

EFEKTIVITAS *AZOLLA MICROPHYLLA* DAN *EICHHORNIA CRASSIPES* DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU

Efficacy Of Azolla microphylla And Eichhornia crassipes In The Treatment Of Tofu Wastewater

Aldo Rahman¹, Sri Yanti Lisha^{2*}, Wathri Fitriada³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka No.121, Kota Padang, Sumatera Barat

*Email: sriyantilisha@gmail.com

Article history: Received 22-01-2024, Accepted 23-02-2024, Published 25-02-2024

Abstrak :

Industri tahu Indonesia didominasi oleh usaha skala kecil dengan modal yang terbatas, sehingga sebagian besar tidak memiliki unit pengolahan limbah. Limbah industri tahu yang berupa limbah cair memiliki kandungan BOD dan COD yang tinggi dan melewati baku mutu yang ditetapkan melalui PerMenLHK No. P.21 Tahun 2018. Pengolahan limbah cair industri tahu diperlukan untuk menurunkan konsentrasi BOD dan COD tersebut. Fitoremediasi merupakan salah satu metode pengolahan limbah cair yang efektif, efisien dan ramah lingkungan untuk menurunkan parameter BOD dan COD. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas kombinasi tanaman *Azolla microphylla* dan *Eichhornia crassipes* dalam menurunkan BOD dan COD limbah cair tahu. Data penelitian berupa hasil pengujian BOD dan COD setelah metode fitoremediasi dengan waktu kontak selama 15 hari. Pengujian awal limbah cair tahu didapatkan hasil BOD dan COD sebesar 193,5 mg/L dan 489,2 mg/L. Setelah dilakukan pengolahan terhadap limbah cair tahu dengan metode fitoremediasi efektivitas penurunan BOD dan COD masing-masing sebesar 48,27% dan 74,52%. Kombinasi berat efektif untuk menurunkan parameter BOD dan COD yaitu 100 *Azolla microphylla* + 300 *Eichhornia crassipes*.

Kata kunci: *Azolla microphylla*, *Eichhornia crassipes*, Limbah Cair Tahu, Fitoremediasi.

Abstract :

The Indonesian tofu industry is dominated by small-scale industries with limited capital, so most do not have waste treatment facilities. Waste from the tofu industry in the form of liquid waste has high BOD and COD contents, exceeding the quality standards set by PerMenLHK No. P.21 of 2018. Treatment of liquid waste from the tofu industry is necessary to reduce BOD and COD concentrations. Phytoremediation is an effective, efficient and environmentally friendly liquid waste treatment method to reduce BOD and COD parameters. This research aimed to determine the effectiveness of *Azolla microphylla* and *Eichhornia crassipes* in reducing BOD and COD of tofu liquid waste. The research data consists of BOD and COD test results following the phytoremediation method with a contact time of 15 days. Initial testing of the tofu liquid waste showed BOD and COD results of 193.5 mg/L and 489.2 mg/L, respectively. After the tofu liquid waste was treated with the phytoremediation method, the BOD and COD reduction efficiencies were 48.27% and 74.52%, respectively. The effective weight combination for the reduction of BOD and COD parameters is 100 *Azolla microphylla* + 300 *Eichhornia crassipes*.

Keywords: *Azolla microphylla*, *Eichhornia crassipes*, Tofu Liquid Waste, Phytoremediation.

1. Pendahuluan

Industri tahu merupakan salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia. Industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah, baik limbah padat maupun cair. Kegiatan industri tahu di Indonesia didominasi oleh usaha - usaha skala kecil dengan modal yang terbatas, sehingga sebagian besar industri tahu tidak memiliki unit pengolahan limbah, limbah cair langsung dibuang ke drainase atau badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu. Limbah cair tahu mengandung zat organik yang dapat menyebabkan pesatnya pertumbuhan mikroba dalam air. Limbah cair industri tahu memiliki kandungan BOD, COD, dan DO yang melebihi baku mutu, serta berdampak buruk terhadap air Sungai [1], [2].

