



Efektivitas Metode Fitoremediasi Dengan Jenis Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica Forsk*) Terhadap Pengolahan Air Limbah Industri Tahu di Desa Ledok Kulon

Salma Najwa*, Nindy Callista Elvania, Yenny Sri Margianti

Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Bojonegoro

Email Korespondensi: snajwaa9@gmail.com

Diterima: 12 Agustus 2023
Disetujui: 07 Oktober 2023
Diterbitkan: 30 Oktober 2023

Kata Kunci:

Fitoremediasi, Kangkung Air, Limbah Tahu

ABSTRAK

Agar tidak mencemari lingkungan saat dibuang, limbah cair tahu dapat diolah dengan metode fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan kondisi tanaman kangkung air dan air limbah selama 6 hari, serta menganalisis efektivitas parameter limbah cair industri tahu setelah diberi tanaman kangkung air atau biasa disebut fitoremediasi. Metode penelitian dilakukan dengan 2 tahap yaitu pengujian parameter air limbah di Laboratorium Kesehatan Daerah dan pengamatan langsung ke lapangan. Metode analisis data berasal dari hasil pengujian parameter air limbah. Sampel diambil pada hari ke 0, 3 dan 6. Untuk kualitas air limbah, terjadi penurunan pada parameter TSS, BOD, dan pH menjadi netral. Pada parameter TSS terjadi penurunan pada hari ke 3 dan 6, masing-masing bernilai 68,62 mg/l, 10,94 mg/l dengan efektivitas 84% dan 8,11 mg/l dengan efektivitas 88%. Parameter pH berubah menjadi netral dengan nilai masing-masing 4,69; 6,35 dan 6,42. Untuk parameter BOD terjadi penurunan yang dengan nilai masing-masing 49,3 mg/l; 38,52 mg/l dengan efektivitas 21%, dan 37,14 mg/l dengan efektivitas 24%. Parameter COD mengalami kenaikan dengan nilai masing-masing 71,13 mg/l; 71,2 mg/l dan 77,78 mg/l. Dapat disimpulkan bahwa tanaman kangkung air dapat menurunkan parameter TSS, BOD, dan mampu menetralkan pH air limbah, tetapi tidak mampu menurunkan parameter COD.

Received: 12 August 2023
Accepted: 07 October 2023
Published: 30 October 2023

Keywords:

Phytoremediation, Water Spinach, Tofu Waste

ABSTRACT

In order not to pollute the environment when discarded, tofu liquid waste can be processed by the phytoremediation method. This study aims to identify changes in the condition of water spinach plants and wastewater for 6 days, as well as analyze the effectiveness of the tofu industrial liquid waste parameters after being given water spinach plants or commonly called phytoremediation. The research method was carried out in 2 stages, namely testing wastewater parameters in the regional health laboratory and direct observation to the field. The data analysis method comes from the results of testing of wastewater parameters. Samples were taken on days 0, 3 and 6. For wastewater quality, there was a decrease in the TSS, BOD, and pH parameters to be neutral. In the TSS parameters there was a decrease on days 3 and 6, each worth 68.62 mg/L, 10.94 mg/L with an effectiveness of 84% and 8.11 mg/L with an effectiveness of 88%. PH parameters changed to neutral with a value of 4.69 each; 6.35 and 6.42. For BOD parameters there was a decrease with a value of 49.3 mg/L; 38.52 mg/l with an effectiveness of 21%, and 37.14 mg/l with an effectiveness of 24%. COD parameters have increased with a value of 71.13 mg/L each; 71.2 mg/l and 77.78 mg/l. It can be concluded that water water spinach plants can reduce TSS, BOD parameters, and be able to neutralize the pH of wastewater, but are not able to reduce COD parameters.

1. PENDAHULUAN

Saat ini, tahu menjadi salah satu produk makanan yang banyak diminati bagi masyarakat Indonesia. Dikarenakan harga tahu murah dan dapat dijangkau oleh masyarakat tetapi

sudah memiliki nilai gizi yang tinggi. Karena tahu banyak diminati masyarakat Indonesia, akibatnya banyak bermunculan industri tahu di Indonesia termasuk di Desa Ledok Kulon, Kecamatan Bojonegoro, Kabupaten Bojonegoro. Dengan banyaknya industri tahu, maka dimungkinkan timbulnya limbah. limbah yang dihasilkan dari

industri tahu berupa padat dan cair. Air limbah adalah air yang membawa sisa buangan (limbah) dari rumah tangga, dunia usaha, industry, khususnya campuran air dan padatan terlarut atau tersuspensi, yang juga dapat berupa air limbah dari proses yang dibuang ke lingkungan. Contoh limbah cair adalah limbah produksi tahu yang berupa limbah cair tahu (Suhairin *et. al.*, 2020).

