

## PENDEGRADASIAN PENCEMAR LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN AEROBIK BIOFILTER

**Aditiya Rachmawan dan Tuhu Agung R**

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur  
Email [tuhu.tl@upnjatim.ac.id](mailto:tuhu.tl@upnjatim.ac.id)

### ABSTRAK

*Perkembangan Industri Kecil Menengah semakin tinggi tidak lepas dari peningkatan permasalahan limbah cair yang dihasilkan. Limbah cair yang dihasilkan tersebut langsung dibuang ke badan air. Salah satu industri yang melakukan praktik tersebut adalah industri tahu. Limbah cair industri tahu memiliki konsentrasi pencemar berupa BOD 847 mg/l, COD 1815 mg/l, dan TSS 246 mg/l. Unit pengolahan yang dapat dimanfaatkan untuk mengolah limbah cair tahu adalah aerobik biofilter. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan volume ruang pertumbuhan mikroorganisme melekat dan tersuspensi dalam aerobik biofilter dengan variasi waktu kontak 12, 24, 36, 48, dan 60 jam. Melakukan pre-treatment berupa proses koagulasi-flokulasi, sebelum diproses dalam aerobik biofilter. Hasil penelitian menunjukkan perbandingan volume ruang pertumbuhan mikroorganisme melekat dan tersuspensi yang paling optimal adalah perbandingan 15L:25L dengan waktu kontak 60 jam, dapat menurunkan konsentrasi BOD 88,67%, COD 89,20%, dan TSS 24,04%.*

**Kata kunci:** mikroorganisme melekat dan tersuspensi, bioring, home industry tahu.

### ABSTRACT

*The development of Small and Medium Industries is getting higher cannot be separated from the increase in the problem of wastewater produced. The resulting wastewater is discharged directly into rivers. One of the industries that do this is the tofu industry. Tofu industrial wastewater has pollutant concentrations of BOD 847 mg/l, COD 1815 mg/l, and TSS 246 mg/l. The processing unit that can be used to treat industrial wastewater tofu is an aerobic biofilter. This study discussed the effect of the ratio of the growth space volume of attached and suspended microorganisms in aerobic biofilters with variations in contact time of 12, 24, 36, 48, and 60 hours. The pre-treatment are coagulation-flocculation process, before being processed in an aerobic biofilter The results showed that the optimal ratio of growth space for attached and suspended microorganisms was 15L: 25L with a contact time of 60 hours., which could reduce the concentration of BOD 88.67%, COD 89.20%, and TSS 24.04. %.*

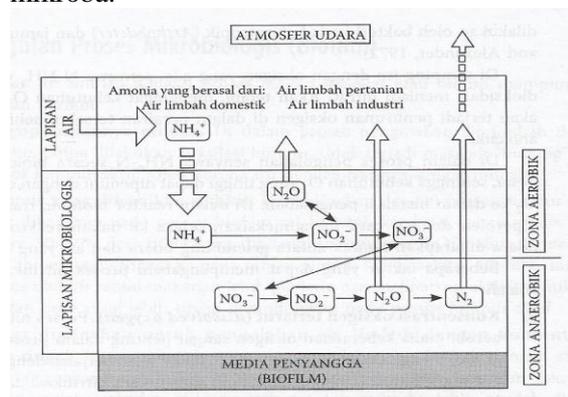
**Keywords:** attached and suspended microorganisms, bioring, tofu home industry.

## PENDAHULUAN

Perkembangan Industri Kecil Menengah (IKM) semakin tinggi dengan meningkatnya kebutuhan penduduk dan kebutuhan lapangan pekerjaan. Perkembangan IKM tidak lepas dari peningkatan permasalahan limbah cair yang dihasilkan. Sebagian besar IKM langsung membuang limbah cair yang dihasilkan ke badan air, yang berakibat pada turunnya kualitas badan air.

