



# KARYA ILMIAH

## SMA KOLESE DE BRITTO



### EFEKTIVITAS BIOFILTER SEDERHANA YANG DITAMBAHKAN *EFFECTIVE MICROORGANISM 4 (EM4)* TERHADAP PENYARINGAN AIR YANG TERCEMAR TINJA MANUSIA

Vincentius Hargo Kuncoro<sup>a,1</sup>, Silvester Crisnatha Caravario<sup>b,2</sup>, Davin Adriel Christanto<sup>c,3</sup>, Agnes Reswari Ingkansari, M.Pd

Kelas XI SMA Kolese De Britto, Sleman, Indonesia

[17854@student.debritto.sch.id](mailto:17854@student.debritto.sch.id)<sup>a,1</sup>; [17850@student.debritto.sch.id](mailto:17850@student.debritto.sch.id)<sup>b,2</sup>; [17834@student.debritto.sch.id](mailto:17834@student.debritto.sch.id)<sup>c,3</sup>

Vincentius Hargo Kuncoro, SMA Kolese De Britto, email: [17854@student.debritto.sch.id](mailto:17854@student.debritto.sch.id)

#### Informasi artikel

##### Kata kunci:

Biofilter sederhana  
*Effective Microorganism 4 (EM4)*  
*Escherichia Coli*  
*Salmonella*  
Filtrasi air

#### A B S T R A K

Pencemaran air oleh tinja merupakan masalah serius yang mengancam kesehatan masyarakat. Penelitian ini bertujuan menilai efektivitas biofilter sederhana dengan tambahan *Effective Microorganism 4 (EM4)* dalam menyaring air tercemar. Fokus penelitian adalah mengurangi kontaminasi bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada sampel air. Biofilter sederhana dibuat menggunakan bahan seperti kapas filter, jampat, *bioball*, *bio ring*, batu apung, dan zeolit, dengan EM4 sebagai agen pengurai bakteri. Sampel air tercemar diambil dari Sungai Gajahwong dan diuji sebelum serta sesudah proses filtrasi di Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi DIY. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biofilter mampu menurunkan jumlah *Escherichia coli* dari  $920 \times 10^3$  menjadi  $79 \times 10^3$  MPN/100 ml dengan efektivitas 91,4%, sementara *Salmonella* tidak ditemukan baik pada sampel air sebelum maupun sesudah filtrasi. Kesimpulannya, biofilter sederhana ini sangat efektif dalam menurunkan jumlah bakteri *Escherichia coli*, meskipun belum sepenuhnya menghilangkan kontaminasi. Produk ini berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai solusi penyaringan air yang efisien, mudah dibuat, dan ramah lingkungan, terutama di wilayah dengan akses air bersih terbatas.

#### A B S T R A C T

##### Keywords:

Simple biofilter  
*Effective Microorganism 4 (EM4)*  
*Escherichia Coli*  
*Salmonella*  
Water filtration

Water pollution by feces is a serious problem that threatens public health. This study aims to assess the effectiveness of a simple biofilter with the addition of Effective Microorganism 4 (EM4) in filtering polluted water. The focus of the research is to reduce contamination of *Escherichia coli* and *Salmonella* bacteria in water samples. Simple biofilters are made using materials such as filter cotton, Japanese Filter Matt (Japmat), *bioball*, *bio ring*, pumice and zeolite, with EM4 as a bacteria decomposing agent. Polluted water samples were taken from the Gajahwong River and tested before and after the filtration process at the DIY Health and Calibration Laboratory Center. The research results showed that the biofilter was able to reduce the number of *Escherichia coli* from  $920 \times 10^3$  to  $79 \times 10^3$  MPN/100 ml with an effectiveness of 91.4%, while *Salmonella* was not found in the water samples before or after filtration. In conclusion, this simple biofilter is very effective in reducing the number of *Escherichia coli* bacteria, although it has not completely eliminated contamination. This product has great potential to be developed as an efficient, easy to manufacture and environmentally friendly water filtration solution, especially in areas with limited access to clean water.

© 2024 (Vincentius Hargo Kuncoro, dkk). All Right Reserved

## Pendahuluan

Air adalah kebutuhan penting bagi manusia. Berdasarkan UU No. 7 Tahun 2004 yang diperbaharui dengan UU No. 17 Tahun 2019, sumber daya air adalah karunia Tuhan untuk kesejahteraan rakyat Indonesia dalam berbagai bidang seperti industri, pertanian, pertambangan, kewirausahaan, pemerintahan, dan kehidupan sehari-hari (Saputra, 2023).

Pasal 33 ayat (3) UUD 1945 menyatakan bahwa sumber daya air dikuasai oleh negara untuk kemakmuran rakyat. Peraturan ini melindungi masyarakat agar menerima air bersih sesuai kebutuhan, mengingat pentingnya air bagi kehidupan manusia. Air digunakan untuk makan, minum, mencuci, memasak, dan banyak lagi. Namun, air sering tercemar oleh aktivitas manusia. Menurut World Health Organization (WHO), pencemaran air terjadi ketika air yang biasa digunakan tidak lagi bisa dipakai karena perubahan komposisi, sehingga menjadi beracun (Sylviadianti, 2023). Salah satu pencemaran serius adalah pencemaran air oleh tinja. Data UNICEF 2022 menunjukkan 70% dari 20.000 sumber air di Indonesia tercemar tinja, biasanya akibat sanitasi yang buruk (Puspitasari, 2012).

