

Penurunan Kadar COD Air Limbah Industri Tempe dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman *Typha latifolia*

Zauzan Billah¹, Tanti Utami Dewi^{1*}, Novi Eka Mayangsari¹

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia ITS, Sukolilo, Surabaya 60111

*E-mail: tanti.dewi@ppns.ac.id

Abstrak

Limbah cair salah satu industri tempe di daerah Sidoarjo memiliki kadar COD yang melebihi baku mutu yaitu sebesar 15.360 mg/L. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya menyatakan bahwa baku mutu COD yang diizinkan untuk dibuang ke lingkungan sebesar 300 mg/L. Salah satu alternatif pengolahan yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar COD pada limbah cair industri tempe adalah menggunakan metode fitoremediasi dengan memanfaatkan tanaman *Typha latifolia*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyisihan kadar COD menggunakan tanaman *Typha latifolia* dalam air limbah industri tempe. Penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi air limbah (100% dan 75%) dan variasi waktu kontak (0, 5, 10, 15, dan 20 hari). Selama proses fitoremediasi berlangsung dilakukan penambahan aerasi setiap 6 jam selama 1 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar COD terbaik sebesar 49% pada reaktor dengan konsentrasi air limbah 100% dan waktu kontak 20 hari. Hasil uji MANOVA menunjukkan nilai $\alpha < 0,05$ yang menjelaskan bahwa variasi konsentrasi air limbah dan variasi waktu kontak memiliki pengaruh terhadap penurunan kadar COD.

Keywords: Fitoremediasi, *Typha latifolia*, COD, Air Limbah, Industri Tempe

1. PENDAHULUAN

Industri tempe merupakan salah satu industri rumah tangga yang dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah, baik padat maupun cair. Limbah cair tersebut dihasilkan dari proses pencucian, perendaman, dan perebusan kedelai. Limbah cair industri tempe termasuk dalam limbah *biodegradable*, yaitu limbah yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme. Kandungan limbah cair tempe adalah bahan organik, padatan tersuspensi serta bahan koloid seperti lemak, protein dan selulosa dengan konsentrasi tinggi (Amanda, 2019).

Limbah cair salah satu industri tempe di daerah Sidoarjo memiliki kadar COD yang melebihi baku mutu yaitu sebesar 15.360 mg/L. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya menyatakan bahwa baku mutu COD yang diizinkan untuk dibuang ke lingkungan sebesar COD 300 mg/L. Tingginya kadar COD menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut pada ekosistem perairan, sehingga tumbuhan air, ikan-ikan dan hewan air lainnya yang membutuhkan oksigen akan mengalami kematian (Sayow dkk., 2020).

Salah satu alternatif pengolahan yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar COD pada limbah cair industri tempe adalah menggunakan metode fitoremediasi. Fitoremediasi adalah suatu pengolahan dengan menggunakan tanaman untuk menurunkan kadar zat pencemar baik senyawa organik maupun anorganik yang ada pada suatu lingkungan. Keunggulan dari metode ini yaitu biaya operasional relatif murah, mudah dalam pengaplikasiannya serta proses pengolahan terjadi secara alami dan reduksi bahan pencemar dilakukan oleh tanaman (Paz-Alberto & Sigua, 2013).

Tanaman yang digunakan sebagai agen fitoremediasi dalam penelitian ini adalah tanaman *Typha latifolia*. Tanaman *T. latifolia* banyak dijumpai di sekitar lahan basah alami di Indonesia, seperti area persawahan dan rawa. Tanaman ini memiliki daya tahan hidup yang tinggi serta memiliki akar serabut yang sangat lebat, sehingga dapat melakukan penyerapan terhadap bahan pencemar dalam jumlah besar (Sungkowo dkk., 2015). Tanaman *T. latifolia* dipilih sebagai agen fitoremediator karena mampu menurunkan kadar COD pada limbah cair tahu hingga 92,7% (Azmi dkk., 2016). Penelitian ini dimaksudkan untuk mengevaluasi penyisihan kadar COD pada limbah cair industri tempe menggunakan metode fitoremediasi dengan memanfaatkan tanaman *Typha latifolia*.

2. METODE

Tahapan yang dilakukan sebelum melakukan uji fitoremediasi yaitu melakukan tahap propagasi, aklimatisasi, dan *Range Finding Test* (RFT). Berikut penjelasan dari masing-masing tahap tersebut.

2.1 Alat

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu reaktor berbahan plastik (39 cm x 26,5 cm x 21 cm), jirigen untuk pengambilan sampel air limbah, aerator, pH meter, termometer, dan pot.

2.2 Bahan

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu tanaman *T. latifolia*, limbah cair industri tempe, air kran (air bersih), dan tanah.