Tahu merupakan bahan pangan yang amat populer dan cukup potensial di Indonesia. Hal ini dibuktikan dengan jumlah nilai produksi industri tahu tertinggi di antara produk turunan kedelai lainnya. Potensi yang baik ini dimanfaatkan oleh beberapa orang untuk dijadikan sebagai usaha kecil menengah. Di Kota Padang, telah terdapat beberapa industri tahu yang berada di bawah naungan Dinas Perindustrian, Perdagangan, Pertambangan dan Energi Kota Padang. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Dinas Perindustrian, Perdagangan, Pertambangan dan Energi Kota Padang pada tahun 2019, terdapat 11 industri tahu yang tersebar di Kota Padang.

Limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu terdiri dari 2 jenis, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat yang biasa disebut ampas tahu diolah kembali menjadi oncom atau juga dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sedangkan limbah cairnya sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan dengan baik, sehingga menjadi bahan pencemar bagi lingkungan. Limbah padat industri tahu berasal dari kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai, dan benda padat lainnya yang menempel pada kedelai) serta sisa saringan bubur kedelai yang disebut dengan ampas tahu. Limbah padat umumnya tidak begitu banyak (0,3% dari bahan baku kedelai).Limbah cair dari proses pembuatan tahu berasal dari air pencucian, perendaman, penggilingan biji kedelai serta pembuangan dari campuran padatan tahu dan cairan pada proses pemasakan [3].

Limbah padat dari ampas tahu besarannya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang dihasilkan. Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menurunkan kualitas lingkungan penerima khususnya perairan. Sedangkan limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses perendaman, pencucian kedelai, penyaringan, pengepresan atau pencetakan tahu dan pencucian peralatan proses produksi tahu. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih. Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menurunkan kualitas lingkungan penerima khususnya perairan [4].

Karakteristik limbah cair industri tahu meliputi dua hal, yaitu karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik Fisika meliputi padatan total, padatan tersuspensi, suhu, warna, dan bau. Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik dan gas. Suhu buangan industri tahu berasal dari proses pemasakan kedelai. Suhu limbah cair tahu pada umumnya lebih tinggi dari air bakunya, yaitu 40°C sampai 46°C. Suhu yang meningkat di lingkungan perairan akan mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen dan gas lain, kerapatan air, viskositas, dan tegangan permukaan.

Sebagai usaha atau kegiatan pembuatan tahu yang berpotensi menimbulkan pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup wajib melakukan upaya pencegahan pencemaran air dengan menetapkan baku mutu limbahnya, maka diperlukan suatu standar yang mengatur buangan limbah cair dari usaha pabrik tahu. Adapun standar yang mengatur buangan limbah cair industri tahu mengacu kepada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor p.21 Tahun 2018 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/ Atau Kegiatan Pengolahan Kedelai.

Pengaruh pembuangan limbah cair tahu pada lingkungan adalah ketidakseimbangan fisik, kimia, dan biologi. Ketidakseimbangan fisik ini dapat dilihat dengan berubahnya warna air sungai menjadi keruh, hal ini dapat disebabkan akibat kadar BOD dalam limbah cair tahu yang melebihi baku mutu [5]. Konsentrasi BOD

yang tinggi mengurangi ketersediaan oksigen, merusak habitat dan keanekaragaman hayati akuatik, dan merusak penggunaan air dalam sistem air tawar [6].

Proses-proses yang telah digunakan untuk mengolah air limbah tahu antara lain penggunaan reaktor aerob anaerob, biofilter aerob, dan fitoremediasi. Fitoremediasi (*phytoremediation*) salah satu proses ramah lingkungan yang memiliki keuntungan dibandingkan dengan proses lainnya yaitu murah dari segi biaya, pengoperasian dan perawatan lebih mudah, mempunyai efisiensi yang cukup tinggi, dapat menghilangkan zat pencemar logam-logam berat, serta dapat memberikan keuntungan yang tidak langsung seperti mendukung fungsi ekologis [7].