Limbah cair industri tahu memiliki kandungan senyawa organik yang tinggi. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut air dadih (*whey*) (Hatina & Komala, 2020). Banyak industri tahu di Desa Ledok Kulon Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro yang tidak membuang limbah cair tahu ke dalam IPAL, melainkan dibuang ke sungai bengawan solo. Tentu saja hal itu akan memberikan dampak buruk bagi kualitas air bengawan solo. Apabila limbah cair industri tahu dibuang langsung ke badan air tanpa dilakukan pengolahan, maka akan terjadi *blooming* (pengendapan bahan organik pada badan air), pembusukan dan tumbuhnya mikroorganisme patogen. Kondisi ini menimbulkan bau tidak sedap dan menjadi sumber penyakit, sehingga kemampuan cahaya menembus air menjadi berkurang. Akibatnya laju fotosintesis tumbuhan air menurun dan kandungan oksigen terlarut dalam air menurun dengan cepat. Selain itu, ekosistem perairan terganggu sehingga menyebabkan kondisi perairan menjadi anaerobik. (Fardiaz, 2003).

Banyak cara yang dapat dimanfaatkan untuk mengolah limbah cair selain menggunakan IPAL, dapat menggunakan tumbuhan air yang hiperakumulator. Pengolahan dengan teknik tersebut biasa disebut dengan teknik fitoremediasi. Fitoremediasi adalah suatu teknik yang digunakan untuk membersihkan zat-zat pencemar lingkungan, baik yang ada di dalam tanah maupun air dengan menggunakan tanaman (Afifudin & Irawanto, 2022).

Tanaman yang akan digunakan pada proses fitoremediasi industri tahu pada penelitian ini adalah kangkung air (*Ipomoea Aquatica Forsk*) yang merupakan tanaman air berkualitas baik dalam pengelolaan limbah cair. Spesies tumbuhan kangkung air merupakan tumbuhan mengapung dan memiliki tingkat pertumbuhan tinggi. Selain itu memiliki kemampuan untuk menyerap nutrisi langsung dari kolom air, akar bertindak sebagai penyaring dan menyerap bahan tersuspensi dan pertumbuhan mikroba yang menghilangkan nutrisi dari kolom air (Hapsari *et. al.*, 2018). Menurut (Natalina & Hardoyo, 2013) Tanaman kangkung air dapat menurunkan kadar COD (*chemical oxygen demand*) sebesar 86,2%, dan kadar BOD (*biochemical oxygen demand*) sebesar 86,7%, pada limbah cair tahu. Selain itu, tanaman kangkung air memiliki kelebihan, yaitu adanya parenkim sehingga mudah menarik polutan yang berat.

Metode Fitoremediasi dengan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica Forsk*) pada air limbah industri tahu diharapkan mampu memperbaiki beberapa parameter baku mutu air limbah, seperti pH (*Potential Hydrogen*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solid*) sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014.

2. METODE

Pengambilan sampel air limbah tahu dilakukan di salah satu industri tahu yang berada di Desa Ledok Kulon Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro. Uji fitoremediasi dilakukan di rumah peneliti menggunakan 3 bak perlakuan dan 1 bak kontrol. Untuk pengujian parameter air limbah dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah. Pengambilan sampel untuk pengujian kualitas air dilakukan pada hari ke 0, 3, dan 6 setiap jam 14.00 WIB. Penelitian ini menggunakan bak berukuran 9 liter dan tanaman kangkung air sebanyak 200 gram.