2.3 Tahapan Penelitian

a. Tahap Propagasi

Propagasi tanaman adalah tahap perbanyak tanaman atau proses menciptakan tanaman baru. Tahap propagasi bertujuan untuk memperbanyak dan menyediakan stok tanaman yang akan digunakan pada saat penelitian (Nafiat & Titah, 2021). Tahap propagasi dilakukan selama 1 (satu) bulan. Proses ini akan berlangsung hingga muncul tunas baru (*second generation*). Tanaman dari tunas baru ini yang nantinya digunakan pada penelitian. Tahap propagasi tanaman *T. latifolia* dilakukan dengan melakukan penanaman tanaman ke dalam pot yang berisikan tanah dan dilakukan penyiraman secara rutin menggunakan air PDAM. Selama proses propagasi berlangsung, dilakukan pengamatan fisik berupa tinggi tanaman dan banyaknya daun.

b. Tahap Aklimatisasi

Tujuan dari tahap aklimatisasi adalah agar tanaman dapat menyesuaikan diri dengan air limbah yang akan digunakan pada penelitian utama (fitoremediasi). Tahap aklimatisasi menggunakan tiga macam konsentrasi air limbah yaitu 0%, 50%, dan 100%. Konsentrasi air limbah dibuat dengan melakukan pencampuran antara air limbah dengan air bersih. Sebagai contoh konsentrasi air limbah 50% maka dicampurkan 50% air limbah dan 50% air bersih. Tahap ini berlangsung selama 6 (enam) hari dengan pengamatan tiap konsentrasi selama 2 hari (Linuwih, 2022). Selama proses berlangsung, dilakukan pengamatan terhadap perubahan tinggi tanaman, jumlah daun dan warna tanaman.

c. Tahap RFT

Range Finding Test (RFT) merupakan tahapan yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat konsentrasi limbah optimum tanaman *T. latifolia* dapat bertahan hidup. Variasi konsentrasi limbah cair yang digunakan yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Proses ini dilakukan selama 4 hari dengan mengamati perubahan yang terjadi pada tanaman. Konsentrasi air limbah yang diperoleh ditetapkan sebagai konsentrasi air limbah yang akan digunakan pada tahap fitoremediasi (Arliyani dkk., 2023).

d. Uji Fitoremediasi

Tanaman yang digunakan pada uji fitoremediasi merupakan tanaman yang telah diaklimatisasi. Jumlah tanaman *T. latifolia* yang digunakan yaitu berjumlah 6 tanaman untuk tiap reaktornya. Reaktor yang digunakan memiliki dimensi 39 cm x 26,5 cm x 21 cm dengan volume air limbah yang dimasukkan sebanyak 8 liter. Tahap ini berlangsung selama 20 hari, dengan dilakukan pengujian setiap 5 hari sekali (hari ke 0, 5, 10, 15, dan 20). Selama proses fitoremediasi berlangsung dilakukan penambahan aerasi setiap 6 jam selama 1 jam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Karakteristik Limbah Cair Industri Tempe

Limbah cair yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah cair hasil produksi tempe dari salah satu industri tempe di daerah Sidoarjo. Uji karakteristik air limbah tempe digunakan untuk mengetahui konsentrasi COD pada air limbah sebelum diolah menggunakan metode fitoremediasi. Hasil uji karakteristik limbah cair industri tempe untuk parameter COD menunjukkan hasil sebesar 15.360 mg/L.

Berdasarkan hasil uji karakteristik, limbah cair tempe memiliki nilai COD yang melebihi baku mutu menurut Pergub Jatim Nomor 72 Tahun 2013. Oleh karena itu, perlu adanya pengolahan sebelum limbah cair tersebut dibuang ke lingkungan. Metode yang dapat digunakan untuk mengolah limbah cair yaitu menggunakan metode fitoremediasi dengan memanfaatkan tanaman *Typha latifolia*.