Penurunan kadar pencemar menggunakan *Azolla microphylla* tingkat keberhasilan penyerapan nitrogen 95% sehingga cocok dijadikan remediator [8]. *Azolla microphylla* digunakan untuk fitoremediasi limbah karet zat organik yang tinggi dengan konsentrasi 25, 50, 75, dan 100 %, konsentrasi yang paling baik yaitu 25% [9]. Tumbuhan air seperti eceng gondok (*Eichhornia* sp.) dapat digunakan sebagai fitoremediasi untuk menurunkan kandungan bahan organik pada limbah cair industri tahu lebih banyak dibandingkan tumbuhan air lainnya [10]. Hal ini karena eceng gondok memiliki struktur tubuh yang mendukung untuk mempengaruhi kemampuannya dalam penyerapan bahan-bahan organik maupun zat-zat lain (logam berat, nitrogen, fosfor dan kalium) di dalam air. Pengolahan limbah cair industri tahu, dapat menggabungkan tanaman Paku Air dan eceng gondok untuk menurunkan pencemar. Kombinasi tersebut diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pengolahan dan konsentrasi pencemar di bawah baku mutu yang ditetapkan, sehingga limbah cair yang dihasilkan dapat dibuang ke perairan.

2. Metode Penelitian

a) Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian eksperimen yaitu metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali [11].

b) Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 27 Desember sampai 15 Januari 2023. Sampel limbah pembuatan tahu di ambil dari salah satu industri pembuatan tahu "X" di Jl. M. Yunus Sarang Gagak Anduriang Kec. Kuranji, Kota Padang. Tempat pengujian sampel dilakukan Laboratorium Kimia Universitas Bung Hatta Padang dan laboratorium Kimia Universitas Negeri Padang.

c) Prosedur Penelitian

Penelitian ini memiliki dua macam variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yaitu variasi massa: *Azolla microphylla* dan *Eichhornia crassipes* dengan total berat sebesar 400 gram dan waktu kontak selama 15 hari. Variabel terikat yaitu parameter BOD dan COD. Proses fitoremediasi menggunakan yang dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Reaktor Fitoremediasi

d) Langkah Penelitian

Data yang diperlukan dalam penyusunan laporan ini didapatkan dari hasil uji laboratorium terhadap proses fitoremediasi limbah pembuatan tahu menggunakan tumbuhan *Azolla microphylla* dan *Eichhornia crassipes*. Berikut proses dilakukan untuk mendapatkan data yang diperlukan yaitu:

1. Proses Aklimatisasi

Proses aklimatisasi merupakan proses penyesuaian pada kondisi lingkungan yang berbeda (dari daerah asal ke kolam budidaya yang baru). Tujuan proses aklimatisasi *Azolla microphylla* dan *Eichhornia crassipes* untuk menstabilkan dan menyesuaikan keadaan lingkungan baru untuk memulai proses fitoremediasi. Aklimatisasi dilakukan selama 3 hari, 1 hari direndam dengan air biasa, 2 hari direndam dengan air limbah [12].

2. Proses Sampling Air Limbah

Pada penelitian ini menggunakan metode *grab sampling* (sampling sesaat) [13]. *Grab sampling* merupakan metode yang tepat dikarenakan pengambilan sampel pada waktu tertentu. Langkah-langkah pengambilan sampel menggunakan metode *grab sampling* yaitu: Sampel limbah cair diambil langsung dari industri tahu “X” pada jam operasional. Sampel diambil langsung dari pipa pembuangan limbah, kemudian dimasukkan ke dalam jeriken kapasitas ± 35 liter.

3. Fitoremediasi Limbah Cair Tahu

Penelitian dengan metode fitoremediasi *Azolla microphylla* dan *Eichhornia crassipes* menggunakan sampel air limbah tahu dengan memvariasikan massa *Azolla microphylla* dan *Eichhornia crassipes*. Massa yang digunakan dengan total berat sebesar 400 gram dengan volume limbah cair pembuatan tahu sebesar 5 L [14]. Berikut variasi massa masing-masing tumbuhan air :

1. Tumbuhan *Azolla microphylla* 400 gram + *Eichhornia crassipes* 0 gram
2. Tumbuhan *Azolla microphylla* 300 gram + *Eichhornia crassipes* 100 gram
3. Tumbuhan *Azolla microphylla* 200 gram + *Eichhornia crassipes* 200 gram
4. Tumbuhan *Azolla microphylla* 100 gram + *Eichhornia crassipes* 300 gram
5. Tumbuhan *Azolla microphylla* 0 gram + *Eichhornia crassipes* 400 gram

Setelah air limbah disiapkan, selanjutnya tanam tumbuhan air ke dalam sampel limbah cair pembuatan tahu sesuai dengan ketentuan di atas. Masa perlakuan selama 15 hari dan pengujian sampel dilakukan pada hari ke 1, 3, 6, 9, 12, dan 15 [15].

e) Data dan Suber Data

Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil analisis penelitian di laboratorium. Sumber data primer dari penelitian ini yaitu pengujian parameter BOD dan COD pada limbah pembuatan tahu sebelum dan sesudah proses fitoremediasi.

