PENGARUH VARIASI DIAMETER MEDIA untuk PENYISIHAN BEBAN POLUTAN LIMBAH CAIR DOMESTIK dalam *MOVING BED BIOFILM REACTOR* (MBBR) dengan MEMANFAATKAN *BIOCARRIER* LIMBAH SEDOTAN PLASTIK

Suciati Dwi Insani[1)], Shinta Elystia[2)], Sri Rezeki Muria[3)]
[1)]Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, [2)]Dosen Teknik Lingkungan,
[3)]Dosen Teknik Kimia
Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293
Email : suciatidwiinsani05@gmail.com

ABSTRACT

Domestic waste water is one of the main cause of river pollution. Grey water gives about 75-90% the pollution of surface water. The treatment that can be done is to use biomass, one of which is microalgae Chlorella sp. In this Study, the addition of biocarriers made from plastic straws as a medium for attaching microorganism using MBBR process. The variation is diameter of biocarrier that is 0,5 inch, ¾ inch, and 1inch which inserted into the reactor with working volume of 3 liters, air supply 4 liters/minute, the volume of biocarrier is 30% of the reactor volume, and the contact time is 0,1,3,5,7 days. The result of the study, obtained the best removal for 67.3% COD, 83.27% TSS on the reactor filled with biocarrier 0.5 inch on day 7. It shows that the smaller diameter of the growing media produces the highest efficiency.

Keywords : MBBR, Plastic Straw Biocarrier, Chlorella sp., Domestic Waste Water,Ammonia

1. PENDAHULUAN

Limbah domestik adalah salah satu penyebab utama pencemaran air sungai. Efek buruk dari air buangan yang tidak dikelola dengan baik diantaranya adalah dapat mengganggu kesehatan manusia dan biota perairan, dapat mengakibatkan kerusakan benda dan bangunan, serta merusak keindahan (estetika) (Sugiharto, 2008).

Penggunaan mikroalga memiliki keuntungan yaitu proses pengolahannya yang berjalan alami seperti prinsip ekosistem alam sehingga sangat ramah lingkungan, tidak menghasilkan limbah sekunder, kebutuhan energi rendah, dan produksi biomassa mikroalga (Kawaroe, 2010). Salah satu mirkoalga yang dapat digunakan adalah *Chlorella* sp. Mikroalga ini dapat dengan cepat dibiakkan. Salah satu teknologi pengolahan limbah yang dapat digunakan adalah menggunakan proses *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). Pada prinsipnya, MBBR merupakan salah satu pengolahan biologis yang

menggunakan media plastik untuk tempat hidup koloni mikroorganisme yang tumbuh menjadi biofilm. Media-media tersebut memiliki luas permukaan yang besar untuk mengoptimalkan kontak antara air limbah, udara dan mikroorganisme. Pada proses MBBR memungkinkan terjadinya dua proses pengolahan limbah yakni, proses biakan tersuspensi (*suspended growth*) dan proses biakan melekat (*attached growth*) (Said dan Teguh, 2015).

Ukuran diameter berpengaruh terhadap luas permukaan dari *biocarrier* yang dapat menambah efisiensi penyisihan polutan karena luas permukaan sebagai tempat tumbuhnya biofilm dapat mengoptimalkan kontak antara air limbah, udara, dan mikroorganisme (Said dan Teguh, 2015). Penambahan media kedalam reaktor membuat proses pertumbuhan biologis mikroalga dengan biakan tersuspensi dan biakan melekat akan terjadi secara bersamaan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Selain itu dibutuhkan media yang terbuat dari selang spiral dan sedotan plastik, aerator dengan debit udara 4 liter/menit, dan alat untuk analisis parameter kimia.

Bahan yang digunakan adalah limbah cair domestik sebanyak 3 liter sebagai media suspensi untuk pertumbuhan mikroalga. Mikroalga yang digunakan yaitu *Chlorella* sp. Bahan pendukung lain adalah akuades, medium Dahril *Solution*, bahan kimia analisis parameter.

