

## PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK BEKAS SEBAGAI BIOFILTER AEROBIK DALAM PENURUNAN KONSENTRASI BOD AIR LIMBAH DOMESTIK

(diterima 30 Januari 2022, diperbaiki 20 Februari 2022, disetujui 23 Juni 2022)

**Yesi Okta Sari\*, Hardoyo, Sulastri**

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Malahayati

Kota Bandar Lampung, Indonesia

Email korespondensi\*: [oktasariyesi@gmail.com](mailto:oktasariyesi@gmail.com)

---

**Abstract.** Domestic liquid waste is one of the sources of water environmental pollution because 60% is discharged into the environment without treatment. Plastics are materials that are often wasted in the environment without being used. The purpose of this research is to utilize plastic waste (PET and PVC) to be used as a medium for microbial growth to reduce the BOD of domestic liquid waste. This research was conducted on a laboratory scale using an acrylic reactor with a diameter of 10 cm, a height of 30 cm, with anflow upflow. Domestic liquid waste used is taken from JL. Pramuka Gg. Jambu 2 Bandar Lampung. Sampling was carried out on days 0, 3, 6, and 9. The flow rate used was 3.5 ml/second and with sampling every 3 days. The results showed that both PET and PVC plastic materials could be used as microbial growth media in reducing the BOD of domestic liquid waste. For research until the 9th day, the use of PVC plastic material as a microbial growth medium can reduce BOD by 25.2 mg/l, while the use of PET plastic as a growth medium can only reduce 14.0 mg/l.

**Keywords:** Domestic wastewater; Aerobic Biofilter; Biofilm; Polyethylene Terephthalate (PET); Polyvinyl Chloride (PVC).

**Abstrak.** Limbah cair domestik merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan air karena 60% di buang ke lingkungan tanpa pengolahan. Bahan plastik merupakan bahan yang sering terbuang di lingkungan tanpa didayagunakan. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan limbah plastik (PET dan PVC) sebagai media pertumbuhan mikroba untuk menurunkan BOD limbah cair domestik. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan menggunakan reaktor dari bahan akrilik berdiameter 10 cm, tinggi 30 cm, dengan aliran *upflow*. Limbah cair domestik yang digunakan diambil dari JL. Pramuka Gg. Jambu 2 Bandar Lampung. Sampling dilakukan pada hari ke 0, 3, 6, dan 9. Debit aliran yang digunakan 3,5 ml/detik dan dengan pengambilan sampel setiap 3 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua bahan plastik baik PET maupun PVC dapat digunakan sebagai media tumbuh mikroba dalam penurunan BOD limbah cair domestik. Untuk penelitian sampai hari ke-9, penggunaan bahan plastik PVC sebagai media tumbuh mikroba dapat menurunkan BOD sebesar 25,2 mg/l, sedangkan penggunaan bahan plastik PET sebagai media tumbuh hanya dapat menurunkan 14,0 mg/l.

**Kata kunci:** Air limbah domestik; Aerob Biofilter; Biofilm; Polyethylene Terephthalate (PET); Polyvinyl Chloride (PVC).

© hak cipta dilindungi undang-undang

## PENDAHULUAN

Permasalahan kualitas lingkungan merupakan masalah yang banyak terjadi di kota-kota di Indonesia. Perkembangan kota-kota di Indonesia yang sangat pesat ditandai dengan semakin banyaknya masyarakat yang tinggal di kawasan perkotaan dan mulai banyak pembangunan permukiman-permukiman baru sebagai tempat masyarakat tinggal. Semakin padatnya suatu permukiman, masalah pencemaran akan semakin serius terutama masalah limbah rumah tangga atau yang biasa disebut limbah domestik (Al Kholif, 2020).

Air limbah domestik atau air limbah rumah tangga merupakan limbah cair hasil pembuangan air sisa dari kegiatan mandi, cuci, kakus, serta kegiatan dapur. Kotoran-kotoran itu merupakan gabungan dari zat-zat bahan mineral dan organik yang biasanya berbentuk partikel kecil dan besar, benda padat, dan sisa-sisa bahan larutan dalam keadaan terapung (Pratiwi, 2019).