Data sekunder

Data sekunder diperoleh dari studi literatur pustaka seperti baku mutu air limbah bagi usaha dan/kegiatan pengolahan kedelai PERMEN LH No P.21 Tahun 2018 yang telah ditetapkan terhadap parameter BOD dan COD.

f) Pengolahan dan analisis data

Karakteristik influen limbah cair industri tahu sebelum diolah menggunakan metode fitoremediasi dilakukan untuk mengetahui kualitas dari limbah cair tersebut. Kualitas awal limbah cair tahu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data pengujian sampel Air Limbah Tahu

Parameter	Hari	Perlakuan
BOD	1	R1, R2, R3, R4, R5
	3	R1, R2, R3, R4, R5

Parameter	Hari	Perlakuan
COD	6	R1, R2, R3, R4, R5
	9	R1, R2, R3, R4, R5
	12	R1, R2, R3, R4, R5
	15	R1, R2, R3, R4, R5
	1	R1, R2, R3, R4, R5
	3	R1, R2, R3, R4, R5
	6	R1, R2, R3, R4, R5
	9	R1, R2, R3, R4, R5
	12	R1, R2, R3, R4, R5
	15	R1, R2, R3, R4, R5

Keterangan : **R1** (Tumbuhan *Azolla microphylla* 400 gram + *Eichhornia crassipes* 0 gram), **R2** (Tumbuhan *Azolla microphylla* 300 gram + *Eichhornia crassipes* 100 gram), **R3** (Tumbuhan *Azolla microphylla* 200 gram + *Eichhornia crassipes* 200 gram), **R4** (Tumbuhan *Azolla microphylla* 100 gram + *Eichhornia crassipes* 300 gram), **R5** (Tumbuhan *Azolla microphylla* 0 gram + *Eichhornia crassipes* 400 gram)

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

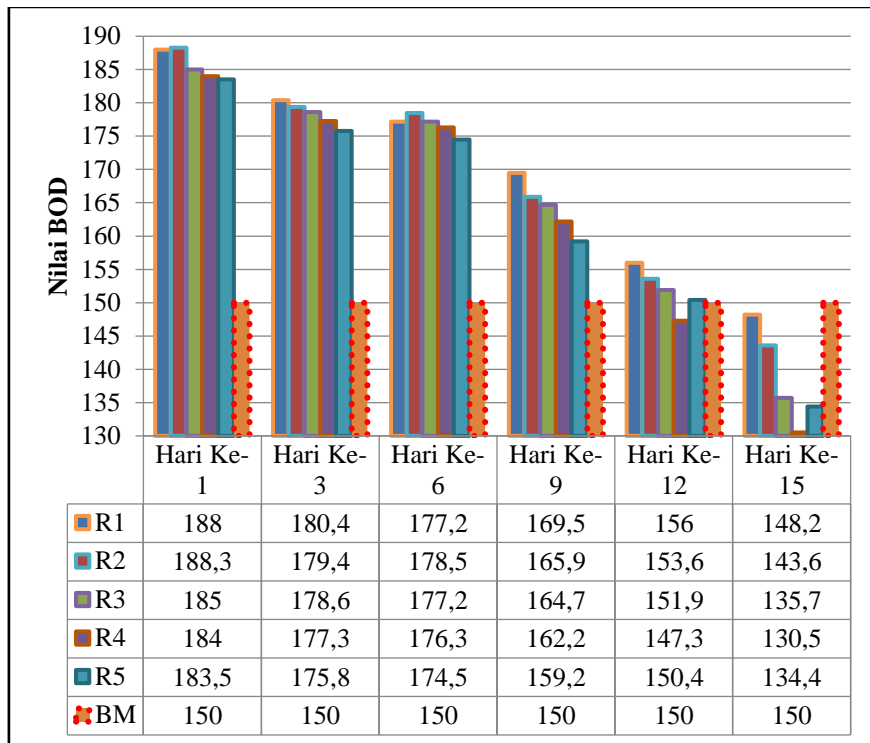
Berdasarkan hasil uji parameter pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa limbah cair industri tahu tidak layak dibuang langsung ke lingkungan, karena nilai COD telah melampaui baku mutu yang telah diperbolehkan sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor P.21 tahun 2018 tentang “Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kedelai”.