Analisis penurunan kandungan polutan pada air limbah menggunakan desain *pretest-postest*. *Pretest* diperoleh dari pemeriksaan parameter air limbah sebelum diberikan perlakuan atau pada hari ke-0, air limbah yang sebelum diberi perlakuan ditaruh di dalam bak kontrol, sedangkan *post-test* diperoleh setelah diberikan perlakuan, yaitu pada hari ke-3 dan hari ke-6. Kemudian dilakukan perhitungan nilai efisiensi penurunan air limbah. Nilai efisiensi dilakukan untuk mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi kandungan limbah cair dengan menggunakan perhitungan efisiensi. Parameter yang akan dihitung nilai efisiensinya yaitu TSS, BOD, dan COD.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Aklimatisasi Tanaman Kangkung Air

Aklimatisasi adalah proses adaptasi tumbuhan terhadap lingkungan sekitarnya sebelum dapat hidup pada lingkungan sebenarnya dengan kondisi suhu, iklim, dan lain-lain yang sering berubah (Raissa & Tangahu, 2017). Pada proses aklimatisasi tanaman kangkung air tahap pertama yang dilakukan adalah memasukkan air bersih atau air yang berasal dari PDAM sebanyak 6 liter dan dicampur dengan air limbah tahu sebanyak 3 liter. Perbandingan antara kedua jenis air tersebut ditentukan dengan rumus konsentrasi. Aklimatisasi tanaman kangkung air berlangsung selama 7 hari. Akar tanaman kangkung air dipotong terlebih dahulu menjadi 10cm – 15cm. Selama proses aklimatisasi, terdapat perubahan pada beberapa daun tanaman kangkung air, yaitu daun berubah menjadi warna kuning. Konsentrasi larutan aklimatisasi yang digunakan adalah 33,3% dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi larutan} = \frac{V_x}{V_x + V_{\text{air}}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Konsentrasi larutan} = \frac{3 \text{ liter}}{3 \text{ liter} + 6 \text{ liter}} \times 100\%$$

$$\text{Konsentrasi larutan} = \frac{3}{9} \times 100\%$$

$$\text{Konsentrasi larutan} = 33,3\%$$

Keterangan :

V_x : volume air limbah

V_{air} : volume air bersih

a. Penentuan Konsentrasi Uji Fitoremediasi

Tahap yang dilakukan setelah proses akimatisasi tanaman adalah pengujian fitoremediasi tanaman kangkung air terhadap air limbah industri tahu. Air limbah tahu yang digunakan dalam penelitian berasal dari salah satu industri tahu di Desa Ledok Kulon, Kecamatan Bojonegoro,

Kabupaten Bojonegoro. Sebelum melakukan uji fitoremediasi, dilakukan pengukuran konsentrasi larutan yang akan digunakan dalam uji fitoremediasi tanaman kangkung air terhadap air limbah industri tahu. Konsentrasi larutan uji fitoremediasi yang digunakan adalah 44,4% dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi larutan} = \frac{V_x}{V_x + V_{\text{air}}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Konsentrasi larutan} = \frac{4 \text{ liter}}{4 \text{ liter} + 5 \text{ liter}} \times 100\%$$

$$\text{Konsentrasi larutan} = \frac{4}{9} \times 100\%$$

$$\text{Konsentrasi larutan} = 44,4\%$$

Keterangan :

V_x : volume air limbah

V_{air} : volume air bersih

b. Pengamatan Kondisi Tanaman dan Air Limbah Selama 6 Hari

Berikut adalah tabel pengamatan kondisi tanaman dan air limbah selama 6 hari saat proses fitoremediasi.

Tabel 1. Uji Fitoremediasi

Hari Ke-	Keadaan Kangkung Air dan Air Limbah	Gambar
0	Kondisi air limbah berwarna kuning cerah, bau dari air limbah menyengat, tanaman berwarna hijau dan kondisinya segar, jumlah daun sebanyak 66, dan tangkai sebanyak 13.	
3	Kondisi air limbah menjadi keruh, mulai muncul jamur pada bagian atas air limbah, jumlah daun yang menjadi kuning berjumlah 9, beberapa tangkai yang terendam air menjadi layu.	
6	Kondisi air limbah sama dengan hari ke-5 yaitu berwarna abu-abu gelap, jamur masih sama dengan pada hari ke-5, jumlah daun yang berubah menjadi kuning yaitu 16 daun, tangkai pada hari ke-6 juga berubah menjadi layu.	

Selama uji fitoremediasi, daun dan tangkai kangkung air berubah menjadi layu. Daun yang jatuh terjadi karena perubahan kondisi pada daun yang berubah menjadi mengering, sehingga menyebabkan daun rontok. Hal ini berkaitan dengan salah satu mekanisme fitoremediasi, yaitu fitoekstraksi.