2.2 Prosedur Kerja

2.2.1 Kultivasi *Chlorella* sp. pada Medium Limbah Cair Domestik

Konsentrasi suspensi alga yang dimasukkan pada perobaan ini adalah tetap yaitu sebesar 25% dari volume kerja (750 ml). Berikut merupakan uraian dari penambahan media *biocarrier* dari limbah sedotan plastik yang digunakan pada percobaan ini.

a. Kontrol (2250 limbah cair domestik + 750 suspensi alga, tanpa penambahan media *biocarrier* buatan dari sedotan plastik)
b. 30% v/v (1350 ml limbah cair domestik + 750 ml suspensi alga + 900 ml media *biocarrier* buatan dari sedotan plastik)

2.2.2 Preparasi Sampel

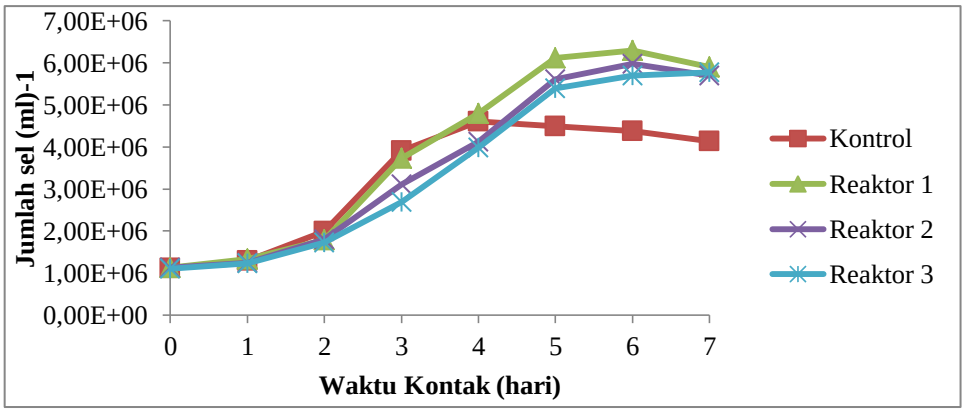
Sampel diambil pada keran reaktor dan diukur menggunakan gelas ukur sebelum dimasukkan ke botol sampel. Sampel akan diambil pada tiap reaktor yaitu reaktor kontrol, reaktor yang berisi *biocarrier* 0,5 inch, reaktor *biocarrier* ¾ inch, dan reaktor *biocarrier* 1 inch pada hari ke 0, 1, 3, 5, 7 untuk pengujian amonia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kultivasi dan Aklimatisasi *Chlorella* sp. pada Limbah Cair Domestik

Kultivasi bertujuan untuk memperbanyak jumlah sel mikroalga *Chlorella* sp. hingga fase eksponensial dengan jumlah sel mencapai 1 x 10^6 sel/ml. Untuk mengetahui jumlah sel mikroalga *Chlorella* sp. dilakukan perhitungan jumlah sel mikroalga *Chlorella* sp. setiap 24 jam sekali karena sel mikroalga dapat membelah sampai 3 kali pembelahan tiap harinya (Singh, 2012). Jumlah sel mikroalga *Chlorella* sp. setelah dikultivasi dalam medium Dahril *Solution* adalah 1,002 x 10^6 sel/ml.

