

PEMANFAATAN ECENG GONDOK (*Echhornia crassipes*) DAN SEMANGGI AIR (*Marsilea crenata*) DALAM PENGUJIAN EFEKTIVITAS PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DENGAN METODE FITOREMEDIASI

UTILIZATION OF WATER HYACINTH (*Echhornia Crassipes*) AND WATER CLOVE (*Marsilea crenata*) IN TESTING THE EFFECTIVENESS OF TOFU INDUSTRIAL LIQUID WASTE TREATMENT USING THE PHYTOREMEDIATION METHOD

Ida Ayu Widhiantari¹, Sirajuddin Haji Abdullah, Baiq Purwasetyanegari
Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Univ. Mataram

ABSTRACT

Tofu liquid waste that is dumped into the river can cause environmental pollution likes physical, chemical and biological changes in the water. Therefore, appropriate tofu liquid waste treatment technology is needed, namely phytoremediation technology. The phytoremediators used were *Eichhornia crassipes* and *Marsilea crenata* plants. The purpose of this study was to determine the effect of plant weight on the reduction of COD, BOD, TSS, pH neutralization, and the effectiveness of the phytoremediation method. This research used an experimental method using variations in plant weight (50 g, 75 g, and 100 g). The water quality parameters observed consisted of COD, BOD, TSS, pH, Pollutant Removal Efficiency, Pollutant Concentration Reduction Rate, and Plant Weight. The initial characteristics of tofu liquid waste in this study were: COD 17.000 mg/l, BOD 2.677,28 mg/l, TSS 620,28 mg/l, and pH 4,74. The results showed that the most optimal phytoremediation effectiveness occurred in the W4 treatment (50 g clover water) on the 20th day. The decrease in COD concentration is up to 1.680 mg/l, pollutant removal efficiency is 90,12%, removal rate is 556 mg/day. Decreased BOD up to 182,5 mg/l, pollutant removal efficiency was 93,18%, pollutant removal rate was 57,83 mg/day. Decreased TSS up to 381 mg/l with an efficiency of 38,58%, pollutant removal rate of 33,75 mg/day. And a stable pH value of 6,15. After processing, the values for the COD, BOD, TSS parameters have not met the quality standards but have decreased significantly. While the pH parameter has met the quality standard.

Keywords: BOD, COD, phytoremediation, liquid waste of tofu, TSS

INTISARI

Limbah cair tahu yang dibuang ke aliran sungai dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan seperti perubahan fisik, kimia dan biologi di dalam air. Maka dari itu, diperlukan teknologi pengolahan limbah cair tahu yakni dengan teknologi fitoremediasi. Fitoremediator yang digunakan yaitu tanaman *Eichhornia crassipes* dan *Marsilea crenata*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh berat tanaman terhadap penurunan COD, BOD, TSS, penetralan pH, dan efektivitas metode fitoremediasi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan variasi berat tanaman (50 g, 75 g, dan 100 g). Parameter kualitas air yang diamati terdiri dari COD, BOD, TSS, pH, Efisiensi Penyisihan Pencemar, Laju Penurunan Konsentrasi Pencemar, dan Berat Tanaman. Karakteristik awal limbah cair tahu pada penelitian ini yaitu : COD 17.000 mg/l, BOD 2.677,28 mg/l, TSS 620,28 mg/l, dan pH 4,74. Hasil penelitian menunjukkan, efektivitas fitoremediasi paling optimal terjadi pada perlakuan W4 (50 g semanggi air) pada hari ke-20. Penurunan konsentrasi COD hingga 1.680 mg/l, efisiensi penyisihan pencemar sebesar 90,12 %, laju penyisihan 556 mg/hari. Penurunan BOD hingga 182,5 mg/l, efisiensi penyisihan pencemar 93,18 %, laju penyisihan pencemar 57,83 mg/hari. Penurunan TSS hingga 381 mg/l dengan efisiensi 38,58%, laju penyisihan pencemar 33,75 mg/hari. Serta nilai pH stabil sebesar 6,15. Setelah pengolahan, nilai untuk parameter COD, BOD, TSS belum memenuhi baku mutu tetapi sudah mengalami penurunan yang cukup signifikan. Sedangkan parameter pH sudah memenuhi baku mutu.

Kata kunci: BOD, COD, fitoremediasi, limbah cair tahu, TSS

¹ Corresponding author: Ida Ayu Widhiantari. Email: ida.ayuwidhiantari@unram.ac.id

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tahu merupakan salah satu makanan olahan kedelai yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia. Tahu sendiri merupakan makanan yang memiliki nilai gizi yang baik dengan harga yang sangat terjangkau. Selama proses pengolahannya, dalam industri tahu tidak hanya menghasilkan produk tahu saja melainkan menghasilkan limbah cair dan limbah padat. Limbah padat dari industri ini masih memiliki nilai ekonomis sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan tempe gembus, taucu, kecap dan tepung (Rahmawati, 2013). Sedangkan limbah cair industri tahu dialirkan begitu saja ke aliran pembuangan maupun ke aliran sungai.

Kasus seperti ini terjadi juga di salah satu pabrik tahu yang berada di daerah Lombok Timur, tepatnya di Dusun Kebon Jenggik, Desa Rarang Kecamatan Terara. Limbah cair yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu di pabrik ini biasanya dibuang langsung ke aliran sungai tanpa melalui proses penanganan khusus. Pembuangan limbah cair tahu yang terus menerus seperti ini dapat menyebabkan pencemaran pada lingkungan sungai dan mengganggu kehidupan organisme yang berada di dalam sungai.