Populasi penduduk yang mencapai 1.166.066 jiwa dan kepadatan penduduk sekitar 7.109 jiwa/km<sup>2</sup> (Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung, 2021), menjadikan kota Bandar Lampung sebagai pusat perekonomian di Provinsi Lampung. Hal ini berpotensi meningkatkan volume limbah domestik yang ditimbulkan, sehingga berpotensi pula meningkatkan kerusakan dan pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah domestik. Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi Lampung mencatat jika pada tahun 2020 timbulan sampah yang dihasilkan oleh masyarakat Lampung mencapai 4.446,62 ton perhari. Sampah tersebut terbagi menjadi dua jenis yaitu organik dan anorganik.

Salah satu gagasan yang dapat dikemukakan sebagai upaya dalam mengembangkan sistem pengolahan limbah domestik adalah dengan memanfaatkan limbah plastik sebagai media tumbuh mikroba, sehingga membentuk aerobik biofilter. Beberapa penelitian telah dilakukan berhubungan dengan penggunaan limbah plastik sebagai media tumbuh mikroba, botol plastik yang digunakan sebagai media *biofilter* memiliki efisiensi penurunan COD sebesar 86,89% dan BOD sebesar 75,18% (Purnaningtias dan Afiuddin, 2018). Penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan limbah plastik (PET dan PVC) sebagai media pertumbuhan mikroba untuk menurunkan BOD limbah cair domestik.

## METODE

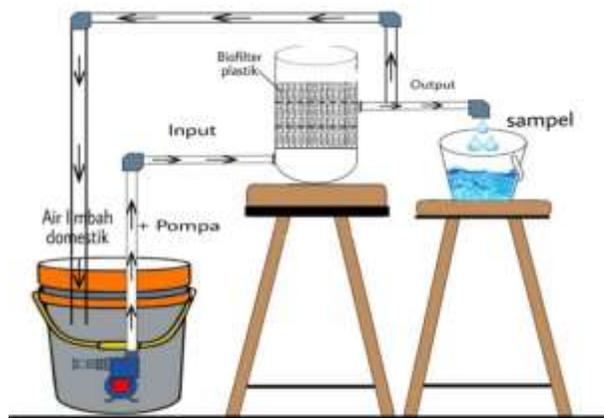
Penelitian dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Malahayati Bandar Lampung. Pengaruh yang diteliti pada penelitian ini adalah pengaruh jenis plastik PET dan PVC terhadap penurunan konsentrasi BOD yang akan dihasilkan melalui proses biofilter aerobik menggunakan aliran *upflow* dan debit.

Metodologi yang digunakan adalah eksperimen. Data primer diperoleh didapat dari hasil penelitian secara langsung, dalam penelitian ini data yang didapat dari pengujian awal sampai pengujian akhir. Data sekunder diperoleh dari berbagai referensi dan inventaris data dari instansi-instansi terkait.

Hasil akhir atau *effluent* dari pengolahan limbah domestik dianalisa di laboratorium untuk kemudian dihitung efisiensinya dengan melakukan perbandingan konsentrasi awal dengan konsentrasi akhir yang telah dilakukan pengolahan pada media *biofilm*.

## Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini: (1) Ember sebagai wadah air limbah domestik, (2) Gunting dan cutter, (3) Reaktor dari bahan akrilik berdiameter 10 cm dan tinggi 30 cm, (4) Lem tahan air, pompa air kecil, (5) Limbah plastik jenis *Polyvinyl Chloride* (PVC) dan *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai media biofilm, (6) Air limbah domestik, (7) Selang untuk mengalirkan air limbah, (8) Ember untuk wadah air hasil pengolahan, (9) Bor untuk melubangi akrilik. Skema peralatan yang digunakan digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Alat Skala 1:6

## Prosedur Penelitian

Sampel limbah plastik PET dan PVC dipotong seukuran 5 x 15 cm lalu digulung sampai membentuk gulungan, lakukan hal tersebut secara berulang sampai gulungan media plastik dirasa cukup untuk memenuhi reaktor. Selain itu media plastik juga ada yang berbentuk seperti bola. Media plastik yang sudah dibentuk kemudian disusun sampai memenuhi reaktor yang telah disiapkan. Reaktor terbuat dari botol akrilik berukuran 10 x 30 cm yang tidak tertutup bagian atasnya dan diberikan lubang di bagian bawahnya sebagai alir masuk air limbah yang akan dipompa oleh mesin pompa air kecil. Air limbah dialirkan dari ember penampungan kemudian dipompa ke atas. Pada bagian atas reaktor juga diberi sedikit lubang sebagai jalan keluar air limbah yang sudah diolah di dalam bioreaktor.