Pada hari ke 3, dalam air limbah terdapat mikroorganisme yang muncul. Hal tersebut dapat terjadi karena limbah cair tahu banyak mengandung sisa protein dan asam asetat yang berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi fermentasi (Kaswinarni, 2007). Kedelai yang merupakan bahan baku tahu mengandung protein (34,9), karbohidrat (34,8%), lemak (18,1%) dan unsur gizi lainnya. Akibatnya limbah cair yang dihasilkan mengandung bahan organik dalam jumlah besar. Adanya senyawa organik tersebut memberikan karakteristik air limbah industri tahu seperti pH, COD, BOD, amonia dan nitrat yang selalu melebihi baku mutu (Fitria & Mangkoedihardjo, 2016).

Karena tingginya kadar bahan organik, maka tanaman kangkung air kesulitan untuk memecah bahan organik tersebut. Untuk itu, jamur membantu mengubah bahan organik menjadi anorganik agar polutan dapat terurai.

Mikroorganisme ini dapat menguraikan atau menyerap senyawa organik dalam air dan menggunakan oksigen yang terlarut dalam air atau udara untuk metabolismenya, sehingga mengurangi konsentrasi senyawa organik dalam air limbah (Haerun, 2017).

Mikroorganisme tersebut dikenal sebagai *proteus sp.* Mikroorganisme *proteus sp.* termasuk bakteri pengurai. Bakteri pengurai adalah sekelompok bakteri yang memiliki kemampuan untuk menguraikan organisme mati lainnya menjadi bahan penyusun yang akan dikembalikan ke lingkungan. Bakteri pengurai ini termasuk dalam kelompok saprofit karena kemampuannya menguraikan senyawa organik alami. Kelompok mikroorganisme ini mampu menguraikan protein, karbohidrat dan senyawa organik lainnya menjadi karbon dioksida (CO₂), ammonia dan senyawa sederhana lainnya (Todar, 2008). Bakteri *proteus sp.* merupakan bakteri pengurai. Bakteri *proteus sp.* mampu menguraikan bahan organik (Sila *et. al.*, 2022).

3.4 Tabulasi Air Limbah Industri Tahu

Berikut adalah hasil pengujian laboratorium air limbah industri tahu sebelum diberi perlakuan dan setelah diberi perlakuan dengan tanaman kangkung air.

Tabel 2. Parameter Air Limbah Industri Tahu Sebelum Perlakuan

Parameter	Baku Mutu (Permen. LH. Nomor 5 Tahun 2014)	Hasil Pengujian	Satuan
TSS	200	68,62	mg/L
pH	6-9	4,69	-
BOD	150	49,30	mg/L
COD	300	71,13	mg/L

Berdasarkan Tabel 2. parameter pH bernilai 4,69, dapat diartikan jika kondisi air limbah bersifat asam dan nilai tersebut berada dibawah baku mutu. Air limbah tahu yang bersifat asam berasal dari bahan baku pembuatan tahu yaitu cuka. Nilai pH terhadap pertumbuhan mikroorganisme juga sangat berpengaruh. Untuk pertumbuhan mikroorganisme terdapat 3 nilai pH pertumbuhan yaitu pH optimal, pH maksimum, dan pH minimum. Diantara ketiga tingkat pH tersebut, tingkat yang paling sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme disebut pH optimal (Lintang, Ayunda. 2017).

3.5 Penurunan dan Efektivitas Kangkung Air Terhadap Air Limbah

Berikut adalah penurunan parameter pada air limbah industri tahu setelah diberi perlakuan dengan tanaman kangkung air selama 6 hari.

Tabel 3. Hasil Penurunan Kandungan TSS Air Limbah

Waktu Kontak	Rata-rata (Bak 1, Bak 2 dan Bak 3)	Besar Penurunan	Efektivitas (%)
0	68,62	-	-
3	10,94	57,60	84
6	8,11	60,51	88

Berdasarkan Tabel 3. jika dilihat pada hari ke-3 parameter TSS menunjukkan nilai rata-rata sebesar 10,94 mg/l, dapat

diartikan bahwa mengalami penurunan sebesar 57,60 dengan efektivitas sebesar 84%. Pada hari ke-6 kandungan TSS mengalami penurunan sebesar 60,51 dari jumlah rata-rata 8,11 mg/l dengan efektivitas penurunan sejumlah 88%. Sedangkan pada saat sebelum perlakuan dengan tanaman kangkung air, hasil pengujian laboratorium menunjukkan angka 68,62 mg/l. Hal ini terjadi karena air limbah tahu sebelum diolah mengandung sisa ampas kedelai yang belum tersaring sempurna karena produksi tahu masih tradisional dan menggunakan teknologi sederhana.