Pengaruh pembuangan limbah cair tahu pada lingkungan adalah ketidakseimbangan fisik, kimia, dan biologi. Dimana, ketidakseimbangan fisik ini dapat dilihat dengan berubahnya warna air sungai yang tadinya jernih menjadi keruh, hal ini dapat disebabkan akibat banyaknya kandungan zat yang tersuspensi dalam limbah cair tahu (Ahmad, *et al.*, 2019). Kandungan bahan organik dalam limbah cair industri tahu yang dibuang ke badan sungai dapat mencemari perairan dan mengganggu keberlangsungan biota di dalamnya seperti ikan, sehingga dapat berpengaruh pada manusia yang

mengonsumsi biota tersebut (Khairuddin, *et al.*, 2022).

Kandungan limbah dari hasil kegiatan industri memiliki konsentrasi logam berat yang tinggi. Logam berat yang terkandung dalam tanah berdampak pada terangkutnya logam berat tersebut dalam jaringan tanaman, terutama bila logam berat terdapat dalam bentuk terlarut. Pencemaran yang diakibatkan oleh logam berat sangat berbahaya bagi manusia, terlebih bila cemaran tersebut terikat pada tanaman pangan yang biasa dikonsumsi oleh manusia (Ratnawati dan Fatmasari, 2018).

Ketidakseimbangan kimia dalam air sungai terjadi karena tercampurnya air sungai dengan limbah cair tahu sehingga kadar oksigen di dalam air dapat berkurang akibat adanya aktivitas mikroorganisme yang menggunakan oksigen dalam proses penguraian senyawa organik. Semakin banyak mikroorganisme dalam air yang menyerap oksigen maka nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang terkandung dalam air akan semakin tinggi sehingga perlu untuk dilakukan *treatment* terhadap air. Berkurangnya kadar oksigen ini juga dapat menyebabkan ketidakseimbangan biologi yang menyebabkan tanaman air yang hidup di sungai sulit bertahan hidup karena mengalami kekurangan oksigen. Kematian organisme air ini menunjukkan bahwa nilai BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) yang terkandung dalam air tinggi dan membutuhkan penanganan khusus (Oktarian, *et al.*, 2016).

BOD sendiri merupakan jumlah oksigen yang diperlukan mikroorganisme untuk dapat memecahkan bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air. Pemeriksaan terhadap BOD yang diperlukan untuk menentukan tingkat pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri pengolahan yang kerap membuang limbah cairnya ke sungai (Nurfadillah, *et al.*, 2016).

Metode

fitoremediasi

(*phytoremediation*) merupakan suatu sistem penggunaan tanaman untuk mengubah zat kontaminan dalam air menjadi lebih berkurang atau tidak berbahaya sehingga dapat digunakan kembali atau *reuse*. Fitoremediasi merupakan salah satu bagian dari teknik pengolahan air limbah yang dilakukan secara biologis yaitu dengan memanfaatkan kemampuan organisme ataupun mikroorganisme secara alami dalam pengolahan air limbah (Setiyono, *et al.*, 2017).

Menurut Unisah, *et al.*, (2020) istilah fitoremediasi berasal dari bahasa Yunani yaitu *phyto* yang artinya tanaman dan *remidium* yang artinya untuk memperbaiki. Sehingga dapat diketahui bahwa fitoremediasi merupakan metode perbaikan menggunakan tanaman secara biologis dan sangat ramah lingkungan. Beberapa tanaman yang dapat digunakan dalam metode ini adalah tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan semanggi air (*Marsilea crenata*).

Eceng gondok dan semanggi air memiliki struktur akar yang dapat tersuspensi ke dalam air sehingga sangat memungkinkan untuk digunakan dalam metode fitoremediasi dalam penanganan limbah cair tahu ini. Kedua tanaman ini memiliki keunggulan yaitu untuk menghilangkan zat berbahaya di dalam air. Eceng gondok yang merupakan gulma perairan memiliki kemampuan menyerap unsur hara, senyawa organik dan senyawa kimia lain yang terdapat pada air limbah dalam jumlah besar hingga mencapai 52% penurunan BOD dari nilai awal pada perlakuan penutupan eceng gondok hingga 90% (Ningrum, *et al.*, 2020).

Tanaman semanggi memiliki potensi sebagai agen fitoremediasi pada limbah cair tahu karena habitat tanaman semanggi sendiri yaitu pada lahan yang basah seperti sawah, kolam, rawa, sungai. Tanaman air seperti semanggi dapat mengabsorpsi partikel organik dan ion-ion logam yang terdapat dalam air limbah melalui akar tanaman (Musapana, *et al.*, 2020).

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh berat tanaman terhadap penurunan COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), dan pH (derajat keasaman) pada limbah cair tahu menggunakan eceng gondok dan semanggi air.
2. Mengetahui perbandingan efektivitas metode fitoremediasi menggunakan eceng gondok dan semanggi air pada limbah cair tahu.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2021, di Desa Jenggik, Kecamatan Terara, Kabupaten Lombok Timur.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor berupa bak plastik dengan kran air, gelas ukur, timbangan digital, pH meter, alat tulis, dan komputer. Bahan yang digunakan adalah air, tanaman eceng gondok, tanaman semanggi air, limbah cair industri tahu, dan media lahan basah (kerikil, pasir, dan tanah).

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental dengan percobaan di lapangan dengan perlakuan W1 (wadah dengan eceng gondok 50 g), W2 (wadah dengan eceng gondok 75 g), W3 (wadah dengan eceng gondok 100 g), W4 (wadah dengan semanggi air 50 g), W5 (wadah dengan semanggi air 75 g), dan W6 (wadah dengan semanggi air 100 g). Masing-masing perlakuan diukur pada hari ke 0, 5, 10, 15, dan hari ke 20.