Salah satu pilihan untuk mengolah limbah cair tahu adalah dengan menggunakan aerobik biofilter, yang merupakan salah satu jenis pengolahan limbah dimana menggunakan mikroorganisme melekat dan tersuspensi. Pada penelitian ini digunakan media bioring sebagai media pertumbuhan bagi mikroorganisme. Hal ini dikarenakan media ini memiliki *surface area* yang luas dan struktur yang berpori. Sebelum melalui proses pengolahan biofilter aerobik harus didahului dengan *pre-treatment* untuk meningkatkan efisiensi pengolahan. Pada penelitian ini menggunakan *pre-treatment* koagulasi – flokulasi sistem *batch* dengan penambahan *Poly Aluminium Chloride* (PAC).

Biofilter adalah proses dengan prinsip mikroorganisme tumbuh dan berkembang pada media dan membentuk lapisan biofilm. Proses biologis pada aerobik biofilter dilakukan dengan mengalirkan limbah cair ke media filtrasi yang sudah ditumbuhi lapisan biofilm dengan penambahan oksigen (Ratnawati & Kholif, 2018). Bahan pencemar yang terkandung dalam limbah cair mengalir melalui celah dan kontak langsung dengan lapisan mikroba.



**Gambar -1:** Mekanisme Proses Penguraian Amonia di dalam Biofilm

Berdasarkan **Gambar-1**, senyawa amonia akan diubah menjadi gas  $N_2O$  dan nitrat pada

proses nitrifikasi. Senyawa nitrat diubah kedalam bentuk nitrit lalu dilepaskan menjadi gas nitrogen pada proses denitrifikasi (Said, 2017).

Berdasarkan latar belakang, maka penelitian ini berisi tentang pengolahan limbah cair industri tahu dengan proses aerobik biofilter dalam mendegradasi pencemar. Tujuan utama penelitian ini adalah mengetahui pengaruh perbandingan volume ruang pertumbuhan mikroorganisme melekat dan tersuspensi dalam aerobik biofilter.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdapat dua tahap, tahap penelitian pendahuluan (*pre-treatment*) dengan sistem *batch* dan tahap penelitian utama (aerobik biofilter) menggunakan sistem *batch*.

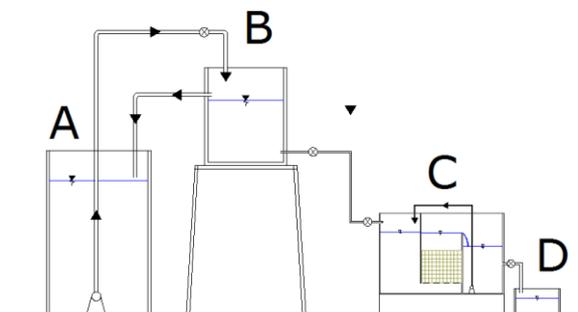
### Alat dan Bahan

#### Alat:

1. Reaktor aerobik biofilter
2. Reaktor koagulasi-flokulasi
3. pH meter
- Pompa submersible
4. Aerator

#### Bahan:

1. limbah cair tahu
2. *Poly Aluminium Chloride* (PAC)
3. Media bioring



**Gambar -2:** Rancangan peralatan penelitian utama

#### Keterangan:

1. Bak penampungan awal
2. Bak pengatur debit
3. Reaktor aerobik biofilter
4. Bak penampung akhir

### Penelitian pendahuluan

Melakukan uji *jartest* untuk mengetahui dosis optimum koagulan yang digunakan dalam proses koagulasi-flokulasi.

**Penelitian Utama**

Tahap penelitian utama terdiri dari seeding, aklimatisasi, dan running. Running dilakukan menggunakan sistem *batch* berdasarkan variabel yang telah ditetapkan.