Tabel 2. Kualitas Awal Limbah Cair Industri Tahu

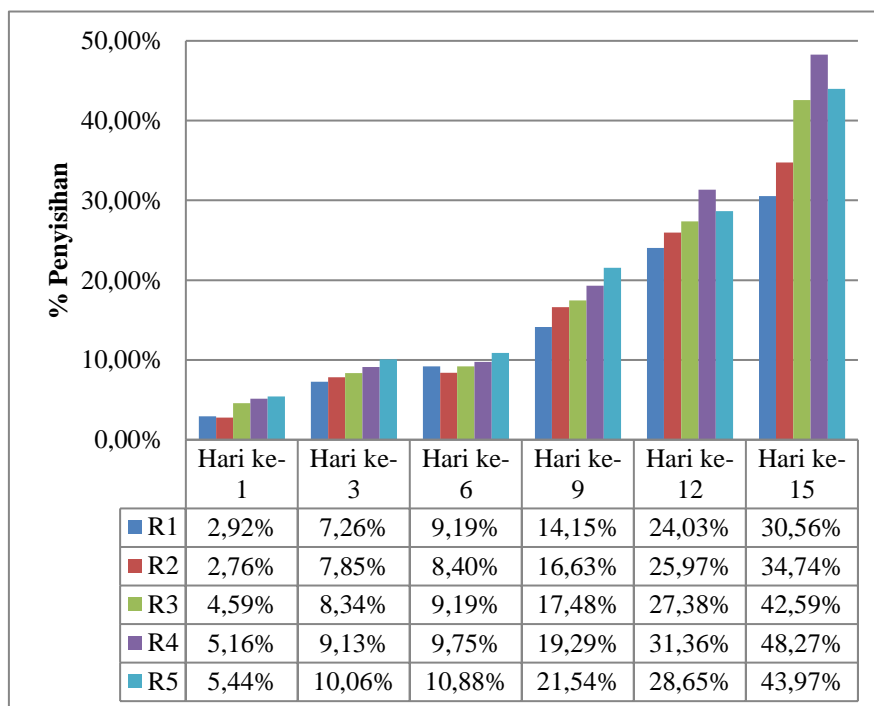
No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu
1	BOD	mg/L	193,5	150
2	COD	mg/L	489,2	300

*Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor P.21 Tahun 2018.