Parameter Penelitian

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah:

COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD merupakan pengukuran kebutuhan oksigen (O_2) untuk mengoksidasi senyawa organik terlarut dan partikel terlarut di dalam air.

BOD (Biochemical Oxygen Demand)

BOD merupakan suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan-bahan buangan dalam air.

TSS (Total Suspended Solid)

TSS adalah total padatan yang tersaring dengan ukuran yang lebih besar dari ukuran partikel koloid.

Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan dari suatu larutan. Derajat keasaman dapat menunjukkan konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam air.

Efisiensi Penyisihan Pencemar pada Parameter COD, BOD dan TSS

$$Ep = \frac{(A-B)}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

Ep = Efisiensi penyisihan (%)

A = Konsentrasi awal (mg/l)

B = Konsentrasi akhir (mg/l)

Laju Penyisihan Konsentrasi Pencemar pada Parameter COD, BOD dan TSS

$$L = \frac{\Delta C}{t} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

L = Laju penyisihan konsentrasi pencemar (mg/hari)

ΔC = Perubahan konsentrasi (mg)

t = Waktu (hari)

Berat Tanaman

Berat tanaman merupakan berat tanaman sebelum digunakan dalam penelitian dan sesudah penelitian yang diukur menggunakan timbangan digital dengan satuan gram (g).

Analisis Data Penelitian

Data hasil penelitian selanjutnya dibandingkan dengan ketentuan baku mutu yang sudah ditetapkan pemerintah dan dianalisis menggunakan excel lalu ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian diuji dengan uji analisis anova.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Uji Karakteristik Awal

Hasil pengukuran uji karakteristik awal limbah cair tahu ini dapat dilihat pada Tabel 1.

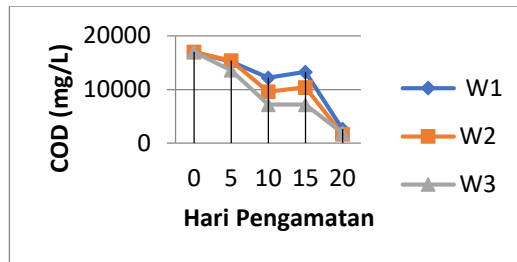
Tabel 1. Hasil uji karakteristik awal

BOD (mg/L)	COD (mg/L)	COD (mg/L)	pH
2.677,28	17.000	620,28	4,74

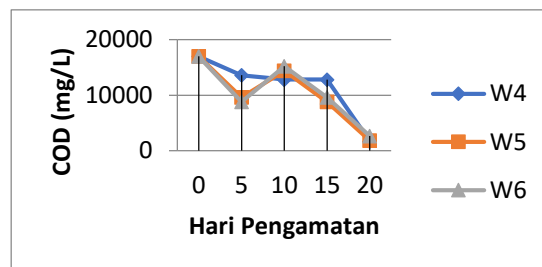
2. Pengukuran COD Menggunakan Eceng Gondok dan Semanggi Air

2.1. Penurunan Nilai COD

Selama proses penelitian telah dilakukan pergantian tanaman pada setiap perlakuan W1 seberat 50 g eceng gondok, W2 seberat 75 g eceng gondok, W3 seberat 100 g eceng gondok, W4 seberat 50 g semanggi air, W5 seberat 75 g semanggi air, dan W6 seberat 100 g semanggi air. Pergantian tanaman ini dilakukan pada hari ke 4 dan hari ke 15 untuk semua perlakuan, serta pada hari ke 18 untuk perlakuan W1, W2, dan W3. Pergantian tanaman ini dilakukan ketika tanaman sebelumnya sudah layu ataupun mati, dengan tujuan agar konsentrasi COD di dalam air limbah cair tahu tetap dapat berkurang dan mencapai baku mutu.



Gambar 1. Penurunan COD Menggunakan Eceng Gondok

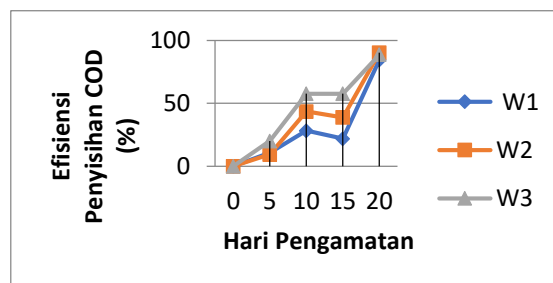


Gambar 2. Penurunan COD Menggunakan Semanggi Air

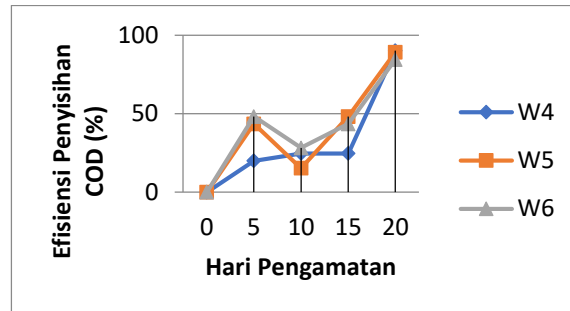
Pada Gambar 1 dan 2 pengukuran hari pertama nilai COD dari limbah tahu adalah 17.000 mg/L dan pada hari terakhir pengukuran nilai COD limbah tahu secara berturut-turut mulai dari W1, W2, W3, W4, W5, dan W6 adalah 2.640 mg/L, 1.680 mg/L, 1.920 mg/L, 1.680 mg/L, 1.840 mg/L, dan 2.640 mg/L.

