

Probiotik Multitalenta *Pseudomonas Fluorescens* (PMPF) Untuk Menurunkan Kadar BOD Air Limbah Domestik.

Cahyono Ikhsan^{1*}, Budi Utomo², Siti Qomariyah³, Agus Hari Wahyudi⁴,
Budi Yulianto⁵, Koedaryani Soeryodarundio⁶.

¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36 A, Ketingan, Surakarta 57126, Telp (0271)647069, Fax 662118

Email: cahyonoikhsan@staff.uns.ac.id*

Abstrak– Pengolahan air limbah domestik dengan proses biologi menggunakan jenis bakteri probiotik PMPF berdampak positif terhadap lingkungan air maupun darat. percobaan dilakukan dengan tujuan agar air limbah dapat dimanfaatkan kembali menjadi air baku maupun air yang produktif. Parameter pencemar limbah berupa Chemical Oxygen Demand (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Total Suspended Solids (TSS), dan pH, adalah beberapa parameter kimia yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi air limbah tersebut aman digunakan untuk keperluan sehari-hari yang lebih produktif. Media yang digunakan adalah bakteri PMPF dengan variasi komposisi dan waktu tinggal. Kombinasi percobaan tersebut dibedakan menjadi tiga tipe yaitu tipe 1, tipe 2, dan tipe 3 dengan waktu tinggal adalah 5 jam; 8 jam; 10 jam.. Tipe percobaan yang memiliki efisiensi paling baik adalah percobaan tipe 1 yang menunjukkan penurunan COD pada 5 jam, 8 jam, dan 10 jam berturut-turut sebesar 62.61%, 69.75%; dan 70.68%, untuk BOD menunjukkan efisiensi 74.84%, 82.58%; dan 83.87%, untuk dan TSS 74.84%, 82.58% dan 83.87%. Dengan adanya pengolahan air limbah dengan PMPF diharapkan air limbah dapat dimanfaatkan sebagai faktor produksi guna mewujudkan proses pengolahan air limbah domestik yang ramah lingkungan..

Kata Kunci: faktor produksi, parameter air limbah, air limbah domestik, bakteri PMPF, efisiensi

Abstract– *This research aim that wastewater can be reused as raw water. Wastewater pollutant parameters in the form of Chemical Oxygen Demand (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Total Suspended Solids (TSS), and pH are some of the chemical parameters that can be used to identify whether the wastewater is safe to use for daily purposes or not. The media used in domestic sewage are PMPF microorganisms. The test combinations are divided into three types; there are type 1, type 2, and type 3. This test used the continuous flow method with residence times of 5 hours, 8 hours, and 10 hours. The test type that has the best efficiency is the type 1 test which shows a decrease in COD at 5 hours, 8 hours, and 10 hours, respectively, by 62.61%, 69.75%, and 70.68%, for BOD showed the efficiency of 74.84%, 82.58%; and 83.87%, for TSS 74.84%, 82.58%; and 83.87%. With this waste treatment by PMPF, it is hoped that the wastewater can be reused to achieve production factor to realize an environmentally friendly domestic wastewater treatment process.*

Keywords: *production factor, wastewater parameters, PMPF microorganism, domestic wastewater, efficiency*

1. PENDAHULUAN

Inventarisasi permasalahan terhadap kondisi wilayah Kota surakarta dalam pengelolaan air limbah domestik. Terdapat 4 IPAL terpusat, yaitu IPAL Mojosongo untuk melayani wilayah utara, IPAL UNS untuk melayani UNS dan wilayah tengah bagian utara, IPAL Pucang Sawit untuk melayani wilayah tengah, serta IPAL Semanggi untuk melayani wilayah selatan Kota Surakarta

Air limbah domestik memiliki kandungan bahan organik. Hal ini disebabkan oleh bahan dari buangan manusia tinja dan seni serta aktivitas dapur. Parameter COD, BOD, dan TSS, yang melebihi baku mutu menyebabkan masalah lingkungan seperti bau busuk dan matinya organisme di sungai. Apabila hal ini dibiarkan terus menerus maka akan berdampak buruk bagi kesehatan manusia di sekitar sungai yang tercemar

Pencemaran lingkungan dari air limbah domestik sebenarnya dapat dikurangi dengan menerapkan konsep produksi bersih dan pengolahan air limbah yang tepat dan ramah lingkungan.

