

KEEFEKTIFAN TANAMAN ECENG GONDOK DALAM MENURUNKAN BOD PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DI DAERAH WIROGUNAN KARTASURA

Alfino Daiva Herlambang^{1*}, Dwi Astuti²

Kesehatan Masyarakat, Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta^{1,2}

*Corresponding Author : j410210016@student.ums.ac.id

ABSTRAK

Produksi tahu di Indonesia dominan diproduksi oleh industri rumah tangga yang belum mempunyai sistem pengolahan limbah yang baik sehingga dapat merusak kualitas air dan mengancam kelangsungan ekosistem perairan bila ditangani secara tepat. Penelitian ini ditujukan guna mengevaluasi keefektifan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) guna memicu turunnya kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) terhadap air limbah tahu di Daerah Wirogunan, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo. Metode yang dipergunakan ialah eksperimen kuantitatif yang dirancang melalui *pretest-posttest* dan kelompok kontrol. Penelitian ini melibatkan tiga kelompok perlakuan melalui variasi jumlah tanaman eceng gondok, yaitu 2, 4, dan 6 tanaman. Hasil analisis mengindikasikan, rata-rata kadar BOD sebelum perlakuan yaitu 467mg/l. Pasca perlakuan dengan menambahkan tanaman eceng gondok, menghasilkan penurunan kadar BOD tertinggi pada perlakuan 6 tanaman eceng gondok menjadi 374 mg/l, penurunan yang terjadi sebesar 95 mg/l (20.2%). Uji Kruskal-Wallis memperlihatkan skor signifikan ($p\text{-value } 0.04 < 0.05$), menegaskan bahwa pada studi ini tanaman eceng gondok mempunyai keefektifan guna menurunkan kadar BOD dimana jumlah tanamannya mempengaruhi kadar BOD pada limbah tahu. Penelitian ini menyimpulkan, eceng gondok bisa dipergunakan dalam proses fitoremediasi guna mengurangi pencemaran limbah cair industri tahu, dengan rekomendasi untuk dilakukan pemantauan rutin agar kualitas air tetap terjaga.

Kata kunci : BOD, eceng gondok, fitoremediasi, limbah tahu

ABSTRACT

Tofu production in Indonesia is dominated by home industries that do not have a good waste treatment system so that it can damage water quality and threaten the sustainability of aquatic ecosystems if not treated properly. This study aims to evaluate the effectiveness of water hyacinth plants (*Eichhornia crassipes*) in reducing Biological Oxygen Demand (BOD) levels in tofu wastewater in the Wirogunan area, Kartasura District, Sukoharjo Regency. The method used is a quantitative experiment with a pretest-posttest design and a control group. This study involved three treatment groups with varying numbers of water hyacinth plants, namely 2, 4, and 6 plants. The results of the analysis showed that the average BOD level before treatment was 467 mg/l. After treatment by adding water hyacinth plants, the highest BOD level reduction was in the treatment with 6 water hyacinth plants to 374 mg/l, a decrease of 95 mg/l (20.2%). The Kruskal-Wallis test showed a significant value ($p\text{-value } 0.04 < 0.05$), confirming that in this study, water hyacinth plants were effective in reducing BOD levels where the number of water hyacinth plants affected BOD levels in tofu waste. This study concluded that water hyacinth can be used in the phytoremediation process to reduce tofu industrial wastewater pollution, with recommendations for regular monitoring to maintain water quality.

Keywords : BOD, phytoremediation, tofu wastewater, water hyacinth

PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia berkembang pesat seiring berjalannya waktu. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian pada tahun 2017 pertumbuhan tertinggi limbah di Indonesia berasal dari sector industri makanan dan minuman. Limbah yang dihasilkan dari industri ini termasuk limbah cair dari produksi tahu dan tempe (KLHK, 2016). Produksi tahu di Indonesia pada saat ini didominasi oleh para industri berskala rumah tangga yang masih

belum memiliki sistem pengolahan limbah yang baik. Industri tahu yang berada di Indonesia pada umumnya berada dalam kawasan hunian masyarakat, yang bisa menimbulkan persoalan masyarakat di lingkungan tersebut, yakni berupa limbah cair yang mengakibatkan pencemaran lingkungan (Ropiudin & Syska, 2023). Lebih lanjut, industri tahu di Indonesia dominan dijalankan oleh pengusaha berskala kecil yang modalnya relatif kecil dan alat-alat sederhana, sehingga menyebabkan mayoritas industri tahu tak menyediakan instalasi pengolahan limbah yang menjadikan limbah cair hasil produksi sebatas dikeluarkan menuju drainase ataupun perairan (Nisrina & Andarani, 2018).

