

## **Seeding Tutup Botol Termodifikasi sebagai Alternatif Media Biofilter Aerobik untuk Mengolah Air Limbah Industri Tahu**

**Zidan Sandy Rosyadi Al Fikri<sup>1</sup>, Tanti Utami Dewi<sup>1\*</sup>, dan Mirna Apriani<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS-PPNS, Sukolilo, Surabaya 60111

\*E-mail: [tanti.dewi@ppns.ac.id](mailto:tanti.dewi@ppns.ac.id)

### **Abstrak**

Limbah cair industri tahu memiliki nilai COD sebesar 5.136 mg/L. Hal ini, dapat merusak lingkungan jika langsung dibuang ke badan air tanpa ada pengolahan. Nilai tersebut melebihi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014. Disisi lain, jumlah sampah tutup botol plastik yang terdapat di lingkungan juga meningkat. Salah satu alternatif pengolahan air limbah untuk menyisihkan COD adalah biofilter aerobik. Tujuan penelitian ini adalah melakukan proses *seeding* dan menganalisis efisiensi penyisihan COD saat proses *seeding* dengan variasi waktu kontak. Penelitian ini memanfaatkan tutup botol plastik bekas yang sudah dilakukan modifikasi sebagai media tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme. Mikroorganisme yang tumbuh pada media tutup botol yang sudah dimodifikasi dapat menyisihkan kadar COD pada air limbah industri tahu. Proses *seeding* dilakukan selama 15 hari. Hasil penelitian menunjukkan sistem *seeding batch* media modifikasi tutup botol dengan waktu kontak 8, 7, dan 6 jam dapat menurunkan COD 90,6%, 87,94%, dan 77,6%. Hal tersebut membuktikan bahwa tutup botol bekas yang sudah dilakukan modifikasi berpotensi digunakan sebagai media biofilter.

**Keywords:** Biofilter aerobik, Batch, Seeding, Waktu Kontak, Tutup Botol Plastik Bekas

### **1. PENDAHULUAN**

Industri tahu saat ini menjadi salah satu industri rumah tangga yang tersebar luas baik di kota besar maupun kecil. Industri tahu dalam proses produksinya selain tahu juga menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Kandungan organik pada industri tahu dapat merusak ekosistem pada badan air (Hajar dkk., 2022). Biofilter aerobik adalah salah satu alternatif pengolahan air limbah industri tahu secara biologis (Filliazati dkk., 2013).

Biofilter aerob adalah konsep teknologi reaktor yang dikembangkan dengan prinsip mikroba tumbuh, berkembang, dan menempel pada media biofilter (Filliazati dkk., 2013). Tahapan awal yang diperlukan pada metode ini adalah menumbuhkan dan memperbanyak mikroorganisme pada media biofilter (*seeding*) (Rachmawati dkk., 2022). Pada proses *seeding* membutuhkan bakteri starter EM4 untuk mempercepat laju pertumbuhan mikroorganisme. Pemilihan EM4 sebagai starter bakteri karena terdapat kandungan mikroorganisme yang berperan untuk mengurai bahan organik air limbah (Budiharto dkk., 2023).

Pemanfaatan tutup botol plastik dapat meningkatkan nilai ekonomis limbah plastik yang dapat mencemari lingkungan. Pemanfaatan tutup botol plastik bekas juga dapat mengurangi jumlah timbunan tutup botol plastik dan dapat memberikan nilai lebih pada limbah tersebut. Metode biofilter aerobik memiliki efisiensi cukup tinggi untuk mengolah air limbah industri tahu karena tidak memerlukan luas area yang besar. Selain itu memiliki harga yang ekonomis karena ketersediaan limbah tutup botol yang melimpah di lingkungan.

### **2. METODE**

Penelitian ini menggunakan reaktor biofilter dengan sistem *batch*. Adapun alat, bahan, dan prosedur percobaan yang dibutuhkan pada penelitian ini dijelaskan pada uraian berikut ini:

#### **2.1 Bahan Percobaan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu air limbah yang berasal dari salah satu industri tahu yang terletak di kecamatan Ujung Pangkah, Gresik, Jawa Timur. Selain itu penelitian ini juga membutuhkan EM4 sebagai starter bakteri serta gula merah, pupuk Urea Petro, dan pupuk MKP Pak Tani sebagai nutrisi pada proses *seeding*.