Air tercemar tinja berbahaya jika digunakan sehari-hari. Bakteri seperti *E. coli* dan *Salmonella* dalam tinja dapat menyebabkan diare dan infeksi serius (Leonard Anggi, 2019; Andiarsa D. et al., 2020). Menurut CNN Indonesia 2022, pencemaran air oleh tinja memicu berbagai masalah kesehatan, termasuk diare, yang merupakan penyebab utama kematian balita (Heryanto et al., 2022). Biofilter air adalah solusi potensial untuk menyaring air tercemar tinja. Biofilter menggunakan bahan organik pada media filter untuk membersihkan air kotor (Chaudhary D.S. et al., 2003). Penelitian ini akan menguji keefektifan biofilter sederhana dengan menambahkan *Effective Microorganism 4* (EM4) untuk menyaring air tercemar tinja.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas biofilter sederhana dengan EM4. Manfaat teoritisnya adalah sebagai dasar untuk penelitian lanjutan dan memberikan ide baru. Manfaat praktisnya adalah mengurangi risiko penyakit dan mengembangkan teknologi pengolahan air. Penelitian ini juga bermanfaat bagi peneliti, sekolah, dan masyarakat dalam memahami cara kerja dan hasil penyaringan air tercemar tinja menggunakan biofilter sederhana.

## Kajian Literatur

### 1. Biofilter

Biofilter merupakan salah satu jenis filtrasi air yang efektif apabila dapat dibuat serta dipergunakan dengan baik. Semua jenis filter dengan bahan organik yang melekat pada media filter dapat didefinisikan sebagai biofilter (Lewandowski & Boltz, 2011). Biofilter adalah metode pengolahan limbah cair secara biologis yang memanfaatkan mikroorganisme alami untuk mengurangi senyawa organik, non-organik, dan bakteri dalam limbah cair. (Haerun R., et al 2018).

Dalam biofilter sudah pasti terdapat penggunaan mikroorganisme yang berfungsi sebagai untuk melawan bakteri-bakteri berbahaya pada air yang tercemar (Lewandowski & Boltz, 2011). Berdasarkan mikroorganismenya biofilter terbagi menjadi dua jenis yaitu biofilter aerob dan anaerob (Sari et al., 2022).

### 2. Biofilter Sederhana

Biofilter sederhana adalah alat untuk menyaring air kotor menjadi jernih dan layak pakai. Sistem ini menggunakan lapisan seperti kerikil, pasir, dan arang aktif, serta mikroorganisme untuk mengurai polutan. Keunggulannya adalah tidak memerlukan bahan kimia tambahan sehingga ramah lingkungan. (Busyairi et al., 2020). Sistem biofilter sederhana sering digunakan untuk mengolah air limbah domestik. Efektivitasnya dipengaruhi oleh kondisi mikroorganisme, aliran yang stabil, dan suplai oksigen, yang harus dijaga seimbang agar filtrasi berjalan optimal. (Earle et al., 2023).

### 3. EM 4 (*Effective Microorganism 4*)

EM 4 adalah larutan yang mengandung mikroorganisme fermentasi yang dapat secara cepat dan efektif pada bahan organik. EM4 memiliki komposisi yang meliputi sekitar 80 genus mikroorganisme yang terdiri atas 5 golongan utama (Andriyanto et al., 2019). Kelima golongan tersebut terdiri atas Bakteri pelarut fosfat, *Lactobacillus*, *Yeast*, *Actinomycetes* dan Bakteri Fotosintetik. (Subali dan Ellianawati, dalam Andriyanto et al., 2019 ). Bakteri - bakteri tersebut dapat menekan patogen yang pada air yang tercemar (Prahsantika et al., 2020).

#### a. Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)

Bakteri pelarut fosfat (BPF) merupakan mikroorganisme atau organisme mikroskopik tanah yang memiliki kemampuan untuk melarutkan suatu unsur anorganik dan dapat

memineralisasikan unsur hara pada suatu organik (Sharma et al., 2013). BPF juga berperan dalam menstimulasi fiksasi nitrogen, sintesis fitohormon dan meningkatkan ketersediaan Zn dan Fe (Wani et al., 2007).

b. *Lactobacillus*

*Lactobacillus* adalah jenis bakteri yang masuk ke dalam kelompok bakteri asam laktat dan merupakan genus terbesar dalam kelompok ini. Bakteri ini merupakan salah satu bakteri baik. Pada filtrasi bakteri ini berfungsi untuk menekan pertumbuhan patogen penyakit seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella*. (Richard Hendarto et al., 2021).

c. *Yeast*

*Yeast* memiliki ukuran yang lebih besar dari pada bakteri pada umumnya. *Yeast* memiliki kemampuan yang berfungsi untuk mengawetkan atau memperpanjang umur suatu makanan (Puspita et al., 2012). Dalam filtrasi *yeast* berfungsi menghasilkan mikroorganisme baik untuk membantu filtrasi melalui fermentasi (Puspita et al., 2012).