1. Variabel bebas
  - b. Waktu kontak saat sistem batch (jam): 12, 24, 36, 48, 60
  - c. Perbandingan volume ruang pertumbuhan mikroorganisme melekat dan tersuspensi (L/L) : 10:30, 15:25, 20:20, 25:15, 30:10
2. Variabel tetap
  - a. Volume reaktor 40 L
  - b. Bakteri starter

Parameter pencemar yang akan dilakukan analisis pada penelitian ini adalah BOD, COD, dan TSS.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Karakteristik Awal Limbah Cair Tahu**

Berikut merupakan hasil uji karakteristik dari limbah cair tahu:

**Tabel -1:** Karakteristik Awal Limbah Cair Tahu

| No. | Parameter Pencemar | Hasil (mg/l) | *Kadar Maksimum (mg/l) |
|-----|--------------------|--------------|------------------------|
| 1   | BOD                | 847          | 150                    |
| 2   | COD                | 1815         | 300                    |
| 3   | TSS                | 246          | 100                    |

\*Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013

Berdasarkan **Tabel-1**, kadar pencemar pada limbah cair tahu melewati baku mutu yang ditetapkan. Sehingga limbah cair tahu harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air.

**Penelitian Pendahuluan**

Berikut merupakan hasil dari *jartest* untuk menentukan dosis koagulan yang akan digunakan dalam proses *pre-treatment*:

**Tabel -2:** Hasil analisis dosis optimum koagulan

| No. | Koagulan PAC (mg/l) | % Removal TSS | Hasil TSS (mg/l) |
|-----|---------------------|---------------|------------------|
| 1.  | 100                 | 50%           | 123              |
| 2.  | 120                 | 61%           | 96               |
| 3.  | 150                 | 71%           | 71               |
| 4.  | 200                 | 78%           | 54               |
| 5.  | 250                 | 68%           | 79               |

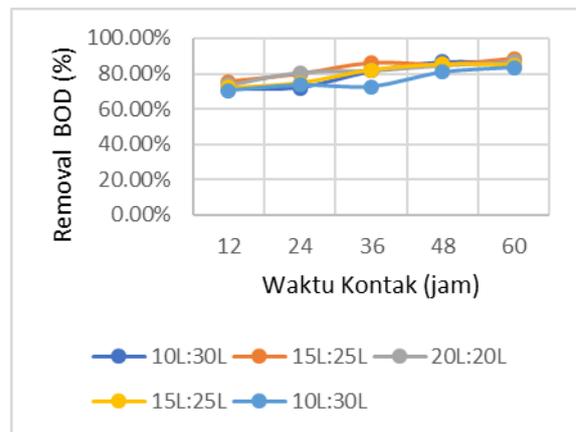
Dilihat dari **Tabel-2**, hasil penurunan kadar TSS yang tertinggi pada dosis koagulan 200 mg/l dengan penurunan sebesar 78%. Sehingga dosis koagulan yang digunakan

dalam proses *pre-treatment* adalah 200 mg/l.

**Penelitian Utama**

Penelitian ini menggunakan aerobik biofilter sebagai pengolahan limbah cair tahu. Parameter pencemar yang diamati adalah BOD, COD, dan TSS.

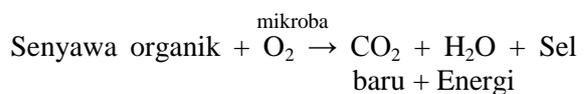
**Pengaruh Perbandingan Volume Ruang Pertumbuhan Mikroorganisme dan Waktu Kontak Terhadap Penyisihan BOD**



**Grafik -1:** Hubungan perbandingan volume ruang pertumbuhan mikroorganisme dan waktu kontak (jam) terhadap % removal BOD

Dilihat dari **Grafik-1** menunjukkan hasil dari penyisihan BOD. Hasil terendah dari penyisihan BOD adalah 70.19%, pada variasi perbandingan volume pertumbuhan mikroorganisme melekat dan tersuspensi 30L:10L dan waktu kontak 12 jam. Hasil penyisihan BOD tertinggi adalah 88,67%, pada variasi perbandingan volume pertumbuhan mikroorganisme melekat dan tersuspensi 15L:25L dan waktu kontak 60 jam.