Limbah cair yang merupakan hasil industri tahu lazimnya dibuang langsung ke lingkungan dengan tak melalui pengolahan awal, yang nantinya berkontribusi terhadap penurunan kualitas air maupun tanah serta menyebabkan bau tidak sedap di sekitarnya (Putro & Hadiyanto, 2021). Limbah tahu yang tidak mendapatkan penanganan memadai dapat menimbulkan efek merugikan, antara lain mencemari lingkungan, memicu timbulnya penyakit, dan merusak keseimbangan ekosistem perairan. (Ningrum et al., 2020). Kandungan organik yang terdapat di limbah cair tahu relatif tinggi, tetapi jika total bahan organik di dalam air limbah kecil, bakteri aerob mampu memecahnya tanpa menurunkan kestabilan oksigen terlarut (Zunidra et al., 2022). Banyaknya bahan organik dalam air limbah mendorong bakteri pengurai berkembang biak dengan pesat karena suplai makanan yang melimpah, dan keadaan ini biasanya mengakibatkan kekurangan oksigen. Zat organik dalam limbah cair tahu dapat mempercepat mikroba bertumbuh di perairan. Fenomena tersebut bisa mengakibatkan kadar oksigen pada air turun yang disebabkan limbah tersebut mempunyai kandungan zat yang tersuspensi, sehingga dapat menyebabkan air lebih mengeruh ataupun kotor (Samsudin et al., 2018).

Salah satu parameter yang terpengaruhi yaitu BOD. Parameter ini digunakan untuk mengevaluasi total oksigen yang menjadi kebutuhan mikroorganisme dalam proses penguraian senyawa organik di dalam air limbah (Bezsenyi et al., 2021). Pengujian BOD sangatlah penting dilakukan untuk sebagai sebuah gambaran mengenai tingkat pencemaran suatu badan air atau untuk mengetahui kualitas air limbah dengan bahan organik yang dapat menurunkan kadar oksigen di dalam air limbah ketika limbah tersebut di buang pada lingkungan dan tidak akan menyebabkan kerusakan lingkungan atau pencemaran (Ibrahim et al., 2020; Saminem, 2021). Guna mendorong turunnya kadar BOD di limbah cair tahu bisa mempergunakan metode fitoremediasi. Metode ini merupakan sebuah proses mengolah air limbah yang mempergunakan tumbuhan dalam melakukan reduksi polutan pencemaran (Djo et al., 2017). Satu di antara tumbuhan yang bisa dipergunakan ialah eceng gondok. Tanaman ini memiliki akar yang panjang dan lebat sebagai fungsi untuk menyerap bahan organik dan anorganik pada air limbah. Tanaman ini juga bisa bertahan terhadap polutan, sehingga mampu untuk bertahan hidup dan tetap bekerja dalam berbagai kondisi air (Vidyawati & Fitrihidajati, 2019).

Tanaman eceng gondok berkemampuan menjadi penyerap zat organik, anorganik, dan logam berat sehingga mampu sebagai media penurunan kadar BOD pada air limbah (Poerwati et al., 2023; Zahro & Nisa', 2021). Penelitian sebelumnya juga membuktikan bahwa fitoremediasi menggunakan eceng gondok efektif dalam menurunkan kadar logam (Erawati & Saputra, 2017). Untuk itu tanaman eceng gondok menjadi media fitoremediasi yang efektif. Satu di antara industri tahu rumahan (*home industri*) yang berada di Wirogunan Kecamatan Kartosuro Kabupaten Sukoharjo Jawa Tengah setiap harinya industri tahu ini menghasilkan 250-300 L limbah cair yang langsung dibuang ke selokan yang mengarah ke sungai yang berdekatan dengan industri tahu. Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan, diketahui kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) pada limbah tahu sebesar 207.6 mg/l.

Berdasarkan baku Peraturan Daerah Jawa Tengah No.5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk parameter BOD adalah sebesar 150 mg/l. Sehingga, bisa diidentifikasi kadar BOD di limbah cair tahu melebihi batas normal yang ditetapkan. Satu di antara opsi yang dipergunakan dalam rangka menekan total kadar BOD limbah cair tahu ialah melalui metode

fitoremediasi mempergunakan tanaman eceng gondok. Penelitian sebelumnya telah membandingkan kemampuan tanaman guna memicu turunnya kadar BOD limbah cair tahu mempergunakan eceng gondok dan teratai. (Zahro & Nisa', 2021).