d. *Actinomyces*

*Actinomyces* merupakan bakteri yang terdistribusi luas di alam. Bakteri ini diklasifikasikan sebagai fungi (jamur) dan termasuk dalam organisme tanah. Pada filtrasi bakteri ini membantu guna membuat partikel organik padat menjadi senyawa larut, sehingga dapat mengurangi kekeruhan (Nurkanto et al., 2012).

e. Bakteri Fotosintetis (*Rhodospseudomonas sp*)

*Rhodospseudomonas sp* adalah bakteri autotrof yang memiliki kemampuan berfotosintesis. Bakteri ini menghasilkan pigmen merah, hijau, hingga ungu yang dapat menangkap energi matahari untuk melakukan proses fotosintesis. (Brahmana et al., 2022). Pada filtrasi bakteri ini menghasilkan nutrisi bagi mikroorganisme baik sehingga dapat membersihkan air secara alami (Brahmana et al., 2022)

#### 4. Komponen Biofilter

Biofilter memiliki bahan-bahan yang menyusunnya, sehingga biofilter tersebut dapat bekerja dengan baik. Komponen dalam biofilter

dibedakan menjadi 3 yaitu mekanis, biologis, dan kimia (Widyanto et al., 2021).

a. Komponen Mekanis

Sederhananya, komponen ini berfungsi untuk menangkap dan menahan partikel-partikel kotoran yang berukuran lebih besar dalam fluida (cairan) yang melewati filter. Fungsi utamanya pada sebuah filter adalah penangkap kotoran yang terbawa dalam air, mencegah penyumbatan karena kotoran menumpuk, dan melindungi komponen lain akibat partikel kasar (Widyanto et al., 2021).

b. Komponen Kimia

Komponen kimia pada biofilter sangat penting digunakan untuk membantu proses filtrasi sehingga dapat menguraikan berbagai macam polutan yang terdapat pada air yang tercemar. Salah satu komponen kimia dalam Biofilter adalah zeolit Menurut penelitian Saputra, R. (2006) Zeolit merupakan suatu kelompok mineral yang dihasilkan dari proses hidrotermal pada batuan beku basa. Selain itu zeolit juga merupakan endapan dari aktivitas vulkanik yang banyak mengandung unsur silika.

c. Komponen Biologis

Komponen biologis adalah tempat atau rumah untuk berkembang biak bagi bakteri yang digunakan untuk membantu filtrasi air yang tercemar (Sari et al., 2022). salah satu contoh komponen biologis adalah *crystal bio* atau kristal bio. *Crystal bio* adalah bahan komponen biologis yang ringan dengan pori-pori luas, mendukung perkembangan bakteri secara optimal. Kristal bio juga membantu menjaga kestabilan pH air karena sifatnya yang sedikit basa. (Sari et al., 2022).

#### 5. Air

Air adalah sumber daya yang sangat penting dan krusial bagi kehidupan manusia, air banyak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, produksi, irigasi, dan pembangkit listrik (Suhandini P., 2008). Air terbagi menjadi air angkasa, permukaan, dan air tanah (Pitojo & Purwantoyo, 2003).

#### 6. Air Tercemar

Air tercemar adalah kondisi ketika kualitas air menurun akibat masuknya zat asing atau terjadi perubahan sifat fisik, kimia, dan biologi

pada air, sehingga air tidak layak digunakan. (Bahtiyar, 2018). Perubahan disertai dengan ciri-ciri yang dapat dilihat dengan kasat mata maupun yang harus dilihat menggunakan alat bantu.

#### 7. Air Tercemar Tinja

Air yang tercemar oleh tinja merupakan air kotor yang terdapat kontaminan atau kandungan-kandungan tinja di dalamnya. Air tercemar tinja mengandung kontaminan seperti bakteri yang membuatnya tidak layak digunakan. Bakteri tersebut dapat menyebabkan penyakit pencernaan seperti diare, kolera, dan poliomyelitis (Awuy et al., 2018).

#### 8. Kandungan air tercemar tinja

##### a. *Escherichia Coli*

*Escherichia coli* adalah bakteri coliform tinja yang biasanya ditemukan di usus manusia dan dapat mencemari air melalui kotoran hewan atau manusia, menyebabkan diare (Awuy et al., 2018). Kehadirannya menjadi indikator pencemaran tinja. Air yang mengandung *E. coli*, meskipun dalam jumlah kecil, akan tetap dikatakan tercemar (Audrey, 2021).

##### b. *Salmonella*

*Salmonella* adalah penyebab diare terbesar setelah *Escherichia coli*, dengan gejala demam panjang, nyeri perut, dan manifestasi sistemik seperti delirium atau sakit kepala (Putra, Yohanes D., et al., 2019). Air dapat menjadi sumber kontaminasi *Salmonella* pada produk dan media penularan. *Salmonella* ditemukan di perairan permukaan seperti sungai, danau, dan kolam, sementara air tanah umumnya memiliki kualitas mikroba yang lebih baik untuk irigasi (Liu, Huanli, et al., 2018).

Pada penelitian ini dilakukan eksperimen untuk menentukan efektivitas biofilter sederhana yang ditambahkan *Effective Microorganism 4* (EM4) dalam mengurangi kontaminan tinja pada sampel air yang digunakan.

