



DESAIN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PUSKESMAS TERIAK KECAMATAN TERIAK KABUPATEN BENGKAYANG

Yanuarius Dwi Haryanto¹, Suharno Suharno^{1✉}, Asmadi Asmadi¹

¹) Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Pontianak

E-mail: suharnopontianak@gmail.com

ABSTRACT

Community health center wastewater contains pathogenic compounds and microorganisms that have the potential to pollute the environment. Teriak Community Health Center does not yet have an IPAL. The research aims to plan a WWTP design that meets wastewater treatment standards at the Teriak Community Health Center with an anaerobic-aerobic biofilter system. This WWTP design uses a combination of Tawon's Nest media and Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) media. This research is descriptive in nature with an observational method where the researcher plans the design of the IPAL unit according to standards. The research results show that the volume of the operational unit and process of the WWTP is the initial storage tank (2.11m x 0.80m x 1.80m), the anaerobic tank with honeycomb media (2.81m x 0.80m x 1.80m), the aerobic tank with MBBR media (2.81m x 0.80m x 1.80m), final storage tank (2.11m x 0.80m x 1.80m), and control tank (1m x 1m x 0.80m). The budget for building an IPAL is IDR. 42,440,850.00. Suggestions for the local government of Bengkayang Regency, they can use this research as a reference for the construction of the Teriak Community Health Center IPAL.

Keywords : Wastewater Treatment Facility, Biofilter, Anaerobic, Aerobic, Community Health Center Wastewater

ABSTRAK

Air limbah Puskesmas mengandung senyawa dan mikroorganisme patogen yang berpotensi mencemari lingkungan. Puskesmas Teriak sampai saat ini belum memiliki IPAL. Penelitian bertujuan merencanakan desain IPAL yang memenuhi standar pengolahan air limbah di Puskesmas Teriak dengan sistem biofilter anaerob-aerob. Desain IPAL ini menggunakan kombinasi media Sarang Tawon dan Media *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). Penelitian ini bersifat deskriptif dengan metode observasional dimana peneliti merencanakan desain unit IPAL sesuai standar. Hasil penelitian menunjukkan volume unit operasi dan proses IPAL yaitu bak penampungan awal (2,11m x 0,80m x 1,80m), bak anaerob media sarang tawon (2,81m x 0,80m x 1,80m), bak aerob media MBBR (2,81m x 0,80m x 1,80m), bak penampungan akhir (2,11m x 0,80m x 1,80m), dan bak kontrol (1m x 1m x 0,80m). Anggaran untuk membangun IPAL sebesar Rp. 42.440.850,00. Saran untuk pemerintah daerah Kabupaten Bengkayang, dapat menggunakan penelitian ini sebagai acuan pembangunan IPAL Puskesmas Teriak.

Kata kunci : Instalasi Pengolahan Air Limbah, Biofilter, Anaerob, Aerob, Air Limbah Puskesmas

Pendahuluan

Peran pelayanan kesehatan dasar dan keberadaan pusat kesehatan masyarakat (Puskesmas) sangat penting sebagai ujung tombak penyelenggaraan pelayanan kesehatan dasar di tingkat Masyarakat (Ivana et al., 2020). Puskesmas memiliki peranan penting sebagai pusat pelayanan kesehatan, baik promotif, preventif, kuratif dan rehabilitative (Manisah et al., 2023). Namun, Puskesmas juga memiliki potensi sebagai sumber infeksi dan penyebaran

penyakit pada masyarakat jika tidak dilengkapi dengan sarana air, sanitasi dan kebersihan atau dikenal secara global dengan istilah *Water, Sanitation, Hygiene* (WASH) yang layak. Kurang tersedianya sarana sanitasi di fasyankes seringkali dihubungkan dengan penyebaran pada *healthcare associated infections* (HAIs) (Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Kesehatan & UNICEF, 2020).