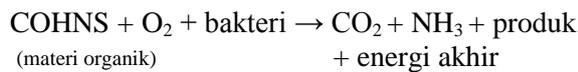
Penyisihan BOD terjadi karena mikroorganisme yang hidup di reaktor mengurai zat organik pada limbah cair dan adanya oksigen menyebabkan suasana aerobik terjadi sehingga mikroorganisme aerob mereduksi zat organik tersebut. Secara umum reaksinya adalah:



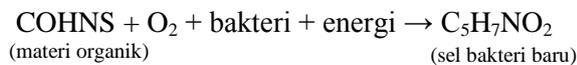
Hasil dari reduksi senyawa organik menghasilkan zat-zat yang lebih stabil (CO<sub>2</sub>)

dan H<sub>2</sub>O), selain itu biomassa dan energi untuk metabolisme mikroorganisme. Metabolisme yang terjadi terdiri dari proses katabolisme dan proses anabolisme. Proses katabolisme yang terjadi adalah proses oksidasi dan respirasi, pada proses ini zat organik yang diurai mikroorganisme menghasilkan energi untuk pertumbuhan bakteri, sedangkan proses anabolisme untuk perkembangbiakan bakteri dengan memanfaatkan energi yang diperoleh dari proses oksidasi dan respirasi. Proses perubahan substrat berlangsung dalam suatu kelompok protein yang berperan penting dalam proses biologis, yaitu enzim yang bersifat katalis. Proses metabolisme pada mikroorganisme sebagai berikut (Said, 2017):

Oksidasi :



Sintesis :

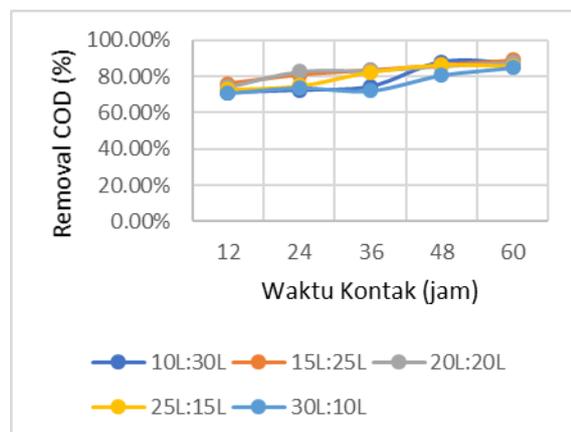


Respirasi :



Dalam proses aerob akan merombak C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>NO<sub>2</sub> yang mewakili massa sel dari mikroorganisme dengan tambahan oksigen (O<sub>2</sub>) akan menghasilkan karbondioksida (CO<sub>2</sub>), hidrogen dioksida (H<sub>2</sub>O), dan asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) (Eddy, 2014).

### Pengaruh Perbandingan Volume Ruang Pertumbuhan Mikroorganisme dan Waktu Kontak Terhadap Penyisihan COD



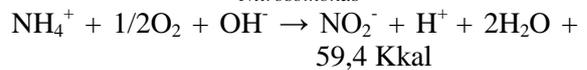
**Grafik -2:** Hubungan perbandingan volume ruang pertumbuhan mikroorganisme dan waktu kontak (jam) terhadap % removal COD

Dilihat dari **Grafik-2** menunjukkan hasil dari penyisihan COD. Hasil terendah dari penyisihan COD adalah 70,63%, pada variasi perbandingan volume pertumbuhan mikroorganisme melekat dan tersuspensi 30L:10L dan waktu kontak 12 jam. Hasil penyisihan COD tertinggi adalah 89,20%, pada variasi perbandingan volume pertumbuhan mikroorganisme melekat dan tersuspensi 15L:25L dan waktu kontak 60 jam.