Indikator yang digunakan dalam menentukan efektivitas dari biofilter sederhana yang ditambahkan *Effective Microorganism 4* (EM4) adalah kandungan mikrobiologis khususnya bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada air yang tercemar tinja. Sampel air yang digunakan berasal dari sungai GajahWong yang akan dibagi menjadi dua, yakni sampel yang tidak difiltrasi dan yang difiltrasi. Sampel air yang tidak difiltrasi dimasukan ke dalam botol steril, begitu pula dengan sampel air yang difiltrasi menggunakan biofilter sederhana yang ditambahkan *Effective Microorganism 4* (EM4). Kedua sampel tersebut dilakukan uji laboratorium di Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Yogyakarta untuk memperoleh data jumlah dan keberadaan bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella*, baik yang tidak difilter ataupun yang dilakukan filtrasi.

Setelah dilakukan uji laboratorium, maka kedua data yang didapatkan dari masing - masing sampel baik yang tidak difilter ataupun yang difilter, untuk dilakukan perbandingan guna menentukan efektivitas. Dalam menentukan efektivitas digunakan persentase pengurangan yang terjadi. Persentase tersebut ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Perubahan persentase} = \frac{\text{Nilai awal} - \text{Nilai akhir}}{\text{Nilai awal}} \times 100\%$$

Sumber: (Martono, 2015)

Persamaan tersebut akan digunakan untuk mengetahui berapa persentase pengurangan yang terjadi pada kontaminan setelah dilakukan filtrasi terhadap sampel.

Tabel 3.2 Interpretasi skor efektivitas

Presentase	Kriteria
0% - 20%	Sangat tidak efektif
21% - 40%	Tidak efektif
41% - 60%	Cukup efektif
61% - 80%	Efektif
81% - 100%	Sangat Efektif

#### Metode

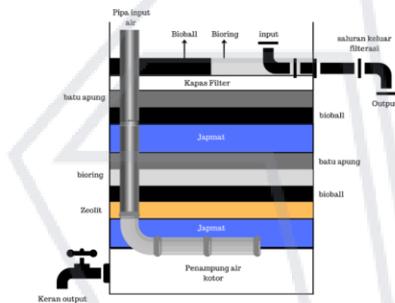
Pada penelitian ini dibuat biofilter sederhana yang ditambahkan *Effective Microorganism 4* (EM4) yang menjadi subjek dalam penelitian ini dan juga produk yang dihasilkan. Biofilter sederhana yang ditambahkan *Effective Microorganism 4* (EM4) akan diuji coba untuk memfilter air yang tercemar oleh kontaminan tinja.

Kondisi air yang tercemar oleh kandungan tinja tersebut menjadi objek dalam penelitian ini.

Sumber: Riduwan dalam Febriani 2022

Tabel tersebut menunjukkan kriteria berdasarkan persentase dalam menentukan efektivitas. Berdasarkan kriteria pada tabel tersebut, maka akan digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan efektivitas biofilter sederhana yang ditambahkan (*EM4*) *Effective Microorganism 4* dalam melakukan filtrasi terhadap air yang tercemar tinja.

Gambar 3.1 Produk Biofilter



**Hasil dan pembahasan**

Pada penelitian ini, dilakukan eksperimen filtrasi pada sampel air yang tercemar tinja menggunakan biofilter sederhana yang ditambahkan EM4. Hasil uji lab menunjukkan keberadaan mikroorganisme *Salmonella sp* dan *Escherichia coli*, baik sebelum maupun sesudah filtrasi. Setelah dilakukan uji lab dapat diketahui jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* pada sampel air yang digunakan.

Tabel 4.1 Hasil Uji lab Sebelum proses filtrasi

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
1.	<i>Salmonella sp</i>	-	Negatif	-
2.	<i>Gol. Coli tinja</i>	MPN/100 ml	920 x 10 <sup>3</sup>	1000

Tabel tersebut menunjukan bahwa tidak terdapat keberadaan *Salmonella sp* dalam sampel, sehingga filtrasi yang akan dilakukan terhadap sampel nantinya akan dilakukan tanpa melihat kandungan Salmonella di dalamnya. Meski demikian, sampel air tersebut tetap dikatakan tercemar oleh tinja. Sebab terdapat kandungan *Escherichia coli* di dalamnya (Audrey, 2021). Terdapat 920 x 10<sup>3</sup> *Escherichia coli* pada 100 ml air sampel

dengan baku mutu 1000 (untuk sungai kelas 2) berdasarkan tabel tersebut.

Tabel 4.2 Hasil Uji lab Setelah proses filtrasi

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
1.	<i>Salmonella sp</i>	-	Negatif	-
2.	<i>Gol. Coli tinja</i>	MPN/100 ml	79 x 10 <sup>3</sup>	1000

Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat kandungan bakteri *Salmonella* dan *Escherichia coli* pada sampel air setelah dilakukannya filtrasi selama kurun waktu 5 jam. Dapat dilihat setelah dilakukannya filtrasi, kandungan untuk parameter *Salmonella sp* masih bernilai negatif, hal ini menandakan bahwa tidak ada penambahan bakteri terhadap sampel akibat filtrasi yang dilakukan. Sehingga biofilter buatan yang digunakan dalam filtrasi tidak mengindikasikan adanya bakteri *Salmonella sp* tumbuh di dalamnya. Lalu untuk parameter *Escherichia coli* dapat dilihat pada tabel bahwa hasil uji nya telah berkurang cukup signifikan, yang awalnya 920 x 10<sup>3</sup> pada 100 ml air sampel dengan baku mutu 1000 menjadi 79 x 10<sup>3</sup> pada 100 ml air sampel dengan baku mutu 1000.