Permenkes RI No. 43 tahun 2019 tentang Puskesmas menyebutkan bahwa Puskesmas harus melakukan pengelolaan Kesehatan Lingkungan antara lain air bersih, pengelolaan limbah medis dan non medis baik padat maupun cair sesuai ketentuan perundang-undangan. Air limbah yang dihasilkan oleh unit medis dan kesehatan, seperti Puskesmas merupakan sumber pencemaran air yang sangat mungkin terjadi. Hal ini karena limbah dari Puskesmas mengandung senyawa organik yang sangat tinggi yang kemungkinan juga mengandung senyawa dan mikroorganisme patogen, serta logam berat dari media laboratorium. Puskesmas sebagai salah satu penghasil air limbah wajib memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan harus melakukan treatment pada air limbah yang dihasilkan sebelum dibuang ke badan air sesuai dengan baku mutu yang diperbolehkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup. Salah satu IPAL yang digunakan dalam perancangan ini adalah kombinasi teknologi Sarang Tawon dan *Media Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR).

Biofilter sarang tawon merupakan metode penyaringan air limbah dengan memanfaatkan kehadiran secara buatan dari kelompok mikroba yang melekat pada media yang dipakai. Mikroba yang melekat pada media penyaringan dapat mengurai zat organik yang ada pada air limbah (Ronny, 2017). Pada media sarang tawon anaerob air limbah akan melewati media yang dilapisi oleh film yang merupakan koloni mikroba anaerob, saat melewati media ini zat organik tertahan oleh filter dan akan didegradasi oleh mikroba yang menempel pada filter tersebut sehingga jumlahnya semakin berkurang yang menyebabkan kadar BOD menurun.

Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) merupakan *Attached Growth System* dengan memanfaatkan biofilm atau mikroorganisme yang tumbuh pada media. Media tersebut memiliki luas permukaan yang besar untuk mengoptimalkan kontak antara air limbah, udara dan mikroorganisme (Said & Santoso, 2015). Hal ini juga menyebabkan jumlah lumpur yang dihasilkan jauh lebih sedikit dibandingkan sistem pengolahan air limbah aerobik yang lain. MBBR dapat dioperasikan secara anaerobik, aerobik atau kombinasi keduanya; dapat digunakan untuk menghilangkan COD, BOD, nitrogen dan fosforus; waktu retensinya sangat pendek; biaya investasinya minimal; tidak diperlukan

adanya daur ulang (*recycle*) lumpur; energi yang dibutuhkan relatif rendah; perawatannya mudah; biaya perawatannya murah (Supriyanto & Issa, 2017).

Desain IPAL di Puskesmas Teriak disesuaikan dengan jumlah kunjungan pasien pada tahun 2022 sebanyak 1.440 jiwa. Dengan demikian rata-rata per bulan sebanyak 120 kunjungan. Sementara, jumlah karyawan 56 orang.

Sementara itu Puskesmas harus menyediakan Instalasi Pengolahan Air Limbah, sesuai dengan mandat Permenkes no. 43 tahun 2019 tentang Puskesmas. Oleh karena itu, perencanaan desain IPAL yang baik dan sesuai dengan kebutuhan Puskesmas Teriak sangat penting untuk mendukung penyelenggaraan pelayanan kesehatan.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan metode observasional yang bertujuan merencanakan desain unit IPAL yang memenuhi standar pengolahan air limbah Puskesmas Teriak dengan system biofilter anaerob-aerob untuk pengolahan optimal air limbah. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret s.d. Juni 2023 di Puskesmas Teriak, Kecamatan Teriak, Kabupaten Bengkayang. Objek dalam penelitian ini adalah IPAL di Puskesmas Teriak Kecamatan Teriak Kabupaten Bengkayang.

Dalam Perencanaan desain IPAL, langkah-langkah melibatkan studi literatur untuk pemahaman jenis IPAL, penentuan jenis IPAL yang sesuai, karakteristik limbah, pengukuran debit air, waktu tinggal, perhitungan dimensi IPAL, dan pembuatan denah dan potongan instalasi. Perencanaan Desain IPAL terdiri dari penampungan awal, bak anaerob media sarang tawon, bak aerob media MBBR, bak penampungan akhir, dan bak kontrol.