Pengolahan awal air limbah domestik diawali dengan proses *seeding* bakteri pada media plastik yang telah disusun dalam botol reaktor yang selanjutnya disebut media biofilm. *Seeding* bakteri adalah kegiatan membiakkan bakteri yang akan membantu proses pengolahan air limbah domestik. Proses ini dilakukan secara berulang sampai terbentuk *biofilm* dan dapat memulai penelitian secara stabil.

Air limbah domestik kemudian dialirkan secara aerob menuju media biofiter yang telah dipersiapkan. Air dialirkan dari bawah ke atas untuk mengurangi resiko air yang telewat begitu saja tanpa mengenai *biofilm* pada media *biofilm*. Proses dilakukan secara berulang dengan menggunakan aliran output kembali ke ember penampungan air limbah domestik awal.

Pengambilan sampel dilakukan setiap 3 hari sekali. Hal ini bertujuan untuk memberikan waktu tinggal yang cukup agar pengolahan air limbah domestik berjalan dengan optimal. Karena pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya semakin lama waktu tinggal maka semakin baik pula hasil pengolahan air limbah domestik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis plastik yang digunakan dalam penelitian ini adalah plastik jenis PET dan PVC. Tahap awal yang dilakukan yaitu *seeding* bakteri.

### Kondisi Percobaan

Tabung reaktor yang digunakan pada penelitian ini berupa tabung akrilik yang memiliki diameter luar 10 cm, diameter dalam 9,4 cm dan tinggi 30 cm. Aliran yang digunakan adalah

aliran *upflow*, agar air limbah domestik yang lewat lebih efektif kontak dengan permukaan kaca. Media untuk pertumbuhan mikroba yang digunakan yakni plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan plastik *Polyvinyl Chloride* (PVC).

Penelitian ini diawali dengan pertumbuhan mikroba pada permukaan akrilik (*biofilm*). Pada proses ini air limbah domestik (*greywater*) dialirkan secara terus menerus kedalam reaktor yang telah terisi media biofilter selama 4 minggu. Setelah terbentuknya *biofilm* dilakukannya penggantian air limbah domestik baru sebagai air sampel. Pengambilan sampel dilakukan pada hari ke 0, hari ke 3, hari ke 6 dan hari ke 9.

### Kualitas Air Limbah Domestik

Air limbah domestik yang digunakan pada penelitian (pengujian) adalah air limbah domestik dari drainase di Jalan. Pramuka, Gang. Jambu 2, Kota Bandar Lampung. Kualitas air limbah (BOD) dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Kualitas Sampel Awal Air Limbah Domestik

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Metode
1	BOD	mg/l	48	Volumetri
2	BOD	mg/l	49	Volumetri

Sumber : Hasil Penelitian, 2021

### Pemanfaatan Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) Sebagai Media Tumbuh Bakteri (*Biofilter*) Pada Penurunan BOD Limbah Domestik

Pada pengujian ini jenis plastik PET yang digunakan adalah plastik yang banyak digunakan sebagai kemasan minuman ringan bekas. Gelas plastik dipotong dengan ukuran 5x15 cm dan digulung hingga membentuk silinder dan dikumpulkan sampai seberat 200 gram. Media dimasukkan ke dalam reaktor akrilik untuk kemudian dilakukan proses pertumbuhan bakteri alami dengan meresirkulasi air limbah domestik ke bak penampungan awal (Gambar 2).