Melalui filtrasi yang telah dilakukan terhadap sampel air sungai Gajahwong yang dicampurkan dengan air tanah menggunakan biofilter sederhana yang ditambahkan dengan *Effective Microorganism 4*. Didapatkan bahwa hasil filtrasi mengalami pengurangan jumlah *Escherichia coli* yang cukup signifikan. Namun pada *Salmonella sp* tidak terjadi penambahan dan hasilnya tetap negatif setelah dilakukan filtrasi. Maka bakteri *Escherichia coli* yang akan menjadi indikator tunggal dalam menentukan tingkat efektivitas dalam melakukan filtrasi terhadap air tinja. Pada awalnya sebelum dilakukan filtrasi, diketahui bahwa jumlah *Escherichia coli* adalah 920 x 10<sup>3</sup> pada 100 ml. Kemudian setelah dilakukan proses filtrasi, didapatkan hasil *Escherichia coli* sekitar 79 x 10<sup>3</sup> pada 100 ml.. Jika dibandingkan dengan jumlah sebelum proses filtrasi, dapat diketahui bahwa jumlah *Escherichia coli* mengalami pengurangan jumlah yang cukup signifikan. Sehingga didapatkan selisih diantara keduanya sekitar 841 x 10<sup>3</sup>. Nilai tersebut menunjukan jumlah

*Escherichia coli* yang telah berkurang setelah dilakukan filtrasi menggunakan biofilter yang telah dibuat. Namun hasil tersebut masih menunjukkan bahwa sampel masih tercemar oleh tinja, sebab bakteri *Escherichia coli* tidak benar-benar hilang, hal ini sesuai dengan peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia mengenai standar higienitas air pada tahun 2017.

Keefektifitasan biofilter ini berada pada tingkat yang cukup tinggi dengan pengurangan yang ada. Biofilter yang awalnya berfokus terhadap pengurangan tingkat *Salmonella sp* dan *Escherichia coli*, namun pada hasilnya pengurangan terjadi sangat signifikan pada bakteri *Escherichia coli*. Melalui filtrasi yang dilakukan, maka didapatkan hasil persentase penurunan *Escherichia coli* seperti berikut:

$$\text{Perubahan persentase} = \frac{(920 \times 10^3) - (79 \times 10^3)}{920 \times 10^3} \times 100\% = 91,4\%$$

Sumber: (Martono, 2015)

Hasil pengurangan yang ada pada bakteri *Escherichia coli* terjadi sebesar 91,4%, berdasarkan kalkulasi menggunakan persamaan untuk mencari jumlah persentase penurunan. Sehingga tingkat keefektifitasan biofilter ini mencapai sekitar 91,4%. Maka berdasarkan pada teori mengenai interpretasi skor efektivitas, yang dijabarkan pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Interpretasi skor efektivitas

Presentase	Kriteria
0% - 20%	Sangat tidak efektif
21% - 40%	Tidak efektif
41% - 60%	Cukup efektif
61% - 80%	Efektif
81% - 100%	Sangat Efektif

Sumber: Riduwan dalam Febriani 2022

Hasil persentase pengurangan yang didapatkan setelah dilakukan filtrasi terhadap sampel adalah 91,4% *Escherichia coli*. Jika disesuaikan dengan kriteria yang ada pada tabel 3.1 diatas, maka persentase tersebut berada pada **kriteria sangat efektif**. Sebab, pada tabel ditunjukkan bahwa persentase pengurangan 81% - 100% merupakan

kategori sangat efektif. Sehingga biofilter sederhana yang ditambahkan *Effective Microorganism 4* sangat efektif dalam melakukan filtrasi terhadap air yang terkontaminasi oleh tinja, khususnya kontaminan bakteri *Escherichia coli*.

Pengurangan yang terjadi pada *Escherichia coli* tidak lepas dari pengaruh komponen penyusunan pada biofilter. Komponen biologis dan mekanis sepenuhnya berperan pada biofilter dalam proses filtrasi. Penggunaan komponen mekanis di bagian atas pada biofilter berupa kapas filter, memungkinkan bakteri yang akan masuk ke dalam biofilter akan mulai tersaring dengan adanya lapisan serat dari kapas yang rapat (Widyanto et al., 2021). Lapisan ini juga menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, yang membuat air terlihat bersih. Kemudian lapisan yang bertanggung jawab untuk mengurangi jumlah bakteri *Escherichia coli* secara signifikan adalah lapisan biologis yang terdiri dari jampat, bio ring, batu apung, dan bioball. Fungsi dari bahan-bahan tersebut adalah sebagai rumah bagi bakteri-bakteri baik yang memiliki peran penting selama proses filtrasi yang dilakukan.