Teknik pengumpulan data primer diperoleh dari hasil observasi dilapangan mengenai jumlah limbah yang dihasilkan perhari. Data sekunder didapatkan dari Puskesmas yang terkait dengan penelitian. Instrumen pengumpulan data yang digunakan adalah lembar pengamatan. Data hasil penelitian yang sudah dikumpulkan dari hasil pengolahan dikelompokkan, kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Sumber air limbah di Puskesmas Teriak berasal dari berbagai area, termasuk ruang tunggu pasien, ruang tindakan gawat darurat, ruang bersalin, ruang rawat inap, ruang klinik umum, klinik mulut dan gigi, ruang farmasi, ruang isolasi, ruang ambil sampel dan laboratorium, dapur, laundry, dan ruang pengelola Puskesmas. Setiap area tersebut memberikan kontribusi unik terhadap komposisi limbah, mencakup berbagai layanan kesehatan dan fasilitas administrasi yang ada di Puskesmas.

Metode pengolahan air limbah di Puskesmas Teriak melibatkan proses Biofilter Anaerob-Aerob, tahap awal bak penampungan awal untuk sedimentasi partikel lumpur dan kotoran organik. *Grease trap* juga berperan dalam pengendalian aliran dan pengurai senyawa organik padatan.

Air limbah selanjutnya masuk ke reaktor biofilter anaerob yang diisi media sarang tawon plastik. Bakteri anaerobik dan fakultatif aerobik menguraikan zat organik, membentuk lapisan film mikro-organisme yang berkontribusi pada proses penguraian. Air dari reaktor ini mengalir ke reaktor biofilter aerob, terdiri dari dua ruangan dengan media MBBR dan sarang tawon plastik. Aerasi meningkatkan efisiensi penguraian zat organik, deterjen, dan mempercepat nitrifikasi, khususnya dalam penghilangan ammonia (Setiyono & Nugraha, 2019).

Air dari bak aerasi dialirkan ke bak pengendap akhir dan kemudian ke kontaklor khlor untuk disinfeksi menggunakan senyawa khlor guna mematikan mikroorganisme patogen. Efluen hasil khlorinasi dapat langsung dibuang ke sungai atau saluran umum. Hariyani & Sarto (2018) menyatakan bahwa pendekatan kombinasi anaerob dan aerob ini efektif menurunkan kandungan zat organik (BOD, COD), amonia, deterjen, padatan tersuspensi (SS), fosfat, dan parameter lainnya dalam air limbah Puskesmas.

Menghitung volume unit operasi dan proses IPAL Puskesmas Teriak.

Keterangan notasi:

A : Volume bak yang diperlukan

Q : Debit air limbah

Td : Waktu tinggal

P : Panjang bak

L : Lebar bak

T : Tinggi bak

V : Volume efektif

1. Bak Penampungan Awal

Volume bak yang diperlukan

$$(A) = Q \times Td$$

$$= 3,04 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$A = P \times L \times T$$

$$3,04 \text{ m}^3 = P \times 0,80 \text{ m} \times 1,80 \text{ m}$$

$$P = 2,11 \text{ m}$$

Volume efektif = $P \times L \times T$

$$= 2,11 \text{ m} \times 0,80 \text{ m} \times 1,80 \text{ m}$$

$$= 3,04 \text{ m}^3$$

Waktu tinggal rata-rata = V/Q

$$= 3,04/1,012$$

$$= 3 \text{ jam}$$

Dimensi bak penampungan awal yang disarankan untuk Puskesmas Teriak adalah dengan panjang 2,11 meter, lebar 0,80 meter, tinggi 1,80 meter, dan freeboard 0,30 meter. Dimensi ini dirancang memungkinkan sedimentasi partikel lumpur, pasir, dan kotoran organik tersuspensi, serta berfungsi sebagai bak pengontrol aliran dan pengurai senyawa organik padatan sebelum melanjutkan proses pengolahan selanjutnya.