Namun , pengolahan air limbah yang telah dilakukan pada IPAL terpusat pada umumnya belum memperhatikan pemilihan mikro-organisme, seperti bakteri probiotik. Penelitian tentang pengolahan air limbah domestik dengan proses biologi menggunakan bakteri probiotik perlu disosialisasikan karena hasil pengolahannya tidak hanya menurunkan kandungan COD, BOD, dan TSS tetapi efluen air limbah tersebut sudah meningkat nilainya menjadi faktor produksi.

Air limbah yang berasal kegiatan rumah tangga memiliki karakteristik BOD, COD sedang. Air limbah ini biasanya berbau busuk dan berwarna abu hingga keruh. Maka dapat dipastikan bahwa air limbah domestik yang langsung dibuang ke sungai tanpa pengolahan akan mencemari lingkungan. Oleh karena itu, indikator COD, BOD, dan TSS, sangat penting untuk dikendalikan agar memenuhi baku mutu dan mengandung unsur-unsur yang ramah lingkungan sebagai faktor produksi.

Chemical Oxygen Demand (COD)

COD dapat diartikan sebagai banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan kimia yang terlarut dalam air buangan dengan reaksi kimia. Semakin besar kandungan COD di dalam air, maka kandungan oksigen di terlarut di dalam air akan semakin kecil bahkan dapat mencapai 0 (nol).

Biochemical Oxygen Demand (BOD)

BOD adalah parameter kimia yang menunjukkan kadar zat organik terlarut di dalam air buangan dan menunjukkan berapa banyak kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba untuk menguraikan zat organik air limbah tersebut (Metclaf and Eddy, 1979).

Total Suspended Solids (TSS)

TSS atau padatan tersuspensi yaitu bahan-bahan yang melayang dan tidak terlarut dalam air. Titik padatan tersuspensi sangat berhubungan erat dengan tingkat kekeruhan air. Kekeruhan menggambarkan sifat objek air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipantulkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air ke titik kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut. Semakin tinggi kandungan bahan tersuspensi tersebut, maka air semakin keruh (Effendi, 2003).

Bakteri Probiotik

Terdapat berbagai perlakuan untuk menurunkan cemaran didalam air seperti perlakuan fisik, perlakuan kimia, dan perlakuan biologi (hayati). Umumnya pada percobaan menurunkan BOD maka digunakan perlakuan cara hayati yaitu pengolahan dengan carasi biologis (biological treatment) menggunakan mikroba (jamur, ganggang, atau bakteri). Pengurangan kadar BOD pada air limbah dapat dilakukan dengan pemberian bakteri probiotik pengurai limbah.

Bakteri probiotik saat ini juga sudah mulai dikomersilkan seperti pada bidang pertanian, perikanan dan lingkungan. Bakteri probiotik dalam produk komersil juga mampu membantu mengatasi permasalahan cemaran air limbah domestik maupun industri, beberapa diantaranya seperti Biolet, Bioprisma, Starbact, Biotrent, Starbio Plus, Ecowaste, Biowaste, dan lain-lain. Salah satu produk bakteri pengurai limbah saat ini adalah bioprisma. Bioprisma merupakan salah satu produk komersil berupa kultur gabungan beberapa mikroorganisme yang menguntungkan diantaranya, kelompok bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus* sp dan *Acetocet*. Kelompok bakteri *Actinomycetes* sp serta beberapa jenis bakteri lain yang mampu mengurai senyawa organik didalam air limbah. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan suatu upaya dalam menurunkan kadar BOD air limbah menggunakan bakteri bioprisma atau yang sejenis serta mengetahui seberapa besar efektivitas penambahan bakteri yang digunakan dalam mengurangi nilai kadar BOD limbah tersebut.