Pada lapisan biologis inilah bakteri-bakteri pada larutan *Effective Microorganism 4* dapat berkembangbiak dengan baik secara optimal. Bakteri-bakteri tersebut merupakan bagian penting yang membantu proses filtrasi, bakteri-bakteri baik yang terdapat di dalam *Effective Microorganism 4* berfungsi dengan cara membunuh atau menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* yang ada pada sampel (Sari et al., 2022).. Sehingga bakteri *Escherichia coli* jumlahnya mengalami penurunan yang sangat signifikan setelah dilakukan proses filtrasi.

### Simpulan

Biofilter sederhana yang ditambahkan dengan *Effective Microorganism 4* (EM4) berhasil mengurangi jumlah bakteri *Escherichia coli* dari  $920 \times 10^3$  menjadi  $79 \times 10^3$  setelah proses filtrasi, mencapai pengurangan sebesar 91,4%. Hanya bakteri *Escherichia coli* yang mengalami pengurangan signifikan, sedangkan *Salmonella* tidak terdeteksi dalam sampel. Meskipun efektivitas filtrasi menunjukkan hasil baik, sampel air tersebut masih mengandung *Escherichia coli*, menandakan kontaminasi tinja belum sepenuhnya hilang. Karena itu, biofilter sederhana dengan EM4 sangat efektif dalam

mengurangi *Escherichia coli* dalam air tercemar tinja, tetapi tidak sepenuhnya menghilangkannya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Tambahkan parameter seperti pH dan senyawa terkandung pada sampel air biofilter.
2. Gunakan bahan pembuatan biofilter yang beragam atau berbeda.
3. Analisis risiko dan keamanan penggunaan biofilter dengan EM4.
4. Tetapkan waktu spesifik saat pemfilteran untuk hasil lebih optimal.
5. Gunakan lebih dari satu sampel untuk akurasi hasil yang lebih baik. Untuk kegiatan praktis ataupun penelitian lanjutan berdasarkan hasil kebaruan yang ditemukan.

#### Ucapan terima kasih

Puji dan syukur kami ucapkan kepada Tuhan yang Maha Esa. Sebab, berkat dan rahmat yang diberikan-Nya, kami dapat menyelesaikan karya ilmiah yang berjudul "Efektivitas biofilter sederhana yang ditambahkan *effective microorganism 4* (EM4) terhadap penyaringan air yang tercemar tinja manusia". Karya ilmiah ini disusun dalam rangka guna memenuhi salah satu syarat kenaikan kelas dari kelas XI ke kelas XII. Serta, memberikan penjelasan kepada mengenai pembuatan, pengujian, serta hasil dan efektivitas dalam filtrasi air yang tercemar tinja (*E. coli* dan *Salmonella*) dari biofilter yang telah dibuat dengan ditambahkan *effective microorganism 4* (EM4). Maka kami mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak - pihak yang telah membantu dalam penyelesaian karya ilmiah ini, yaitu:

1. Bapak FX. Catur Supatmono, S.Pd., M.Pd. Selaku kepala sekolah SMA Kolese De Britto yang telah menyetujui Karya Ilmiah ini sebagai tugas wajib kelas XI SMA Kolese De Britto Tahun ajaran 2024/2025
2. Ibu A. Reswari Ingkansari, M.Pd. sebagai pembimbing yang dengan setia membantu dan memberi arahan selama proses penulisan karya ilmiah ini.

3. Pihak Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Yogyakarta yang telah membantu dalam proses penelitian.
4. Keluarga yang telah mendukung dan memberi fasilitas sehingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan

#### Referensi

- Andiarsa, Dicky Hidayat, Syarif Setianingsih, Ika. (2020). Usage Pattern of Household Drinking Water in Diarrhea in Land of Bumbu Year 2016. *Indonesian Journal of Public Health*, 15(1), 1-12.
- Andriyanto, A., Budiarti, R. S., & Subagyo, A. (2019). Pengaruh Penggunaan Effective Microorganism 4 (EM4) Pada Budidaya Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) Menggunakan Media Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Biologi UNAND*, 7(1), 59. <https://doi.org/10.25077/jbioua.7.1.59-68.2019>
- Audrey. (2021). *Bakteri E. Coli Setitik Rusak Air Sebelanga*. 80.
- Awuy, S. C., Sumampouw, O. J., & Boky, H. B. (2018). Kandungan *Escherichia Coli* pada Air Sumur Gali dan Jarak Sumur Dengan Septic Tank di Kelurahan Rap-Rap Kabupaten Minahasa Utara Tahun 2018. *Jurnal KESMAS*, 7(4), 1–2. <http://ejournalhealth.com/index.php/kesmas/article/viewFile/890/873>
- Bahtiyar, A. Y. (2018, February). Analisa Daya Penyerapan Genjer (*Limncharis Flava*) terhadap Kandungan Logam Berat di Berbagai Media Air Tercemar. *In Prosiding University Research Colloquium*, (pp. 313-321).
- Brahmana, Eti Meirina Brahmana Dahlia, Dahlia Mubarrak, Jismi Lestari, Rena Lestari Karno, Rio Karno Purnama, Arief Anthonius Purnama. (2022). Sosialisasi Pembuatan Bakteri Fotosintesis sebagai Penyubur Tanaman. *CONSEN: Indonesian Journal of Community Services and Engagement 2022*, 2(2), 67-71.
- Busyairi, M., Adriyanti, N., Kahar, A., Nurcahya, D., & Sariyadi, S. (2020). Efektivitas Pengolahan Air Limbah Domestik Grey Water Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Biofilter Aerob (Studi Kasus: IPAL INBIS Permata Bunda, Bontang). *Jurnal Serambi Engineering*, 5(4), 1306–1312.