2. Bak Anaerob Media Sarang Tawon

Volume bak yang diperlukan

$$(A) = Q \times Td$$

$$= 1,012 \text{ m}^3/\text{menit} \times 4 \text{ jam}$$

$$= 4,05 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$A = P \times L \times T$$

$$4,05 \text{ m}^3 = P \times 0,80 \text{ m} \times 1,80 \text{ m}$$

$$P = 2,81 \text{ m}$$

Volume efektif = $P \times L \times T$

$$= 4,05 \text{ m}^3$$

Waktu tinggal rata-rata = V/Q

$$= 4,05/1,02$$

$$= 4 \text{ jam}$$

Bak anaerob media sarang tawon yang direkomendasikan untuk Puskesmas Teriak adalah dengan dimensi panjang 2,81 meter, lebar 0,80 meter, tinggi 1,80 meter, dan freeboard 0,30 meter. Dimensi ini disusun dengan mempertimbangkan efisiensi proses penguraian zat organik oleh bakteri anaerobik dalam media sarang tawon, seiring dengan pertumbuhan lapisan film mikro-organisme untuk mengoptimalkan kinerja reaktor anaerob.

3. Bak Aerob Media MBBR

$$(A) = Q \times Td$$

$$= 1,012 \text{ m}^3/\text{menit} \times 4 \text{ jam}$$

$$= 4,05 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$A = P \times L \times T$$

$$4,05 \text{ m}^3 = P \times 0,80 \text{ m} \times 1,80 \text{ m}$$

$$P = 2,81 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume efektif} &= P \times L \times T \\ &= 4,05 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu tinggal rata-rata} &= V/Q \\ &= 4,05/1,02 \\ &= 4 \text{ jam}\end{aligned}$$

Dimensi bak aerob media MBBR yang direkomendasikan untuk Puskesmas Teriak adalah sebagai berikut: panjang 2,81 meter, lebar 0,80 meter, tinggi 1,80 meter, dan freeboard 0,30 meter. Dimensi ini dipilih dengan pertimbangan untuk mendukung efisiensi proses penguraian zat organik melalui media MBBR, yang dirancang untuk meningkatkan area permukaan kontak antara air limbah dan mikroorganisme, mempercepat nitrifikasi, dan meningkatkan efektivitas umum dari pengolahan aerob.

4. Bak Penampungan Akhir

$$\begin{aligned}(A) &= Q \times T_d \\ &= 1,012 \text{ m}^3/\text{menit} \times 3 \text{ jam} \\ &= 3,04 \text{ m}^3/\text{menit} \\ A &= P \times L \times T \\ 3,04 \text{ m}^3 &= P \times 0,80 \text{ m} \times 1,80 \text{ m} \\ P &= 2,11 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume efektif} &= P \times L \times T \\ &= 2,11 \text{ m} \times 0,80 \text{ m} \times 1,80 \text{ m} \\ &= 3,04 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu tinggal rata-rata} &= V/Q \\ &= 3,04/1,012 \\ &= 3 \text{ jam}\end{aligned}$$

Dimensi bak penampungan akhir yang direkomendasikan untuk Puskesmas Teriak adalah sebagai berikut: panjang 2,11 meter, lebar 0,80 meter, tinggi 1,80 meter, dan freeboard 0,30 meter. Dimensi ini didesain untuk mengumpulkan air limbah yang telah melalui proses pengolahan dan membantu memastikan kejernihan air olahan.