Proses pertumbuhan mikroba dilakukan selama  $\pm 2$  bulan hingga terbentuknya *biofilm* pada permukaan media plastik. Setelah *biofilm* terbentuk dilakukan pengolahan terhadap air limbah domestik yang baru. Pengolahan dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah domestik menggunakan aliran *upflow*. Aliran air limbah domestik yang telah melalui media biofilter dialirkan kembali ke bak penampungan awal.



**Gambar 2.** Media Gulungan Plastik PET di dalam Akrilik

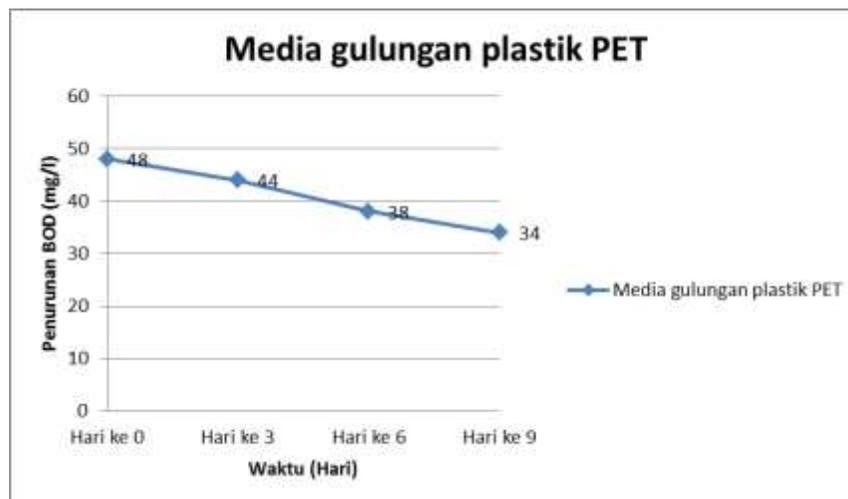
Penurunan BOD selama 9 hari dengan internal pengambilam sampe setiap 3 hari ditunjukkan pada tabel 2 berikut:

**Tabel 2.** Hasil Pemeriksaan BOD Menggunakan Biofilter PET

Hari ke.	Identitas Sampel	Unit	Hasil	Penurunan	Kecepatan Penurunan (mg/l/hari)
0	BOD	mg/l	48	-	-
3	BOD	mg/l	44	4	1,3
6	BOD	mg/l	38	6	2
9	BOD	mg/l	34	4	1,3

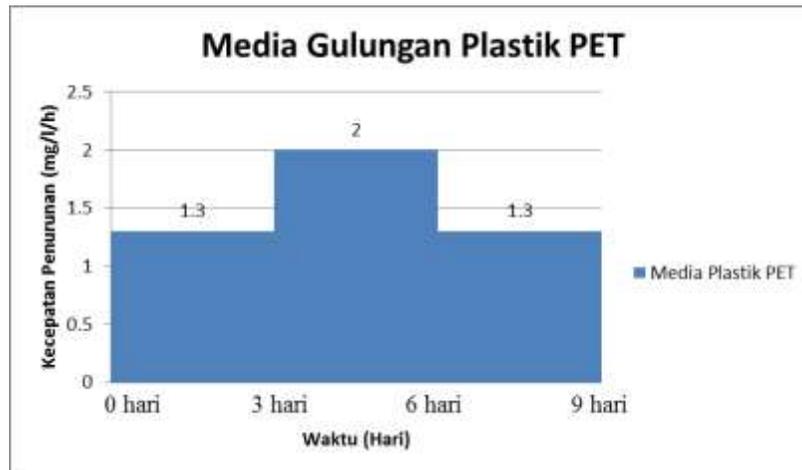
Sumber : Data Primer, 2021

Hubunan penurunan BOD terhadap waktu sampling digambarkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik Penurunan BOD Media Dengan Menggunakan Gulungan Plastik PET

Hubungan kecepatan penurunan BOD terhadap waktu digambarkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Grafik Kecepatan Penurunan BOD Media Dengan Menggunakan Gulungan Plastik PET

Berdasarkan grafik kecepatan penurunan di atas, air limbah domestik mengalami kecepatan yang berbeda-beda. Pada hari ke 0-3 air limbah domestik mengalami kecepatan penurunan BOD sebesar 1,3 mg/l/h. Nilai kecepatan penurunan BOD yang rendah disebabkan karena mikroorganisme yang terbentuk pada *biofilm* masih dalam masa penyesuaian (fase lag), sehingga tingkat kecepatan penurunan BOD belum terjadi secara baik.

