

**PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN DAN WAKTU  
PENGENDAPAN MENGGUNAKAN *SEQUENCING BATCH BIOFILM  
REACTOR* (SBBR) UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK**

**Riri Shania<sup>1)</sup>, Shinta Elystia<sup>2)</sup>, David Andrio<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan

<sup>2)</sup>Dosen Teknik Lingkungan <sup>3)</sup>Dosen Teknik 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: [ririshania52263@gmail.com](mailto:ririshania52263@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Greywater is a waste from kitchen, bathroom, and laundry activities that contains high organic matter. The organic matter contained in the wastewater is utilized by the microalgae *Chlorella sp.* as a source of nutrient and its reduce the pollutant in wastewater. This study aims to count the number cells of *Chlorella sp.* which grew in suspension and attached to the Kaldness 1 (K1) biocarrier media and the removal of COD in domestic wastewater using Sequencing Batch Biofilm Reactor (SBBR). The SBBR was operated on 4 cycles consisting of 30 minutes of filling time, 120 minutes of reaction, 45 minutes of decanting, and 120 minutes of stabilization time. This research was carried out with a working volume of 5 liters, 30% K1 kaldness media, and 25% suspended microalgae concentration with variations in stirring speed (40 , 60, and 80 rpm) and variation of settling time (30, 45 and 60 minutes). The best results showed a decrease in COD variations in stirring speed of 60 rpm and settling time of 60 minutes, COD removal efficiency was 78% from the initial COD concentration of 288 mg/L to 64 mg/L.*

*Key Word : Sequencing Batch Biofilm Reactor (SBBR), Domestic Wastewater, Chlorella sp., Biocarrier Kaldness 1.*

**1. PENDAHULUAN**

Kegiatan aktivitas masyarakat Kota Pekanbaru tidak terlepas dari lingkungan yang berada di sekitarnya. Berbagai aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat menghasilkan limbah yang mana bila dilihat berdasarkan sumbernya dapat dibedakan menjadi limbah domestik

dan limbah industri. limbah cair domestik merupakan suatu limbah yang dihasilkan dari kegiatan manusia sehari-hari yang berhubungan dengan pemakaian air serta berpotensi menjadi sumber pencemaran badan air dan lingkungan (Said & Widayat, 2013). Di Kota Pekanbaru umumnya

pengolahan air limbah domestik dilakukan dengan dua cara pengolahan, yaitu untuk limbah *black water* langsung di alirkan ke *septic tank*, sedangkan untuk limbah *grey water* langsung dibuang ke saluran drainase tanpa dilakukan pengolahan sebelumnya. Hal ini menyebabkan timbulnya bau tak sedap dan genangan di saluran drainase di perumahan masyarakat. Untuk mencegah dan mengatasi masalah pencemaran air pada badan air, maka perlu dilakukan pengolahan air limbah *grey water* untuk mengurangi konsentrasi bahan organik di dalam badan air.

Pada proses pengolahan air limbah yang banyak mengandung polutan organik, teknologi pengolahan yang paling umum digunakan yaitu dengan pengolahan secara biologis. Salah satu alternatif pengolahan secara biologis dengan proses aerob yaitu dengan memanfaatkan mikroalga. Mikroalga yang dapat digunakan untuk mengurangi polutan yang ada di dalam air limbah yaitu *Chlorella* sp. *Chlorella* sp. memiliki kelebihan cepatnya proses perkembangbiakkannya, mampu menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis, memiliki kandungan protein yang tinggi dengan komponen utama asam amino (Arifin, 2012).

Proses pengolahan air limbah biologis dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu proses biomassa

tersuspensi (*suspended culture*), proses biomassa melekat (*attached culture*) dan *lagoon*/kolam. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menguraikan senyawa organik dalam limbah cair domestik adalah dengan pengolahan biologis *Sequencing Batch Biofilm Reactor* (SBBR). SBBR merupakan salah satu sistem pengolahan air limbah secara biologis. Penerapan SBBR yang dirancang berdasarkan beberapa fase proses yaitu pengisian (*fill*), reaksi (*react*), pengendapan (*settle*), pengurasan (*decant*), dan stabilisasi (*idle*) yang berlangsung di dalam satu reaktor (Metcalf & Eddy, 2003).