Jika dikaitkan dengan hasil penurunan yang drastis pada hari ke-3, hal ini dapat terjadi karena dipengaruhi oleh salah satu proses penyerapan unsur hara oleh akar tanaman dan juga proses pembusukan akar (Novita *et. al.*, 2021). Berdasarkan hasil pengujian kandungan TSS yang telah memenuhi syarat, maka dapat diartikan bahwa tanaman kangkung air dapat menurunkan Kadar TSS pada air limbah tahu.

Sedangkan untuk parameter pH pada hari ke 0 belum memenuhi standar baku mutu. Berikut adalah Tabel 4. yang merupakan hasil pengukuran parameter pH air limbah tahu.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kandungan pH Air Limbah

Waktu Kontak	Rata-rata (Bak 1, Bak 2 dan Bak 3)	Kriteria
0	4,69	TMS
3	6,35	MS
6	6,42	MS

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dapat kita lihat bahwa nilai pH mengalami kenaikan setelah adanya perlakuan fitoremediasi menggunakan tanaman kangkung air. Dari yang semula nilai pada pH di hari ke-0 tercatat 4,69 yang berarti bahwa pH tersebut tidak memenuhi syarat sebagaimana Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014. Sedangkan pada hari ke-3 didapatkan hasil 6,39 yang menunjukkan bahwa pH tersebut sudah memenuhi syarat. Sama halnya dengan hari ke-6 yang mengalami kenaikan angka pH yaitu menunjukkan angka 6,42 yang dapat diartikan bahwa kondisi pH sudah netral dan sudah memenuhi syarat. Pada hari ke 3 dan 6 terjadi peningkatan akibat adanya mekanisme reaksi air limbah dengan OH⁻ (Caroline & Moa, 2015), maka air limbah tersebut pada hari ke 3 berubah menjadi 6,39 dan 6,42 pada hari ke 6.

Dapat disimpulkan bahwa perlakuan fitoremediasi dapat menetralkan tingkat keasaman pada air limbah. Air limbah yang sudah netral, dapat mendukung mikroorganisme dalam proses penguraian bahan organik pada limbah cair tahu. Perubahan pH pada air dapat mempengaruhi aktivitas populasi biologis atau mikroorganisme yang ada di dalam air (Kordi *et al.*, 2007).

Tanaman kangkung air juga mempunyai kemampuan dalam menurunkan kandungan BOD pada air limbah. tabel 5. dibawah ini merupakan hasil penurunan kandungan BOD pada limbah cair tahu.

Tabel 5. Hasil Penurunan Kandungan BOD Air Limbah

Waktu Kontak	Rata-rata (Bak 1, Bak 2 dan Bak 3)	Besar Penurunan	Efektivitas (%)
0	49,30	-	-
3	38,52	10,79	21
6	37,14	12,16	24

Berdasarkan Tabel 5. menunjukkan bahwa nilai efektivitas tertinggi dimiliki pada hari ketiga, dimana terjadi penurunan dari semula sebesar 49,30 mg/l menjadi 38,52 mg/l dengan besar penurunan sebanyak 10,78 serta perhitungan efektivitas tercatat sebesar 21%. Selanjutnya ialah penurunan pada hari ke enam dengan hasil 37,14 mg/l dan penurunan sebanyak 12,16 serta nilai efektivitas menunjukkan angka 24%.

Penurunan kandungan BOD pada air limbah industri tahu terjadi karena pada saat proses pengolahan pencemaran pada tanaman kangkung air diawali dengan rhizofiltrasi. Zat organik pada air limbah diserap ke dalam batang tanaman melalui pembuluh pengangkut kemudian disebarkan ke seluruh bagian tanaman kangkung air. Setelah itu, terdapat proses fitodegradasi. Tahap yang terjadi setelah fitodegradasi adalah proses fitovolatilisasi yang mana tanaman kangkung air menyerap polutan dalam air limbah dan polutan tersebut dilepaskan sebagai uap air ke atmosfer.