Untuk menentukan volume reaktor, maka digunakan rumus:

$$V = Qt[1]$$

Dengan:

V= Volume reaktor, l

Q= Debit input, l/jam

t = waktu tinggal, jam

Efisiensi Reaktor

Efisiensi kinerja pada sistem pengolahan air limbah dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Metcalf dan Eddy, 1979):

$$E = \frac{C_o - C}{C_o} \times 100\% \quad [2]$$

Dengan :

E= Efisiensi (%)

C_o = Konsentrasi influent (mg/liter)

C= Konsentrasi effluent (mg/liter)

2. METODE PELAKSANAAN

2.1. Pendekatan Pengabdian

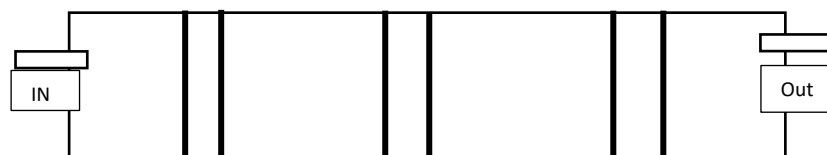
Metode yang digunakan adalah metode eksperimen secara langsung dilapangan dengan metode kontunyu. Unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan sekala volume 80 liter terdiri dari 4 tahap. IPAL dibuat dari bahan Acrylic seperti dapat diperhatikan Gambar IPAL. Air limbah dari IPAL Semanggi dialirkan dengan debit variasi debit, 16 l/jam (t=5 jam), 10 l/jam (t=8 jam) dan 8 l/jam (t=10 jam), perbandingan antara air limbah domestik (ALD) dengan PMPF masing sebanyak 1:1 (tipe-1), 1:2 (tipe-2), dan 1:3 (tipe-3).

2.2. Lokasi Pengabdian

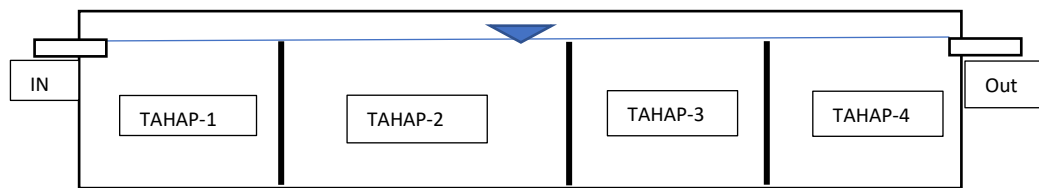
Lokasi untuk demo pengabdian masyarakat dilaksanakan di IPAL Semanggi Kota Surakarta dan pengujian parameter COD, BOD, TSS, dan pH dilakukan di Laboratorium Penyehatan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

2.3. Persiapan Alat dan Bahan

- Membuat reaktor menggunakan bahan acrylic,
- Menyiapkan bakteri probiotik,
- Menyiapkan alat pompa. Untuk lebih jelas lihat Gambar 1.



A. Tampak Atas



B.Tampak Potongan Memanjang

Gambar 1. Reaktor percobaan , Budi (2022)

2.4. Pengujian Parameter Air Limbah

Parameter air limbah yang diuji adalah COD, BOD, dan TSS serta pH yang dilakukan di Laboratorium Penyehatan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Pengujian dilakukan pada *influent* dan *effluent* di setiap akhir waktu tinggal, yaitu 5 jam, 8 jam, dan 10 jam pada variasi tipe percobaan 1, 2 dan 3.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sampel Air Limbah

Air sampel yang digunakan dalam percobaan pengolahan air limbah skala laboratorium ini diambil dari bak penampung awal yang terdapat di IPAL Semanggi. Sampel Air limbah merupakan air limbah domestik yang mengalir dari area Kota Surakarta bagian selatan. Komposisi air limbah domestik ini merupakan campuran antara air limbah abu-abu (grey water) dan air limbah dari tinja dan seni (black water)

Data parameter kimia pada sebelum pengolahan (*influent*) dan di akhri waktu tinggal, yaitu 5 jam, 8 jam, dan 10 jam pada setiap tipe. Berikut hasil masing-masing percobaan yang dilakukan.

