

KAJIAN *MOVING BED BIOFILM REACTOR* (MBBR) PADA SISTEM INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) MOOKERVART

Dinda Febri Istiana^{1✉}, Amaliyah², Trimo Pamudji Al Djono

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna, Jakarta

²Dosen Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna, Jakarta

Email : dindafeis24@gmail.com

Abstrak

Ketersediaan air minum merupakan komponen terpenting dari kebutuhan dasar yang dibutuhkan manusia untuk menjalankan kehidupannya sehari-hari. Kekurangan ketersediaan sumber air minum di area Rusunawa Pesakih dengan sumber air bakunya dari Kali Mookervart dan Waduk Rusunawa Daan Mogot. Untuk memenuhi kebutuhan air minum masyarakat yang tinggal di Rusunawa Pesakih, dibangun suatu instalasi pengolahan air minum (IPA) Mookervart, menggunakan proses *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR), *Clarifier*, *Ultra Filtration*, dan *Brackish Water Reverse Osmosis System*. Teknologi MBBR sendiri mampu meremoval kandungan beban pencemar seperti BOD, COD, dan Ammonia di dalam air baku dengan menggunakan media PVA Gel untuk pertumbuhan Biofilm. Dalam kajian ini, digunakan data sekunder dan primer. Pengumpulan data ini didapatkan dari dokumen arsip IPA Mookervart PAM Jaya dan pengambilan sampel di lokasi. Disimpulkan bahwa pada MBBR kadar parameter mengalami penurunan yaitu BOD 31,5 mg/l, COD 80,0 mg/l, sedangkan ammonia menjadi 18,83 mg/l. Berdasarkan data dari perhitungan efisiensi MBBR dapat diturunkan parameter BOD 41% dan COD 21%, sedangkan Ammonia masih berada di ambang batas baku mutu dengan efisiensi mencapai -2224%. Disarankan untuk memantau secara rutin kinerja MBBR, mengamati perubahan yang mungkin terjadi seiring waktu dan mengambil langkah yang diperlukan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memilih dan mengoptimalkan media biofilm yang paling sesuai dengan kondisi dan tujuan IPA Mookervart.

Kata Kunci: Instalasi Pengolahan Air (IPA) Mookervart, *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR), BOD, COD, dan Ammonia.

Abstract

The availability of drinking water is the most important component of the basic human need to carry out their daily lives. The drinking water sources in the Rusunawa Pesakih area are not enough, which is the raw water sources from the Mookervart River and the Rusunawa Daan Mogot Reservoir. Therefore, to meet the needs of the people living in Rusunawa Pesakih for water, especially drinking water, a Mookervart drinking water treatment plant (WTP) was built with the Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR), Clarifier, Ultra Filtration, and Brackish processes. Water Reverse Osmosis System. MBBR Technology itself can remove pollutant loads such as BOD, COD, and Ammonia in raw water using PVA Gel media for Biofilm growth. This study uses secondary and primary data. The data were obtained from IPA Mookervart PAM Jaya documents and sampling at the location. It was concluded that in MBBR the parameter levels had decreased, namely BOD 31.5 mg/l, COD 80.0 mg/l, while ammonia became 18.83 mg/l, based on data from efficiency calculation MBBR could reduce the parameters BOD 41% and COD 21 %, while Ammonia is still at the threshold of quality standards with efficiency reaching -2224%. It is recommended to monitor regularly the MBBR performance. to observe changes that may occur over time and take necessary steps. Further research is needed to select and optimize the biofilm media that best suits the conditions and objectives at the Mookervart IPA

Keywords: Mookervart Water Treatment Plant (WTP), *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR), BOD, COD, and Ammonia.

PENDAHULUAN

Ketersediaan air minum merupakan komponen terpenting dari kebutuhan dasar yang dibutuhkan manusia untuk menjalankan kehidupannya sehari-hari. Worldometer merilis jumlah Penduduk Indonesia hingga 2022 sebanyak 278,7 jiwa. Dengan jumlah penduduk yang semakin meningkat, masyarakat dihadirkan kepada masalah kebutuhan air bersih yang akan terus bertambah.

