

## PENURUNAN KADAR BOD, COD, TSS, DAN pH PADA LIMBAH CAIR TAHU DENGAN MENGGUNAKAN BIOFILTER

Allam Anasrul Amri\*, Tri Widayatno

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo  
Jawa Tengah 57169, Indonesia

\*Email: d500180055@student.ums.ac.id

### Abstrak

*Limbah cair tahu dapat menimbulkan pencemaran karena terdapat kandungan biological oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), dan total suspended solid (TSS) yang sangat tinggi dapat mencemari lingkungan sekitar apabila dibuang ke sungai. Sebab itu kadarnya harus diturunkan sebelum dibuang ke sungai lingkungan sekitar. Yaitu dengan cara mengolah limbah cair tahu dengan cara biofilter. Biofilter yang digunakan yaitu yang bermedia filter batu krikil dan batu koral yang memiliki tujuan mengetahui penurunan kadar pencemaran pada parameter BOD, COD, dan TSS limbah cair tahu menggunakan biofilter. Pada hasil penelitian memperlihatkan penurunan kadar limbah cair tahu menggunakan biofilter memiliki nilai BOD sebesar 737,9 mg/L, COD sebesar 6.333 mg/L, TSS sebesar 84 mg/L, dan pH sebesar 6 – 7.*

**Kata kunci:** Biofilter, BOD, COD, Limbah Tahu, TSS (min. 3, maks. 5 kata, sesuai urutan abjad)

### 1. PENDAHULUAN

Pada umumnya tahu adalah salah satu makanan tradisional yang paling populer pada negara Asia, khususnya di Indonesia, diproduksi oleh industri kecil dan industri menengah di seluruh negeri. Proses pembuatan tahu meliputi proses pencucian, perendaman, penggilingan, penggumpalan, dan pengepresan. Komponen utama tahu didominasi oleh protein tinggi, konsentrasi zat organik, dan nitrogen (Vistanty dan Malik, 2019). Industri tahu dikenal sebagai salah satu industri paling populer di Indonesia. Selama proses produksi. Sekitar 43,5 liter per 1 kg kacang kedelai dilepaskan. Di Indonesia, air limbah dari proses pengolahan tahu mengandung zat berbahaya, berupa BOD dan COD yang mempunyai kadar melebihi dari baku mutu telah ditetapkan oleh pemerintah. Sehingga apabila tanpa penanganan yang tepat akan menyebabkan masalah pencemaran lingkungan yang parah dan gangguan ekosistem (Hidayat et al. 2016).

Pada limbah dipabrik tahu yang mempunyai potensi mencemari lingkungan sekitar adalah limbah cair pabrik tahu dari proses produksi tahu. Sedangkan pada kadar parameter COD, BOD, dan P-tot dari limbah cair tahu yang tinggi berturut-turut mencapai 6870 – 10500 mg/l, 5643-6870 mg/l, dan 80,5-82,6 mg/l yang melampaui baku mutu limbah cair yang tidak sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup

Nomor 15 Tahun 2008 ‘Tentang baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan pengolahan kedelai’. Dimana batas kadar COD dan BOD sebesar 300 mg/l, dan 100 mg/l, sehingga perlu pengolahan limbah cair supaya tidak menyebabkan pencemaran badan air apabila limbah dibuang secara langsung ke badan air tersebut (Azmi et al. 2016).

Telah dilakukan pengolahan limbah cair dengan biofilter, terutama limbah cair tahu, dengan menurunkan kebutuhan TSS (Total Suspended Solids) dan BOD (Biochemical Oxygen Demand) pada sistem pengolahan air limbah rumah tangga yang menggunakan batu apung, kerikil, dan cangkang sebagai reaktor anaerobik. bahan bakar. Konsentrasi BOD dan TSS dapat diturunkan dengan menggunakan biofilter. (Ayu P., dan Eka D. P, 2019).