3.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

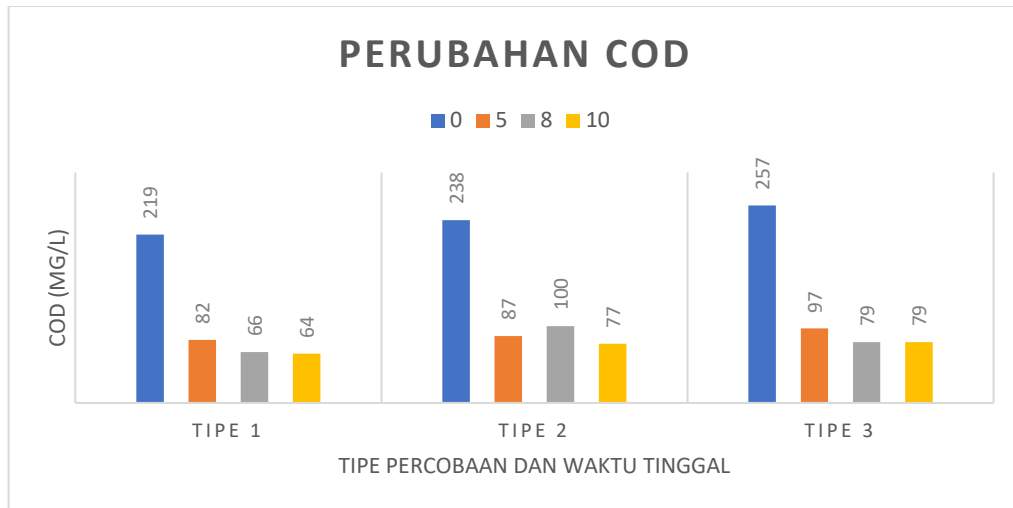
Efisiensi pengurangan COD pada masing-masing filter dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Efisiensi COD

No	Tipe percobaan	Influent (mg/L)	Effluent pada Waktu Tinggal		
			5 jam (mg/L)	8 jam (mg/L)	10 jam (mg/L)
1	Tipe 1	219,12	81,93	66,29	64,24
	Efisiensi (%)	0	62,61	69,75	70,68
2	Tipe 2	238,72	107,55	99,86	77,10
	Efisiensi (%)	0	63,41	58,17	67,70
3	Tipe 3	257,56	81,82	78,99	59,18
	Efisiensi (%)	0	62,37	69,33	69,25

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pada percobaan tipe 1 efisiensi penyisihan berturut-turut untuk waktu pengolahan 5 jam, 8 jam, dan 10 jam masing-masing sebesar 62,61%; 69,75%; dan 70,68%. Pada percobaan tipe 2 memiliki efisiensi penurunan COD waktu

pengolahan 5 jam, 8 jam, dan 10 jam masing-masing sebesar 63,41%; 58,17%; dan 67,7%. Sedangkan pada percobaan tipe 3 memiliki efisiensi penurunan COD waktu pengolahan 5 jam, 8 jam, dan 10 jam masing-masing 62,37%, 69,33%; dan 69,25%. Penurunan kadar COD pada setiap tipe dapat dilihat dari Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik COD Effluent berdasarkan tipe percobaan

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa penurunan kadar COD menurun pada setiap pertambahan waktu tinggal pada tipe percobaan yang sama. Namun, perbedaan tersebut terlihat pada tipe 1 waktu tinggal 10 jam perubahan COD mencapai efisiensi 70,68%.

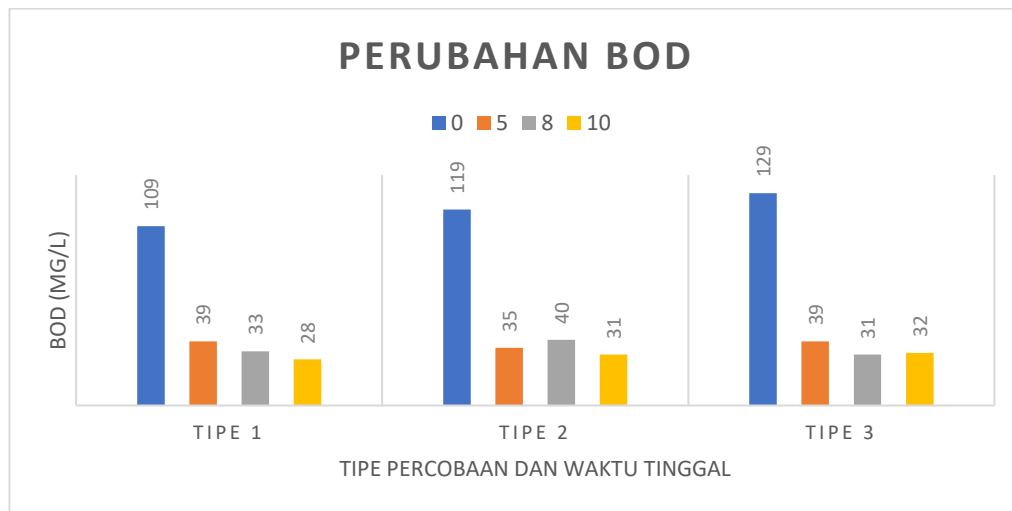
3.3 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Efisiensi pengurangan BOD pada masing-masing tipe percobaan dengan variasi waktu tinggal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Efisiensi BOD

