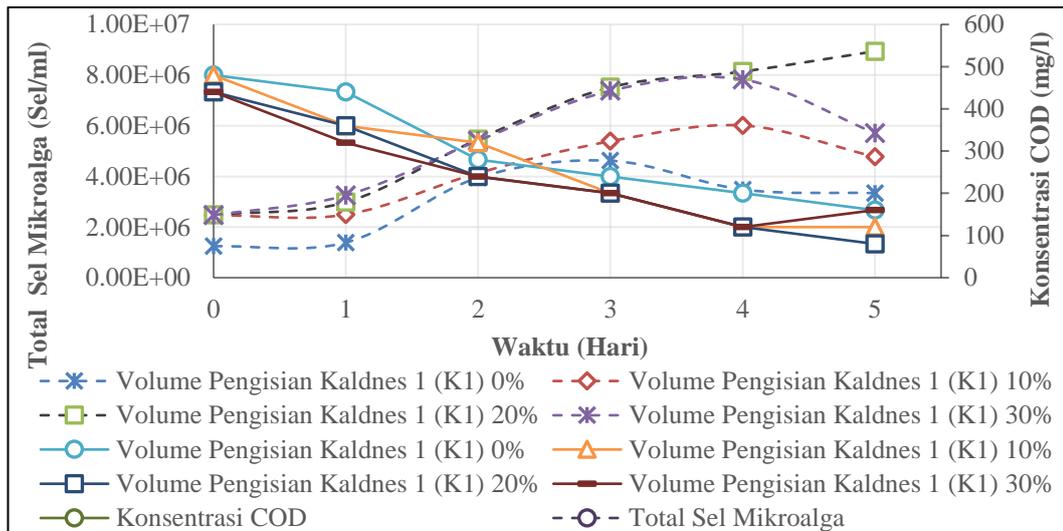
Dimana:

- C_{in} :Konsentrasi Influen logam (mg/L)
- C_{ef} : Konsentrasi Efluen logam (mg/L)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3.1 Grafik Konsentrasi dan Efisiensi COD Selama Proses Pengolahan



Gambar 3.2 Grafik Hubungan Total Sel Mikroalga Terhadap Konsentrasi COD Selama Proses Pengolahan

Efisiensi penyisihan COD tertinggi terdapat pada volume pengisian Kaldnes 1 (K1) 20% dengan tingkat efisiensi sebesar 81,82%. Hal ini dikarenakan volume pengisian *biocarrier* optimal sehingga menyebabkan aerasi merata baik pada pertumbuhan suspensi maupun pertumbuhan melekat. Aerasi yang merata dapat menjadikan pertumbuhan sel antara kedua proses pertumbuhan seimbang sehingga menghasilkan fase eksponensial yang lama dengan jumlah sel yang terus mengalami peningkatan. Semakin banyak jumlah sel mikroalga dalam reaktor (berupa pertumbuhan suspensi maupun pertumbuhan melekat), maka semakin banyak pula mikroalga yang dapat menguraikan bahan pencemar dalam air limbah sehingga dapat meningkatkan efisiensi penyisihan (Said dan Santoso, 2015). Hal ini sesuai dengan penelitian Malla dkk (2015) yang menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah sel mikroalga maka penurunan konsentrasi parameter pencemar semakin baik. Menurut Waizh (2018), jumlah sel mikroalga yang tinggi dapat menurunkan kadar

COD lebih baik daripada jumlah sel mikroalga rendah.

Perlakuan volume pengisian Kaldnes 1 (K1) 20% menghasilkan efisiensi penyisihan COD yang lebih tinggi daripada kontrol tanpa Kaldnes 1 (K1). Limbah cair tanpa *biocarrier* tetap terjadi penurunan COD, namun tidak sebesar pada limbah cair dengan penambahan Kaldnes 1 (K1). Hal ini didukung oleh penelitian Zhuang dkk (2016) yang menyatakan bahwa adanya biofilm mikroalga lebih baik dalam menyisihkan bahan organik dibandingkan hanya memanfaatkan suspensi mikroalga. Adanya EPS pada biofilm mikroalga berguna sebagai kompartemen nutrisi untuk pertumbuhan mikroalga, sekaligus dapat membantu proses penguraian mikroalga dalam menyisihkan bahan organik yang terdapat dalam air limbah sehingga efisiensi penyisihan COD meningkat. Selain itu, adanya pengaruh aerasi juga berpengaruh terhadap penurunan COD pada perlakuan kontrol. Dengan adanya aerasi dapat menjaga mikroalga tetap tersuspensi dalam air limbah (Afifah dan Hermana, 2013) sehingga memungkinkan untuk terjadi kontak

yang baik antara alga dan nutrisi yang terdapat dalam limbah.

Penurunan nilai COD terdapat pada volume pengisian Kaldnes 1 (K1) 10%, 20%, dan kontrol. Penurunan ini membuktikan kandungan yang dimiliki air limbah hotel khususnya senyawa organik dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi dalam pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. Menurut Evelyana dkk (2013), mikroalga merombak karbon organik yang terkandung dalam air limbah yang menyebabkan penurunan kadar COD. Salgueiro dkk (2016) mempelajari penurunan kadar COD oleh mikroalga *Chlorella vulgaris*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa COD menurun dengan cepat dikarenakan adanya proses asimilasi yang mana asam organik atau glukosa dalam limbah berfungsi langsung sebagai nutrisi organik esensial.