Penelitian ini ditujukan guna mengevaluasi keefektifan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) guna memicu turunnya kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) terhadap air limbah tahu di Daerah Wirogunan,

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif untuk mengetahui hubungan sebab akibat. Pada studi ini menggunakan studi *True experiment* yang dirancang melalui kelompok perlakuan *pretest-posttest* dan kelompok kontrol untuk mengevaluasi keefektifan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) guna menurunkan *Biological Oxygen Demand* (BOD) pada limbah cair tahu. Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2024 - April 2025 di salah satu industri tahu di daerah Wirogunan, Kartasura, Kabupaten Sukoharjo. Pada penelitian sampel yang dipergunakan ialah seluruh populasi limbah cair yang keluar (*outlet*) dari kegiatan pembuatan tahu dengan pengambilan air limbah secara langsung sehingga limbah cair yang didapatkan masih tergolong baru (*fresh*). Sampel air limbah diambil secara langsung dari outlet industri tahu menggunakan teknik grab sampling. Penelitian ini melibatkan tiga kelompok perlakuan, dengan masing-masing variasi jumlah tanaman eceng gondok, yaitu 2, 4, dan 6 tanaman. Parameter yang dianalisis pada studi ini antara lain BOD, pH, dan suhu.

HASIL

Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Tabel 1. Tabel Hasil Pemeriksaan Sampel Limbah Cair Tahu Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Sampel	BOD (mg/l)		pH		Suhu	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Kontrol	457	493	5.7	5.7	26.25	26
K1	481	497	5.7	4.35	26.05	26
K2	489	512	6.14	4.34	27.15	26
K3	476	473	6.25	5.43	26.40	26.1
A1	479	387	6.24	4.47	27.25	26
A2	437	393	6.13	4.43	27	26
A3	481	366	5.77	5.48	26.85	25.9
B1	487	381	6.14	5.37	26.60	26
B2	433	377	6.27	5.38	27.15	26
B3	451	383	5.66	5.74	27	25.9
C1	483	369	5.78	5.54	26.40	25.9
C2	466	371	6.43	5.66	26.55	26
C3	457	381	6.57	6.01	26.25	26

Keterangan :

K1,K2,K3 : kontrol pada perlakuan tanpa penambahan eceng gondok

A1,A2, A3 : kelompok perlakuan dengan 2 tanaman eceng gondok

B1, B2, B3 : kelompok perlakuan dengan 4 tanaman eceng gondok

C1, c2, C3 : kelompok perlakuan dengan 6 tanaman eceng gondok

Tabel 1 adalah hasil pengecekan limbah cair industri tahu ini diambil sebanyak 13 sampel sebagai *pre-test* pada studi ini. Adapun hasil pengukuran limbah sebelum perlakuan diatas mengindikasikan, kualitas limbah yang diuji tak sesuai standar mutu limbah utamanya kadar BOD yang berilai tinggi serta merupakan parameter paling krusial yang terdapat di

limbah cair industri tahu. Rerata kadar BOD pada limbah sebelum perlakuan senilai 467 mg/l, rata-rata untuk parameter pH pada limbah cair tahu yaitu 6.06 dimana nilai batas untuk pH pada limbah cair tahu umumnya diantara 6 hingga 9 dan rata-rata untuk parameter suhu yaitu 26.7°C. Sementara, rerata kadar BOD dalam limbah pasca perlakuan mengalami penurunan menjadi 407 mg/l, sama halnya dengan parameter pH dan suhu yang juga mengalami penurunan menjadi 5.2 dan 25.9°C.

Karakteristik Limbah Cair Tahu pada Reaktor Kontrol

Tabel 2. Hasil Rata-Rata Pemeriksaan Kadar BOD pada Reaktor Kontrol

Pengulangan	Sampel (mg/l)		Selisih (mg/l)	Penurunan Kadar BOD (%)
	Pre	Post		
1	457	493	16	3.3
2	481	497	23	4.7
3	489	512	3	0.6
4	476	473	36	7.9
Jumlah	1903	1975	72	15.3
Rata-Rata	476	494	18	3.8

Hasil tabel 2 mengindikasikan, konsentrasi kadar BOD pada reaktor kontrol mengalami kenaikan dengan rata-rata awal 476 mg/L menjadi 494 mg/L. Penyebabnya dikarenakan air limbah tahu pada kontrol tidak diberi perlakuan berupa pemberian tanaman eceng gondok dan dibiarkan selama 7 hari, sehingga tidak terjadi penurunan terhadap kadar BOD air limbah tahu.