No	Tipe percobaan	Influent (mg/L)	Waktu Tinggal		
			5 jam (mg/L)	8 jam (mg/L)	10 jam (mg/L)
1	Tipe 1	109.56	39.33	33.13	28.27
	Efisiensi (%)	0.00	64.11	69.76	74.20
2	Tipe 2	119.36	34.94	39.94	30.84
	Efisiensi (%)	0.00	70.73	66.53	74.16
3	Tipe 3	128.78	38.77	30.80	31.68
	Efisiensi (%)	0.00	69.90	76.09	75.40

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pada percobaan tipe 1 memiliki efisiensi 5 jam, 8 jam, dan 10 jam masing-masing sebesar 64,11%; 69,76%; dan 74,20%. Pada percobaan tipe 2 memiliki efisiensi penurunan BOD pada 5 jam, 8 jam, dan 10 jam masing-masing sebesar 70,73%; 66,53%; dan 74,16%. Sedangkan pada percobaan tipe 3 memiliki efisiensi pada 5 jam, 8 jam, dan 10 jam masing-masing 69,90%; 76,09%; dan 75,40%. Penurunan kadar BOD pada setiap tipe percobaan dapat dilihat dari Gambar 3.berikut.



Gambar 3. Grafik BOD Effluent

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa penurunan kadar BOD menurun pada rentang waktu 5 jam sampai 8 jam dan kembali naik pada saat 10 jam. Penurunan tersebut kemungkinan terjadi karena deposit dari partikel yang tertahan sehingga bisa meningkatkan parameter effluent 10 jam.

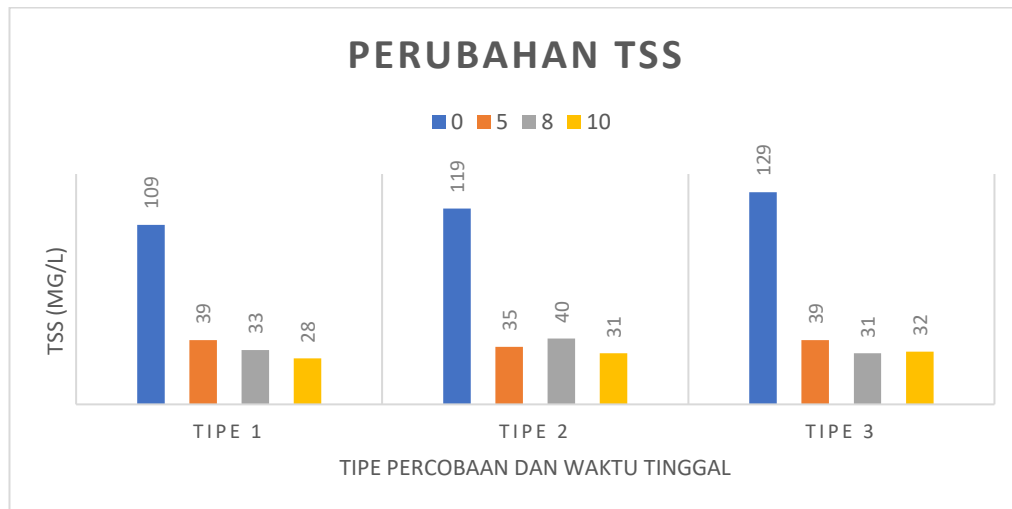
3.4 Total Suspended Solids (TSS)