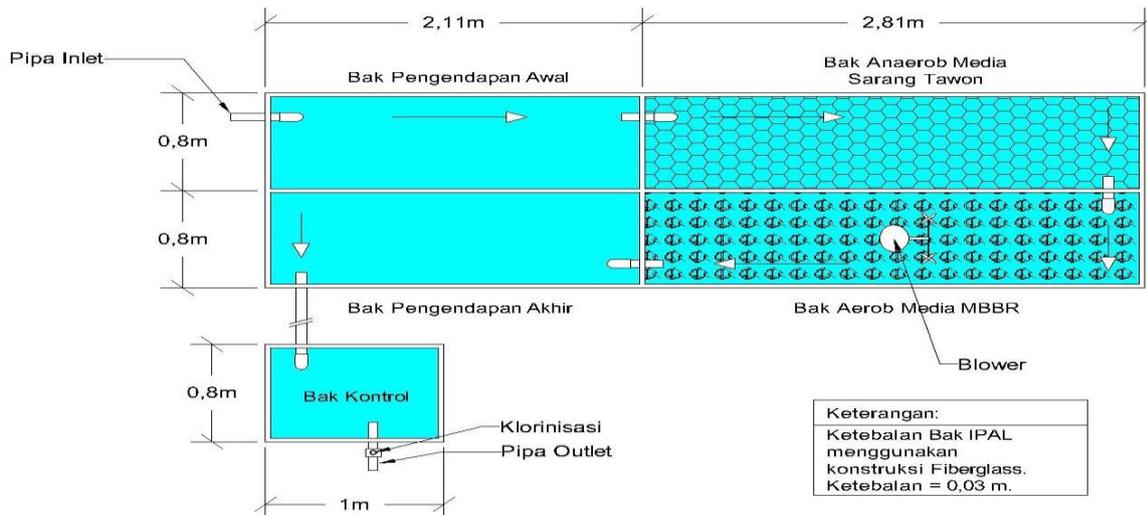
5. Bak Kontrol

Bak kontrol yang direkomendasikan untuk Puskesmas Teriak adalah dengan dimensi panjang 1 meter, lebar 1 meter, tinggi 0,80 meter, dan freeboard 0,30 meter. Dimensi ini didesain untuk menampung air limbah yang telah melewati tahap pengolahan, dan berfungsi sebagai penunjuk kualitas air olahan.

Tabel 1. Rekapitulasi Dimensi Ukuran Tiap Bak

No	Unit	Dimensi Ukuran (m)			Volume (m ³)	Td (jam)
		Panjang	Lebar	Tinggi		
1	Bak Pengendap Awal	2,11	0,8	1,80	3,04	3
2	Bak Anaerob media sarang tawon	2,18	0,8	1,80	4,05	4
3	Bak aerob media MBBR	2,18	0,8	1,80	4,05	4
4	Bak Pengendap akhir	2,11	0,8	1,80	3,04	3
5	Bak Kontrol	1	1	0,80	1,80	
Total		9,58	4,2	8	15,98	14

Tabel 1 menunjukkan rekapitulasi dimensi ukuran tiap bak IPAL. Diketahui bahwa luas lahan yang tersedia masih sangat luas, maka luas lahan yang diperlukan berdasarkan rekapitulasi dimensi ukuran tiap bak sebesar 9,58 m², serta pada sekeliling area IPAL diberikan area bebas 0,30 meter, sehingga keseluruhan luas lahan IPAL yang diperlukan adalah 33,40 m².



Gambar 1. Tampak Atas Desain IPAL Puskesmas Teriak

Gambar 1 merupakan desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Puskesmas Teriak dengan sistem biofilter anaerob-aerob untuk pengolahan air limbah. Berdasarkan hasil perhitungan biaya konstruksi, maka perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan IPAL sebesar Rp.42.440.850,00 (Empat Puluh Dua Juta Empat Ratus Empat Puluh Ribu Delapan Ratus Lima Puluh Rupiah) dan dapat dilihat pada tabel 2. RAB disusun berdasarkan harga satuan upah, bahan dan peralatan kabupaten Bengkayang dan Kota Pontianak tahun 2023. Analisis harga satuan pekerja tahun 2023 yang telah sesuai dengan SNI yang berlaku.