Pada hari ke 3-6 kecepatan penurunan BOD meningkat menjadi sebesar 2 mg/l/h. Pada hari ke 3-6 kecepatan penurunan meningkat hal ini terjadi karena mikroorganisme yang berada dalam masa puncak (fase eskponensial). Pada fase ini pertumbuhan bakteri terbilang cepat setiap sel dalam populasi membelah menjadi dua, sehingga bakteri berada dalam jumlah yang banyak. Dengan demikian, semakin banyak pula zat organik yang didegradasi oleh mikroorganisme. Pada hari ke 6-9 kecepatan penurunan BOD menurun menjadi 1,3 mg/l/h. Pada kondisi ini bakteri memasuki fase kematian sehingga kecepatan penurunan kandungan BOD menjadi lebih rendah. Hal ini juga dapat disebabkan karena kurangnya nutrisi yang ada yang menyebabkan bakteri mengalami kematian.

### **Pemanfaatan Plastik *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai Media Tumbuh Bakteri (*Biofilter*) Pada Penurunan BOD Limbah Domestik**

Pada pengujian ini jenis plastik PVC yang digunakan adalah pipa plastik yang banyak digunakan sebagai pipa untuk mengalirkan air bersih kerumah-rumah. Pecahan pipa PVC dengan ukuran yang berbeda dari yang terkecil 1x2 cm sampai terbesar 5x 10 cm dikumpulkan

sampai seberat 200 gram. Setelah media terkumpul, media disusun ke dalam reaktor akrilik untuk kemudian dilakukan proses pertumbuhan mikroba alami dengan mengalirkan air limbah domestik secara berulang (Gambar 5).

Proses *seeding* dilakukan selama  $\pm$  3 minggu hingga terbentuknya *biofilm* pada permukaan media plastik. Setelah *biofilm* terbentuk dilakukan pengolahan terhadap air limbah domestik. Pengolahan dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah domestik menggunakan aliran *upflow*. Aliran air limbah domestik yang telah melalui media biofilter dialirkan kembali ke bak penampungan awal.



**Gambar 5.** Media Potongan Pipa PVC di dalam Akrilik

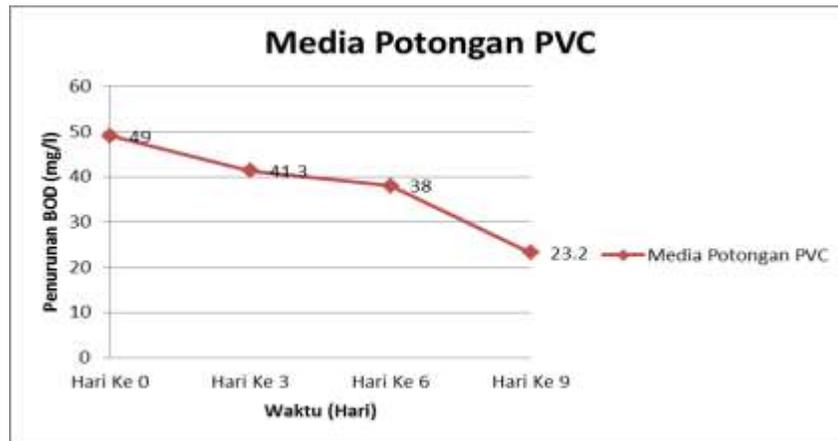
Penurunan BOD selama 9 hari dengan internal pengambilan sampel 3 hari sekali ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Pemeriksaan BOD Menggunakan Biofilter PVC

Hari ke.	Identitas Sampel	Unit	Hasil	Penurunan	Kecepatanpenurunan (mg/l/hari)
0	BOD	mg/l	49	-	-
3	BOD	mg/l	41,3	7,7	2,7
6	BOD	mg/l	38,0	3,3	1,1
9	BOD	mg/l	23,2	14,8	4,9