Limbah cair tahu memiliki beberapa karakteristik penting diantaranya: Chemical Oxygen Demand (COD) yaitu jumlah oksigen untuk mengoksidasi zat-zat organik dalam satu liter sampel air, dengan pengoksidasinya yaitu  $\text{KMnO}_4/\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Angka COD yaitu ukuran pencemaran air oleh zat organik yang secara alami bisa dioksidasi dengan proses mikrobiologis dan berdampak pada penurunan oksigen larut dalam air. Total Suspended Solid (TSS) yaitu bahan tidak larut dan melayang dalam air. Padatan tersuspensi ada hubungan erat dengan tingkat kekeruhan air. Jika

kandungan bahan tersuspensi semakin tinggi, artinya air semakin keruh. Biological Oxygen Demand (BOD) yaitu parameter pengukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk penguraian seluruh zat organik yang larut dan tersuspensi dalam air buangan, dinyatakan BOD<sub>5</sub> hari bersuhu 20°C dalam mg/l/ppm. Perlu memeriksa BOD<sub>5</sub> sebagai penentu beban pencemaran terhadap limbah industri/air buangan untuk mendesain sistem pengolahan limbah biologis bagi air yang tercemar oleh organik (Yuliyani, L dan Widayatno, T. 2020).

Berdasarkan berbagai referensi mengenai kapasitas biofilter untuk menurunkan kadar COD, BOD, dan TSS pada air limbah, belum terjadi penurunan kadar COD, BOD, atau TSS pada limbah cair biofilter anaerobik yang diolah untuk industri kecil tahu di Kota Solo menggunakan batu koral dan kerikil dengan diameter 1 sampai 5 cm sebagai media biofilter.

Berdasarkan Permen LH No.5 Tahun 2014, proposal penelitian ini memperhatikan baku mutu limbah cair dari produksi industri tahu. Sebelum memanfaatkan air dapat mengurangi jumlah air yang tercemar dan meningkatkan kualitas air, maka dilakukan pengujian parameter air limbah tahu untuk melihat apakah kadar COD, BOD, dan TSS mengalami penurunan akibat kapasitas pengolahan air limbah industri tahu. Penurunan kadar COD, BOD, dan TSS pada limbah cair tahu melalui penggunaan biofilter menjadi fokus penelitian.

## 2. TEORI

Mikroorganisme yang berbeda yang diproses oleh biofilter mengalami degradasi anaerobik yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, termasuk:

1. Pemrosesan biofilter anaerob berfungsi paling bagus untuk tingkat pH yang mendekati titik netral, atau pH 6,6 - 7,6 Tingkat pH dibawah 6,6 bisa menghambat aktivitas metanogenik, sementara kehangatan dapat mempercepat laju kerusakan (Rittman, dkk, 2012).
2. Karena waktu retensi (HRT) mempengaruhi proses anaerobik, yang berdampak pada berapa lama bahan organik membusuk, parameter ini dipantau. (Mata Alvarez, 2002).
3. Kinerja anaerobik dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi substrat karena konsentrasi awal bahan organik yang lebih tinggi menghasilkan laju pelepasan COD yang

lebih lambat. (Sanchez, Borja, Weiland, Travieso, Martín, 2001).

## 3. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian :

Penelitian ini saya laksanakan di Laboratorium Teknik Kimia UMS

Alat dan Bahan Penelitian :

Penggunaan bahan dalam penelitian ini yaitu Air limbah tahu yang akan diolah serta batu koral dan kerikil berukuran 1 sampai 5 cm merupakan bahan media biofilter. Alat yang dibutuhkan yaitu reaktor digester fixed bed yang terbuat dari pipa PVC, tangki umpan influen, tangki efluen, tangki penyimpanan, jerigen 10 liter, dan jerigen 5 liter.

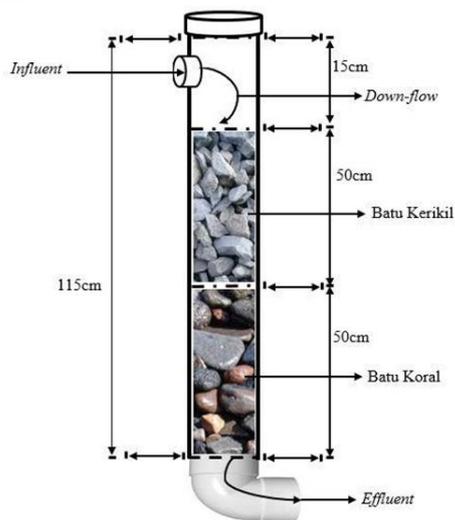
Prosedur Penelitian :

Dengan menggunakan biofilter yang terbuat dari bahan plastik PVC (paralon) dan reaktor digester fixed bed dengan aliran bawah air limbah, limbah cair industri tahu berikut diproses:

