



Biogenerasi Vol 9 No 2, 2024

Biogenerasi

Jurnal Pendidikan Biologi

<https://e-journal.my.id/biogenerasi>



Fitoremediasi Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) untuk Mengurangi Kadar Logam Berat dalam Limbah Cair Pabrik Tahu

Radhika Nabila Ma'rufi Ridwan, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Fatiya Salma Izzaty, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Naomi Aprisa, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Ayu Yuliana, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Marlinda Nilan Sari Rangkuty, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Adelia Febriyossa, Universitas Negeri Medan, Indonesia

*Corresponding author E-mail: radhikanabila20@gmail.com

Abstract

The tofu industry produces waste in its processing process in the form of solid and liquid waste. One alternative to liquid waste treatment that can be used is the phytoremediation method. Phytoremediation system is a wastewater treatment technique using aquatic plants to help reduce organic substances contained in wastewater. This study aims to determine the effectiveness of water spinach (*Ipomoea aquatica*) in reducing heavy metal levels in tofu factory wastewater. This research method is experimental research on tofu factory wastewater with the research design used is pretest-posttest with control group. Based on the research obtained water spinach (*Ipomoea aquatica*) effective in reducing heavy metal levels in tofu liquid waste is evident from the lower TDS levels shown in the treatment using water spinach plants (*Ipomoea aquatica*) with a concentration of 25% of 1,503 ppm with the length of time required for 6 days.

Keywords: *Phytoremediation, Ipomoea aquatica, Sewage, Heavy Metals*

Abstrak

Industri tahu menghasilkan limbah dalam proses pengolahannya berupa limbah padat dan cair. Salah satu alternatif pengolahan limbah cair yang dapat digunakan adalah metode fitoremediasi. Sistem fitoremediasi adalah teknik pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman air untuk membantu menurunkan zat-zat organik yang terkandung dalam air limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dalam mengurangi kadar logam berat pada limbah cair pabrik tahu. Metode penelitian ini berupa penelitian eksperimen terhadap limbah cair pabrik tahu dengan rancangan penelitian yang digunakan adalah *pretest-posttest with control group*. Berdasarkan penelitian diperoleh kangkung air (*Ipomoea aquatica*) efektif dalam mengurangi kadar logam berat pada limbah cair tahu ini terbukti dari kadar TDS yang lebih rendah ditunjukkan pada perlakuan menggunakan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dengan konsentrasi 25% sebesar 1.503 ppm dengan lama waktu yang diperlukan selama 6 hari.

Kata Kunci: *Fitoremediasi, Ipomoea aquatica, Limbah, Logam Berat*

© 2024 Universitas Negeri Medan

Correspondence Author :

Kampus Universitas Negeri Medan

Jl. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei

Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20221

p-ISSN 2573-5163

e-ISSN 2579-7085

PENDAHULUAN

Tahu merupakan makanan tradisional yang banyak digemari oleh masyarakat di Indonesia karena tahu memiliki manfaat yang besar dengan harga yang cukup terjangkau. Industri tahu merupakan industri kecil (rumah tangga) yang jarang memiliki instalasi. Pengolahan air limbah. Hal tersebut disebabkan karena adanya pertimbangan biaya yang cukup besar dalam pembangunan instalasi pengolahan air limbah dan operasinya. (Maslinda & Sedionoto, 2022). Industri tahu menghasilkan limbah dalam proses pengolahannya berupa limbah padat dan cair. Limbah industri tahu dapat memberikan dampak yang tidak baik terhadap kualitas air, yang disebabkan oleh meningkatnya kandungan bahan organik dalam air dan juga mengganggu kehidupan biotik. (Aris et al., 2021). Limbah padat dapat digunakan sebagai pakan ternak sedangkan limbah cair biasanya langsung dialirkan ke badan air tanpa adapengolahan terlebih dahulu. Limbah c air tahu memiliki karakteristik mengandung bahan organik dan kadar BOD yang tinggi sehingga dapat menurunkan daya dukung lingkungan jika langsung dibuang ke badan air.