#### **2.2 Alat Percobaan**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *container box* berukuran 38cm x 25 cm x 21 cm, aerator, selang aerator, *air stone*, timbangan analitik dan media untuk mikroorganisme tumbuh dan berkembang. Media biofilter menggunakan tutup botol plastik bekas yang dimodifikasi dengan benang

tampar dengan diameter 1 mm. Modifikasi tersebut dilakukan dengan menggabungkan 2 tutup botol plastik kemudian dilubangi pada kedua sisi dengan lubang sebesar 0,5 cm sebanyak 16 lubang pada tiap media, sehingga media ini memiliki dimensi berupa diameter sebesar 3 cm, serta tinggi 2,5 cm. Kemudian media tersebut diisi benang tampar sepanjang 5 cm sebanyak 70 helai pada tiap media.

## 2.3 Prosedur Percobaan

### 2.3.1 Persiapan Reaktor

Penelitian ini membutuhkan 3 reaktor dengan variasi waktu kontak 6, 7, dan 8 jam Tahap *seeding* dilakukan selama 15 hari untuk ketiga reaktor. Air limbah pada reaktor 1, 2, dan 3 dengan waktu kontak 6, 7, dan 8 jam sebanyak 4,69 Liter, 5,47 Liter, dan 6,25 Liter.



Gambar 1 Reaktor *Seeding*

### 2.3.2 Seeding

Proses pembenihan (*seeding*) merupakan tahap awal dari proses pengolahan secara biologis. Proses *seeding* dilakukan untuk menumbuhkan dan membentuk subtrak populasi mikroorganisme dalam bioreaktor (Kahar dkk., 2017). Salah satu upaya untuk mempercepat laju pertumbuhan mikroorganisme maka dilakukan penambahan starter bakteri EM<sub>4</sub> (Haerun dkk., 2018). Penambahan EM<sub>4</sub> disesuaikan dengan volume dengan air limbah pada tiap reaktor dengan perbandingan 1ml:1000ml. Kemudian penambahan gula merah sebanyak 75ml untuk 1 liter EM<sub>4</sub> (petunjuk pemakaian produk EM<sub>4</sub>), untuk R1, R2, dan R3 sebanyak 0,34, 0,42, dan 0,46 ml. Penambahan nutrisi berdasarkan komposisi COD : N : P = 100: 5 : 1 (Permatasari dkk., 2018). Kebutuhan pupuk Urea Petro untuk 4,69, 5,47, dan 6,25 liter air limbah yaitu sebesar 2,7, 3,26, dan 3,61 gram. Kebutuhan pupuk MKP Pak Tani untuk 4,69, 5,47, dan 6,25 liter air limbah yaitu sebesar 0,46, 0,55, dan 0,61 gram.

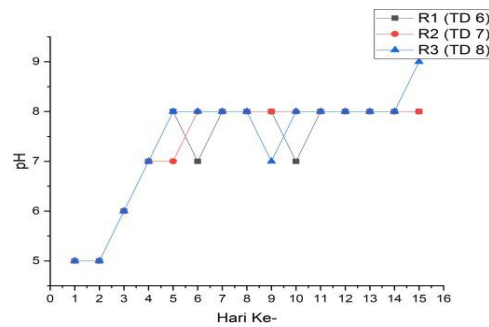
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian karakteristik awal pada air limbah perlu dilakukan untuk menganalisis konsentrasi pencemar yang terdapat pada air limbah. Selain itu pengujian awal juga digunakan untuk menentukan metode pengolahan yang akan digunakan sebelum dibuang pada badan air. Hasil pengujian karakteristik awal air limbah tahu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Karakteristik Awal Air Limbah

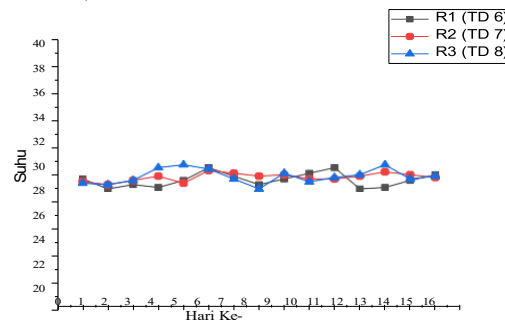
No	Parameter	Satuan	Konsentrasi	Baku Mutu
1.	COD	mg/L	5.136	300
2.	BOD	mg/L	1.525	150
3.	TSS	mg/L	575	100
4.	pH	-	5	6-9

Tahap *seeding* dilakukan selama 15 hari pada setiap reaktor dengan variasi waktu kontak. Untuk memastikan proses oksidasi biologi, langkah selanjutnya adalah memberikan oksigen selama tahap *seeding* melalui aerator (Filliazati dkk., 2013). Setelah dilakukan aerasi langkah selanjutnya adalah pemberian starter bakteri EM<sub>4</sub>. EM<sub>4</sub> yang digunakan pada penelitian ini yaitu jenis EM<sub>4</sub> untuk pengolahan limbah. Starter bakteri EM<sub>4</sub> dilakukan untuk mempercepat pertumbuhan bakteri pada media tutup botol plastik bekas, sehingga mempersingkat waktu proses *seeding* dan efisiensi biofilter meningkat. Selama proses *seeding* perlu dilakukan pengukuran suhu dan pH. Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 menunjukkan hasil pengamatan pH, suhu dan DO harian.