Kekurangan tersedianya sumber air minum, pelayanan penyediaan yang belum merata di area Rusunawa Pesakih yang mana sumber air bakunya adalah Kali Mookervart dan Waduk Rusunawa Daan Mogot. Kondisi ini mengakibatkan berkurangnya kuantitas air minum dalam memenuhi kebutuhan masyarakat sehari-hari.

Pemenuhan kebutuhan masyarakat yang tinggal di Rusunawa Pesakih akan air, khususnya air minum, maka dibangun suatu instalasi pengolahan air minum. PAM Jaya sebagai Badan Usaha daerah Pemerintah Provinsi DKI Jakarta yang bertanggung jawab terhadap kebutuhan air minum di daerah DKI Jakarta termasuk untuk Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR), PAM Jaya hendak meningkatkan pelayanan kebutuhan air minum baik dari segi kualitas, kuantitas dan kontinuitas untuk masyarakat yang tinggal di Rusunawa Pesakih, Daan Mogot, Jakarta.

Secara kasat mata, air baku yang bersumber dari Kali Mookervart kotor, berwarna hitam, maka instalasi pengolahan yang dibangun terdiri dari pengolahan air limbah dan air minum. Pemenuhan kualitas air minum dapat dilakukan dengan pengolahan air yang dilakukan pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Mookervart yang didalamnya menggunakan proses *Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)*, *Clarifier*, *Ultra Filtration*, dan *Brackish Water Reverse Osmosis System*. Teknologi *MBBR* sendiri mampu meremoval kandungan beban pencemar seperti BOD, COD, dan Ammonia

di dalam air baku dengan menggunakan media PVA Gel untuk pertumbuhan Biofilm.

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah Bagaimana kemampuan *Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)* dalam menurunkan kadar, BOD, COD, dan Ammonia di dalam air.

Tujuan kajian ini dimaksudkan untuk: Mengkaji kemampuan *Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)* dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan Ammonia di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Mookervart; Menghitung efisiensi *MBBR* dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan Ammonia tersebut di IPA Mookervart.

Manfaat dari kajian ini adalah sebagai berikut: Sebagai sumber informasi yang bermanfaat untuk meningkatkan wawasan dan pengetahuan mengenai sistem pengolahan air; Sebagai pembanding bagi kajian lain dalam kajian yang serupa; Sebagai bahan informasi bagi Masyarakat sekitar untuk dapat menjaga kelestarian air kali dan Waduk Mookervart yang merupakan sumber air baku; Sebagai masukan bagi perkembangan ilmu pengetahuan dalam bidang sistem pengolahan air.

STUDI LITERATUR

Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)

Moving Bed Biofilm Reactor adalah ide untuk mengoptimalkan proses yang terbaik dari activated *sludge* dan biofilter. Pada umumnya *MBBR* menggunakan seluruh volume biomassa untuk menumbuhkan mikroorganisme dan *MBBR* ini tidak memerlukan *recycle* lumpur. Ini memungkinkan pertumbuhan biomassa pada media yang bergerak bebas di dalam reaktor karena sekat berlubang mencegah media keluar dari reaktor.

Pada umumnya *MBBR* menggunakan seluruh volume biomassa untuk menumbuhkan mikroorganisme dan *MBBR* ini tidak memerlukan *recycle* lumpur. Ini memungkinkan pertumbuhan biomassa pada media yang bergerak bebas di dalam reaktor

karena sekat berlubang mencegah media keluar dari reaktor.

Operasi MBBR Dalam Pengolahan Air

MBBR dapat dioperasikan dengan berbagai proses, tergantung pada tujuan pengolahan air limbah. Jika tujuannya adalah untuk menurunkan konsentrasi senyawa organik saja, maka proses aerobik saja sudah cukup. Namun, jika tujuannya juga untuk menurunkan konsentrasi nitrogen, maka proses anoksik juga diperlukan. Proses anoksik adalah proses yang terjadi tanpa oksigen, di mana mikroorganisme akan menggunakan nitrat sebagai penerima elektron dan mengubahnya menjadi gas nitrogen yang tidak berbahaya bagi lingkungan.

MBBR memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan metode pengolahan air limbah biologis lainnya, seperti:

- Mampu menangani beban organik yang tinggi dengan efisiensi penyisihan yang baik.
- Membutuhkan ruang yang lebih kecil daripada sistem konvensional seperti *activated sludge* atau trickling filter.
- Menghasilkan lumpur yang lebih sedikit dan mudah dipisahkan dari air bersih.
- Tidak memerlukan sistem pengembalian lumpur atau pengaturan tebal lumpur.