Limbah cair pabrik tahu akan menimbulkan masalah lingkungan seperti penurunan kualitas perairan maupun masalah kesehatan bagi masyarakat apabila langsung dibuang ke saluran umum atau sungai tanpa melalui proses pengolahan air limbah secara baik dan benar terlebih dahulu. Dampak lain dari limbah cair yang langsung dibuang ke badan air dapat menyebabkan timbulnya bau yang menyengat dan polusi air yang dapat menyebabkan kematian ikan serta biota air lainnya. (Maslinda & Sedionoto, 2022)

Salah satu alternatif pengolahan limbah cair yang dapat digunakan adalah metode fitoremediasi. Metode Fitoremediasi adalah teknik pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman air untuk membantu menurunkan zat-zat organik yang terkandung dalam air limbah. Fitoremediasi adalah penggunaan tanaman dan mikroorganisme untuk mereduksi kandungan limbah. Fitoremediasi adalah sebuah teknologi menggunakan berbagai tanaman untuk mendegradasi, mengekstrak atau menghilangkan kontaminan dari tanah dan air. Tanaman air berperan sebagai aerator perairan melalui proses fotosintesis, mengatur

aliran air, membersihkan aliran tercemar melalui proses sedimentasi serta penyerapan partikel dan miner

Tanaman yang dapat digunakan sebagai fitoremediasi adalah seperti kangkung air, eceng gondok, teratai ataupun tanaman air lainnya. Kangkung air (*Ipomoea Aquatica Forsk*) 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 meghilangkan nutrisi dari kolom air (Hapsari et. al, 2018).

Tanaman kangkung air memiliki kelebihan, yaitu adanya parenkim sehingga mudah menarik polutan yang berat. Scirpus californicus, Zizaniopsis miliaceae, Panicum helitomom, Pontede- ria cordata, Sagittaria lancifolia, Ipomea sp dan Thypa latifolia adalah yang terbaik digunakan pada ekosistem perairan untuk mengolah limbah. Spesies tumbuhan mengapung digunakan karena tingkat pertumbuhannya yang tinggi, dan kemampuannya untuk langsung menyerap hara langsung dari kolom air. Akarnya menjadi tempat filtrasi dan adsorpsi padatan tersuspensi dan pertumbuhan mikroba yang menghilangkan unsur-unsur hara dari kolom air. Tanaman pertanian seperti sayuran dapat mudah menyerap logam berat dalam air yang tercemar. Logam berat dapat terserap ke dalam jaringan tanaman melalui akar dan stomata daun, selanjutnya akan masuk ke dalam siklus rantai makanan.

Oleh sebab itu diperlukan adanya proses pegolahan air limbah sebagai salah satu upaya untuk meminimalkan dampak negatif atau bahaya yang dapat ditimbulkan dari limbah cair tahu. Salah satu alternatif pegolahan limbah cair tahu yang dapat digunakan adalah metode fitoremediasi menggunakan tanaman Kangkung air (*Ipomoea Aquatica Forsk*)

METODE

Penelitian eksperimental ini menggunakan rancangan *pretest-posttest with control group* yang dilaksanakan pada September-Oktober 2024. Pengambilan sampel air limbah tahu dilakukan di industri tahu di Jl. Tanjung Balai Sunggal Kanan, Deli Serdang,

Sumatera Utara, sementara uji fitoremediasi dilakukan di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan.

Sampel penelitian berupa limbah cair dari pabrik tahu tersebut dan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang tumbuh alami di sekitar lokasi. Pengamatan dilakukan pada hari ke-0 (*pretest*), hari ke-3 dan ke-6 (*posttest*). Parameter yang diukur meliputi pH, TDS, dan parameter kualitas air lainnya.