Karakteristik Limbah Cair Tahu pada 2 Tanaman Eceng Gondok

Tabel 3. Hasil Rata-Rata Pemeriksaan Kadar BOD pada 2 Tanaman Eceng Gondok

Pengulangan	Sampel (mg/l)		Selisih (mg/l)	Penurunan Kadar BOD (%)
	Pre	Post		
1	479	387	92	19.2
2	437	393	44	10
3	481	366	115	23
Jumlah	1397	1146	215	52.2
Rata-Rata	466	382	71.7	17.7

Karakteristik Limbah Cair Tahu pada 4 Tanaman Eceng Gondok

Tabel 4. Hasil Rata-Rata Pemeriksaan Kadar BOD pada 4 Tanaman Eceng Gondok

Pengulangan	Sampel (mg/l)		Selisih (mg/l)	Penurunan Kadar BOD (%)
	Pre	Post		
1	487	381	96	17.7
2	433	377	56	13
3	451	383	58	12.8
Jumlah	1371	1161	210	43.5
Rata-Rata	457	380	82	18.6

Karakteristik Limbah Cair Tahu pada 6 Tanaman Eceng Gondok

Tabel 5. Hasil Rata-Rata Pemeriksaan Kadar BOD pada 6 Tanaman Eceng Gondok

Pengulangan	Sampel (mg/l)		Selisih (mg/l)	Penurunan Kadar BOD (%)
	Pre	Post		
1	483	369	114	23.6
2	466	371	95	20.3

3	457	381	76	16.6
Jumlah	1406	1121	285	60.5
Rata-Rata	468.7	373.7	95	20.2

Efektivitas Penggunaan Tanaman Eceng Gondok Dalam Menurunkan Kadar BOD pada Limbah Cair Tahu

Tabel 6. Efektivitas Penurunan Kadar BOD dengan Tanaman Eceng Gondok

Kode Percobaan	Banyak eceng gondok	Sebelum perlakuan (mg/l)	Setelah perlakuan (mg/l)	Penurunan Kadar BOD (mg/l)	Efektivitas (%)
K	0	467	494	18	3.8
A	2	467	382	71.7	17.7
B	4	467	380	82	18.6
C	6	467	374	95	20.2

Keterangan :

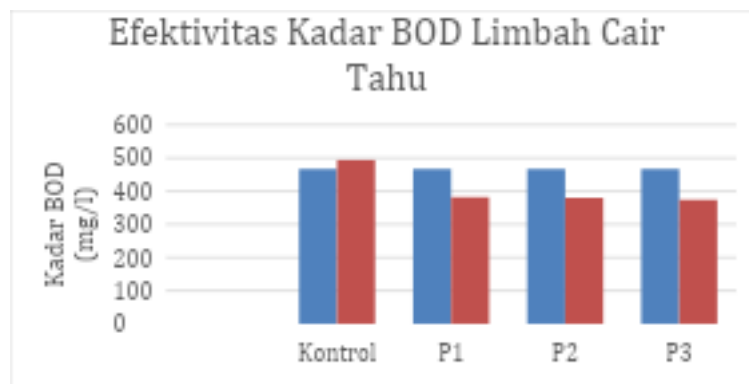
K : Kontrol

A : Perlakuan dengan 2 tanaman eceng gondok

B : Perlakuan dengan 4 tanaman eceng gondok

C : Perlakuan dengan 6 tanaman eceng gondok

Hasil penelitian efektivitas penurunan BOD pada reaktor kontrol mengindikasikan, konsentrasi kadar BOD pada reaktor kontrol mengalami kenaikan dengan rata-rata awal 467 mg/l menjadi 494 mg/l. Penyebabnya dikarenakan air limbah tahu pada kontrol tidak diberi perlakuan berupa pemberian tanaman eceng gondok dan dibiarkan selama 7 hari, sehingga tidak terjadi penurunan terhadap kadar BOD air limbah tahu. Sedangkan pada reaktor uji yang menggunakan tanaman eceng gondok bisa diidentifikasi, kadar BOD pada kelompok perlakuan A dengan menggunakan 2 tanaman eceng gondok terbukti menurun melalui selisih rerata senilai 71.7 mg/l (17.7%). Pada kelompok perlakuan B dengan 4 tanaman eceng gondok, temuan studi mengindikasikan, kadar BOD terlihat menurun melalui selisih rerata senilai 82 mg/l (18.6%), kemudian untuk kelompok perlakuan C dengan 6 tanaman eceng gondok, hasil penelitian mengindikasikan, kadar BOD terlihat menurun melalui selisih rerata senilai 95 mg/l (20.2%).