2.2. Efisiensi Penyisihan COD

Efisiensi penyisihan COD merupakan besar kemampuan penyisihan COD selama pengolahan limbah cair industri tahu dengan metode fitoremediasi. Efisiensi penyisihan COD dengan menggunakan tanaman eceng gondok dan tanaman semanggi air dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Efisiensi penyisihan COD Menggunakan Eceng Gondok



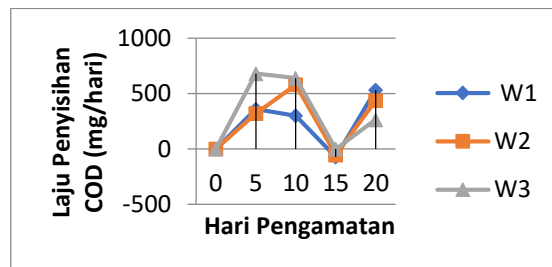
Gambar 4. Efisiensi penyisihan COD Menggunakan Semanggi Air

Efisien penyisihan pencemar COD menggunakan eceng gondok tertinggi terjadi pada perlakuan W2 (75 g eceng gondok) pada hari ke 20 sebesar 90,12% dan terendah pada perlakuan W1 (50 g eceng gondok) pada hari ke 20 sebesar 84,47%. Sedangkan dengan menggunakan semanggi air efisien penyisihan pencemar terbesar terjadi pada perlakuan W4 (50 g semanggi air) pada hari ke 20 sebesar 90,12% dan yang terendah pada perlakuan W6 (100 g

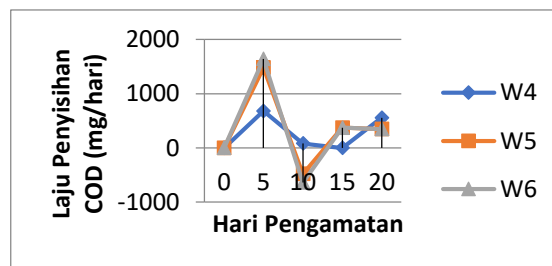
semanggi air) pada hari ke 20 sebesar 84,47%.

2.3. Laju Penyisihan Konsentrasi COD

Laju penyisihan konsentrasi COD merupakan besar penurunan konsentrasi COD selama proses fitoremediasi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, laju penurunan COD menggunakan tanaman eceng gondok dan semanggi air dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Laju penyisihan COD Menggunakan Eceng Gondok



Gambar 6. Laju penyisihan COD Menggunakan Semanggi Air

Berdasarkan Gambar 5 dan 6 dapat terlihat bahwa terjadi peningkatan laju penyisihan konsentrasi yang tinggi dari penggunaan ke-2 jenis tanaman. Hal ini dikarenakan pada saat penelitian dilakukan pergantian tanaman yang sudah layu dan mati dengan tanaman yang baru dengan berat tanaman yang sama dengan sebelumnya. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Taurisna, (2020) yang menyatakan bahwa laju penyisihan COD dalam penelitian sebelumnya semakin lama semakin berkurang.

2.4. Hasil Uji Anova COD

Untuk perlakuan berat tanaman baik dengan menggunakan eceng gondok dan semanggi air, *p-value* lebih besar dari galat yang diberikan yaitu 0,05, dengan *p-value* sebesar 0,457 untuk eceng gondok dan 0,489 untuk semanggi air, sehingga tidak berpengaruh signifikan terhadap penurunan nilai COD.

3. Pengukuran BOD Menggunakan Eceng Gondok dan Semanggi Air

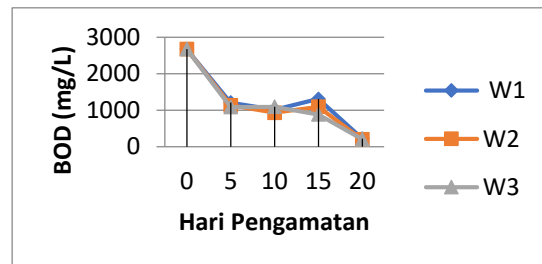
3.1. Penurunan Nilai BOD

Sama halnya dengan COD, untuk menurunkan nilai BOD juga dilakukan pergantian tanaman untuk semua perlakuan pada hari ke 4 dan hari ke 15, serta pada hari ke 18 untuk perlakuan W1, W2, dan W3.

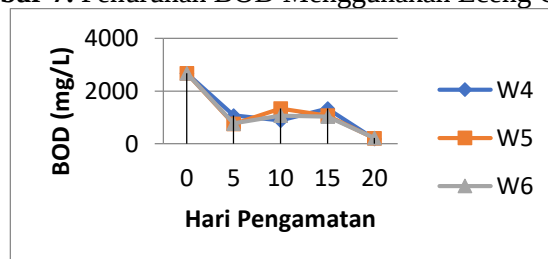
Gambar 7 dan 8 menunjukkan nilai penurunan BOD selama proses penelitian. Pengukuran hari pertama nilai BOD dari limbah tahu adalah 2.677,28 mg/l dan pada hari terakhir pengukuran nilai BOD limbah tahu secara berturut-turut mulai dari W1, W2, W3, W4, W5, dan W6 adalah 218,5 mg/L, 194,5 mg/L, 202,5 mg/L, 182,5 mg/L, 207,5 mg/L, dan 224 mg/L.