Peralatan yang digunakan antara lain: pH meter, TDS meter, gelas ukur, erlenmeyer, oven, termometer, kertas saring, bak, dan timbangan analitik. Bahan yang digunakan adalah kangkung air (*I. aquatica*), limbah cair tahu, dan air bersih sebagai kontrol.

Prosedur Penelitian

- 1) Pengambilan sampel limbah cair tahu di Jl. Tanjung Balai Sunggal Kanan Tanjung Selamat, Kec. Sunggal, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20351.
- 2) Pengambilan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*)
- 3) Aklimatisasi kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang dilakukan selama kurang lebih 2-3 hari guna menghindari terjadinya pembebanan secara tiba tiba pada kangkung air.
- 4) Tahap fitoremediasi dimulai dengan menyiapkan 4 bak sebagai wadah tempat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

- Suhu

Diagram Hasil Pengukuran Suhu



perendaman dengan konsentrasi setiap baknya sebagai berikut :

1. 0% (5 liter air biasa)
2. 25% (3,75 liter air biasa dan 1,25 limbah cair tahu)
3. 50% (2,5 liter limbah cair tahu dan 2,5 liter air biasa)
4. 100% (5 liter limbah cair tahu)

Lalu sebanyak 600 gram kangkung air dimasukkan kedalam setiap banyak masing masing 200 gram untuk satu bak. Parameter pengamatan tanaman meliputi berat, perakaran, bentuk pada hari 0, 3, 6. Parameter pengamatan limbah cair tahu meliputi Total Dissolved Solid (TDS), Total Suspended Solid (TSS), suhu, pH, dan aroma.

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif dalam bentuk Tabel dari hasil pengamatan Kondisi fisik tanaman dan Diagram dari hasil pengukuran biomassa tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*). Metode deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk menggambarkan variabel mandiri, baik hanya pada satu variabel atau lebih (variabel yang berdiri sendiri) tanpa membuat perbandingan dan mencari variabel itu dengan variabel lain. (Sugiono, 2018).

Tabel Hasil Pengukuran Suhu

Konsentrasi	Hari Ke-0	Hari Ke-3	Hari Ke-6
A (0 %)-Kontrol	6,61	7.24	7.65
B (25%)	4,34	5.13	6.92
C(50%)	4,02	4.31	5.76
D (100% air limbah)	3.86	3.85	4.87

(Gambar 1. Hasil pengukuran suhu)

Pembahasan Hasil Pengukuran Suhu

Selama uji fitoremediasi dilakukan pengukuran suhu untuk mengetahui suhu air limbah pada masing-masing konsentrasi. Berdasarkan hasil pengamatan yang sudah dilakukan, data menunjukkan adanya fluktuasi suhu selama periode pengamatan. Secara umum, suhu menurun pada hari ke-3 dan cenderung meningkat pada hari ke-6.

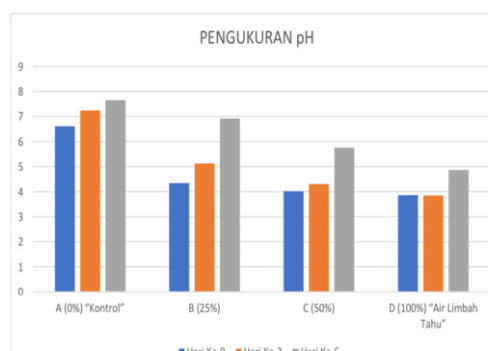
Pada kelompok (0%) yang tidak menggunakan air limbah, suhu awal cukup stabil pada kisaran 29,7°C, namun setelah 6 hari, suhu meningkat menjadi 30,3°C. Ini menunjukkan adanya sedikit perubahan suhu seiring waktu, meskipun tidak ada air limbah yang digunakan. Pada konsentrasi 25% dan 50% air limbah, suhu awal sedikit lebih tinggi dibandingkan kontrol, namun mengalami penurunan signifikan pada hari ke 3, dan kembali meningkat pada hari ke 6. Ini menunjukkan adanya fluktuasi suhu, yang mungkin disebabkan oleh adanya zat organik dalam air limbah yang memengaruhi suhu air. Pada konsentrasi air limbah (100%), suhu awal tidak jauh berbeda dengan konsentrasi lainnya, namun mengalami penurunan paling signifikan pada hari ke 3. Setelah itu, suhu meningkat lagi pada hari ke 6 hingga 30,6°C, setara dengan konsentrasi C (50%). Ini menunjukkan bahwa penggunaan air limbah murni juga dapat menyebabkan peningkatan suhu dalam jangka waktu tertentu.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Umar, *dkk*, 2023 memiliki hasil data