Media *biocarrier* di dalam air limbah berfungsi dalam meningkatkan konsentrasi biomassa di dalam reaktor dan penambahan media *biocarrier* juga dapat meningkatkan kapasitas pengolahan di dalam pengolahan sehingga di dapatkan efisiensi yang lebih tinggi (Said & Santoso, 2015). Media *biocarrier* yang digunakan dalam penelitian ini adalah Media *Biofilm Kaldness 1* (K1), media ini berbahan dasar *High Density Polyethylene* (HDPE) dengan berat jenis  $\pm 0,95$  g/cm<sup>3</sup> dan berbentuk silinder kecil, di dalamnya berbentuk menyilang dan di luar berbentuk sirip. Silinder Media *Kaldness 1* memiliki panjang 7 mm dengan diameter 10 mm (tidak termasuk siripnya) (Metcalf & Eddy, 2003).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat utama yang digunakan adalah *Sequencing Batch Biofilm Reactor* (SBBR) berbentuk silinder dengan tinggi 50 cm dan diameter 20 cm. SBBR dilengkapi dengan *paddle wheel* dengan ukuran 12 cm dan lebar 1,2 cm. Media yang digunakan adalah Media *Kaldness 1* (K1) sebagai *biocarrier*, dan alat pendukung lainnya yaitu pH meter, *thomacytometer*, *thermometer*, jerigen 30 liter.

### 2.2 Variabel Penelitian

#### 2.2.1 Variabel Tetap

1. Dimensi SBBR tinggi 50 cm dan diameter 20 cm (Metcalf & Eddy, 2003).
2. Waktu pengisian (*fill*) 30 menit, reaksi (*react*) 120 menit, pemisahan (*decant*) 45 menit, waktu stabilisasi (*idle*) 120 menit dan dioperasikan dalam 4 siklus (Gerardi, 2010).
3. Volume media *kaldness* K1 30% (Ozturk dkk., 2013).
4. Konsentrasi suspensi alga dalam RABR 25% (Zulfarina, 2013).

#### 2.2.2 Variabel Bebas

1. Kecepatan Pengadukan 40, 60 dan 80 rpm.
2. Waktu Pengendapan 30, 45 dan 60 menit.

### 2.3 Prosedur Penelitian

#### 2.3.1 Preparasi Limbah Cair Domestik

Pengambilan limbah cair *grey water* diambil sebanyak 30 liter sesuai SNI 6989.59-2008 dengan metode komposit waktu, dimana sampel diambil dengan 3 waktu yaitu pagi, siang dan sore dan kemudian dihomogenkan.

#### 2.3.2 Kultivasi Mikroalga *Chlorella* sp.

Kultivasi mikroalga *Chlorella* sp. dilakukan dengan menambahkan 100 ml mikroalga *Chlorella* sp., 400 ml medium dahril *solution* ke dalam 3,5 liter akuades hingga mikroalga *chlorella* sp. memasuki fase eksponensial dengan jumlah sel mencapai  $1 \times 10^6$  sel/ml.

#### 2.3.3 Aklimatisasi

Tahap Aklimatisasi merupakan tahap mengadaptasikan mikroalga dengan medium baru dan untuk membentuk *biofilm* pada media *biocarrier Kaldness* K1. Tahap aklimatisasi dilakukan sebanyak dua tahap dengan volume kerja 4 L, Tahap pertama yang akan dilakukan dengan rasio suspensi alga : limbah cair sebanyak dan media *biocarrier Kaldness K1* hingga kepadatan sel mikroalga mencapai  $1 \times 10^6$  sel/ml, Tahap kedua yaitu kultivasi alga tahap pertama dan limbah cair *greywater* dicampurkan dengan rasio alga : limbah cair *greywater* sebesar 75% (3L) : 25% (1L) hingga kepadatan sel mikroalga mencapai  $1 \times 10^6$  sel/ml.

#### 2.3.4 Percobaan Utama

Pada percobaan utama, dilakukan kultivasi *Chlorella* sp.

pada medium limbah cair *greywater* dalam SBBR dengan volume kerja 5 liter. Berikut merupakan uraian dari variasi kecepatan pengadukan yang digunakan pada percobaan ini:

- a. Reaktor 1 (3750 ml limbah cair *greywater* + 875 ml suspensi alga + 1.339 buah media *Kaldness* K1, dengan kecepatan pengadukan 40 rpm)
- b. Reaktor 2 (3750 ml limbah cair *greywater* + 875 ml suspensi alga + 1.399 buah media *Kaldness* K1, dengan kecepatan pengadukan 60 rpm)
- c. Reaktor 3 (3750 ml limbah cair *greywater* + 875 ml suspensi alga + 1.339 buah media *Kaldness* K1, dengan kecepatan pengadukan 80 rpm)