3.2. Efisiensi Penyisihan BOD

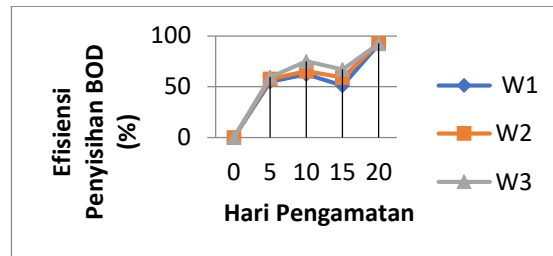
Efisiensi penyisihan BOD adalah besar kemampuan penyisihan BOD selama pengolahan limbah cair industri tahu dengan metode fitoremediasi. Efisiensi penyisihan BOD dengan menggunakan tanaman eceng gondok dan tanaman semanggi air dapat dilihat pada gambar 9 dan 10.



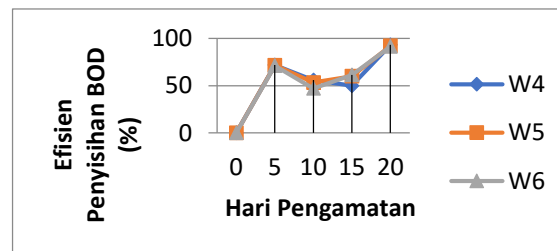
Gambar 7. Penurunan BOD Menggunakan Eceng Gondok



Gambar 8. Penurunan BOD Menggunakan Semanggi Air



Gambar 9. Efisiensi Penyisihan BOD Menggunakan Eceng Gondok



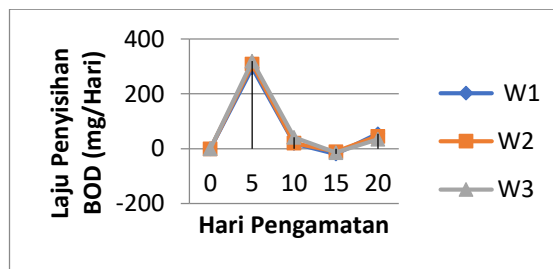
Gambar 10. Efisiensi Penyisihan BOD Menggunakan Semanggi Air

Peningkatan Efisiensi Penyisihan BOD ini menunjukkan bahwa efektivitas tanaman setelah penggantian tanaman semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat dari hasil peningkatan efisiensi pada hari ke 5 setelah adanya pergantian tanaman pada hari ke 4. Kemudian pada hari ke 10 mengalami penurunan, sehingga dilakukan penggantian tanaman lagi pada hari ke-15 dan 18, sehingga efisiensi penyisihan BOD kembali meningkat

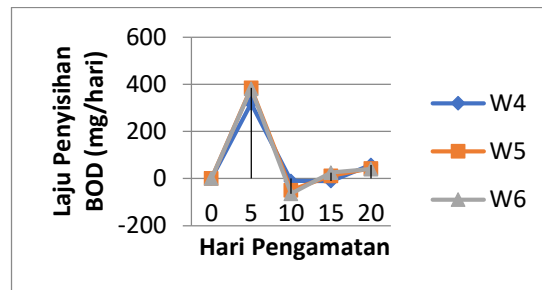
hingga hari ke 20.

3.3. Laju Penyisihan Konsentrasi BOD

Laju penyisihan konsentrasi BOD merupakan besar penurunan konsentrasi BOD selama proses fitoremediasi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, laju penurunan BOD menggunakan tanaman eceng gondok dan semanggi air dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



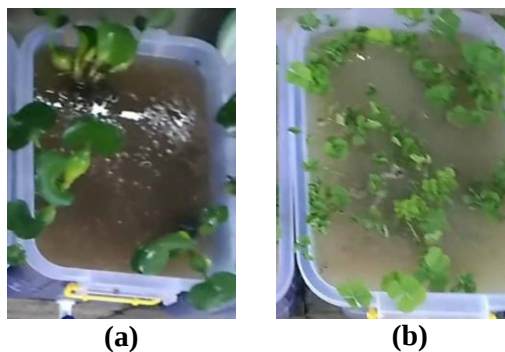
Gambar 11. Laju Penyisihan COD Menggunakan Eceng Gondok



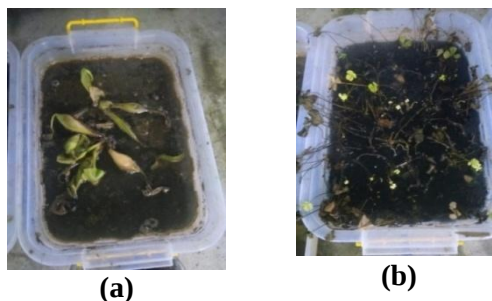
Gambar 12. Laju penyisihan BOD Menggunakan Semanggi Air

Laju penyisihan pencemar ini terjadi karena hal yang sama dengan laju penyisihan COD yaitu adanya pergantian tanaman selama proses penelitian. Pergantian tanaman ini memberikan dampak terhadap laju penyisihan konsentrasi BOD, dimana laju penyisihan BOD menjadi lebih tinggi. Hasyim, (2016) menyatakan bahwa tingkat penyerapan tanaman

terhadap bahan kimia organik semakin lama akan semakin menurun diakibatkan pertumbuhan tanaman yang kurang baik sebagai akibat dari tanaman sudah banyak menyerap bahan kimia organik yang ada pada limbah cair, ditunjukkan dengan daun tanaman fitoremediasi yang mulai menguning dan layu.