dimana suhu cenderung mengalami peningkatan seiring dengan berjalannya fitoremediasi dengan kangkung air. Pada data mereka, selama 7 hari penelitian, suhu air limbah telah mengalami peningkatan sebesar 4.5°C. Dalam literasi dikatakan bahwa air kangkung dapat meremediasi pada suhu 25°C - 30°C (optimum). Kenaikan suhu ini dapat disebabkan karena adanya reaksi antara logam berat (seperti krom) dengan senyawa kimia/zat pada tumbuhan kangkung. Proses tersebut dapat menghasilkan panas, sehingga meningkatkan suhu. Fenomena ini yang disebut reaksi eksoterm (Umar, *et al*, 2023).

Suhu air juga mempengaruhi penyerapan logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan seng (Zn) oleh tanaman kangkung. Pada penelitian yang dilakukan oleh Wibowo (2021), ditemukan bahwa pada suhu optimal 27°C, terjadi peningkatan penyerapan logam berat hingga 75% setelah 14 hari perlakuan. Penelitian ini juga menemukan bahwa pada suhu di bawah 20°C, kemampuan tanaman dalam menyerap logam berat menurun drastis. Hal ini terjadi karena pada suhu rendah, aktivitas metabolisme tanaman melambat sehingga kemampuan tanaman dalam menyerap logam dari air limbah juga berkurang. Sebaliknya, pada suhu yang terlalu tinggi, sekitar di atas 35°C, stres termal pada tanaman juga dapat menurunkan efisiensi penyerapan logam berat. (Kamila & Suprayoga, 2023).

Diagram Hasil Pengukuran pH



Tabel Hasil Pengukuran Ph

Konsentrasi	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke-6
A (0%) “Kontrol”	6,61	7,24	7,65
B (25%)	4,34	5,13	6,92
C (50%)	4,02	4,31	5,76
D (100%) “Air Limbah Tahu”	3,86	3,85	4,87



(Gambar 2. Hasil pengukuran pH pada Kontrol)

Pembahasan Hasil Pengukuran Ph

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat dilihat pada grafik batang hasil pengamatan bahwa nilai pH mengalami kenaikan setelah adanya perlakuan fitoremediasi menggunakan tanaman kangkung air (200 gr). Selain itu, Perbedaan signifikan terlihat antara sampel yang menggunakan kangkung air (konsentrasi 25% dan 50%) dengan sampel kontrol (0%) dan sampel air limbah 100% tanpa perlakuan. Dari yang semula nilai pada pH di hari ke-0 dengan A (0%) sebagai “Kontrol” tercatat 6,61, sedangkan pada konsentrasi B(25%), C(50%), D(100%) “Air Limbah Tahu” tercatat 4,34%, 4,02%, 3,86% yang berarti bahwa pH tersebut tidak memenuhi syarat sebagaimana Peraturan

Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014, bahwa baku mutu air limbah tahu parameter pH yang baik 6-9. Sedangkan pada hari ke-3 didapatkan hasil dengan kontrol A(0%) 7,24 sedangkan B(25%) 5,13, C(50%) 4,31% dan D(100%) “Air Limbah Tahu” 3,85 yang menunjukkan bahwa pH tersebut belum memenuhi syarat. Sama halnya dengan hari ke-6 yang mengalami kenaikan angka pH yaitu menunjukkan pada A(0%) sebagai kontrol 7,65 dan B(25%) 6,92 yang dapat diartikan bahwa kondisi pH sudah netral dan sudah memenuhi syarat. Namun pada konsentrasi C(50%) dan D(100%) “Air Limbah Tahu” tercatat 5,76 dan

4,87 yang artinya belum memenuhi syarat baku mutu.