Disamping itu, saat proses penguraian bahan organik terdapat kerjasama dengan mikroorganisme seperti jamur. Pada saat proses rhizofiltrasi, tanaman kangkung air dibantu oleh jamur yang muncul pada hari ke-3. Mikroorganisme tersebut membutuhkan O₂ untuk keperluan metabolisme yang nantinya akan digunakan untuk memecah bahan organik yang akan diuraikan menjadi anorganik. Kemudian diangkut oleh xylem dan dilepaskan ke daun yang nantinya juga akan berperan dalam penguraian bahan organik (Irhamni *et. al.*, 2018). Jamur yang tumbuh pada air limbah membantu mengubah bahan organik menjadi anorganik agar proses fitoremediasi dapat berlangsung. Jika terdapat cukup bakteri pengurai, maka terjadi penipisan oksigen di permukaan bawah air dari pencemaran yang disebut oksigen bebas. (Prabowo, 2019).

Pada parameter COD tanaman kangkung air tidak mampu menurunkan kadar air pada limbah cair tahu. Tabel 6. berikut menunjukkan hasil kenaikan kandungan COD pada limbah cair tahu.

Tabel 6. Hasil Kenaikan Kandungan COD Air Limbah

Waktu Kontak	Rata-rata (Bak 1, Bak 2 dan Bak 3)	Besar Kenaikan	Efektivitas (%)
0	71,13	-	-
3	71,20	0,07	-0,098
6	77,78	6,58	-9,3

Nilai minus pada efektivitas penurunan kadar COD diartikan bahwa kandungan COD semakin hari menjadi naik. Pada hari ke-0 kandungan COD menunjukkan nilai rata-rata 71,13 mg/l namun pada hari ke-3 kandungan COD naik menjadi 71,2 mg/l. Sama halnya dengan hari ke-6 yang mengalami kenaikan menjadi 77,78 mg/l. Kadar COD yang tinggi disebabkan oleh faktor lingkungan yang mempengaruhinya, seperti konsentrasi oksigen terlarut dalam air limbah yang cukup untuk membantu bakteri mengurai kontaminan dalam limbah. Parameter COD mengalami kenaikan. Pasalnya, banyak tangkai yang rusak serta daun-daun yang terendam air membusuk. Penguraian ini tentunya akan meningkatkan jumlah bahan organik pada air limbah sehingga meningkatkan nilai COD pada air limbah (Munthe, N. A. *et al.* 2021). Selain itu, COD menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi daripada BOD karena bahan tersebut stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat teroksidasi (Komala, 2015). Dari hasil

diatas dapat disimpulkan bahwa tanaman kangkung air tidak dapat menurunkan kandungan COD pada limbah cair tahu.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

Tabel 7. Parameter Air Limbah Industri Tahu Setelah Diberi Perlakuan

Parameter	Rata-rata Hari Ke 0, 3 dan 6			Baku Mutu	Satuan
	Hari Ke 0	Hari Ke 3	Hari Ke 6		
TSS	68,62	10,94	8,11	200	mg/L
pH	4,69	6,35	6,42	6-9	-
BOD	49,30	38,52	37,14	150	mg/L
COD	71,13	71,20	77,78	300	mg/L

Berdasarkan Tabel 7. menjelaskan hasil pengujian laboratorium menyatakan bahwa parameter TSS, BOD, dan COD sebelum diberi perlakuan dengan tanaman kangkung air sudah memenuhi baku mutu, namun didalam penelitian ini ingin membuktikan apakah tanaman kangkung air masih mampu menurunkan parameter air limbah. berdasarkan tabel di atas, uruan penurunan paling besar dimulai dari TSS, BOD. Untuk parameter COD tidak mengalami penurunan. Sedangkan untuk parameter pH pada kondisi awal masih diatas baku mutu. Setelah diberi perlakuan, kondisi pH pada air limbah berubah menjadi bersifat netral.