Pengurangan TSS pada masing-masing berbeda. Efisiensi pengurangan TSS dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Efisiensi TSS

No	Tipe percobaan	Influent (mg/L)	Waktu Tinggal		
			5 jam (mg/L)	8 jam (mg/L)	10 jam (mg/L)
1	Tipe 1	1126	320	202	258
	Efisiensi (%)	0	59,7	74,56	67,51
2	Tipe 2	720	264	194	114
	Efisiensi (%)	0	63,33	73,05	83,16
3	Tipe 3	836	290	188	78
	Efisiensi (%)	0	65,31	77,51	90,87

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pada percobaan tipe 1 memiliki efisiensi 5 jam, 8 jam, dan 10 jam masing-masing sebesar 59,70%; 74,56; dan 67,51%. Pada percobaan tipe 2 memiliki efisiensi penurunan TSS pada 5 jam, 8 jam, dan 10 jam masing-masing sebesar 63,33%; 73,05%; dan 83,16%. Sedangkan pada percobaan tipe 3 memiliki efisiensi pada 5 jam, 8 jam, dan 10 jam masing-masing 65,31%, 77,51%; dan 90,87%. Penurunan kadar TSS pada setiap tipe filter dapat dilihat dari Gambar 6. berikut.



Gambar 6. Grafik TSS *Effluent*,

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa penurunan kadar TSS filter tipe 1 menurun pada rentang waktu 5 jam, 8 jam dan 10 jam. Pada filter tipe 2 berturut-turut turun naik dan turun lagi. Dan filter tipe 3 berturut-turut turun, turun dan sedikit naik.

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, terlihat bahwa waktu tinggal antara 5 jam, 8 jam, dan 10 jam memiliki tingkat efisiensi yang tidak terlalu jauh perbedaannya dimana rata-rata memiliki perbedaan tidak lebih dari 10%. Oleh karena perbedaan efisiensi yang tidak terlalu besar dan mengingat akan penggunaan lahan dan dana untuk membuat penampungan air limbah selama waktu tinggal. Maka lebih baik menggunakan waktu tinggal 5 jam daripada waktu tinggal 8 jam dan 10 jam karena akan memerlukan tempat penampungan yang lebih besar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- Berdasarkan hasil pengujian dari efisiensi terhadap parameter: COD, BOD, dan TSS, didapat bahwa semua parameter mencapai efisiensi diatas 60%
- Pengolahan air limbah domestik dengan probiotik memberi dampak yang positif bila hasil olahan yang mengandung PMPF masuk ke badan air
- Hasil olahan air limbah domestik dengan PMPF merupakan faktor produksi.

REKOMENDASI

- PMPF dapat digunakan sebagai bakteri untuk pengolahan air limbah yang banyak mengandung bahan organik, seperti air limbah tahu, air limbah industri tapioka, industri clanting dan lain-lain..
- PMPF dapat digunakan sebagai bakteri untuk pengolahan limbah padat yang banyak mengandung bahan organik, seperti limbah tahu, limbah industri tapioka, industri clanting dan lain-lain..

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Bapak Agus sebagai praktisi produsen PMPF atas bimbingan bantuannya. Dan juga kepada PDAM Kota Surakarta, atas kesediaannya bekerjasama dalam percobaan ini.

REFERENCES

1. Anonim-1, 2009, Undang undang (UU) tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup
2. Apnila, 2021. Efektivitas Penambahan Bakteri Bioprisma dalam menurunkan kadar BOD pada air limbah pabrik Tahu.
3. Dwijoseputro, 2010. Dasar-dasar Mikrobiologi, cet. 17-Jakarta, Jambatan.
4. Aken Puti Wanguyun1*, Alfiah Hayati1, Budi Utomo, 2019. *The effects of probiotics feed supplementation on tilapia (Oreochromis niloticus) in copper-tainted water*
5. Kambang Setiaji, 2015. Waktu Regenerasi Bakteri Vibrio cholerae pada medium alkaline peptone water (APW)
6. Shen L, at. Al. 2014. *Control of Tobacco Mosaic Virus by Pseudomonas fluorescens CZ powder in Greenhouses and the field*. Crop Protection Journal. 56 (2). Pp. 87-90.