Pada hari ke 3 dan 6 terjadi peningkatan akibat adanya mekanisme reaksi air limbah dengan OH⁻. Berdasarkan hasil penelitian, pada efek konsentrasi air limbah, semakin tinggi konsentrasi air limbah, semakin rendah pH awal (lebih asam). Hal ini disebabkan oleh kandungan senyawa asam dan logam berat dalam air limbah pabrik tahu yang membuat kondisi air menjadi asam. Konsentrasi tinggi mempengaruhi kemampuan tanaman untuk menetralkan air lebih lambat. Sedangkan Kenaikan pH Secara Bertahap pada semua konsentrasi air limbah, terdapat kenaikan pH dari hari 0 hingga hari 6. Ini menunjukkan bahwa fitoremediasi memerlukan waktu untuk memperlihatkan hasil yang signifikan. Pada konsentrasi rendah (0% hingga 25%), pH meningkat lebih cepat, sementara pada konsentrasi tinggi (50% hingga 100%), proses penetralan berjalan lebih lambat.

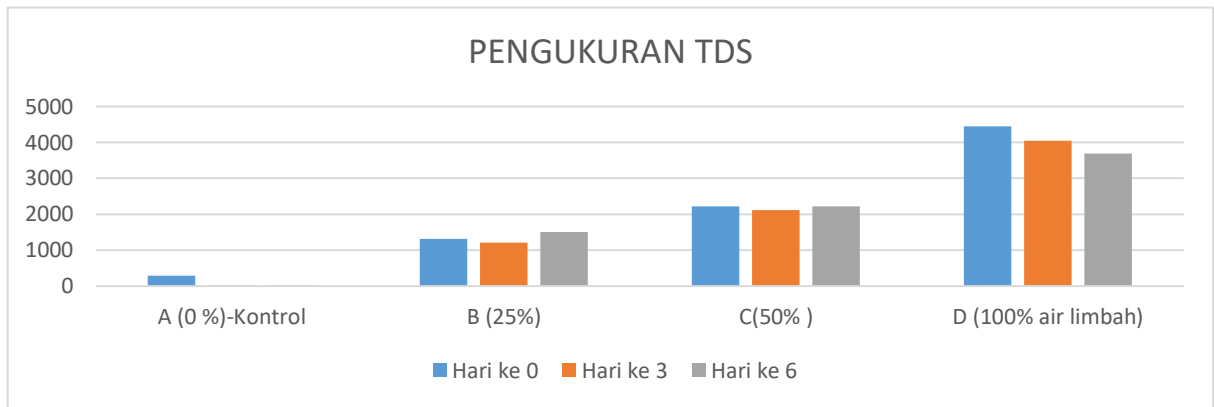
Perubahan nilai pH dapat disebabkan karena adanya aktifitas penyerapan nutrisi oleh tumbuhan. Ketika akar tumbuhan menyerap ion positif, tumbuhan juga akan mengeluarkan ekskret berupa ion positif (H⁺) ke lingkungan. Begitu juga ketika yang diserap berupa ion negatif, tumbuhan akan mengeluarkan ekskret berupa ion negatif (OH⁻). Penyerapan nutrisi

oleh tumbuhan berlangsung secara terus menerus, sehingga ketika ion positif yang diserap lebih banyak maka nilai pH akan meningkat, begitu juga sebaliknya.