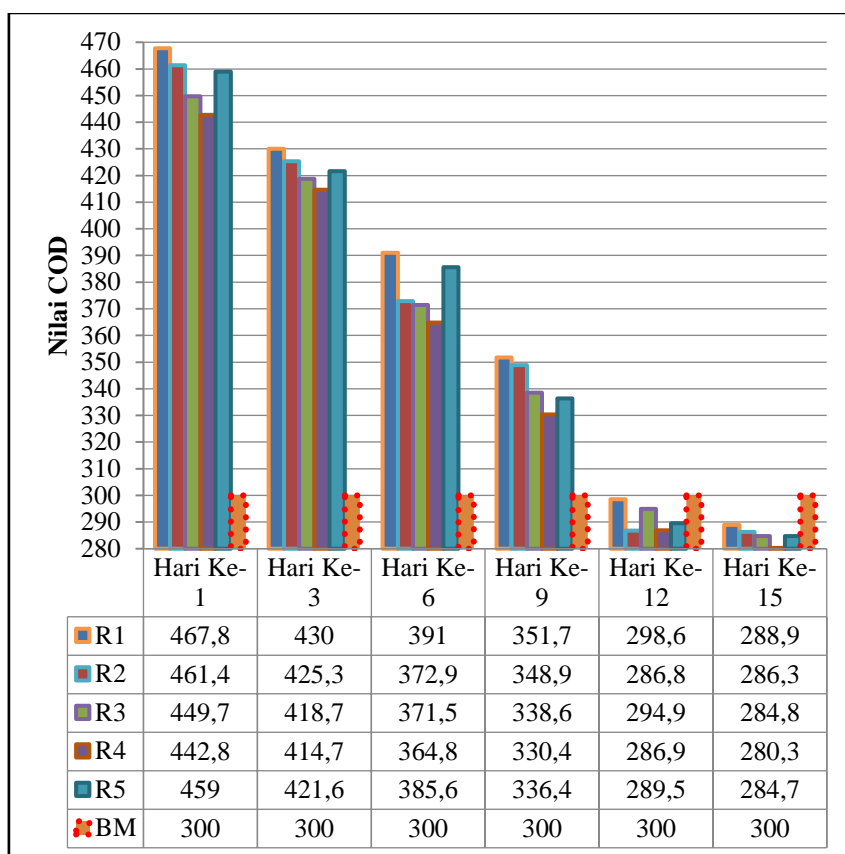
Persentase tertinggi penurunan parameter BOD setelah dilakukan metode fitoremediasi terjadi pada kombinasi tumbuhan *Azolla microphylla* 100 gram + tumbuhan *Eichhornia crassipes* 300 gram sebesar 48,27% pada pengujian hari ke-15. Sedangkan untuk persentase terendah penurunan parameter BOD terjadi pada kombinasi tumbuhan *Azolla microphylla* 0 gram + tumbuhan *Eichhornia crassipes* 400 gram sebesar 30,56% . Efektivitas penurunan BOD tertinggi sebesar 87,30% [16]. Penelitian lain mendapatkan efektivitas penurunan BOD sebesar 71,53% [15]. Perbedaan penurunan efektivitas parameter BOD dengan penelitian terdahulu dipengaruhi oleh lama waktu fitoremediasi dan massa tumbuhan, karena semakin lama waktu fitoremediasi dan semakin besar massa tumbuhan maka akan semakin besar penurunan pencemar pada air limbah [17]. Turunnya efisiensi parameter BOD limbah cair pembuatan tahu terjadi karena naiknya konsentrasi yang disebabkan oleh tanaman mengalami peristiwa depurasi dimana tanaman mengalami titik jenuh penyerapan kontaminan sehingga tanaman melepas kembali kontaminan ke lingkungan [14].