## 2.4 Analisa dan Pengolahan Data

Pada penelitian ini Untuk mengetahui kecepatan pengadukan dan waktu pengendapan terbaik adalah dengan melihat efisiensi penyisihan parameter COD pada kecepatan pengadukan 40, 60, dan 80 rpm dan waktu pengendapan 30, 45 dan 60 menit. Maka dilakukan analisa parameter sesuai dengan SNI yang berlaku. Analisa parameter pencemar dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Analisa Parameter Pencemar

Analisa	Metode
COD	SNI 6989.2:2009

Untuk mengetahui efisiensi penurunan parameter uji digunakan persamaan berikut:

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

Dimana :

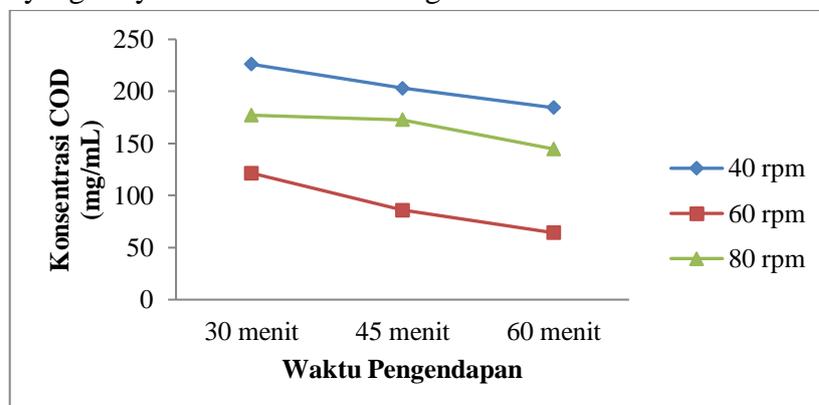
$C_{in}$  = Konsentrasi influen (mg/L)

$C_{ef}$  = Konsentrasi efluen (mg/L)

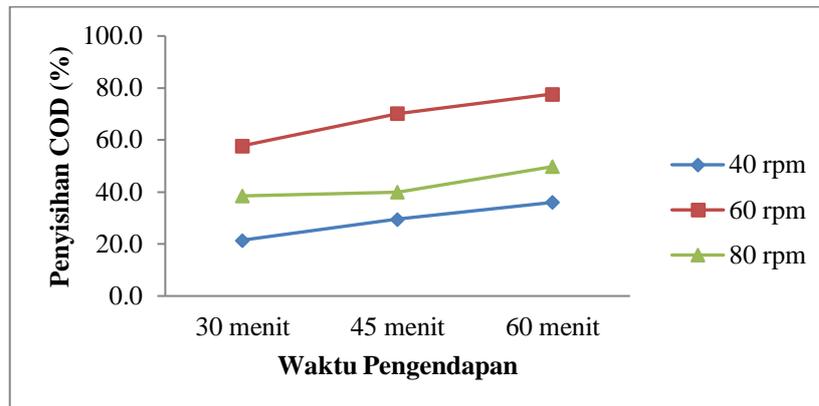
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Waktu Pengendapan Terhadap Konsentrasi dan Efisiensi Penyisihan COD

Konsentrasi dan efisiensi penyisihan COD dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 yang dinyatakan dalam bentuk grafik.



Gambar 1. Grafik Konsentrasi COD Selama Proses Pengolahan



Gambar 2. Grafik Efisiensi COD Selama Proses Pengolahan

Pada grafik dapat dilihat bahwa efisiensi penyisihan COD tertinggi terjadi pada variasi kecepatan pengadukan 60 rpm dengan waktu pengendapan 60 menit yaitu 78% dengan nilai konsentrasi awal 288 mg/L menjadi 64 mg/L. Hasil penelitian terbaik menunjukkan kecepatan pengadukan 60 rpm mampu menyisihkan COD lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan pengadukan 40 rpm dan 80 rpm. Hal ini dikarenakan pada kecepatan pengadukan 60 rpm nutrisi, media *biofilm* dan mikroalga teraduk dengan sempurna sehingga jumlah pertumbuhan sel lebih banyak dan mikroalga yang tumbuh mampu menyisihkan polutan yang terdapat pada limbah dengan baik. Hal ini didukung oleh pernyataan Chisti (2013), kecepatan pengadukan yang tepat mampu meningkatkan cahaya yang masuk, penyeragaman nutrisi, suplai udara dan penyamaan stratifikasi panas. Dengan demikian, pengaruh kecepatan pengadukan 60 rpm mampu menyuplai  $O_2$  dan cahaya matahari dapat mengenai lebih banyak cairan limbah dan

pengontakan alga dengan nutrisi pada limbah cair. Waktu pengendapan 60 menit merupakan waktu terbaik dalam penyisihan COD, lamanya waktu pengendapan berpengaruh terhadap lamanya waktu kontak mikroalga dengan air limbah dalam reaktor. Pada penelitian Poltak (2005), menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengendapan maka semakin besar hasil penurunan COD.