Dapat disimpulkan bahwa perlakuan fitoremediasi dapat menetralkan tingkat

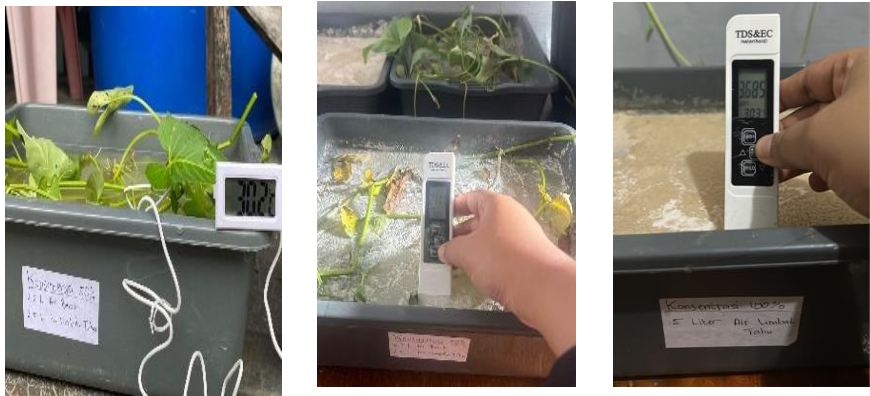
keasaman pada air limbah. Air limbah yang sudah netral, dapat mendukung mikroorganisme dalam proses penguraian bahan organik pada limbah cair tahu. Perubahan pH pada air dapat mempengaruhi aktivitas populasi biologis atau mikroorganisme yang ada di dalam air.

Diagram Hasil Pengukuran TDS



Tabel Hasil Pengukuran TDS

Konsentrasi	Hari ke 0	Hari ke 3	Hari ke 6
A (0 %)-Kontrol	291 ppm	0.279 ppm	0.297 ppm
B (25%)	1.314 ppm	1.203 ppm	1.503 ppm
C(50%)	2.219 ppm	2.111 ppm	2.225 ppm
D (100% air limbah)	4.442 ppm	4.052 ppm	3.685 ppm



(Gambar 3. Hasil pengukuran TDS pada konsentrasi 0%,25%,50%, dan 100%)

Pembahasan Hasil Pengukuran TDS

Berdasarkan data yang disajikan dalam tabel, dapat dilihat bahwa pada konsentrasi 25% dan 50% air limbah yang ditreatment

dengan kangkung air, nilai TDS jauh lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi 100% air limbah. Hal ini menunjukkan kemampuan kangkung air dalam menyerap dan

mengakumulasi berbagai zat terlarut, termasuk logam berat, dari air limbah tahu. Kangkung air memiliki sistem perakaran yang ekstensif dan kemampuan metabolisme yang tinggi, memungkinkannya untuk efektif dalam proses fitoremediasi. Menariknya, pada konsentrasi 100% air limbah tanpa kangkung air, terjadi penurunan TDS dari 4.442 ppm pada hari ke-0 menjadi 3.685 ppm pada hari ke-6. Penurunan ini mungkin disebabkan oleh proses alami seperti pengendapan atau aktivitas mikroorganisme yang mendegradasi bahan organik dalam limbah tahu. Namun, nilai TDS pada konsentrasi 100% tetap jauh lebih tinggi dibandingkan dengan sampel yang menggunakan kangkung air, menunjukkan pentingnya peran tanaman dalam proses remediasi.

Penurunan TDS pada penelitian ini belum mencapai standar baku mutu yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup No 51 tahun 1995 yaitu sebesar 2000mg/l. Nilai akhir TDS terbaik hanya di dapat pada konsentrasi B 25% yang mencapai 1.503 mg/l, sedangkan pada konsentrasi C 50% mencapai 2.225 mg/l dan pada konsentrasi D 100% mencapai 3.685 mg/l.

Fluktuasi kecil yang terlihat pada konsentrasi 25% dan 50% selama periode pengamatan bisa disebabkan oleh dinamika penyerapan dan pelepasan zat terlarut oleh tanaman. Tanaman mungkin mencapai titik jenuh dalam penyerapan, atau ada pelepasan kembali beberapa senyawa sebagai hasil dari proses metabolisme tanaman. Stabilitas relatif yang terlihat pada konsentrasi rendah ini juga menunjukkan bahwa kangkung air mampu mempertahankan efektivitasnya dalam mengurangi TDS selama periode pengamatan.