Gambar 13. (a) Tanaman Eceng Gondok di Hari Pertama Fitoremediasi, (b) Tanaman Semanggi Air di Hari Pertama Fitoremediasi



Gambar 14. (a) Tanaman Eceng Gondok di Hari Terakhir Fitoremediasi, (b) Tanaman Semanggi Air di Hari Terakhir Fitoremediasi

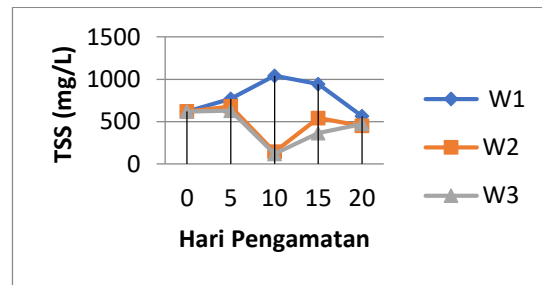
3.4. Hasil Uji Anova BOD

Untuk perlakuan berat tanaman baik dengan menggunakan eceng gondok dan semanggi air, *p-value* lebih besar dari galat yang diberikan yaitu 0,05, dengan *p-value* sebesar 0,34 untuk eceng gondok dan 0,75 untuk semanggi air, sehingga tidak berpengaruh signifikan terhadap penurunan nilai BOD.

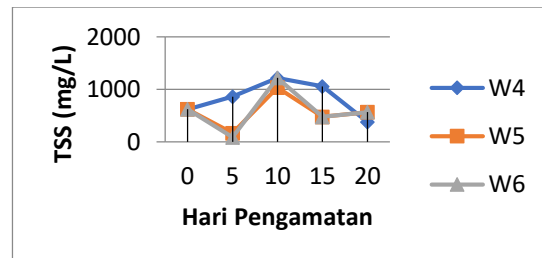
4. Pengukuran TSS Menggunakan Eceng Gondok dan Semanggi Air

4.1. Penurunan Nilai TSS

Pengukuran hari pertama nilai TSS dari limbah tahu adalah 620,28 mg/L dan pada hari terakhir pengukuran nilai TSS limbah tahu secara berturut-turut mulai dari W1, W2, W3, W4, W5, dan W6 adalah 566 mg/L, 450 mg/L, 473 mg/L, 381 mg/L, 567 mg/L, dan 567 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi TSS dari hari pertama hingga hari terakhir.



Gambar 15. Pengukuran TSS Menggunakan Eceng Gondok



Gambar 16. Pengukuran TSS Menggunakan Semanggi Air



Gambar 17. Warna Air Limbah Tahu di Hari Pertama Fitoremediasi



Gambar 18. Warna Air Limbah Tahu di Hari Terakhir Fitoremediasi

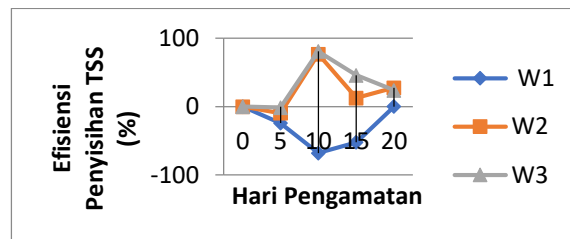
Berdasarkan Gambar 17 dan 18, dapat dilihat terjadi perubahan warna air limbah selama proses fitoremediasi. Awalnya warna limbah cair adalah kuning muda pekat kemudian berubah warna menjadi hitam pekat pada hari ke-18. Hal ini menunjukkan bahwa limbah cair tahu sudah tercemar. Terjadinya perubahan warna pada limbah cair tahu dikarenakan adanya proses penguraian biologi dan kimia antara padatan tersuspensi dan bahan organik oleh mikroorganisme.

4.2. Efisiensi Penyisihan TSS

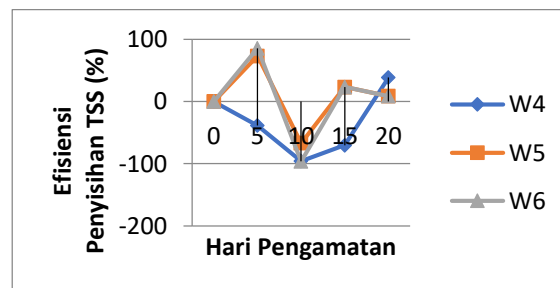
Efisiensi penyisihan TSS adalah besar kemampuan penyisihan TSS selama pengolahan limbah cair industri tahu dengan metode

fitoremediasi. Efisiensi penyisihan TSS dengan menggunakan tanaman eceng gondok dan tanaman semanggi air dapat dilihat pada gambar 19 dan 20.

Kenaikan efisiensi penyisihan TSS tertinggi menggunakan eceng gondok terjadi pada perlakuan W2 (75 g eceng gondok) pada hari ke-20 sebesar 27,45% dan yang terendah terjadi pada perlakuan W1 (50 g eceng gondok) pada hari ke-20 sebesar 8,75%. Sedangkan dengan menggunakan semanggi air, penurunan efisien penyisihan TSS tertinggi terjadi pada perlakuan W1 (50 g semanggi air) pada hari ke 20 sebesar 38,58% dan yang terendah terjadi pada perlakuan W5 dan W6 (75 g dan 100 g semanggi air) pada hari ke 20 sebesar -8,59%.



Gambar 19. Efisiensi Penyisihan Tss Menggunakan Eceng Gondok



Gambar 20. Efisiensi Penyisihan Tss Menggunakan Semanggi Air

4.3. Laju Penyisihan Konsentrasi TSS

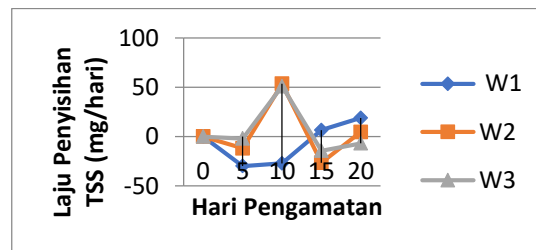
Laju penyisihan konsentrasi TSS merupakan besar penurunan konsentrasi TSS selama proses fitoremediasi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, laju penurunan TSS menggunakan tanaman eceng gondok dan semanggi air dapat dilihat pada Gambar 21 dan 22.