3.2 Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe

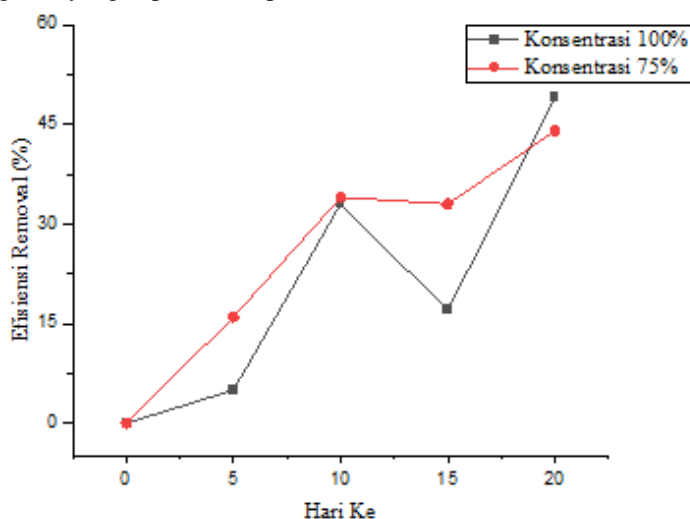
Sebelum dilakukannya proses fitoremediasi, diperlukan tahap propagasi yaitu tahap perbanyak tanaman untuk memperbanyak dan menyediakan stok tanaman yang akan digunakan pada saat penelitian. Tanaman pada umur dan tinggi yang sama akan digunakan pada setiap tahapan penelitian, dengan

demikian kondisi awal tumbuhan yang digunakan adalah sama (Nafiat & Titah, 2021). Pada tahap propagasi didapatkan tinggi tanaman pada usia 1 bulan sebesar 74 cm dengan jumlah daun sebanyak 5 helai daun.

Setelah proses propagasi *T. latifolia*, dilanjutkan dengan tahap aklimatisasi. Tujuan dari tahap aklimatisasi adalah agar tanaman dapat menyesuaikan diri dengan air limbah yang akan digunakan pada penelitian utama (fitoremediasi). Selain itu, melalui proses aklimatisasi diharapkan tanaman dapat tumbuh dan tidak mengalami kematian. Apabila tanaman dapat tumbuh dengan baik, maka tanaman tersebut dapat digunakan dalam uji fitoremediasi (Argita, 2016). Pada tahap aklimatisasi didapatkan tanaman dapat tumbuh dengan baik dan tidak mengalami layu ataupun kematian.

Setelah tahap propagasi dan aklimatisasi, penentuan konsentrasi air limbah yang akan digunakan ditentukan melalui tahap *Range Finding Test* (RFT). RFT merupakan tahapan yang diperlukan untuk mengetahui tingkat konsentrasi limbah optimum tanaman *T. latifolia* dapat bertahan hidup. Berdasarkan proses RFT yang telah dilakukan, tanaman *T. latifolia* mampu bertahan hidup hingga konsentrasi air limbah 100%. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Linuwih (2022), tanaman *T. latifolia* mampu bertahan hidup sampai dengan konsentrasi air limbah 100%. Begitu pula dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Maharani, 2022), berdasarkan hasil dari proses RFT tanaman *T. latifolia* dapat bertahan hidup pada persentase 100% air limbah.

Hasil analisis kadar pencemar COD selama proses fitoremediasi disajikan dalam persentase efisiensi removal dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Efisiensi Removal Parameter COD

Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin lama kadar COD mengalami penurunan yang ditandai dengan meningkatnya nilai efisiensi removal. Efisiensi removal COD mengalami peningkatan dari hari ke-0 sampai hari ke-10. Pada reaktor air limbah 100% mengalami penurunan konsentrasi COD hingga 10.255 mg/L dengan efisiensi 33% pada hari ke-10. Pada reaktor air limbah 75% mengalami penurunan konsentrasi COD hingga 8.085 mg/L dengan efisiensi 34% pada hari ke-10. Peningkatan efisiensi removal COD dapat terjadi karena menurunnya jumlah unsur-unsur kimia organik karena terserap oleh tanaman *T. latifolia* yang mengakibatkan menurunnya atau terhambatnya proses-proses kimiawi dalam air limbah yang membutuhkan banyak oksigen melalui mekanisme reaksi oksidasi oleh mikroorganisme (Rizky dkk., 2017). Menurut Tanjung dkk., (2019), terdapat beberapa hal yang menyebabkan konsentrasi COD dalam air limbah menurun. Pertama, tanaman *T. latifolia* mampu mereduksi unsur hara dan bahan organik dalam air limbah. Kedua, oksigen dalam air limbah dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk meningkatkan penyisihan bahan organik. Ketiga, nutrisi yang terkandung dalam air limbah dikonsumsi oleh mikroorganisme.

Pada hari ke 15 efisiensi removal COD mengalami penurunan dan naik kembali pada hari ke 20. Pada reaktor air limbah 100% mengalami penurunan konsentrasi COD hingga 12.676 mg/L dengan efisiensi 17% pada hari ke-15. Pada reaktor air limbah 75% mengalami penurunan konsentrasi COD hingga 8.157 mg/L dengan efisiensi 33% pada hari ke-15. Kenaikan nilai COD dapat disebabkan karena terjadinya kejenuhan pada tanaman. Kejenuhan dapat terjadi karena tanaman telah menyerap sebagian zat kontaminan pada air limbah. Semakin banyak kontaminan yang diserap maka akan semakin banyak pula kontaminan yang terakumulasi pada jaringan tanaman. Hal ini menyebabkan kejenuhan pada tanaman

dan menyebabkan penyerapan kontaminan oleh jaringan tanaman menjadi tidak optimal (Maryana dkk., 2020).