Hasil dari penelitian ini masih kurang efektif dalam menurunkan kadar timbal pada limbah cair tahu. Jumlah kangkung air yang digunakan masih kurang efektif dalam menurunkan kadar amonia dalam limbah cair tahu, sehingga perlu ditambah lagi agar lebih optimal penurunannya. Penurunan kadar timbal pada air limbah tahu ini tidak lepas dari proses fitoremediasi. Hasil ini juga mengindikasikan bahwa fitoremediasi menggunakan kangkung air merupakan metode yang menjanjikan untuk perlakuan air limbah tahu, terutama pada konsentrasi yang lebih rendah. Namun, untuk air limbah dengan konsentrasi tinggi, mungkin

diperlukan pendekatan terintegrasi, seperti kombinasi fitoremediasi dengan metode pengolahan lainnya atau penggunaan massa tanaman yang lebih besar, untuk mencapai hasil yang optimal dalam mengurangi kandungan logam berat dan zat terlarut lainnya.

Dan hasil ini sesuai penelitian menyatakan bahwa nilai TDS mengalami kenaikan setelah di fitoremediasi karena nilai TDS dipengaruhi oleh bahan-bahan organik (sisa tumbuhan yang mati) dan anorganik (fosfat, LAS) karena tanaman semakin lama semakin banyak menyerap bahan pencemar sehingga tanaman tersebut mengalami kematian dan mengakibatkan tingginya nilai Total Dissolved Solids atau TDS. Nilai TDS meningkat diduga karena perbedaan konsentrasi. Semakin tinggi konsentrasi air limbah tahu maka akan semakin tinggi nilai TDS yang diamati selama 1 minggu. Meningkatnya nilai TDS juga diduga karena tanaman mengalami kejenuhan karena air tidak mengalir (Roifa, et al., 2024).

Ada dua jalan masuk logam berat ke dalam tumbuhan, yaitu melalui akar dan daun. Akar merupakan organ pada tumbuhan yang berfungsi sebagai organ penyerap dan penyalur unsur-unsur hara ke bagian lain. Sesuai dengan fungsi nya, maka akar akan banyak menyerap unsur hara sehingga akumulasi logam akan lebih tinggi di akar dibandingkan dengan di bagian batang dan daun. Penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dapat dibagi menjadi tiga proses, yaitu penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan lokalisasi logam pada bagian jaringan tertentu untuk menjaga agar metabolisme tidak terhambat. (Hapsari & Suyanto, 2018)

Nitrat merupakan unsur hara yang dimanfaatkan oleh tanaman. Air yang kaya nutrisi merupakan sumber nutrisi yang diserap dan dimanfaatkan oleh tanaman. Jika tanaman menggunakan amonia sebagai media filter biologis, jumlah kontaminan dalam air limbah akan berkurang. Pada tumbuhan air, fosfat dapat memperkuat batang tanaman dan mempercepat pertumbuhan akar. Tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dapat dimanfaatkan sebagai biofilter pengganti untuk menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3^-) dan amonium (NH_4^+), sehingga mengurangi jumlah nitrogen dalam air. (Hasan, Z., et.al.,

2017)

Kecilnya angka penurunan kadar TDS pada fitoremediasi limbah cair tahu menggunakan tanaman kangkung air ini disebabkan karena belum optimalnya tanaman kangkung air untuk mendegradasi senyawa-senyawa pencemar organik atau disebut juga dengan fitodegradasi. Sehingga diperlukan waktu yang lebih lama lagi untuk mengoptimalkan kinerja tanaman kangkung air

pada bak fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan langkah awal untuk memperbaiki kualitas lingkungan. Jadi, wajar apabila masih banyak kekurangan dalam penelitian ini sehingga dapat dijadikan pembelajaran untuk peneliti selanjutnya. Misalnya, dengan menambah waktu kontak menjadi lebih lama, menambah jumlah variasi tanaman air yang lebih beragam serta menerapkannya metoda fitoremediasi ini langsung dilapangan.