3.2 Pengaruh Diameter Media Terhadap Pertumbuhan Sel Mikroalga Chlorella sp. Berbasis Suspensi



Gambar 1. Jumlah Sel Berbasis Suspensi

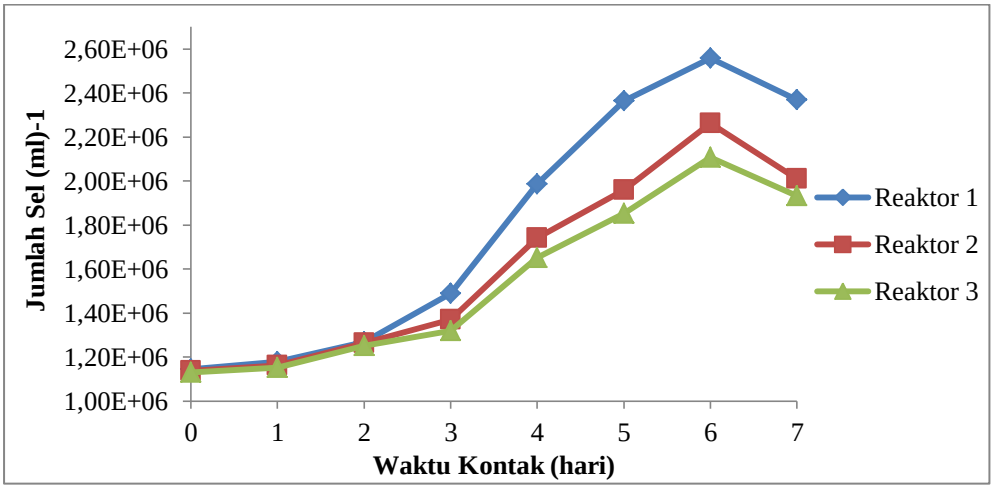
Jumlah sel awal *Chlorella* sp. dalam setiap reaktor adalah 1×10^6. Pada hari ke-0, jumlah sel mikroalga tidak banyak berbeda dari setiap reaktor. Jumlah sel reaktor kontrol, 1, 2, dan 3 berturut-turut adalah 1.119×10^6 sel/ml, 1.131×10^6 sel/ml, 1.128×10^6 sel/ml, 1.109×10^6 sel/ml. Pada reaktor kontrol terjadi fase eksponensial pada pada hari ke-1 hingga hari ke-4, sedangkan reaktor 1, 2, 3 mengalami fase eksponensial pada hari ke-1 hingga hari ke-6.

Reaktor kontrol mengalami peningkatan jumlah sel lebih singkat karena tidak ada *biocarrier* yang menghambat akumulasi jumlah sel suspensi. Hal ini juga diungkapkap dalam penelitian Hultberg (2016), yaitu kandungan bahan organik dan nutrisi menjadi berkurang dikarenakan tidak adanya *biocarrier* yang dapat mencegah akumulasi sel mikroalga berbasis suspensi.

Reaktor 1 mengalami peningkatan jumlah sel yang lebih besar dari reaktor lain yang berisi media. Peningkatan ini terjadi karena sirkulasi media dalam reaktor yang cukup merata sehingga sel yang melekat dapat menghambat akumulasi sel mikroalga yang tersuspensi (Essa, 2017). Reaktor 2 dan 3 mengalami peningkatan

jumlah sel mikroalga yang lebih sedikit karena sirkulasi media tidak terlalu sempurna, sehingga media tidak mengalami pertumbuhan biofilm yang baik.