Gambar 1. Grafik Penurunan Kadar BOD Limbah Cair Tahu

Mengacu grafik yang tersaji, bisa diidentifikasi rerata turunnya kadar BOD paling tinggi terdapat pada perlakuan pada 6 tanaman eceng gondok, yakni 95 mg/l (20.2%). Hal ini mengindikasikan, makin banyak tanaman eceng gondok yang dipergunakan maka makin efektif pula guna mendorong turunnya kadar BOD pada limbah cair tahu.

PEMBAHASAN

Hampir semua industri kecil, seperti yang terdapat pada industri pembuatan tahu di Wirogunan, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, jarang memiliki instalasi pengolahan limbah karena biaya tinggi. Akibatnya, limbah cair dibuang langsung menuju sungai, menyebabkan pencemaran yang memicu aroma tak menyenangkan dan menjadikan warna airnya berubah, hingga merusak lingkungan. Untuk menangani hal tersebut, diperlukan alternatif yang tepat salah satunya dengan melakukan metode fiteromediasi mempergunakan tanaman eceng gondok. Hasil penelitian kualitas limbah cair industri tahu ini berupa parameter kadar BOD, pH, dan suhu yang diambil langsung dari outlet. Untuk mengetahui pengaruh kadar BOD, maka dilakukan perlakuan yang berbeda-beda terhadap variasi menambahkan tanaman eceng gondok yaitu 2 tanaman, 4 tanaman, dan 6 tanaman. Pengambilan data ini dilakukan dengan replikasi (pengulangan) sebanyak 3 kali pada setiap kelompoknya.

Berdasarkan hasil pemeriksaan sampel limbah cair tahu sebelum perlakuan, diketahui rata-rata BOD yaitu sebesar 467 mg/l. Nilai yang dihasilkan tergolong melebihi ambang batas yang ditentukan oleh Peraturan Daerah Jawa Tengah Tahun 2012 yaitu sebesar 150 mg/l. Sedangkan untuk parameter pH memiliki rata-rata 6.06 dan untuk suhu memiliki rata-rata 26.7°C. Hal ini disebabkan oleh proses dekomposisi bahan organik yang terjadi di dalam air limbah. Selama proses ini, mikroorganisme akan mengonsumsi oksigen untuk menguraikan bahan organik, sehingga kadar BOD meningkat. Selain itu, paparan udara terbuka juga dapat menyebabkan penambahan oksigen, tetapi tidak cukup untuk menutupi kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme yang berkembang biak. Oleh karena itu, kadar BOD cenderung meningkat seiring waktu jika air limbah dibiarkan terbuka (Daroini et al., 2020).

Sedangkan pada hasil pemeriksaan sampel limbah cair tahu setelah perlakuan, diketahui rata-rata BOD melalui perlakuan menambahkan 2 tanaman eceng gondok terbukti terjadi penurunan rerata sebesar 71.7 mg/l (17.7 %) dengan rerata kadar BOD sebelumnya, yakni 465 mg/l menjadi 382 mg/l. Kadar BOD melalui perlakuan menambahkan 4 tanaman eceng gondok terbukti terjadi penurunan rerata sebesar 83 mg/l (18.6 %) dengan rerata kadar BOD sebelumnya 465 mg/l menjadi 380 mg/l. Kadar BOD melalui perlakuan menambahkan 6 tanaman eceng gondok terjadi penurunan rerata sebesar 95 mg/l (20.2 %) dengan rerata kadar BOD sebelumnya 469 mg/l menjadi 374 mg/l. Temuan yang dihasilkan memang masih di atas baku mutu Perda Jateng No.5 Tahun 2012 tentang baku mutu air limbah yaitu 150 mg/l. Namun, temuan tersebut tetap menyimpulkan, tanaman eceng gondok memengaruhi turunnya kadar BOD pada limbah cair industri tahu di Daerah Wirogunan. Temuan yang dihasilkan relevan dengan studi terdahulu yang menghasilkan temuan, tanaman eceng gondok berhasil memicu turunya kadar BOD tertinggi mencapai besaran 189.02 mg/l melalui waktu tinggal 22 jam (Astuti & Rosemalia, 2022).