Gambar 2. Hasil Pengujian Parameter BOD

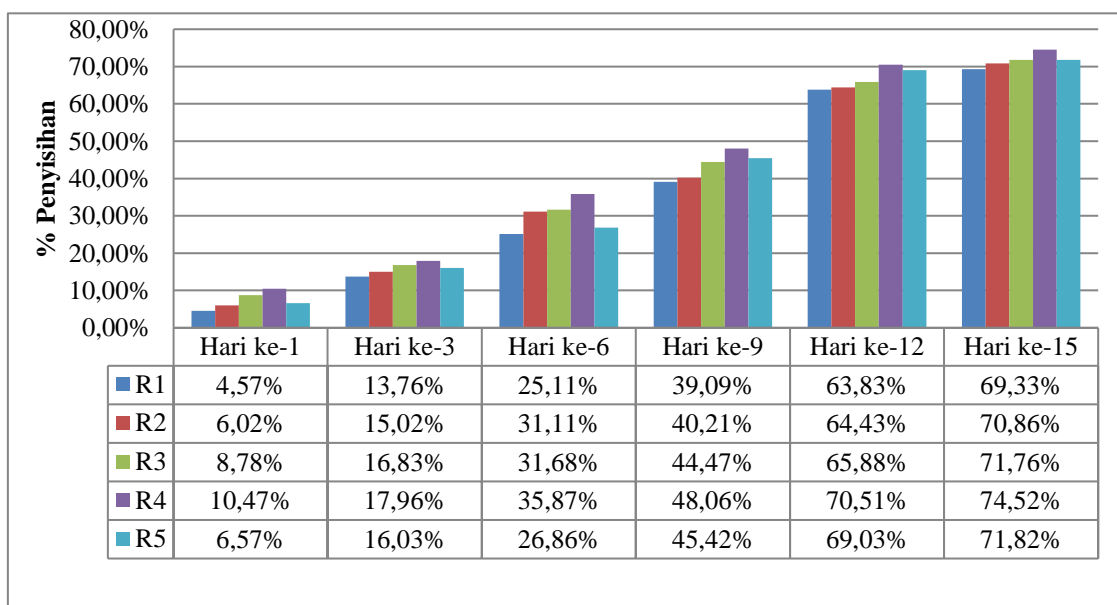


Gambar 3. Hasil Penurunan Efektivitas Parameter BOD



Gambar 4. Hasil Pengujian Parameter COD

Persentase tertinggi penurunan parameter COD setelah dilakukan metode fitoremediasi diperoleh pada kombinasi tumbuhan *Azolla microphylla* 100 gram + tumbuhan *Eichhornia crassipes* 300 gram sebesar 280,3 mg/L pada pengujian hari ke-15. Efektivitas penurunan COD tertinggi sebesar 69,25% [16]. Penelitian yang dilakukan Ain & Noviana (2019) efektivitas penurunan COD sebesar 72%. Perbedaan penurunan efektivitas parameter COD dengan penelitian terdahulu dipengaruhi oleh lama waktu fitoremediasi dan massa tumbuhan, karena semakin lama waktu fitoremediasi dan semakin besar massa tumbuhan maka akan semakin besar penurunan pencemar pada air limbah. Efektivitas penurunan COD dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, volume reaktor, waktu kontak, kandungan oksigen dan volume lumpur, serta jumlah tanaman yang diaplikasikan saat proses fitoremediasi [16].



Gambar 5. Gravitik Hasil Efektivitas Penurunan Parameter COD

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa; (1) Efisiensi penurunan parameter BOD dan COD tertinggi sebesar 48,27% dan 74,52% dengan kombinasi tumbuhan *Azolla microphylla* 100 gram + tumbuhan *Eichhornia crassipes* 300 gram dengan lama pengujian 15 hari. (2) Variasi tumbuhan yang efektif dalam menurunkan parameter BOD dan COD limbah cair pembuatan tahu adalah kombinasi *Azolla microphylla* 100 gram + *Eichhornia crassipes* 300 gram.

Berdasarkan penelitian ini disarankan: (1) Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif pengolahan limbah cair khususnya bagi pelaku usaha industri kedelai yang belum memiliki unit pengolahan limbah cair terutama untuk menurunkan parameter BOD. (2) Perlunya memperbesar massa tanaman dan massa kontak pada penelitian selanjutnya agar data yang diperoleh lebih signifikan.