- <https://doi.org/10.32672/jse.v5i4.2316>
- Candra, Heru Kartika Cahyani, Rinova Firman Bahit, Muhammad Noor, Syamsudin Mulyani, Dwi. (2023). Pembuatan Kolam tarpaulin Fish Budidaya Ikan Air Tawar Sistem Resirkulasi Warga Aliran Sungai Kemuning Banjarbaru Kalimantan Selatan. *Jurnal PkM Ilmu Kependidikan*, 6(2).
- Chaudhary, D. S., Vigneswaran, S., Ngo, H. H., Shim, W. G., & Moon, H. (2003). Biofilter in Water and Wastewater Treatment. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 20(6), 1054–1065. <https://doi.org/10.1007/BF02706936>
- Daniel Yohanes Putra, Sari Mariyati Dewi, Erick Sidarta. (2019, April). Efek antimikroba air kelapa terhadap pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi*. *Tarumanagara Medical journal*, 1(2), 291-295.
- Earle, M. R., Stoddart, A. K., & Gagnon, G. A. (2023). Raw water biofiltration for surface water manganese control. *Scientific Reports*, 13(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36348-1>
- Febriani, F., Andriana, E., & Yuliana, R. (2022). Pengembangan Media Pop Up Book Berbasis Permainan Pada Pembelajaran Tematik Di Sekolah Dasar. *Jurnal PGSD: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 15(1), 57–66. <https://doi.org/10.33369/pgsd.15.1.57-66>
- Filliazati, M., Apriani, I., & Zahara Anita, T. (2013). Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang. *Jurnal Program Studi Teknik Lingkungan*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v1i1.4028>
- Gufuran, M., & Mawardi, M. (2019). Dampak Pembuangan Limbah Domestik terhadap Pencemaran Air Tanah di Kabupaten Pidie Jaya. *Jurnal Serambi Engineering*, 4(1), 416. <https://doi.org/10.32672/jse.v4i1.852>
- Harsa, M. S. (2019). Hubungan Antara Sumber Air Dengan Kejadian Diare Pada Warga Kampung Baru Ngagelrejo Wonokromo Surabaya The Relationship Between Clean Water Sources And The Incidence Of Diarrhea In Kampung Baru Residence At Ngagelrejo Wonokromo Surabaya. *Sosial/Politik*, 5(3), 1–6.
- Haerun, R., M., A., & N., M. F. (2018). Efisiensi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Biofilter Sistem Upflow Dengan Penambahan Efektif Mikroorganisme 4. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1(2), 1-11.
- Herdiana, V., & Soedjono, E. S. (2021). Efek EM4 pada Penguraian Lumpur Tinja Secara Anaerobik. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.69927>
- Herlambang, A. (2018). Pencemaran Air Dan Strategi Penanggulangannya. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v2i1.2280>
- Heryanto, E., Sarwoko, S., & Meliyanti, F. (2022). Faktor Risiko Kejadian Diare pada Balita di UPTD Puskesmas Sukaraya Kabupaten OKU Tahun 2021. *Indonesian Journal of Health and Medical*, 2(1), 10 -21.
- Indonesia.2008. Putusan Sidang BUMN nomor 58 tentang Permohonan Pengujian Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2003 tentang Badan Usaha Milik Negara terhadap Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945. Jakarta.
- Indonesia, C. (2022). 70 PERSEN AIR MINUM INDONESIA TERKONTAMINASI TINJA, LALU HARUS GIMANA? Jakarta: CNN INDONESIA.
- Karana, Kinanti P. 2022. Indonesia: Hampir 70 persen sumber air minum rumah tangga tercemar limbah tinja. Jakarta: UNICEF Indonesia.
- Leonardo Anggi. (2019). IDENTIFIKASI BAKTERI *Escherichia coli* PADA ES TEH DI PASAR MALAM KAMPUNG SOLOR KOTA KUPANG. *Diploma thesis, Poltekkes Kemenkes Kupang*.
- Liu H, Whitehouse CA, Li B. (n.d.). Presence and Persistence of *Salmonella* in Water: The Impact on Microbial Quality of Water and Food Safety. *Front Public Health*, 30(6), 159. doi: 10.3389/fpubh.2018.00159. PMID: 29900166; PMCID: PMC5989457.
- Lewandowski, Z., & Boltz, J. P. (2011). Biofilms in Water and Wastewater Treatment. *Treatise on Water Science*, 4(6), 529–570.