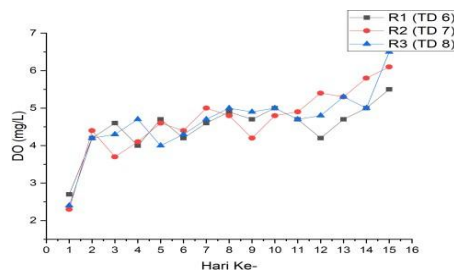
**Gambar 2.** pH Tahap *Seeding*

**Gambar 2** menunjukkan pengamatan pH selama proses *seeding*. *Seeding* pada reaktor dengan waktu kontak menunjukkan kenaikan pH hingga nilai 9. Adanya fluktuasi nilai pH pada air limbah menunjukkan bahwa mikroorganisme sedang beradaptasi (Dewi dkk., 2018). Kenaikan pH juga dapat disebabkan oleh karbon dioksida yang menurun dan dapat mengakibatkan keasaman pH menurun (Hidayat dkk., 2023). Pengukuran pH dilakukan agar air limbah tetap pada kriteria pH saat *seeding*. Kriteria pH tersebut yaitu antara 6,5 – 9 (Pitriani dkk., 2014). Pengamatan dari nilai pH bertujuan untuk memastikan agar mikroorganisme dapat tumbuh secara optimal (Ananda dkk., 2018).



**Gambar 3** Suhu Tahap *Seeding*

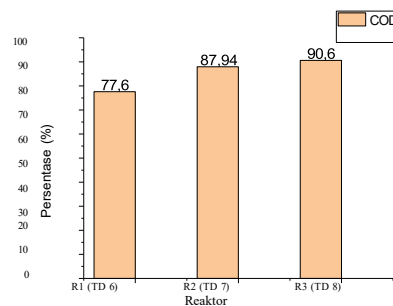
**Gambar 3** menunjukkan hasil pengamatan suhu selama proses *seeding*. Hasil dari ketiga variasi waktu kontak saat proses *seeding* memiliki suhu 29°C – 30°C. Menurut Sipayung dkk (2023), suhu ideal untuk pertumbuhan bakteri adalah 25°C - 30°C. Mikroorganisme dapat tumbuh dengan baik pada suhu ini, sehingga dapat melakukan fermentasi bahan organik dalam air limbah (Amalia & Prayitno, 2024). Suhu yang tinggi dapat mengganggu proses pertumbuhan mikroorganisme untuk berkembang. Naik turunnya suhu pada air limbah merupakan tanda bahwa mikroorganisme sedang beradaptasi pada air limbah (Dewi dkk., 2018).



**Gambar 4** DO tahap *Seeding*

**Gambar 4** menunjukkan hasil pengamatan DO selama proses *seeding*. Hasil dari ketiga variasi waktu kontak saat proses *seeding* memiliki nilai DO yang fluktuatif. Kadar DO pada kondisi aerob harus dijaga pada nilai >2 mg/L (Rozika & Purnomo, 2023). Menurut Rosidin dkk (2018), salah satu yang memengaruhi naik dan turunnya nilai DO salah satunya adalah kekeruhan. Nilai DO yang rendah akan berdampak kepada bakteri yang akan membuat bakteri kekurangan oksigen dan tidak dapat bekerja optimum (Fisma & Bhernama, 2022).

Parameter COD pada penelitian ini digunakan sebagai indikator karena parameter tersebut relevan dalam mengevaluasi efisiensi pengolahan limbah. Terutama pada proses *seeding*, yang bertujuan untuk mengetahui apakah mikroorganisme menguraikan zat organik. Efisiensi penyisihan COD dapat dilihat pada **Gambar 5**.



**Gambar 5** Efisiensi Penyisihan COD

**Gambar 5** menunjukkan efisiensi penyisihan COD *seeding* dengan variasi waktu kontak 8 jam lebih tinggi dibandingkan 2 variasi waktu kontak lainnya. Hal ini dapat terjadi karena proses dekomposisi senyawa organik dalam air limbah dipengaruhi oleh metabolisme pengurai. Waktu kontak antara air limbah dengan bakteri pengurai yang lebih lama menyebabkan proses degradasi bahan organik lebih efektif (Rachmawan & Agung, 2020).