1. Biofilter
  - a. Dengan ketinggian biofilter sebesar 115 cm
  - b. Dengan diameter pipa PVC (D) sebesar 10,5 cm (PVC dengan ukuran 4 inchi)
2. Media filter
  - a. Untuk media filter yaitu batu koral dan kerikil berukuran sebesar 1 sampai 5 cm
  - b. Ketinggian media sendiri sebesar 100 cm (50 cm media batu koral dan kerikil)
  - c. Porositas sebesar 0,45
3. Volume efektif reaktor biofilter
 
$$V_{et} = \frac{\pi D^2 H}{4} = \frac{\pi (10,5 \text{ cm})^2 (115)}{4} = 9.952 \text{ cm}^3 (9,952 \text{ L})$$
4. Volume media reaktor biofilter
  - a. Media biofilter dengan tinggi 100cm
 
$$V_u = \frac{2\pi (10,5 \text{ cm})^2 (100) \text{ cm}}{4} = 17.309 \text{ cm}^3 (17,309 \text{ L})$$
  - b. Porositas filter sebesar 0,45
  - c. Volume media biofilter sendiri tanpa rongga sebesar  $(1 - 0,45) \times 17.309 \text{ cm}^3 = 9.520 \text{ cm}^3$
  - d. Volume total media biofilter sebesar  $0,45 \times 17,309 \text{ cm}^3 = 7.789 \text{ cm}^3 = 7,789 \text{ L}$
  - e. Volume air limbah efektif sebesar  $17.309 \text{ cm}^3 - 9.952 \text{ cm}^3 = 7.357 \text{ cm}^3 = 7.357 \text{ L}$
5. Massa Air Limbah di dalam Biofilter

Reaktor biofilter membutuhkan waktu sembilan hari untuk mengolah air limbah tahu di dalam reaktor. Untuk rangkai

pengolahan biofilter pada gambar berikut ini:



Gambar 1. Desain alat biofilter

6. Perlakuan Pengolahan

Pada penelitian ini air limbah tahu dimasukkan ke biofilter selama 14 hari untuk menunggu pertumbuhan mikroorganisme (biofilm) yang ada didalam biofilter dengan proses ini lekatan pada media biofilter dan di mana ia mengalir melalui media biofilter lalu keluar dari sisi lain sambil melewati limbah reaktor secara gravitasi. Output limbahnya ditaruh diwadah kemudian dilakukan untuk pengujian sampel.

$$Efektivitas\ Nilai\ BOD^{-5} = \frac{(Kadar\ BOD\ Awal - kadar\ BOD\ Akhir)}{Kadar\ BOD\ Awal} \times 100\%$$

$$Efektivitas\ Nilai\ COD^{-5} = \frac{(Kadar\ COD\ Awal - kadar\ COD\ Akhir)}{Kadar\ COD\ Awal} \times 100\%$$

$$Efektivitas\ Nilai\ TSS^{-5} = \frac{(Kadar\ TSS\ Awal - kadar\ TSS\ Akhir)}{Kadar\ TSS\ Awal} \times 100\%$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pabrik Tahu Kartasura yang dibangun dan berdiri semenjak tahun 2002 di Kecamatan Kartasura Kabupaten Sukoharjo. Pak Teguh adalah pemilik Pabrik Tahu Kartasura, dan selama beroperasinya kegiatan produksi tahu, pabrik mulai membuang produk jadi langsung ke sungai tanpa mencuci, merendam, atau merebus air terlebih dahulu. Pencemaran yang tinggi dihasilkan dalam air limbah tahu, bersama dengan limbah padat berupa ampas dari proses produksi tahu lainnya.

Tabel 1. Hasil Pengujian Air Limbah Tahu

No	Komponen	Pengujian	Hasil	Baku Mutu
1	BOD5	SM 5210 B, 23 <sup>rd</sup> Edition: 2017	1825 mg/L	150 mg/L
2	COD	SM 5220 D, 23 <sup>rd</sup> Edition: 2017	15844 mg/L	300 mg/L
3	TSS	SM 2540 A,D, 23 <sup>rd</sup> Edition: 2017	1100 mg/L	200 mg/L
4	pH	-	6 - 7	6 - 9

Menurut pada Tabel diatas memiliki kualitas air limbah Kartasura sebelum sampel limbah cair tahu diolah melalui penggunaan biofilter dan dianalisis setiap komponen pada kadar awal Industri Tahu kartasura dengan skala kecil.