- <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53199-5-5.00095-6>
- Masri, M. (2013). Jurnal Biology Science & Education. *Jurnal Biology Science and Education*, 2(2), 159–169.
- Martono, N. 1981- pengarang. (2015; © 2015, pada penulis). *Metode penelitian sosial : konsep- konsep kunci / Nanang Martono*. Jakarta :: Raja Grafindo Persada.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2017). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*, 1–20.
- Nainggolan, A. A., Arbaningrum, R., Nadesya, A., Harliyanti, D. J., & Syaddad, M. A. (2019). Alat Pengolahan Air Baku Sederhana Dengan Sistem Filtrasi. *Widyakala Journal*, 6(12). <https://doi.org/10.36262/widyakala.v6i0.187>
- Natsir, M. F., Ibrahim, E., Arsunan, A. A., Mallongi, A., & Selomo, M. (2019). The Addition of Effective Microorganism 4 and Charcoal Husk to Biofilter in Domestic Wastewater Treatment in Makassar. *Journal of Physics: Conference Series*, 1155(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012105>
- Nurkanto, Arif Julistiono, Heddy Augusta, Andria Sjamsuridzal, Wellyzar. (2012). Screening Antimicrobial Activity of Actinomycetes Isolated from Raja Ampat, West Papua, Indonesia. *MAKARA of Science Series*, 16(1).
- Pitriani, I., Fajaruddin Natsir, M., & Daud, A. (2015). The Effectiveness of EM 4 Addition into Anaerob-Aerob Biofilter in the Processing of Wastewater at Hasanuddin. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR) International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 22(1), 178–187. <http://gssrr.org/index.php?journal=JournalOfBasicAndApplied>
- Prahsantika, M., Harahap, S., & Purwanto, E. (2020). Pengaruh Penggunaan Biofilter dengan EM4 untuk Mengurangi Fosfat dan MBAS pada Limbah Cair Laundry. *Jurnal Sumberdaya Dan Lingkungan Akuatik*, 1(2), 93–102.
- Presiden Republik Indonesia. 2019. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air, No.17. Jakarta.
- Puspitasari, D. E. (2012). Dampak Pencemaran Air terhadap Kesehatan Lingkungan dalam Perspektif Hukum Lingkungan (Studi Kasus Sungai Code di Kelurahan Wirogunan Kecamatan Mergangsan dan Kelurahan Prawirodirjan Kecamatan Gondomanan Yogyakarta). *Mimbar Hukum - Fakultas Hukum Universitas Gadjah Mada*, 21(1), 23. <https://doi.org/10.22146/jmh.16254>
- PITOYO, Setiyo; Purwantoyo, Eling; Sulistiono. *Deteksi Pencemar Air Minum*. 2003
- Richard Hendarto, D., Putri Handayani, A., Esterelita, E., & Aji Handoko, Y. (2021). Mekanisme Biokimiawi dan Optimalisasi *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dalam Pengolahan Yoghurt yang Berkualitas. *Jurnal Sains Dasar*, 8(1), 13–19. <https://doi.org/10.21831/jsd.v8i1.24261>
- RIDUWAN ; Prof. Dr. H. Moch. Idochi Anwar, M.Pd.. *Dasar-Dasar Statistika / Dr. Riduwan, M.B.A; Prof. Dr. H. Moch. Idochi Anwar, M.Pd.* .2013; 2015
- Sani, Arfan Rostika, Atiek Rakhmawaty, Diana. (2009). PEMBUATAN FOTOKATALIS TiO<sub>2</sub> -ZEOLIT ALAM ASAL TASIKMALAYA UNTUK FOTODEGRADASI METHYLENE BLUE. *Journal of Indonesia Zeolites*, 8(1), 1411-6723.
- Said, Idaman, Nusa. (2008). Teknologi Pengolahan Air Minum. In *"Teori dan Pengalaman Praktis"*. BPPT.
- Saputra, B. A. (2023). *Pemanfaatan Sumber Daya Air Dalam Memenuhi Kebutuhan Air Di Indonesia*. September. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34918.19524>
- Saputra, R. (2006). Pemanfaatan Zeolit Sintesis Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri. *Buletin IPT*, 1, 8 - 20.
- Sari, W. P., Zaidy, A. B., Haryadi, J., & Krettiawan, H. (2022). Efektivitas Jenis Filter pada Sistem Resirkulasi terhadap

- Kualitas Air dan Pertumbuhan Panjang Benih Pangasionodon *hyphophthalmus*. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan*, 16(2), 205–219. <https://doi.org/10.33378/jppik.v16i2.351>
- Sharma SB, Sayyed RZ, Trivedi MH, and Gobi TA,. (2013). Phosphate Solubilizing Microbes: Sustainable Approach for Managing Phosphorus Deficiency in Agricultural Soils. *Springer Plus*, 2, 587.
- Suhandini Purwadi. (2008). PERILAKU MASYARAKAT TERHADAP PENGGUNAAN DAN PELESTARIAN AIR DI LINGKUNGANNYA (Studi kasus di Daerah Aliran Sungai Garang, Semarang). *Forum Ilmu Sosial*, 35(1), 1-23.
- Sylviadianti, A., & Najicha, F. U. (2023). Limbah penyebab pencemaran air pada lingkungan. *Environmental Science*, 1(1), 1–5.
- Wani, P. A., Khan, M. S., Zaidi, A. (2007.). Coinoculation of nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria to promote growth, yield and nutrient uptake in chickpea. *Acta Agron. Hung.*, 55, 315–323. doi: 10.1556/AAgr.55.2007.3.7.
- Widyanto, S. W., Ma'muri, M., Kuncoro, A., Wisnugroho, S., & Prasetiawan, N. R. (2021). Design of Dynamic Filtration Technology Automation in Sea Water Recirculation System for Coral Management and Culture. *Jurnal Perikanan Unram*, 11(1), 141–149. <https://doi.org/10.29303/jp.v11i1.240>