Berdasarkan Gambar 21 dan 22 dapat dilihat bahwa laju penurunan TSS bervariasi. Laju penyisihan tertinggi dengan menggunakan eceng gondok terjadi pada perlakuan W1 (50 g eceng gondok) pada hari ke 20 sebesar 18,9 mg/hari dan yang terendah terjadi pada perlakuan W3 (100 g eceng gondok) pada hari ke

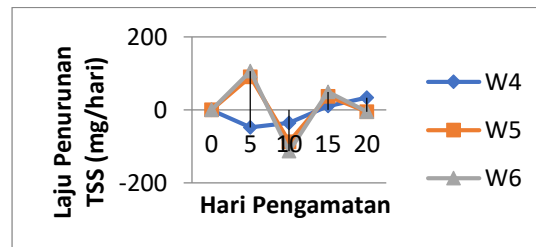
20 sebesar -6,85 mg/hari. Sedangkan dengan menggunakan semanggi air laju penurunan TSS tertinggi terjadi pada perlakuan W4 (50 g semanggi air) pada hari ke 20 sebesar 33,75 mg/hari dan yang terendah terjadi pada perlakuan W5 dan W6 (75 g dan 100 g semanggi air) pada hari ke 20 sebesar -4,55 mg/hari.

4.4. Hasil Uji Anova TSS

Untuk perlakuan berat tanaman baik dengan menggunakan eceng gondok dan semanggi air, *p-value* lebih besar dari galat yang diberikan yaitu 0,05, dengan *p-value* sebesar 0,075 untuk eceng gondok dan 0,223 untuk semanggi air, sehingga tidak berpengaruh signifikan terhadap penurunan nilai TSS.

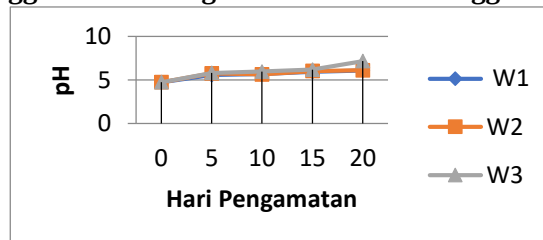


Gambar 21. Laju Penyisihan TSS Menggunakan Eceng Gondok

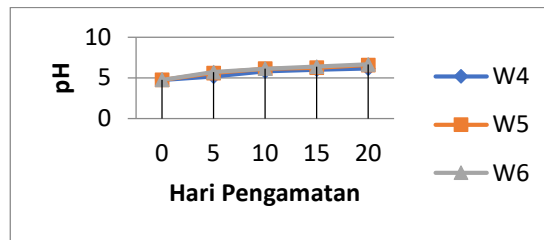


Gambar 22. Laju Penyisihan TSS Menggunakan Semanggi Air

5. Pengukuran pH Menggunakan Eceng Gondok dan Semanggi Air



Gambar 23. Penetrasi pH Menggunakan Eceng Gondok



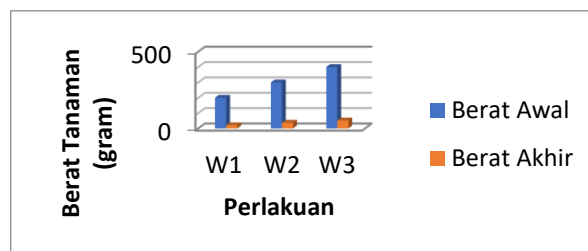
Gambar 24. Penetralan pH Menggunakan Semanggi Air

Gambar 23 dan 24 menunjukkan semakin lama nilai pH semakin netral, dimana hasil pengukuran pH di hari pertama adalah 4,47 di hari terakhir turun pada perlakuan W1, W2, W3, W4, W5, dan W6 adalah 6,09, 6,13, 7,17, 6,15, 6,58, dan 6,65.

Untuk perlakuan berat tanaman dengan menggunakan eceng gondok, *p-value* lebih besar dari galat yang diberikan yaitu 0,05, dengan *p-value* sebesar 0,084 sehingga tidak berpengaruh signifikan terhadap penetralan nilai pH. Sedangkan menggunakan semanggi air *p-value* lebih kecil dari galat yang diberikan yaitu 0,05, dengan *p-value* sebesar 0,003 sehingga berpengaruh signifikan terhadap penetralan nilai pH.

Data pengukuran berat tanaman dapat dilihat pada Gambar 25 dan 26. Penurunan berat tanaman menggunakan eceng gondok tertinggi terjadi pada W3 (100 g eceng gondok) dengan selisih berat sebesar 348 gram dari berat awal 400 gram menjadi 52 gram, penurunan terendah terjadi pada W1 (50 g eceng gondok) dengan selisih berat sebesar 179 gram dari berat awal 200 gram menjadi 21 gram. Sedangkan dengan menggunakan semanggi air penurunan tertinggi terjadi pada perlakuan W6 (100 g semanggi air) dengan selisih berat sebesar 271 gram dari berat awal 300 gram menjadi 29 gram, sedangkan penurunan terendah terjadi pada W4 (50 g semanggi air) dengan selisih berat sebesar 132 gram dari berat awal 150 gram menjadi 18 gram.