Penyisihan COD cenderung semakin tinggi seiring dengan lamanya waktu kontak. Penyisihan COD terjadi karena mikroorganisme mengurai zat organik pada limbah cair. Reduksi zat organik tersebut menghasilkan zat-zat yang lebih stabil seperti CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Terbentuk pula biomassa dan energi. Mikroorganisme memanfaatkannya untuk proses metabolisme (Said & Santoso, 2015).

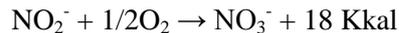
### Tahap nitritasi (ammonia menjadi nitrit)

*Nitrosomonas*



### Tahap nitrasi (nitrit menjadi nitrat)

*Nitrobacter*

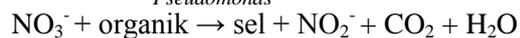


Secara keseluruhan, proses nitrifikasi sebagai berikut:

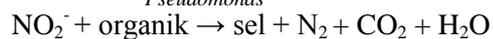


Sedangkan denitrifikasi adalah proses nitrat diubah menjadi nitrit dan kemudian gas nitrogen. Reaksi penguraian nitrit dan nitrat sebagai berikut:

*Pseudomonas*



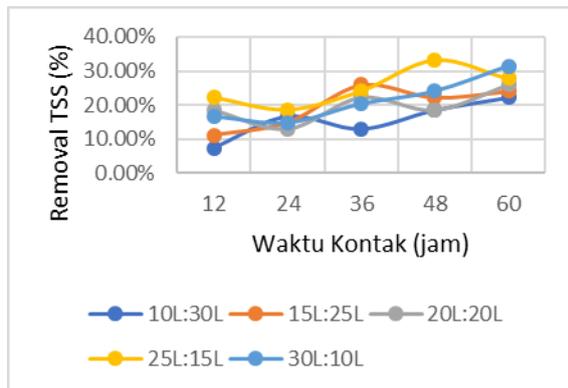
*Pseudomonas*



### Pengaruh Perbandingan Volume Ruang Pertumbuhan Mikroorganisme dan Waktu Kontak Terhadap Penyisihan TSS

Berdasarkan **Grafik-3** menunjukkan hasil dari penyisihan TSS. Hasil terendah dari penyisihan TSS adalah 7,41%, pada variasi perbandingan volume pertumbuhan mikroorganisme melekat dan tersuspensi 10L:30L dan waktu kontak 12 jam. Hasil

penyisihan TSS tertinggi adalah 89,15%, pada variasi perbandingan volume pertumbuhan mikroorganisme melekat dan tersuspensi 25L:15L dan waktu kontak 48 jam.



**Grafik -3:** Hubungan perbandingan volume ruang pertumbuhan mikroorganisme dan waktu kontak (jam) terhadap % removal TSS

Penyisihan TSS cenderung semakin tinggi seiring dengan lamanya waktu kontak. Hal ini terjadi karena dari proses degradasi oleh mikroorganisme yang tersaring oleh media (Sato, Utomo, & Abineri, 2015). Media memiliki material berpori dan bersifat amorf yang mempunyai saluran terbuka di dalamnya yang membuat air limbah dapat masuk dan melewatinya. Ketika air limbah memasuki pori-pori media sejumlah padatan tersuspensi dapat tertahan, sehingga kadar TSS menjadi turun (Sani, 2017). Sehingga semakin banyak media yang digunakan maka semakin banyak partikel tersuspensi yang dapat tersaring. Hal ini selaras dengan hasil dari penelitian ini, pada **Grafik-3** menunjukkan penyisihan TSS cenderung meningkat dengan lebih banyaknya media yang digunakan.