Penambahan 6 tanaman eceng gondok menghasilkan penurunan kadar BOD tertinggi, yaitu 95 mg/l (20.2%), meskipun kadar BOD yang dihasilkan masih melampaui baku mutu yang diberlakukan namun hal ini menunjukkan potensi eceng gondok sebagai alternatif dalam pengolahan limbah cair untuk meningkatkan kualitas air. Selain itu, berdasarkan hasil uji Kruskal Wallis yang telah dilakukan, mengindikasikan, pada perlakuan menambahkan tanaman eceng gondok 2 tanaman, 4 tanaman, dan 6 tanaman di dapatkan signifikansinya (p -value) 0.04 (<0.05), bisa dikatakan H_0 ditolak, yang artinya bisa diambil simpulan tanaman eceng gondok memengaruhi BOD limbah cair industri tahu di Daerah Wirogunan. Tanaman eceng gondok dalam pendekatan fitoremediasi ini memainkan peran krusial guna menurunkan kadar BOD dalam air limbah, terjadi penyerapan kandungan polutan air limbah pada akar eceng gondok. Akar eceng gondok dapat menyerap nutrisi dan kontaminan, yang kemudian diurai oleh mikroorganisme yang hidup di sekitar akar, sehingga mengurangi konsentrasi polutan dalam air limbah. Selain itu, tanaman ini juga dapat meningkatkan aerasi dan

mengurangi pertumbuhan alga berlebih, yang berkontribusi pada perbaikan kualitas air secara keseluruhan (Muharrahi et al., 2023).

Selain berpengaruh terhadap penurunan kadar BOD, eceng gondok juga dapat menurunkan pH dan suhu limbah cair tahu. Rata-rata kadar pH pada studi ini juga tampak berubah pada sampel limbah sebelum dan sesudah perlakuan. Rerata pH air limbah sebelum perlakuan yaitu 5.8 dan mengalami penurunan setelah perlakuan menjadi 5.2. Kadar pH air limbah tahu mengalami penurunan setelah diberi eceng gondok karena tanaman eceng gondok dapat memproduksi asam organik selama proses metabolisme, yang berkontribusi pada penurunan pH, terjadi penyerapan nutrisi oleh akar tanaman yang dapat mengubah komposisi ion dalam air, sehingga menurunkan kadar pH. Selain itu, aktivitas mikroorganisme yang berkembang di sekitar akar eceng gondok juga dapat menghasilkan senyawa asam sebagai hasil sampingan dari dekomposisi bahan organik, yang lebih lanjut menurunkan pH air limbah (Riyanto, 2023). Eceng gondok juga berpengaruh terhadap penurunan suhu limbah cair, yang bisa membantu menciptakan kondisi yang lebih tepat dalam mengolah pengolahan mikroba dan meningkatkan kualitas lingkungan. Rata-rata suhu limbah cair tahu sebelum perlakuan yaitu 26.7°C dan menurun menjadi 5.2°C. Hal ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang mengindikasikan, penggunaan eceng gondok dapat menurunkan suhu limbah cair, sehingga mendukung aktivitas mikroorganisme dalam proses biodegradasi (Ningrum et al., 2020).

Mengacu pengujian statistik yang dilaksanakan pada studi ini, juga menemukan temuan baru bahwa terdapat hubungan antara jumlah eceng gondok dengan kadar BOD limbah cair tahu dimana makin banyak jumlah eceng gondok yang dipergunakan maka kadar BOD pada limbah akan makin menurun. Temuan tersebut relevan dengan studi dari Ningrum (2020) yang menghasilkan temuan, makin banyaknya tanaman eceng gondok yang dipergunakan, maka makin besar juga kadar BOD yang menurun dalam air limbah cair tahu (Ningrum et al., 2020). Dari hasil penelitian ini, penurunan paling banyak terjadi pada penambahan 6 tanaman eceng gondok. Dengan demikian, pemanfaatan tanaman eceng gondok dapat menjadi solusi dalam mengurangi kadar BOD dalam limbah cair industri tahu. Temuan yang dihasilkan sebanding dengan studi internasional yang menyatakan bahwa eceng gondok secara signifikan mempengaruhi kualitas air, dengan beberapa parameter (DO, kekeruhan, pH, BOD, dan fosfat total) berada di luar batas yang diizinkan oleh WHO (Kiyemba et al., 2023).