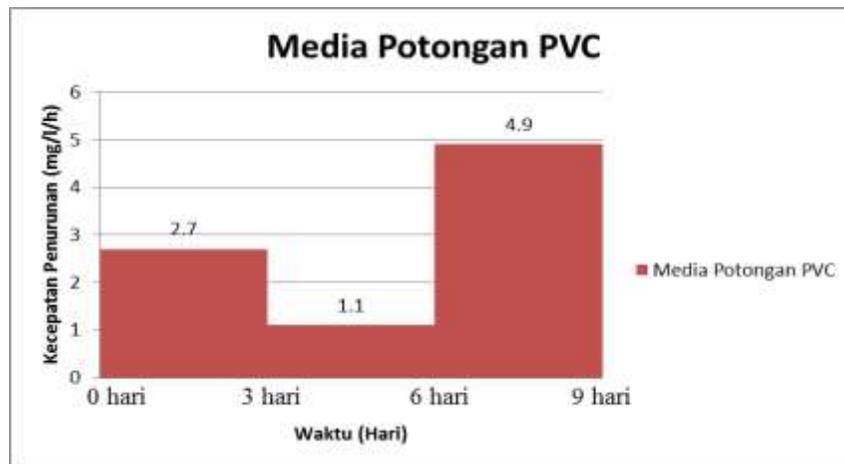
Sumber : Data Primer, 2021

Hubungan penurunan BOD terhadap waktu sampling digambarkan pada gambar 6.



**Gambar 6.** Grafik Penurunan BOD Dengan Menggunakan Media Potongan Plastik PVC

Hubungan kecepatan penurunan BOD terhadap waktu digambarkan pada gambar 7.



**Gambar 7.** Grafik Kecepatan Penurunan BOD dengan Menggunakan Media Potongan Plastik PVC

Berdasarkan grafik kecepatan penurunan BOD diatas, air limbah domestik mengalami kecepatan yang berbeda-beda. Pada hari ke 0-3 air limbah domestik mengalami kecepatan penurunan sebesar 2,7 mg/l/h. Hal ini disebabkan karena mikroorganismenya yang terbentuk pada *biofilm* masih dalam masa penyesuaian (fase lag), sehingga tingkat kecepatan penurunan BOD belum terjadi secara baik.

Pada hari ke 3-6 mengalami kecepatan penurunan BOD sebesar 1,1 mg/l/h. Pada hari ke 3-6 mikroorganismenya pada *biofilm* memasuki fase logaritma. Namun, pada hari ke 3-6 kecepatan penurunan menjadi sedikit lebih lambat, hal ini terjadi karena kurangnya nutrisi sehingga

menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada *biofilm*, hal ini juga disebabkan karena tersumbatnya aliran udara ke dalam reaktor akrilik sehingga kurangnya udara di dalam reaktor.

Pada hari ke 6-9 kecepatan penurunan BOD menjadi meningkat. Hal ini terjadi karena banyaknya udara yang mengalir karena selang untuk mengalirkan udara sudah tidak tersumbat. Pada hari ke 6-9 kecepatan penurunan BOD meningkat menjadi 4,9 mg/l/h. Pada hari ke 6-9 pertumbuhan *biofilm* meningkat terlihat dari tertutupnya seluruh bagian media plastik PVC oleh *biofilm*.

### Perbandingan Penurunan BOD Air Lmbah Domestik Menggunakan Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan Plastik *Polyvinyl Chloride* (PVC)

Perbandingan penurunan BOD dari penggunaan kedua bahan plastik sebagai media pertumbuhan mikroba digambarkan pada gambar 8 berikut:



Gambar 8. Perbandingan Penurunan BOD

Hasil penelitian menunjukkan bahwa BOD mengalami penurunan pada penggunaan kedua jenis media plastik. Pada hasil penelitian diketahui bahwa penggunaan media plastik PVC maupun PET dapat menurunkan kandungan BOD. Pada penggunaan media plastik PVC penurunan BOD sampai hari ke 9 sebesar 25,8 mg/l. Sedangkan pada penggunaan media plastik PET penurunan BOD sampai hari ke 9 sebesar 14 mg/l.