Uji statistik MANOVA dilakukan untuk menentukan pengaruh variasi konsentrasi air limbah dan variasi waktu kontak terhadap penurunan parameter COD. Hasil uji MANOVA dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji MANOVA

No.	Effect	Nilai Sig.	Keterangan
1	Konsentrasi Air Limbah	0,002	Berpengaruh
2	Waktu Kontak	0,003	Berpengaruh
3	Konsentrasi Air Limbah*Waktu Kontak	0,009	Berpengaruh

Berdasarkan Tabel 1, variasi konsentrasi air limbah (100% dan 75%) dan variasi waktu kontak berpengaruh penurunan parameter COD pada limbah cair industri tempe. Hal ini dibyktikan dengan hasil uji MANOVA yang memiliki nilai signifikansi (α) < 0,05.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan kadar COD terbaik sebesar 49% pada reaktor dengan konsentrasi air limbah 100% dan waktu kontak 20 hari. Hasil uji MANOVA menunjukkan nilai α < 0,05 yang menjelaskan bahwa variasi konsentrasi air limbah dan variasi waktu kontak memiliki pengaruh terhadap penurunan kadar COD.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, Y. T. (2019). Pemanfaatan Biji Trembesi (*Samanea saman*) sebagai Koagulan Alami untuk Menurunkan BOD, COD, TSS, Kekeruhan pada Pengolahan Limbah Cair Tempe. Universitas Jember.
- Argita, D. & Mangkoedihardjoe, S. (2016). Fitoremediasi Tanah Inceptisols Tercemar Limbah Laundry dengan Tanaman Kenaf (*Hibiscus Cannabius L.*). *Jurnal purifikasi*, 16(1).
- Arliyani, I., Tangahu, B. V., Mangkoedihardjo, S., Zualika, E. & Kurniawan, S. B. (2023). *Enhanced Leachate Phytodetoxification Test Combine with Plants and Rhizobacteria Bioaugmentation*. *Heliyon*, 9(1), 1-17.
- Azmi, M., Edward, H. S., & Andrio, D. (2016). Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman *Typha latifolia* dengan Metode Constructed Wetland. *Jom F TEKNIK*, 3(2), 1–5.
- Linuwih, B. C. (2022). Kombinasi Metode Constructed Wetland dan Desinfeksi Sinar Uv dalam Penurunan Kadar Total Coliform pada Limbah Domestik Industri Galangan Kapal. *Tugas Akhir*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Maharani, K. D. (2022). Fitoremediasi Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dan Ekor Kucing (*Typha latifolia*) untuk Menurunkan Fosfat dan Ammonia pada Effluent Tambak Udang. *Tugas Akhir*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Maryana, Oktarina, S., Auvaria, S. W., Setyowati, R. D. N. (2020). Fitoremediasi Menggunakan Variasi Kombinasi Tanaman Kiambang (*Salvina Molesta M*) dan Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L*) dalam Menurunkan Besi (Fe) dengan Sistem Batch. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 29-36.
- Nafiat, N., & Titah, H. S. (2021). Pengolahan Air Limbah dari Kegiatan Pemeliharaan dan Pencucian Lokomotif dengan Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), 82-87. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.64013>.
- Paz-Alberto, A. M., & Sigua, G. C. (2013). Phytoremediation: A Green Technology to Remove Environmental Pollutants. *American Journal of Climate Change*, 2(1), 71–86. <https://doi.org/10.4236/ajcc.2013.21008>.
- Rizky, N., Budiyo, B. & Setiani, O. (2017). Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanamn *Azolla Mircrophylla* terhadap Penurunan Kadar Fosfat dan COD pada Limbah Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(1), 465-472.
- Sayow, F., Polii, B. V. J., Tilaar, W., & Augustine, K. D. (2020). Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu dan Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Jurnal Transdisiplin Pertanian*, 16(2), 245–252.
- Sungkowo, T. H., Elystia, S., & Andesgur, I. (2015). Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman *Typha Latifolia* dan Eceng Gondok dengan Metode Fitoremediasi. *Jom Fteknik*, 2(2), 1–8.
- Tanjung, R. R., Fahrudin, F. & Samawi, M. F. (2019). Phytoremediation Relationship of Lead (Pb) by *Eichhornia crassipes* on pH, BOD and COD in Groundwater. *Journal of Physics: Conference Series*, 1341(2), 1-6.