Industri Tahu Kartasura dapat memperoleh tahu sebanyak 50 - 60 masakan/hari tahu untuk limbah cair tahu yang dialirkan secara ke sungai sekitar dapat berdampak sangat buruk untuk lingkungan sungai sekitar jika tidak ada usaha untuk mengatasi dampak buruk pencemaran sungai disekitar dan air limbah tidak layak di buang ke suangai sekitar dikarenakan kadar COD, BOD, TSS melampaui baku mutu air limbah, maka untuk hasil buangan limbah tahu perlu diupayakan menurunkan kadar COD, BOD, TSS sebelum di buang ke sungai sekitar maka dari itu dilakukan dengan mengolah air limbah dengan menggunakan alat biofilter dan melakukan penelitian selama selama 9 hari air limbah didalam biofilter, serta untuk pengambilan sampel limbah dilakukan ditempat Industri Tahu Kartasura.

Untuk Pengambilannya sampel air limbah didalam industri tahu kartasura diambilkan oleh petugasnya sebanyak 10 liter, lalu dilakukan pengolahan limbah di Kota Surakarta, setelah sempel airl imbah selesai di proses pengolahan pada air limbah akan diambil melalui output/keluaran keran biofilter lalu dimasukkan ke dalam botol bekas ukuran 1 Liter untuk tahap selanjutnya dilakukan pengujian di Kantor Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) Kota Semarang.

Pada hasil uji laboratorium mendapatkan data nilai dari setiap komponen limbah tahu sebelum dan setelah mengolah biofilter pada hasil pengujian diBBTPPI menunggu selama tiga puluh hari kerja. Hasil analisis pada setiap komponen ini akan disesuaikan baku mutu

lingkungan mengacu Permen LH Nomor 5 Tahun 2014 dan penelitian ini di uji dengan menggunakan metode pengujian SM 5210 B, 23rd Edition: 2017, SM 5220 D, 23rd Edition: 2017, dan SM 5240 A,D, 23rd Edition: 2017.

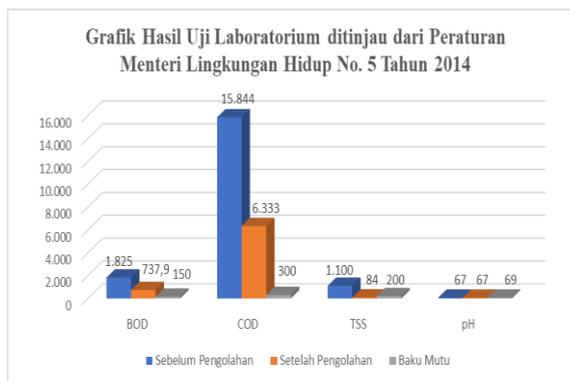
**Perbandingan Hasil Pengolahan Limbah Tahu Menggunakan Biofilter dengan Baku Mutu Limbah Cair Industri tahu yang ditetapkan**

Penelitian ini menggunakan informasi dari Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) Kota Semarang untuk memperoleh hasil berupa komponen nilai masing-masing baik sebelum maupun setelah pengujian air limbah. Setelah itu, informasi tersebut akan dievaluasi sesuai dengan kriteria Baku Mutu yang ditetapkan, nilai untuk setiap komponen sebagai berikut:

**Tabel 2. Hasil Pengujian Sebelum dan Setelah**

No	Komponen	Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian	Baku Mutu
1	BOD	1825 mg/L	737,9 mg/L	150 mg/L
2	COD	15844 mg/L	6333 mg/L	300 mg/L
3	TSS	1100 mg/L	84 mg/L	200 mg/L
4	pH	6 - 7	6 - 7	6 - 9

Pada tabel diatas hasil menunjukkan bahwa untuk TSS yang bisa memenuhi baku mutu yang relevan, massa air limbah mengalami penurunan nilai kandungan limbah masing-masing parameter setelah 9 hari. Menurut Kaswinarni (2008), ada beberapa faktor yang mempengaruhi seberapa baik pengolahan air limbah tahu. Air limbah didalam reaktor memiliki dampak yang signifikan terhadap jumlah waktu limbah dan media biofilter yang bersentuhan, yang memperpanjang waktu yang dibutuhkan bahan organik untuk terurai melalui aksi mikroorganisme. lebih, meningkatkan jumlah di mana tingkat polusi berkurang.



**Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Laboratorium**

Grafik diatas diketahui penurunan kadar COD, BOD, dan TSS pada limbah cair tahu melalui penggunaan biofilter untuk memisahkan antara substrat organik dalam sampel limbah cair tahu melalui dua prosedur, yaitu proses degradasi biologis dengan mikroorganisme anaerobik yang melekat pada media filter dan proses fisika yaitu memisahkan antara wujud padat dan cair dengan cara metode filtrasi pada waktu air limbah melewati media filter maka akan tersaring padatan tersebut, diantara komponen BOD, COD, dan TSS yang mempunyai tingkat penurunan dibawah baku mutu yaitu parameter TSS yang memiliki tingkat penurunan sebesar 12% dikarenakan limbah cair yang melintasi di media filter didalam biofilter yaitu media yang memiliki jarak 50 cm, untuk sebagian besar padatan tersuspensi (TSS) terkumpul di dasar permukaan pada media tersebut.

**5. KESIMPULAN**

Pada kadar setiap komponen COD, BOD, dan TSS limbah cair tahu memiliki penurunan melalui penggunaan metode pengolahan biofilter, yang medianya batu koral dan kerikil mampu menurunkan kadar pencemaran limbah cair tahu untuk dibuang ke sungai sekitar dengan hitungan tingkat efektivitas berapa persen, yaitu: Parameter BOD memiliki tingkat efektivitas sebesar 14%, parameter COD memiliki tingkat efektivitas sebesar 15%, dan parameter TSS memiliki tingkat efektivitas sebesar 12% sedangkan penurunan kadar parameter COD, BOD, dan TSS pada limbah cair tahu selang waktu 14 hari agar bakteri didalam reaktor biofilter bertumbuh setelah pengolahan yaitu sebesar: Parameter BOD sebesar 737,9 mg/L, parameter COD sebesar 6.333 mg/L, parameter TSS sebesar 84 mg/L, dan untuk parameter pH 6-7, dari keempat

komponen COD, BOD, TSS dan pH tersebut mampu mengalami penurunan yang baik yaitu parameter TSS dikarenakan yang memenuhi Baku Mutu sesuai aturan dari Permen LH Nomor 5 Tahun 2014.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pabrik Tahu Kartasura dan pegawai yang bekerja di Pabrik Tahu Kartasura telah memberikan sampel limbah tahu dalam mendukung suksesnya penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, C. et al. 2011. Pengaruh varietas dan ukuran umbi terhadap produktivitas bawang Merah. Balai penelitian tanaman sayuran Lembang. Bandung. *J. Hort.* 21(3):206-213, 2011
- Hidayat, C.W. dkk. 2016. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (eJurnal)*, Vo1. 4, Nomor 3, Juli 2016 (ISSN: 2356-3346).
- Mata A., J. (Ed.). (2002). *Biomethanization of The Organic Fraction of Municipal Solid Wastes*. IWA publishing. Cornwall. UK.
- Pramita, A., & Puspita, E. D. (2019). Penurunan BOD dan TSS pada Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Proses Anaerobik Biofilter. *Journal of Research and Technology*, 5(1), 21–29.
- Rittmann, B. E., & Mc Carty, P. L. (2012). *Environmental Biotechnology: Principles & Applications*. Tata Mc Graw-Hill Education.
- Sanchez, E., et al. (2001). Effect of Substrate Concentration & Temperature on The Anaerobic Digestion of Piggery Waste in a Tropical Climate. *Process Biochemistry*, 37(5), 483-489.
- Vistanty, H., & Malik, R. A. (2019). ENHANCED PERFORMANCE OF MULTI-STAGE ANAEROBIC DIGESTION OF TOFU WASTEWATER: ROLE OF RECIRCULATION. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 10(1), 29–37.
- Yuliyani, L., & Widayatno, T. (2020). Pengaruh Variasi Waktu Tinggal Dan Kuat Arus Terhadap Penurunan Kadar TSS, BOD dan COD Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Elektrokoagulasi Secara Kontinyu. *The 11th University Research Colloquium 2020*, 48–55.