Tabel 2. Rencana Anggaran Biaya IPAL Puskesmas Teriak

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
I	POWER SYSTEM			
1	Panel, Kabel dan Kelengkapan Listrik	1 Paket	1.000.000,-	1.000.000,-
II	TREATMENT SYSTEM BIOFILTER			
1	Media biofilter Sarang Tawon	2,11 m ³	1.500.000,-	3.165.000,-
2	Media biofilte MBBR	2,11 m ³	2.000.000,-	4.220.000,-
3	Blower 100	1 unit	2.850.000,-	2.850.000,-
4	Bak Instalasi	10,30 m ³	1.000.000,-	10.300.000,-
5	Bak Kontrol	1,0 m ³	1.000.000,-	1.000.000,-
II	PERPIPAAN			
1	Pipa	2 m ³	1.550.000,-	3.100.000,-
2	Check Valve dan aksesoris kelengkapan lain	1 Unit	3.500.000,-	3.500.000,-
3	Chlorinator	1 inch	300.000	300.000
4	Flometer	1 inch	300.000	300.000
III	EKSPEDISI	1 Unit	350.000,-	350.000,-
1	Pengiriman Barang (Pontianak – Bengkayang)	1 Paket	350.000,-	350.000,-
IV	INSTALASI DAN SUPERVISI	12 pcs	55.000,-	660.000,-
1	Tenaga ahli (konsultan perencana)	1 Paket	2.000.000,-	2.000.000,-
2	Tenaga ahli (konsultan pengawasan)	1 Paket	2.000.000	2.000.000
3	Tenaga Kerja / tukang	5 hr x 5 or	200.000,-	5.000.000,-
4	Transport dan akomodasi	1 Paket	600.000,-	600.000,-
5	PPN	11%	4.205.850,-	4.205.850,-
			Jumlah	42.440.850,-

PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa desain IPAL Puskesmas Teriak Kecamatan Teriak Kabupaten Bengkayang, memiliki kapasitas tampung 15,98 m³, menggunakan proses Biofilter Anaerob-Aerob yang terdiri dari bak penampungan awal, bak anaerob media sarang tawon, bak aerob media MBBR, bak penampungan akhir, dan bak indikator/kontrol, dengan kebutuhan lahan 33,40 m² berdasarkan debit air limbah sebesar 3.648 liter/hari. Rancangan IPAL ini membutuhkan biaya pembangunan sebanyak Rp.42.440.850,00. Saran untuk pemerintah daerah Kabupaten Bengkayang agar membangun IPAL sesuai dengan penelitian ini demi mendukung penyelenggaraan pelayanan kesehatan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Penelitian dan Pengembangan

Kementerian Kesehatan, & UNICEF. (2020). *Profil Ketersediaan Sarana Air, Sanitasi, dan Higiene di Puskesmas Tahun 2020*.

Hariyani, N., & Sarto, S. (2018). Evaluasi Penggunaan Biofilter Anaerob-Aerob untuk Meningkatkan Kualitas Air Limbah Rumah Sakit. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 34(5), 199–204.

Ivana, T., Taraneti, D., & Permana, L. I. (2020). Analisa Kepuasan Pasien Dalam Pelayanan Kesehatan Di Puskesmas Pembantu Pararapak Kabupaten Barito Selatan Tahun 2019. *Jurnal Keperawatan Suaka Insan (JKSI)*, 5(1), 133–142.

Kementerian Lingkungan Hidup RI. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Jakarta.

Kementrian kesehatan RI. (2019). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 tahun 2019*.

Manisah, M., Kustiawan, K., & Novi, W. (2023). *Analisis Kualitas Pelayanan Kesehatan Di Upt Puskesmas Kecamatan Ungar Kabupaten Karimun*. Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Ronny, R. (2017). Kemampuan Biofilter Sarang Tawon Dalam Menurunkan Kadar Bod Dan Cod Pada Limbah Cair

Rumah Sakit Pendidikan Universitas Hasanuddin. *PROSIDING Seminar Nasional Tahun 2017 ISBN: 2549-0931*, 1(2), 360–366.

Said, N. I., & Santoso, T. I. (2015). Penghilangan Polutan Organik Dan Padatan Tersuspensi Di Dalam Air Limbah Domestik Dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (Mbbbr). *Jurnal Air Indonesia*, 8(1).

Setiyono, S., & Nugraha, Y. W. (2019). Peningkatan Kapasitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik PT Ajinomoto Indonesia. *Jurnal Air Indonesia*, 11(1).

Supriyanto, G., & Issa, T. R. (2017). Inovasi Dan Pengembangan Teknologi Moving Bed Bioreactor (MBBR) Untuk Pengolahan Limbah Cair Domestik, Rumah Sakit Dan Industri. *Simposium II UNIID 2017*, 2(1), 502–506.