Proses penurunan BOD oleh mikroba yang tumbuh dan melekat pada permukaan media plastik berlangsung secara aerob. Sifat bakteri yang cenderung untuk mempertahankan diri memicu untuk terbentuknya lapisan *biofilm* pada media tumbuh mikroba. *Biofilm* juga berfungsi menangkap nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme selama proses biologis (Mallongi dan Natsir, 2018). Media plastik PVC lebih baik digunakan sebagai media tumbuh mikroba

dibandingkan media plastik PET, karena ketebalannya yang lebih besar dibandingkan dengan media plastik PET. Sebagaimana diketahui bahwa semakin tebal media biofilter memungkinkan mikroorganisme lebih banyak melakukan kolonisasi, sehingga semakin banyak mikroorganisme yang terdapat pada media tumbuh mikroba (*biofilm*) semakin besar pula kandungan BOD yang dapat didegradasikan (Filliazati, 2013).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu dengan menggunakan metode media plastik (*Polyvinyl Chloride* (PVC) dan *Polyethylene Terephthalate* (PET)) sebagai media tumbuh mikroba untuk menurunkan BOD limbah cair domestik maka disimpulkan:

1. Kedua bahan plastik, baik PET maupun PVC dapat digunakan sebagai media tumbuh mikroba untuk menurunkan BOD limbah cair domestik.
2. Bahan plastik PVC lebih baik dibandingkan bahan plastik PET pada penggunaannya sebagai media tumbuh mikroba untuk menurunkan BOD limbah cair domestik. Pada penggunaan bahan plastik PVC, BOD limbah cair domestik turun sebesar 25,8 mg/l, sedangkan pada penggunaan plastik PET hanya dapat menurunkan BOD sebesar 14 mg/l untuk penelitian selama 9 hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Kholif, M. (2020). *Pengelolaan Air Limbah Domestik*. Scopindo Media Pustaka.
- Filliazati, M. (2013). Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1).
- Hidayat, M. Y., Fauzi, R., & Suoth, A. (2019). Efektivitas Multimedia Dalam Biofilter Pada Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga (The Effectiveness Of Multimedia In Biofilters On Grey Water Treatments). *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Journal of Watershed Management Research)*, 3(2), 111-126.
- Kathawala, T. M., Gayathri, K. V., & Senthil Kumar, P. (2021). A Performance Comparison Of Anaerobic And An Integrated Anaerobic-Aerobic Biological Reactor System For The Effective Treatment Of Textile Wastewater. *International Journal of Chemical Engineering*, 2021.
- Kumar, K. V., Sridevi, V., Harsha, N., Lakshmi, M. C., & Rani, K. (2013). Biofiltration And Its Application In Treatment Of Air And Water Pollutants-A Review. *International Journal of*

*Application or Innovation in Engineering & Management 2 (9), 226-231.*

- Latar, P. Y. L. (2015). Kajian Efek Aerasi Pada Kinerja Biofilter Aerob Dengan Media Botol Plastik Polystyrene (PS) Untuk Pengolahan Limbah Budidaya Tambak Udang. *Doctoral Dissertation*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Mallongi, A., & Natsir, M. F. (2018). Efisiensi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Biofilter Sistem Upflow dengan Penambahan Efektif Mikroorganismenya. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan, 1(2)*.
- Pratiwi, I. N. (2019). *Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Di Dusun Sukunan, Banyuraden, Gamping, Sleman Tahun 2019* (Doctoral dissertation, Poltekkes kemenkes Yogyakarta).
- Putro, A. A., Samudro, G., & Syafrudin, S. (2017). Perencanaan Sistem Penyaluran Dan Pengolahan Air Limbah Domestik Di Sempadan Sungai Pepe Segmen 2 Kota Surakarta. *Doctoral Dissertation*. Diponegoro University).
- Purnaningtias, A., & Afiuddin, A. E. (2018). Pemanfaatan Botol Plastik Bekas sebagai Biofilter Aerobik dalam Penurunan Konsentrasi COD, BOD pada Air Limbah Laboratorium Kesehatan. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology* (Vol. 1, No. 1, pp. 51-56).