Penurunan BOD menggunakan MBBR

Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan *Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)* dengan Proses Aerobik-Anoksik untuk Menurunkan Konsentrasi Senyawa Organik dan Nitrogen, yang menguji kinerja *MBRR* dalam mengolah limbah domestik dengan variasi konsentrasi BOD sesuai dengan konsentrasi yang berasal dari inlet dan outlet unit ABR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *MBRR* dengan media kaldness mampu menurunkan kandungan organik sebesar 81,4%; BOD sebesar 83,6%; ammonium-nitrogen sebesar 92,8%; nitrat-nitrogen sebesar 66,4% dan nitrit-nitrogen sebesar 99,7%. Selain itu, durasi pengolahan limbah dengan

hasil optimum dicapai pada reaktor dengan durasi pengolahan aerobik selama 31,5 jam dan anoksik selama 13,5 jam.

Penurunan COD menggunakan MBBR

F203 Pengolahan Lindi Menggunakan *Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)* dengan Pre-treatment Ozon untuk menurunkan Konsentrasi COD, yang menjelaskan bahwa *pre-treatment* dengan ozon dan *MBBR* optimum dalam mengoksidasi zat organik. Pre-treatment dengan ozon optimum pada variasi waktu operasi 48 jam dengan reduksi mencapai 53,85%. Pengolahan lindi dengan *MBBR* optimum mereduksi COD pada variasi durasi proses aerobik 36 jam dan anoksik 9 jam dengan besar reduksi 92%.

Penurunan Ammonia menggunakan MBBR

MBBR dapat menurunkan Ammoniak, yaitu bentuk nitrogen yang berpotensi menimbulkan eutrofikasi dan toksisitas pada air limbah, dengan efisiensi yang tinggi. Hal ini karena *MBBR* dapat melakukan proses nitrifikasi dan denitrifikasi secara bersamaan di dalam reaktor yang sama. Proses nitrifikasi adalah proses pengubahan Ammoniak menjadi nitrit dan nitrat oleh bakteri nitrifikasi dengan menggunakan oksigen sebagai penerima elektron. Proses denitrifikasi adalah proses pengubahan nitrat menjadi gas nitrogen oleh bakteri denitrifikasi dengan menggunakan senyawa organik sebagai donor elektron. Proses nitrifikasi dan denitrifikasi ini dapat terjadi secara bergantian di dalam reaktor *MBBR* dengan cara mengatur siklus waktu antara fase aerobik dan anoksik.

METODE

Penelitian ini termasuk pada penelitian kuantitatif, yaitu penelitian yang bermaksud untuk mengetahui efisiensi penurunan BOD, COD dan Ammonia pada *Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)* dengan menggunakan media PVA Gel untuk pertumbuhan Biofilm. Penelitian yang dilakukan berusaha menelaah secara cermat dan sistematis mengenai *Moving Bed Biofilm*

Reactor (MBBR) yang dapat menurunkan kadar BOD, COD, dan Ammonia pada IPA.

Kajian ini dilakukan di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Mookervart PAM Jaya Daan Mogot Jakarta Barat, kemudian pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Balai Teknologi Air Minum.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Kemampuan MBBR dalam Menurunkan Kadar BOD, COD, dan Ammonia

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *MBBR* memiliki kemampuan yang signifikan dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan Ammonia di IPA Mookervart. Pada awal pengolahan, konsentrasi BOD, COD, dan Ammonia dalam air baku sebesar 53,4 mg/l; 100 mg/l; dan 0,81 mg/l. Namun, setelah melewati proses *MBBR*, terjadi penurunan pada parameter BOD, COD. Penurunan kadar BOD, COD menunjukkan bahwa *MBBR* efektif dalam menguraikan senyawa organik dan zat pencemar lainnya dalam air limbah.