3.3 Pengaruh Diameter Media Terhadap Pertumbuhan Sel Mikroalga *Chlorella* sp. Berbasis Biofilm

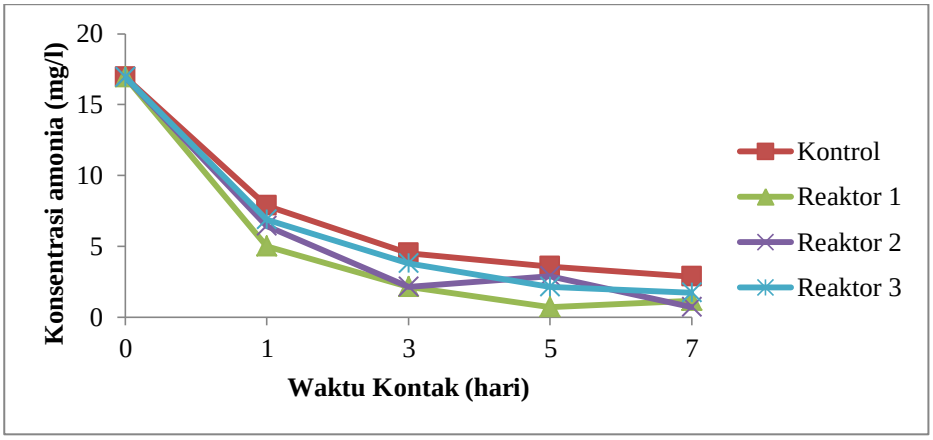


Gambar 2. Jumlah Sel Berbasis Biofilm

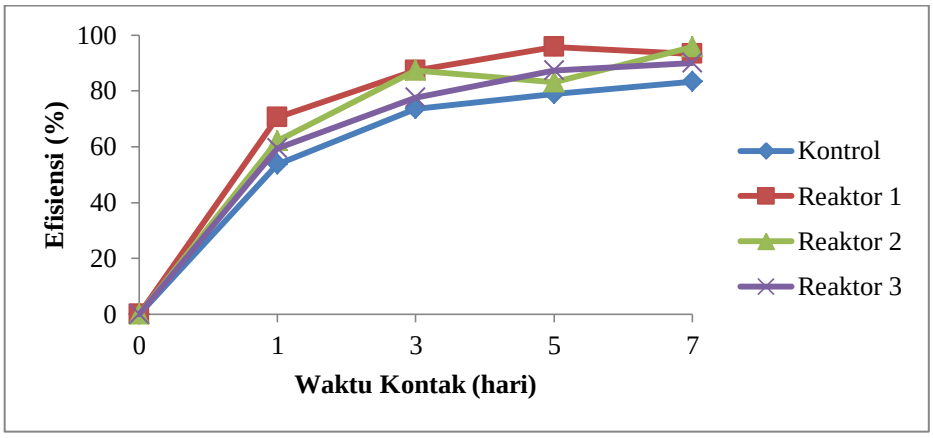
Jumlah sel mikroalga *Chlorella* sp. yang melekat berasal dari proses aklimatisasi. Pada hari ke 0, jumlah sel mikroalga melekat pada reaktor 1, 2, dan 3 berturut-turut adalah 1,145 x 10^6 sel/ml, 1,137 x 10^6 sel/ml dan 1,131 x 10^6 sel/ml. Pada hari ke-7, semua reaktor mengalami penurunan pertumbuhan. Hal ini disebabkan karena berkurangnya nutrien yang terdapat di kultur (Lau, et al., 1997). Biofilm yang terlalu tebal pada beberapa media juga mempengaruhi penetrasi cahaya dan difusi oksigen terhadap sel alga. Hal inilah yang menyebabkan kematian pada sel alga dan menurunkan angka pertumbuhan (Forrest, 2016).

Reaktor 1 yang berisi *biocarrier* sedotan plastik 0,5 inch memiliki jumlah sel yang lebih banyak daripada reaktor dengan media sedotan plastik ¾ dan 1 inch. Hal ini disebabkan oleh sirkulasi media dalam reaktor yang lebih merata dan semakin banyak luas permukaan yang terpakai untuk melekatnya mikroalga membentuk biofilm (Fongsatitkul, et al., 2008).

3.4 Efisiensi Penyisihan Amonia



Gambar 3. Konsentrasi Penyisihan Amonia



Gambar 4. Efisiensi Penyisihan Amonia

Penurunan terbaik selama proses pengolahan terjadi pada hari ke-5 dan ke -7 masing-masing pada reaktor 1 dan 2 yaitu sebesar 0.714 mg/l. Penurunan terbaik pada reaktor kontrol terjadi pada hari ke-7 sebesar 2.84 mg/l, sedangkan reaktor 3 menghasilkan penurunan terbaik pada hari ke-7 sebesar 1.71 mg/l. Efisiensi terbaik terjadi pada hari ke-5 dan ke-7 pada reaktor 1 dan 2 yaitu 95.78%. Reaktor kontrol menghasilkan efisiensi terbaik pada hari ke-7 sebesar 83.24% dan reaktor 3 menghasilkan efisiensi terbaik pada hari ke-7 sebesar 89.91%

Ketidakstabilan efisiensi penyisihan amonia yang terjadi dapat disebabkan oleh materi organik yang didegradasi oleh bakteri nitrifikasi tidak stabil, sehingga akan mempengaruhi konsentrasi amonia. Ketika air limbah mengandung banyak organik, maka bakteri heterotrofik akan terbentuk sangat cepat dan melekat di media. Oleh karena itu, populasi bakteri nitrifikasi yang sedikit dapat tumbuh dibagian luar permukaan biofilm yang tidak menguntungkan untuk penyisihan amonia.