## KESIMPULAN

1. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbandingan volume ruang pertumbuhan mikroorganisme melekat dan tersuspensi pada aerobik biofilter yang paling optimal untuk meremoval kadar pencemar limbah cair industri tahu adalah perbandingan 15L:25L.
2. Waktu kontak pada proses aerobik biofilter secara batch dapat mempengaruhi dalam

penyisihan kadar pencemar limbah cair industri tahu. Hasil penelitian ini menunjukkan waktu kontak yang paling optimal dalam menyisihkan BOD, COD, dan TSS adalah 60 jam, dengan penyisihan BOD sebesar 88,67%, COD sebesar 89,20% dan 31,48%. Semakin lama waktu kontak limbah cair dengan mikroorganisme maka proses pendegradasi bahan pencemar semakin besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A., Suprihatin, I. E., & Sibarani, J. (2016). "Pengaruh Biofilm Terhadap Efektivitas Penurunan BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak dari Limbah Pengolahan Ikan Menggunakan Trickling Filter". *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 4(2), 137-145.
- Alfikri, E. Y. (2019). "Kombinasi Sistem Pertumbuhan Mikroorganisme Tersuspensi dan Melekat pada Sistem Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe". Skripsi. UPN "Veteran" Jatim.
- Ariani, W., Sumiyati, S., & Wardhana, I. W. (2014). "Studi Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Rumah Makan dengan Teknologi Biofilm Anaerob-Aerob Menggunakan Media Bioring Susunan Random (Studi Kasus: Rumah Makan Bakso Krebo Banyumanik)". *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 1-10.
- Dessy, S. R. (2019). "Kombinasi media Melekat dan Tersuspensi dengan Aerobik Biofilter dalam Mendegradasi Bahan Organik pada Limbah Cair Rumah Sakit". Skripsi. UPN "Veteran" Jatim.
- Eddy, M. (2014). *Wastewater Engineering Treatment Resource Recovery*, 5th edition, Vol. 2, New York, Mc Graw Hill.
- Hibban, M., Rezagama, A., & Purwono, (2016). "Studi Penurunan Konsentrasi Amonia Dalam Limbah Cair Domestik Dengan Teknologi Biofilter Aerob media Tubular Plastik Pada Awal Pengolahan". *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(2), 1-9.

- Imania, Arina Wida dan Welly Herumurti.  
2018. “Pengolahan Lindi Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) dengan Pre-treatment Kimiawi untuk Menurunkan Konsentrasi Organik dan Nitrogen.” *Jurnal Teknik ITS* 7(1):7–10.
- Mallongi, A., & Natsir, M. F. (2019). “Efisiensi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Biofilter Sistem Upflow Dengan Penambahan Efektif Mikroorganisme 4”. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1(2).
- Rahayu, D. (2019). “Penurunan Kadar COD, TSS, dan NH<sub>3</sub>-N pada Air Limbah Rumah Potong Hewan dengan Proses Biofilter Anaerob-aerob Menggunakan Media Bioball”. Skripsi. UPN “Veteran” Jatim.
- Rakhmawati, A. P., & Karnaningroem, N. (2012). *Pengolahan Air Limbah Laundry dengan Reaktor Biofilter dan Koagulasi Flokulasi*. Paper presented at the Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVI.
- Ratnawati, R., & Al Kholif, M. (2018). “Aplikasi Media Batu Apung Pada Biofilter Anaerobik Untuk Pengolahan Limbah Cair Rumah Potong Ayam”. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 10(1), 01-14.
- Said, N. I. (2017). *Teknologi Pengolahan Air Limbah Teori dan Aplikasi*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Said, N. I., & Marsidi, R. (2011). Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Air Indonesia*, 1(3).
- Sani, A. (2017). *Optimasi Proses Biofilter Skala Pilot dengan Media Batu Apung dalam Upaya Peningkatan Kualitas Air Baku*. Skripsi. IPB, Bogor.
- Sato, A., Utomo, P., & Abineri, H. S. B. (2015), Pengolahan Limbah Tahu Secara Anaerobik-Aerobik Kontinyu, Paper presented at the Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan
- III, Institut Teknologi Adhi Tama, Surabaya.