Efisiensi MBBR dalam Penurunan Kadar BOD, COD, dan Ammonia

Efisiensi *MBBR* dalam penurunan kadar BOD, COD, dan Ammonia di IPA Mookervart dihitung berdasarkan perbandingan antara konsentrasi awal dan konsentrasi akhir setelah melewati proses *MBBR*. Hasil analisis menunjukkan bahwa efisiensi *MBBR* dalam penurunan kadar BOD mencapai persentase 41%, efisiensi penurunan COD mencapai persentase 20% sedangkan efisiensi Ammonia memiliki persentase -2224%. Hal ini mengindikasikan bahwa *MBBR* efektif dalam menghilangkan senyawa organik.

MBBR kurang efektif menurunkan kadar Ammonia karena memiliki nilai minus (-) yang menunjukkan nilai inlet lebih kecil daripada nilai outlet. Penurunan kadar ammonia seharusnya nilai outlet lebih kecil daripada inlet. Hal ini memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perbedaan data inlet dan data outlet. Ammonia yang tidak sempurna dapat menyebabkan kualitas air menurun. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi yang

mempengaruhi kadar Ammonia tinggi, kadar Ammonia dapat berasal dari penguraian zat organik atau air buangan industri ataupun limbah domestik. Adanya ammonia tergantung pada beberapa faktor yaitu sumber asalnya ammonia, tanaman air yang menyerap ammonia sebagai nutrisi, konsentrasi oksigen, dan temperature.

PENUTUP

Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam tentang kemampuan *Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)* dalam mengurangi kadar BOD, COD, dan Ammonia di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Mookervart dengan kapasitas 7-8 liter/detik.

Pada inlet *MBBR* kadar parameter BOD 53,4 mg/l, COD 100 mg/l, dan Ammonia 0,81 mg/l. Pada outlet *MBBR* kadar parameter mengalami penurunan yaitu BOD 31,5 mg/l, COD 80,0 mg/l, sedangkan ammonia menjadi 18,83 mg/l. Proses biodegradasi dalam *MBBR* berhasil mengurangi konsentrasi pencemar tersebut secara signifikan.

Berdasarkan data dari perhitungan dan grafik *MBBR* dapat menurunkan parameter BOD 41% dan COD 21%, sedangkan Ammonia masih berada di ambang batas baku mutu dengan efisiensi mencapai -2224%.

Kinerja *MBBR* dengan kapasitas IPA Mookervart 7-8 liter/detik memberikan pengaruh signifikan menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam mengolah air baku terhadap parameter BOD, dan COD

Penerapan *MBBR* sebagai metode pengolahan air menggambarkan inovasi teknologi yang efektif dalam peningkatan kualitas air limbah di IPA Mookervart.

Saran

Berdasarkan temuan dalam penelitian ini, diperlukan adanya saran untuk perkembangan penelitian selanjutnya mengenai *MBBR* dalam pengolahan air, yaitu

perlu melakukan pemantauan rutin atas kinerja *MBBR*, untuk mengamati perubahan yang mungkin terjadi seiring waktu dan mengambil langkah yang diperlukan.

Melanjutkan penelitian terkait penyesuaian parameter operasional seperti laju aliran, suhu, dan oksigen terlarut dalam rangka meningkatkan efisiensi proses.

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memilih dan mengoptimalkan media biofilm yang paling sesuai dengan kondisi dan tujuan di IPA Mookervart.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi kapasitas untuk memahami bagaimana *MBBR* dapat diterapkan dalam skala yang lebih besar atau dengan kebutuhan yang berbeda.

Melakukan pelatihan dan pendidikan kepada operator terkait operasi dan pemeliharaan *MBBR* secara efisien dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

Ana Anisa & Welly Herumuti. 2017. Tentang Pengolahan Limbah Domestik)

Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) dengan Proses Aerobik-Anoksik untuk Menurunkan Nitrogen

Arina Wida & Welly Herumuti. 2018. Tentang Pengolahan Lindi Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) dengan Pre-treatment Ozon untuk Menurunkan Konsentrasi COD.

M. Kholif, Joko D. & Ilham D., 2018. Tentang Penurunan Beban Pencemar Pada Limbah Domestik Dengan Menggunakan Moving Bed Biofilter Reaktor (MBBR)

Nuriflail Rio Jusepa & Welly Herumuti. 2016. Tentang Pengolahan Lindi Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor dengan Proses Anaerobik Aerobik-Anoksik.

NUSA I. SAID & M. RIZKI. 2014. Tentang Penghilangan Amoniak Di Dalam Air Limbah Domestik Dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)