Penurunan ini membuktikan kandungan yang dimiliki air limbah domestik 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. COD terkait dengan tingkat karbon dalam air limbah, sehingga penurunan COD dapat dikaitkan dengan karbon yang merupakan makronutrien untuk pertumbuhan mikroalga (Pachacama, 2014).  $CO_2$  dan karbon organik secara simultan berasimilasi di mana mikroalga

memanfaatkan CO<sub>2</sub> 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 SBBR yaitu pada variasi kecepatan pengadukan 60 rpm dan waktu pengendapan 60 menit dengan efisiensi penyisihan COD 78% dari konsentrasi awal COD 288 mg/L menjadi 64 mg/L.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, F. 2012. Kemampuan *Chlorella* sp. Sebagai Bioremediator Limbah Cair Tahu. *Skripsi*. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri: Malang.
- Chisti, Y. 2013. Raceways-Based Production Of Algal Crude Oil, In: C. Posten, C. Walter (Eds.), *Microalgal Biotechnology*, de Gruyter. Berlin. 195-216
- Evellyana, 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.
- Gerardi, H. Michael. 2010. *Troubleshooting the Sequencing Batch Reactor*. Singapore: A John Wiley & Sons, Inc., Publication.
- Metcalf & Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. ed. New York. McGraw Hill Book Co.
- Ozturk, Arzu., Aygun, Ahmed., & Nas, Bilgehan. 2018. Application of *Sequencing Batch Biofilm Reactor (SBBR)* in Dairy Wastewater Treatment. *Korean J. Chem. Eng.* 36 (2), 248-254.
- Pachacama, L., Tirado, J. O., Duchicela, J., Manjunatha, B., Kundapur, R. R., dan Rajeswari, B. 2014. Evaluation of microalgae's (*Chlorella* sp.

Penurunan COD juga terjadi karena adanya simbiosis mutualisme antara mikroalga dan bakteri. Pertumbuhan bakteri akan mendorong pertumbuhan mikroalga pada kultur campuran karena bakteri akan menghasilkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Karbon dioksida dimanfaatkan oleh mikroalga sebagai sumber utama karbon dan melepas O<sub>2</sub> dalam mekanisme fotosintesis (Pasaribu dkk., 2018).

*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.

Gerardi, H. Michael. 2010. *Troubleshooting the Sequencing Batch Reactor*. Singapore: A John Wiley & Sons, Inc., Publication.

Metcalf & Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. ed. New York. McGraw Hill Book Co.

Ozturk, Arzu., Aygun, Ahmed., & Nas, Bilgehan. 2018. Application of *Sequencing Batch Biofilm Reactor (SBBR)* in Dairy Wastewater Treatment. *Korean J. Chem. Eng.* 36 (2), 248-254.

Pachacama, L., Tirado, J. O., Duchicela, J., Manjunatha, B., Kundapur, R. R., dan Rajeswari, B. 2014. Evaluation of microalgae's (*Chlorella* sp.

- and *Synechocystis* sp.) pollutant removal property: Pig effluent as a live stock discharge. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 6(8), 135-141.
- Pasaribu, J., Restuhadi, F., dan Zalfiatri, Y. 2018. Simbiosis Mutualisme Mikroalga *Chlorella* sp. Dengan Bakteri Pengurai B-DECO<sub>3</sub> Dalam Menurunkan Kadar Polutan Limbah Cair Sagu. *JOM Faperta*, 5(1), 1-13.
- Poltak, R. F., 2015. *Sequencing Batch Design And Operational Considerations*. New England Interstate Water Pollution Control Commission, New England, New York. 3-6.
- Said, N., & Santoso, T. 2015. Penghilangan Polutan Organik dan Padatan Tersuspensi Di Dalam Air Dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). *Teknik Lingkungan*, BPPT. *Jurnal Air Indonesia*. Vol. 8, No. 1.
- Said, N., & Widayat, W. 2013. *Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob*, Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan.
- Tangahu, B. V., Triatmojo, A., Purwanti, I. F., dan Kurniawan, S. B. 2018. The Effect of Light-Emitting Diodes Illumination Period and Light Intensity on High Rate Algal Reactor System in Laundry Wastewater Treatment. *Journal of Ecological Engineering*, 19(6), 170-175.
- Zulfarina. Sayuti, I., & Putri, H. 2013. Potential Utilization of Algae *Chlorella Pyrenoidosa* for Rubber Waste Management. *Journal of Technology*, 1(3).