Daftar Pustaka

- [1] U. Khomarisah, H. Marlina, and M. K. Zaman, 'Analysis Of The Environmental And Health Impacts Of The Area Affected By Tofu Liquid Waste In The Tofu X Home Industry In Pangkalan Kerinci Barat Village In 2020', *Media Kesmas (Public Health Media)*, vol. 1, no. 2, pp. 353–367, Dec. 2021, doi: 10.25311/kesmas.Vol1.Iss2.80.
- [2] W. Widyaningrum and M. Widyastuti, 'Effects of Liquid Wastes from Tofu Industries on Water Quality in Parangan River, Magelang District, Central Java-Indonesia', *E3S Web of Conferences*, vol. 325, p. 03003, Nov. 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202132503003.
- [3] N. Nurhayati, M. Hubeis, and S. Raharja, 'Kelayakan dan Strategi Pengembangan Usaha Industri Kecil Tahu Di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat', *MANAJEMEN IKM: Jurnal Manajemen Pengembangan Industri Kecil Menengah*, vol. 7, no. 2, pp. 111–121, Nov. 2012, doi: 10.29244/MIKM.7.2.111-121.
- [4] T. H. Sungkowo, S. Elystia, and I. Andesgur, 'Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman Typha Latifolia Dan Eceng Gondok Dengan Metode Fitoremediasi', *Jurnal Online Mahasiswa (JOM)*, vol. 2, no. 2, pp. 1–8, Nov. 2015, Accessed: Nov. 24, 2023. [Online]. Available: <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/view/8248>
- [5] H. Ahmad and R. Adiningsih, 'Efektivitas Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok dan Kangkung Air dalam Menurunkan Kadar BOD dan TSS pada Limbah Cair Industri Tahu', *Jurnal Farmasetis*, vol. 8, no. 2, pp. 31–38, Nov. 2019, doi: 10.32583/farmasetis.v8i2.599.
- [6] O. Vigiak *et al.*, 'Predicting biochemical oxygen demand in European freshwater bodies', *Science of The Total Environment*, vol. 666, pp. 1089–1105, May 2019, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.252.
- [7] A. Khaer and E. Nursyafitri, 'Kemampuan Metode Kombinasi Filtrasi Fitoremediasi Tanaman Teratai Dan Eceng Gondok Dalam Menurunkan Kadar Bod Dan Cod Air Limbah Industri Tahu', *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, vol. 17, no. 2, p. 11, Jul. 2019, doi: 10.32382/sulolipu.v17i2.793.
- [8] S. Unisah and T. Akbari, 'Pengolahan Limbah Cair Tahu Dengan Metode Fitoremediasi Tanaman *Azolla Microphylla* Pada Industri Tahu B Kota Serang', *Jurnal Lingkungan dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, vol. 3, no. 2, pp. 73–86, Nov. 2020, Accessed: Nov. 24, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/jls/article/view/1093>
- [9] D. Yulianti, W. Kusumo, and M. Widya, 'Pemanfaatan limbah cair karet PTPN IX kebun batu jamur karangayar hasil fitoremediasi dengan *Azolla microphylla* Kaulf Untuk Pertumbuhan Tanaman Padi (*Oryza sativa* Linn)', *Jurnal Biosmart*, vol. 7, no. 2, pp. 125–130, 2005.
- [10] L. S. Indah, P. Soedarsono, and B. Hendrarto, 'Kemampuan Eceng Gondok (*Eichhornia* sp.), Kangkung Air (*Ipomea* sp.), dan Kayu Apu (*Pistia* sp.) dalam Menurunkan Bahan Organik Limbah Industri Tahu (Skala Laboratorium)', *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, Jan. 2014, doi: 10.14710/marj.v3i1.4280.
- [11] Sugiono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2011.
- [12] R. Putra, A. Juliani, and J. A. Fajri, 'Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Sebagai Tanaman Phyto Treatment Dalam Proses Pengolahan Limbah Cair Penyulingan Minyak Kayu Putih', Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2018.
- [13] SNI, *SNI 6989.58:2008-Air dan air limbah-Bagian 58: Metoda pengambilan contoh air tanah*. Indonesia, 2008.
- [14] E. Novita, S. Wahyuningsih, D. A. N. Jannah, and H. A. Pradana, 'Fitoremediasi Air Limbah Laboratorium Analitik Universitas Jember dengan Pemanfaatan Tanaman Eceng Gondok dan

- Lembang’, *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, vol. 7, no. 1, Aug. 2020, doi: 10.29122/jbbi.v7i1.3850.
- [15] S. Z. Ain and Noviana Linda, ‘Efektivitas Melati Air Dalam Menurunkan Kadar Bod, Cod Dan Tss Pada Air Limbah Laundry’, *Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal*, vol. 1, no. 2, Mar. 2019, doi: 10.36441/seoi.v1i2.174.
- [16] I. Imron, D. Dermiyati, N. Sriyani, S. B. Yuwono, and E. Suroso, ‘Perbaikan Kualitas Air Limbah Domestik Dengan Fitoremediasi Menggunakan Kombinasi Beberapa Gulma Air: Studi Kasus Kolam Retensi Talang Aman Kota Palembang’, *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 17, no. 1, p. 51, May 2019, doi: 10.14710/jil.17.1.51-60.
- [17] E. I. Rusyadi HM and T. C. Setiawati, ‘Perbaikan Beberapa Karakteristik Limbah Cair Tahu Menggunakan Variasi Jumlah Tanaman Kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan Tanaman Kiambang (*Pistia Stratiotes*)’, *Berkala Ilmiah Pertanian*, vol. 6, no. 1, p. 8, Feb. 2023, doi: 10.19184/bip.v6i1.36130.