COD terkait dengan tingkat karbon dalam air limbah, sehingga penurunan COD dapat dikaitkan dengan karbon yang merupakan makronutrien untuk pertumbuhan mikroalga (Pachacama 2014). Mikroalga *Chlorella* dapat tumbuh dengan kondisi *mixotrophic*, yaitu mikroalga menggunakan cahaya dan karbon organik dalam medium (Mutjaba dkk, 2017). CO₂ dan karbon organik secara simultan berasimilasi di mana mikroalga memanfaatkan CO₂ yang terlarut sebagai sumber karbon dan diubah menjadi senyawa organik kompleks seperti glukosa saat proses fotosintesis. Menurut Tangahu dkk (2018), mikroalga akan memecah zat organik menjadi senyawa yang lebih sederhana dan sebagai sumber energi untuk metabolisme sehingga kadar COD dapat berkurang.

4. KESIMPULAN

Efisiensi penyisihan COD tertinggi selama proses pengolahan terjadi pada MBBR dengan volume pengisian Kaldnes 1 (K1) 20% dengan efisiensi penyisihan COD 81,82% pada hari kelima. Semakin lama waktu kontak pada penelitian ini maka semakin besar efisiensi penyisihan COD.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, A. S., dan Hermana, J. (2013). Efek Aerasi dan Konsentrasi Substrat pada Pertumbuhan Alga Menggunakan Sistem Bioreaktor pada Proses Batch. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), 1-5.
- Anisa, A., dan Herumutri, W. (2017). Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) dengan Proses Aerobik-Anoksik Untuk Menurunkan Nitrogen. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 361-366.
- Evelyana, A. D., Jannah, F., dan Hendrianie, N. (2013). Pengaruh Logam Berat (Cu Dan Cd) Dan Salinitas Terhadap Peningkatan Kadar Lipid Pada *Chlorella vulgaris* Dan *Botryococcus braunii* Serta Peran *Chlorella vulgaris* Dan *Botryococcus braunii* Dalam Penurunan Kadar COD Pada Limbah Industri PT. Sier. *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), 1-5.
- Filliazati, M., Apriani, I., dan Zahara, T. A. (2013). Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1), 1-10.
- Imania, A. W., dan Herumurti, W. (2018). Pengolahan Lindi

- Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) dengan Pretreatment Ozon untuk Menurunkan Konsentrasi COD. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), 203-206.
- Malla, F. A., Khan, S. A., Rashmi., Sharma, G. K., Gupta, N., dan Abraham, G. (2015). Pycoremediation Potential of *Chlorella minutissima* on Primary and Tertiary Treated Wastewater for Nutrient Removal and Biodiesel Production. *Journal of Ecological Engineering*, 75, 343-349.
- Oktafiani, M. 2013. Pengaruh Konsentrasi Nutrien dan Konsentrasi Bakteri Pada Produksi Alga Dalam Sistem Bioreaktor Proses Batch. *Skripsi*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Paniagua, M. J. (2015). *Microalgal Nutraceuticals*. Mexico: Handbook of Marine Microalgae. Pemerintah Kota Pekanbaru. 2017. *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Pemko. Pekanbaru.
- Pinjankar, A. B., Jagtap, R. D., Solanke, C. K., dan Mehta, H. H. (2017). The Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). *International Advanced Research Journal in Science*, 4(3), 63-66
- Ridwan, M., Darmayanti, L., Handayani, Y. L. (2013). Pengolahan Air limbah Hotel Dengan Metode Free Surface Constructed Wetland Menggunakan Tumbuhan Equisetum Hymale. *Jurnal Ilmiah Sains Terapan*, 5(1), 37-42.
- Said, N. I., dan Santoso, T. I. (2015). Penghilangan Polutan Organik dan Padatan Tersuspensi di dalam Air Limbah Domestik Dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). *JAI*, 8(1), 33-45.
- Said, N. I., dan Sya'bani, M. R. (2014). Penghilangan Amoniak di dalam Air Limbah Domestik dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). *JAI*, 7(1), 44-65.
- Salgueiro, J. L., Perez, L., Maceiras, R., Sanchez, A., dan Cancela, A. (2016). Bioremediation of Wastewater using *Chlorella Vulgaris* Microalgae: Phosphorus and Organic Matter. *Journal of Int. J. Environ. Res.*, 10(3), 465-470.
- Sui, Z., Gizaw, Y., dan Miller, B. J. N. (2012). Extraction of Polysaccharides From A Species Of *Chlorella*. *Carbohydrate Polymers*, 90(1), 1-7.
- Waizh, N. T. (2018). Pengaruh Densitas Alga dan Kedalaman Reaktor Terhadap Penurunan BOD & COD Limbah Cair Domestik. *Dspace Repository*.
- Wang, J. H., Zhuang, L. L., Xu, X. Q., Deantes, E. V. M., Wang, X. X., dan Hu, H. Y. (2018). Microalgal Attachment and Attached Systems For Biomass Production And Wastewater Treatment. *Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 92, 331-342.
- Zhuang, L. L., Azimi, Y., Yu, D., Wang, W. L., Wu, Y. H., Dao, G. H., dan Hu, H. Y. (2016). Enhanced Attached Growth of Microalgae *Scenedesmus*. LXI

Through Ambient Bacterial
Pre-Coating Of Cotton Fiber
Carriers. *Journal of
Bioresource Technology*, 1-31.
Zulfarina. Sayuti, I., dan Putri, H.
(2013). Potential Utilization of
Algae *Chlorella Pyrenoidosa*
for Rubber Waste Management.
Journal of Technology, 1(3).