Namun, hasil penelitian ini masih di atas standar baku mutu yang ditetapkan, hal ini menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut dan pengembangan metode pengolahan limbah yang lebih komprehensif. Diharapkan, langkah-langkah pengelolaan yang tepat dapat diterapkan untuk menekan efek negatif limbah cair pada lingkungan dan kesehatan masyarakat. Penggunaan tanaman eceng gondok guna memicu turunnya kadar BOD pada limbah tahu dibuktikan berhasil. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dari analisis bivariat diketahui bahwa tanaman eceng gondok dapat menurunkan kadar BOD dalam limbah cair industri tahu di daerah Wirogunan, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo serta hasil dari survei penelitian bahwa penelitian ini mampu diimplementasikan pada lokasi industri tahu ini. Pemantauan terhadap jumlah tanaman eceng gondok serta waktu tinggal yang tepat dapat diaplikasikan pada proses membuat kadar BOD limbah cair tahu menurun.

Perlakuan ini merupakan usaha pencegahan tercemarnya lingkungan dari limbah cair industri tahu terutama parameter BOD. Dengan demikian, pemanfaatan tanaman eceng gondok sebagai metode fitoremediasi guna menjalankan pengelolaan limbah cair industri tahu tidak hanya berpotensi mengurangi pencemaran lingkungan, tetapi juga dapat menjadi solusi berkelanjutan bagi industri tahu yang ramah lingkungan. Penting untuk melakukan pemantauan rutin terhadap pertumbuhan tanaman guna memastikan efektivitasnya dalam menurunkan kadar BOD, sehingga dapat mencegah efek negatif pada lingkungan dan kesehatan masyarakat. Diharapkan, langkah-langkah ini dapat diadopsi secara luas guna mendorong peningkatan tata kelola limbah pada ranah industri lainnya.

KESIMPULAN

Mengacu temuan studi yang dihasilkan, bisa diambil simpulan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terbukti efektif guna memicu turunnya kadar BOD, pH, dan suhu pada air limbah tahu di Daerah Wirogunan, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo. Penambahan jumlah tanaman eceng gondok memiliki efektivitas pada kadar BOD limbah cair tahu, dengan penurunan tertinggi terjadi pada perlakuan 6 tanaman eceng gondok, yakni senilai 95 mg/l (20.2%). Atas dasar temuan yang dihasilkan, bisa dibuktikan makin banyaknya tanaman eceng gondok yang dipergunakan dalam proses fitoremediasi, maka makin besar pula menurunnya parameter BOD, pH, dan suhu pada limbah cair industri tahu. Temuan tersebut menegaskan perlunya pengelolaan limbah yang lebih baik untuk menjaga kualitas lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih yang setulus-tulisnya kepada setiap pihak yang memberi kontribusi dalam penyusunan artikel ini. Terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Surakarta yang mendukung dan memfasilitasi segala prasarana yang diperlukan kepada pihak pemilik industri tahu yang sudah berkenan memberi tempat dan waktunya untuk studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, D., & Rosemalia, I. (2022). Review: Penurunan BOD (*Biological Oxygen Demand*) Limbah Cair Domestik dengan Fitoremediasi. *Jurnal Unitek*, 15(1), 59–72. <https://doi.org/10.52072/unitek.v15i1.299>
- Bezsenyi, A., Sági, G., Makó, M., Wojnárovits, L., & Takács, E. (2021). *The effect of hydrogen peroxide on the biochemical oxygen demand (BOD) values measured during ionizing radiation treatment of wastewater. Radiation Physics and Chemistry*, 189, 109773.
- Daroini, T. A., Apri Arisandi Program Studi Ilmu Kelautan, dan, Pertanian, F., Trunojoyo Madura Jl Raya Telang, U., Kamal, K., & Madura, B. (2020). Analisis Bod (*Biological Oxygen Demand*) Di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(4), 558–566.
- Djo, Y. H. W., Suastuti, D. A., Suprihatin, I. E., & Sulihingtyas, W. D. (2017). Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Untuk Menurunkan COD dan Kandungan Cu dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 5(2), 137–144.
- Erawati, E., & Saputra, H. M. (2017). Pengaruh Konsentrasi Terhadap Fitoremediasi Limbah Zn Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1), 24–28.
- Ibrahim, E., Wahyu, A., Hasan, A. A., Daud, A., Syam, A., & Bintara, A. (2020). *BOD decreasing of liquid waste tofu using a constructed wetland System. International Journal of Science and Healthcare Research*, 5(1), 165–170.
- Kiyemba, H., Barasa, B., Asaba, J., Makoba Gudoyi, P., & Akello, G. (2023). *Water Hyacinth's Extent and Its Implication on Water Quality in Lake Victoria, Uganda. Scientific World Journal*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/4947272>
- Muharrahmi, F., Aldani, M., Indriani, N., & Hasibuan, A. (2023). Analisis Dampak Limbah Cair Pada Pabrik Tahu Terhadap Pencemaran Lingkungan Di Kecamatan Tanjung Morawa Kab. Deli Serdang. *Journal Of Health and Medical Research*, 3(3), 1–23. <https://adisampublisher.org/index.php/aisha/article/view/459/491>
- Ningrum, Y. D., Ghofar, A., & Haeruddin, H. (2020). Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm) sebagai Fitoremediator pada Limbah Cair Produksi Tahu