#### 4. KESIMPULAN

*Seeding* media tutup botol bekas yang sudah dilakukan modifikasi dengan variasi waktu kontak 8 jam lebih efektif daripada 7 dan 6 jam. Efisiensi penyisihan COD pada waktu kontak 8 jam sebesar 90,6% sementara pada waktu kontak 7 dan 6 jam sebesar 87,94% dan 77,6%.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, N. T., & Prayitno, P. (2024). Proses Seeding Dan Aklimatisasi Aerob – Anaerob Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Gondorukem. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 10(1), 48–55. <https://doi.org/10.33795/distilat.v10i1.4920>
- Budiharto, I. W., Pratama, B., & Salmanisa, A. C. (2023). Penggunaan Teknik Bioventing Filtrasi Sederhana Dengan Penambahan EM4 (EFFECTIVE MICROORGANISMS) Terhadap Pengolahan Air Limbah Penatu. 13(1), 48–59.
- Dewi, R. T. Y., Juliani, A., & Nurmiyanto, A. (2018). Penurunan Kadar Bod, Cod, Tss, Dan Warna Limbah Industri Kampung Batik Giriloyo Menggunakan Reaktor Kombinasi Anaerob-Aerob. *Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta*.
- Filliazati, M., Apriani, I., & Zahara, T. A. (2013). Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v1i1.4028>
- Fisma, I. Y., & Bhernama, B. G. (2022). Analisis Air Limbah Yang Masuk Pada Waste Water Treatment Plant (Wwtp). *Amina*, 2(2), 50–58. <https://doi.org/10.22373/amina.v2i2.496>
- Haerun, R., Mallongi, A., & Natsir, M. F. (2018). EFISIENSI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN BIOFILTER SISTEM UPFLOW DENGAN PENAMBAHAN EFEKTIF MIKROORGANISME 4. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1(2), 10–19.
- Hajar, T., Supriatna, A. M., & Hadisantoso, P. E. (2022). Pengaruh Limbah Tahu Terhadap Kualitas Air Sungai Cikeruh dan Penanganannya dengan Metode Adsorpsi Berdasarkan Prinsip Teknologi Tepat Guna. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 15, 1–10.
- Hidayat, A. R., Azzumar, F. A., Taresha, L. M., Paulina, D., Oktapani, B. A., Febriansyah, & Sunarti, R. N. (2023).
- FITOREMIDIASI AIR LIMBAH PT. BUKIT ASAM, TBK MENGGUNAKAN TUMBUHAN ECENG GONDOK ( *Eichhornia crassipes*) SEBAGAI ALTERNATIF PENGELOLAAN LINGKUNGAN TERHADAP NILAI pH. *Jurnal : Jurusan Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi*, 1–9.
- Kahar, A., Heryadi, E., Malik, L., Widarti, B. N., & Cahayanti, I. M. (2017). The study of seeding and acclimatization from leachate treatment in anaerobic bioreactor. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(8), 2610–2614.
- Permatasari, R., Rinanti, A., & Ratnaningsih, R. (2018). Treating domestic effluent wastewater treatment by aerobic biofilter with bioballs medium. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 106(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/106/1/012048>
- Rachmawan, A., & Agung, T. (2020). Pendegradasian Pencemar Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Aerobik Biofilter. *Seminar Nasional (Esec)*, 2020.
- Rachmawati, V., Nurjayati, R., & Yuniati, M. D. (2022). Penurunan Konsentrasi COD Limbah Batik Pada Proses Seeding dan Aklimatisasi Menggunakan Material Preservasi Mikroorganisme ( MPMO ). 21(1),

73–82.

- Rosidin, H. I., Nurmiyanto, A., Ardhayanti, L. I., Lingkungan, J. T., Tekni, F., & Indonesia, U. I. (2018). *UNJUK KERTA TRAY BIOREACTOR DENGAN MEDIA PENYANGGA BATU ANDESIT DALAM MENINGKATKAN KUALITAS AIR OLAHAN PARAMETER COD DAN TSS PADA IPAL KOMUNAL* Tray Bioreactor Performance Using Andesit Stone As A Supporting Media To Improving Processed Water Quality Param. 1– 12.
- Rozika, D. I., & Purnomo, Y. S. (2023). Pengolahan Lindi (Leachate) Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor (Mbbr) Dengan Proses Oxic-Anoxic. *Enviroous*, 2(1), 106–114. <https://doi.org/10.33005/enviroous.v2i1.86>
- Sipayung, I., Afriani, A., & Sulaksana, I. (2023). Pengaruh Lama Penyimpanan Pada Suhu Kamar Terhadap Kualitas Fisik Dan Mikrobiologi Daging Kambing Diawetkan Dengan Substrat Antimikroba Lactobacillus Plantarum BAF514 Yang Dikemas Vakum. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 25(1), 48–56. <https://doi.org/10.22437/jiip.v25i1.13710>