4. SIMPULAN

Setelah dilakukan fitoremediasi dengan tanaman kangkung air, terdapat perubahan yang dialami oleh tanaman kangkung air dan air limbah tahu. Kondisi tanaman kangkung air pada masing-masing bak, dari pengamatan hari ke 0 sampai hari ke 6 daun mulai berubah pada hari ke 1 sampai hari ke 6, yang awalnya berwarna hijau berubah menjadi warna kuning, sedangkan tangkai pada tanaman kangkung air berubah menjadi layu. Perubahan juga terjadi pada air limbah, dari yang semula berwarna kuning kekeruhan, pada hari ke 3 warna air menjadi abu-abu, pada hari ke 6 warna air menjadi hitam.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa metode fitoremediasi dengan tanaman kangkung air efektif dalam menurunkan kandungan TSS, BOD dan dapat menetralkan kandungan pH pada air limbah industri tahu. Sedangkan pada kandungan COD tidak dapat turun.

DAFTAR PUSTAKA

Afifudin, A. F. M., & Irawanto, R. (2022). *Fitoremediasi. Global Eksekutif Teknologi.*
 Caroline, J., & Moa, G. A. (2015). Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) Pada Limbah Industri Peleburan Tembaga Dan Kuningan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III*, 10(3), 733–744.
 Fardiaz, S. (2003). *Polusi Air dan Udara.* PT Kanisius.
 Fitria, F. L., & Mangkoedihardjo, S. (2016). Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Tanaman Kenaf (*Hibiscus Cannabinus L.*) Untuk Menurunkan Kadar Amonium Dan BOD Pada Bed Evapotranspirasi. *Jurnal*

Purifikasi, 16(2), 78–90.
 Haerun, R. (2017). *Efisiensi Pengolahan Limbah Cair Inudstri Tahu dengan Penambahan Efektif Mikroorganisme 4 dengan Sistem Up Flow.*
 Hapsari, J. E., Amri, C., & Suyanto, A. (2018). Efektivitas Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) Sebagai Fitoremediasi Dalam Menurunkan Kadar Timbal (Pb) Air Limbah Batik. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(4), 30–37. <https://doi.org/10.23960/aec.v3.i1.2018.p30-37>
 Hatina, S., & Komala, R. (2020). Pemanfaatan HCl dan CaCl₂ Sebagai Zat Aktivator Dalam Pengolahan Limbah Industri Tahu. *Jurnal Redoks*, 5(1), 20–31. <https://doi.org/10.31851/redoks.v5i1.3983>
 Irahmani, Pandia, S., Purba, E., & Hasan, W. (2018). Analisis Limbah Tumbuhan Fitoremediasi (*Typha Latifolia*, Enceng Gondok, Kiambang) Dalam Menyerap Logam Berat. *Jurnal Serambi Engineering*, III(1), 344–351. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/637/1/012044>
 Kaswinarni, F. (2007). Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat Dan Cair Industri Tahu (Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal, dan Gagak Sipat Boyolali). *Tesis*, 1–83.
 Komala, R. (2015). Proses Fitoremediasi Limbah Cair Tahu Untuk Menurunkan Cod Dan Tss Dengan Memanfaatkan Kiambang (*Salvinamolesta*). *Kinetika*, 6, 31–36.
 Natalina, & Hardoyo. (2013). Penggunaan Enceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms) Dan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk) Dalam Perbaikan Kualitas Air Limbah Industri Tahu. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi V Satek Dan Indonesia Hijau (Satek Unila)*, November, 980–988.
 Novita, E., Agustin, A., & Pradana, H. A. (2021). PengendalianPotensi PencemaranAir Limbah Rumah Pemotongan Ayam Menggunakan Metode Fitoremediasi dengan Beberapa Jenis Tanaman Air(Komparasi antara Tanaman Eceng Gondok, Kangkung, dan Melati Air). *Agrotanika*, 4(2), 106–119.
 Prabowo, B. H. (2019). *Dasar-Dasar Pengolahan Air & Limbah Cair.* Manggu Makmur Tanjung Lestari.
 Raissa, D. G., & Tangahu, B. V. (2017). Fitoremediasi Air Yang Tercemar Limbah Laundry Dengan Menggunakan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*). *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 7–11.
 Sila, N., Birawida, A. B., & Natsir, M. F. (2022). The Existence of Organic Pollution Decomposing Bacteria in Domestic Wastewater of Kodingareng Island. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK)*, 4(3), 44–51. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/jnik/article/view/19637>
 Suhairin, Muanah, & Dewi, E. S. (2020). Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Pupuk Organik Cair Di Lombok Tengah NTB. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(1), 374. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i1.3144>
 Todar, K. (2008). *Online Textbook Of Bacteriology.* University of Wisconsin-Madison Department of Bacteriology.