- Effectiveness of Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart.) Solm) as Phytoremediator for Tofu Production Liquid Waste. Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 9(2), 97–106. <https://doi.org/10.14710/marj.v9i2.27765>
- Nisrina, H., & Andarani, P. (2018). Pemanfaatan Limbah Tahu Skala Rumah Tangga Menjadi Biogas Sebagai Upaya Teknologi Bersih Di Laboratorium Pusat Teknologi Lingkungan – Bppt. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(2), 139. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v15i2.139-140>
- Poerwati, S., Nabira, F. S., Yulianto, B., Anjum, F. R., Luqman, M., & Abara, M. (2023). *Hyacinth (Eichhornia Crassipes) Phytoremediation In Reducing The Bod Of Liquid Waste Of Tofu Industry. 6th International Conference of Health Polytechnic Surabaya (ICoHPS 2023)*, 89–95.
- Putro, P. G. L., & Hadiyanto, H. (2021). Water quality parameters of tofu wastewater: a review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1156(1), 12018.
- Riyanto, A. (2023). Fitoremediasi Kayu Apu, Eceng Gondok, dan Bambu Air untuk Menurunkan Kadar BOD Air Limbah Pabrik Tahu. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 12(02), 162–170. <https://doi.org/10.33221/jikm.v12i02.2360>
- Ropiudin, R., & Syska, K. (2023). *Green manufacturing for rural tofu SMEs to increase global competitiveness: Case study in tofu industry center, Banyumas Regency, Central Java. Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(1), 168–179.
- Saminem, F. (2021). *Increasing Teachers' Ability Using Zoom Meeting Applications in the Distance Learning Process Through Collaborative Assistance in Sd Negeri Bendo Kapanewon Samigaluh Kulon Progo Academic Year 2020/2021. IJ CER (International Journal of Chemistry Education Research)*, 5(2), 78–83. <https://doi.org/10.20885/ijcer.vol5.iss2.art5>
- Samsudin, W., Selomo, M., & Natsir, M. . (2018). Pengo;Ahan Limbah Cair Industri Tahu Menjadi Pupuk Organik Cair Dengan Penambahan Efektive Mikroorganisme. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1(2), 1–14. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jnik/article/view/5990>
- Vidyawati, D. S., & Fitrihidajati, H. (2019). Pengaruh fitoremediasi eceng gondok (Eichornia crassipes) melalui pengenceran terhadap kualitas limbah cair industri tahu. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 8(2), 113–119. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>
- Zahro, N., & Nisa', V. C. (2021). Fitoremediasi Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Pada Limbah Domestik Dan Timbal Di Hilir Sungai Bengawan Solo Gresik Sebagai Solusi Ketersediaan Air Bersih Sekarang Dan Masa Depan. *Jcae (Journal Of Chemistry And Education)*, 4(2), 73–83. <https://doi.org/10.20527/Jcae.V4i2.691>
- Zunidra, Z., Sondang, S., & Supriatna, S. (2022). *Treatment of tofu liquid waste using anaerobic-aerobic biofilm aeration system to reduce pollution. Environmental Health Engineering And Management Journal*, 9(4), 391–397.