6. Pengukuran Berat Tanaman Menggunakan Eceng Gondok dan Semanggi Air



Gambar 25. Pengukuran Berat Tanaman Eceng Gondok



Gambar 26. Pengukuran Berat Tanaman Semanggi Air

Penurunan berat tanaman dapat dipengaruhi oleh kelayuan dan pembusukan tanaman akibat berada dalam cairan limbah tahu. Selain itu, penurunan berat tanaman juga diakibatkan karena pencabutan tanaman saat proses penggantian tanaman yang layu dan busuk. Dimana saat pencabutan dilakukan

terdapat akar, batang, dan daun tanaman yang tertinggal di dalam reaktor karena sudah bercampur dengan media lahan basah. Sehingga berat akhir pada semua perlakuan berkurang.

7. Analisis Limbah Cair Tahu

Tabel 2. Hasil analisis limbah cair tahu

No.	Perlakuan	Parameter	Baku Mutu	Sebelum	Sesudah	Keterangan
1.	W1	COD	300 mg/L	17.000 mg/L	2.640 mg/L	Belum Tercapai
	W2				1.680 mg/L	Belum Tercapai
	W3				1.920 mg/L	Belum Tercapai
	W4				1.680 mg/L	Belum Tercapai
	W5				1.840 mg/L	Belum Tercapai
	W6				2.640 mg/L	Belum Tercapai
2.	W1	BOD	150 mg/L	2.677,28 mg/L	218,5 mg/L	Belum Tercapai
	W2				194,5 mg/L	Belum Tercapai
	W3				202,5 mg/L	Belum Tercapai
	W4				182,5 mg/L	Belum Tercapai
	W5				207,5 mg/L	Belum Tercapai
	W6				224 mg/L	Belum Tercapai
3.	W1	TSS	100 mg/L	620,28 mg/L	566 mg/L	Belum Tercapai
	W2				450 mg/L	Belum Tercapai
	W3				473 mg/L	Belum Tercapai
	W4				381 mg/L	Belum Tercapai
	W5				567 mg/L	Belum Tercapai
	W6				567 mg/L	Belum Tercapai
3.	W1	Ph	6-9	4,74	6,09	Tercapai
	W2				6,13	Tercapai
	W3				7,17	Tercapai
	W4				6,15	Tercapai
	W5				6,58	Tercapai
	W6				6,65	Tercapai

Berdasarkan hasil analisis pengolahan limbah cair industri tahu dengan metode fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan semanggi air (*Marsilea crenata*) parameter pH sudah mencapai baku mutu air. Sedangkan parameter COD, BOD, dan TSS masih belum memenuhi baku mutu air, namun hampir mendekati baku mutu air. Hal ini menunjukkan bahwa kedua jenis tanaman tersebut mampu untuk menyisihkan zat pencemar di dalam cairan limbah tahu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Berat tanaman tidak berpengaruh signifikan terhadap penurunan nilai COD, BOD, TSS, dan penetralan pH. Kecuali pada penggunaan semanggi air untuk penetralan nilai pH.
- Efektivitas pengolahan limbah cair industri tahu paling optimal adalah dengan perlakuan W4 (50 g semanggi air) pada hari ke 20.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menghilangkan bau busuk yang timbul dari limbah cair tahu serta melakukan penanganan terhadap limbah tanaman sisa fitoremediasi.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, H., & Ridhayani, A. (2019). Efektivitas Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok dan Kangkung Air dalam Menurunkan Kadar BOD, COD dan TSS pada Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Farmasetis*, 31-38.

Khairuddin., Ruslan., Tahili Muh Ricky A M., Puspitasari D.J., Indriani., Sosidi H., Prismawiryanti., & Mirzan M. 2022. Penurunan Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Limbah Cair Industri Tahu Memanfaatkan Arang Aktif dari Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guenensis Jacq*). KOVALEN: Jurnal Riset Kimia.

Musapana, S., Dewi Endah, R.S., & Rahayu R.C. 2020. Efektivitas Semanggi Air (*Marsilea Crenata*) Terhadap Kadar TSS pada Fitoremediasi Limbah Cair Tahu. *Florea : Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 7(2).

Ningrum, Y D., Abdul G., & Haeruddin. 2020. Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm) sebagai Fitoremediator pada Limbah Cair Produksi Tahu. *JOURNAL OF MAQUARES Volume 9, Nomor 2*.

Nurfadillah., Awalia N A., & Nurinsa. 2016. Fitoremediasi Limbah Domestik (Detergent) Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhorniacrassipes*) untuk Mengatasi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal PENA. Volume 3, Nomor 2*.

Oktarian, N., Agus, A. G., & Trapsilo, P. (2016). Analisis Dampak Pembuangan Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Sifat Fisis Air Sungai Sumber Waluh Kota Blitar. *Jember : Universitas Jember*.

Rahmawati, F. (2013). *Teknologi Proses Pengolahan Tahu dan Pemanfaatan Limbahnya*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.

Ratnawati, R & Fatmasari, R D. (2018). Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria Trifasciata*) Dan Jengger Ayam (*Celosia Plumosa*). *AL-ARD: Jurnal Teknik Lingkungan Vol.3 No.2*.

- Setiyono, A., & Gustaman, R.A. 2017. Pengendalian Kromium (Cr) Yang Terdapat Di Limbah Batik Dengan Metode Fitoremediasi. *Unnes Journal of Public Health*.
- Taurisna & Tias Lhidya. (2020). Pemanfaatan Kayu Apu-apu (*Pistia stratiotes* L.) Untuk Menurunkan Kadar COD, BOD, TSS pada Limbah Cair Industri Tempe dengan Menggunakan Fitoremediasi Sistem Batch. Skripsi. UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Unisah, Siti, & Tauny, A. (2020). Pengolahan Limbah Cair Tahu Dengan Metode Fitoremediasi Tanaman *Azolla microphylla* pada Industri Tahu B Kota Serang. *JURNALIS*, 77-83.