Ketidakstabilan penyisihan amonia juga terkait dengan hubungan antara alga dan bakteri nitrifikasi. Hubungan ini dilakukan dengan cara bakteri membantu memecahkan senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti amonium, nitrogen, fosfat, dan karbon dioksida sehingga dapat dimanfaatkan oleh alga (Zhang, *et al*., 2008). Amonium dari proses nitrifikasi yang belum dimanfaatkan oleh alga untuk pembentukan biomassa inilah yang dapat mempengaruhi hasil penyisihan amonia dalam air limbah dan menyebabkan ketidakstabilan penyisihan amonia selama proses pengolahan.

4. KESIMPULAN

Jumlah sel *Chlorella* sp. terbaik terdapat pada reaktor 1 pada hari ke-6 dengan jumlah sel berbasis suspensi 6.28×10^6 sel/ml dan berbasis biofilm 2.55×10^6 sel/ml, sedangkan efisiensi penyisihan amonia terbaik terjadi pada reaktor 1 pada hari ke-5 dan reaktor 2 pada hari ke-7 dengan efisiensi sebesar 95.78%.

5. DAFTAR PUSTAKA

Bashan, Y. 2010. Microalgal for Removing Pollutants : Review of Practical Aspects. *Bioresource Technology*. 101, 1611-1627.

Essa, Nadya. 2017. Aplikasi Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor (SBBGR) Pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Dalam Skala Laboratorium. *Skripsi*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh November.

Fongsatitkul. et al. 2008. Treatment of Four Industrial Wastewater by Sequencing Batch Reactor: Evaluation of COD, TKN, and TP Removal. *Environmental Technology*. 29,1257-1264.

Forrest, D., Delatolla, R., Kennedy, K., 2016. Carrier Effects on Tertiary Nitrifying Moving Bed Biofilm Reactor: an Examination of Performance, Biofilm and Biologically Produced Solids. *Journal of Environment*. 37, 662–671.

Hultberg, M. dkk. 2016. Microalgal Growth in Municipal Wastewater Treated in an Anaerobic Moving Bed Biofilm Reactor. *Bioresource Technology*. 207,19-23.

Kawaroe, M., dkk. 2010. *Mikroalga Potensi dan Pemanfaatan untuk Produksi Bio Bahan Bakar*. Bogor: IPB Press.

Lau,P.S., Tam, N.F.Y., Wong, Y.S 1997. Effect of Carrageenan Immobilization on the Physicological Activities of Chlorella vulgaris. *Journal Bioresource Technology*. 114, 26-32.

Lotito, dkk. 2011. Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor fot Textile Wastewater Treatmet. *Journal of Environment*. 51, 46-337.

Mata, T. 2010. Microalgae for Biodiesel and Other Application : A Review,

Renewable, and Sustainable Energy. *Journal of Technology*. 332, 99-109.

Mutjaba, G., Rizwan, Lee, K. 2017. Removal of Nutrient and COD from Wastewater Using Symbiotic Co-Culture of Bacterium *Pseudomonas putida* and Immobilized Microalgal *Chlorella vulgaris. Journal of Industrial and Engineering*. 49, 145-151.

Said, Nusa Idaman dan Ineza. 2002. Uji Performance Air Limbah Rumah Sakit dengan Proses Biofilter Tercelup. *Jurnal Air Indonesia*. 29, 89-129.

Said, Nusa Idaman dan Teguh Iman. 2015. Penghilangan Polutan Organik dan Padatan Tersuspensi didalam Air Limbah Domestik dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). *Jurnal Air Indonesia*. 8, 24-31.

Sugiharto. 2008. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: UI-Press.

Ugwu, U., Aoyagi, H., Uchiyama, H. 2008. Photobioreactor for mass cultivation of algae. *Bioresource Technology* 99, 4021-4028.