Tabel Kondisi Fisik Tanaman dan Limbah Cair Tahu

Dokumentasi Penelitian	Keterangan
Hari ke 0 	Warna : Limbah cair tahu berwarna putih sedikit keruh. Bau : bau busuk yang masih biasa saja dan tidak menyengat Morfologi tanaman : Tanaman kangkung berwarna hijau dan kondisinya segar, jumlah daun sebanyak 63, dan panjang batang 77 cm.
Hari ke 3 	Warna : Limbah cair tahu berubah warna menjadi semakin kuning keruh, dan mulai muncul jamur pada bagian atas air limbah, Bau : Bau busuk sudah semakin menyengat Morfologi Tanaman : Jumlah daun yang menjadi kuning dan mencoklat berjumlah 12, beberapa tangkai yang terendam air menjadi layu.
Hari ke 6 	Warna : Limbah cair tahu berubah warna menjadi semakin kuning keruh keabu abuan dengan menebalnya jamur dipermukaan air limbah. Bau : Bau busuk sudah semakin menyengat Morfologi Tanaman : Jumlah daun yang berubah menjadi kuning yaitu 24 daun, tangkai pada hari ke-6 juga berubah menjadi layu.

Pembahasan Kondisi Fisik Tanaman dan Limbah

Sebelum dimasukkan ke dalam bak, tanaman kangkung air menunjukkan kondisi morfologi yang sehat dan normal. Daun-daunnya terlihat segar, berwarna hijau cerah, dan memiliki struktur yang kuat. Batang tanaman tegak dan kokoh, menopang daun-daun dengan baik. Akar tanaman berkembang

dengan optimal, berwarna putih kecokelatan dan memiliki banyak rambut akar yang membantu penyerapan nutrisi. Secara keseluruhan, tanaman terlihat vigor dengan pertumbuhan yang seragam. Setelah dimasukkan ke dalam bak dengan konsentrasi 0% (air biasa), tanaman kangkung air tetap mempertahankan kondisi morfologi yang baik. Daun-daun masih terlihat hijau segar dan

batang tetap tegak. Pertumbuhan tanaman berlanjut secara normal, dengan munculnya daun-daun baru dan pemanjangan batang yang konsisten. Akar tanaman terus berkembang, menyebar dalam media air dengan baik. Tidak ada tanda-tanda stress atau perubahan negatif yang signifikan pada morfologi tanaman. Pada bak dengan konsentrasi 25% air limbah tahu, tanaman kangkung air mulai menunjukkan beberapa perubahan morfologi ringan. Sebagian daun mungkin sedikit menguning, terutama pada bagian ujung atau tepi daun. Pertumbuhan tanaman mungkin sedikit melambat dibandingkan dengan tanaman di air biasa. Batang tanaman masih cukup tegak, namun mungkin tidak sekokoh sebelumnya. Akar tanaman mungkin menunjukkan sedikit perubahan warna, menjadi lebih gelap, namun masih mampu berkembang dalam media(HM, E. I. R.,2023).

Di bak dengan konsentrasi 50% air limbah tahu, perubahan morfologi tanaman kangkung air menjadi lebih jelas. Daun-daun menunjukkan gejala klorosis yang lebih luas, dengan warna kuning atau bahkan coklat pada beberapa bagian. Beberapa daun mungkin layu atau menggulung(Ahmad,h.,2019.)

Pertumbuhan tanaman secara signifikan melambat, dengan sedikit atau tanpa pembentukan daun baru. Batang tanaman mungkin tidak lagi tegak sepenuhnya, menunjukkan tanda-tanda kelemahan. Akar tanaman kemungkinan mengalami perubahan warna menjadi lebih gelap dan mungkin menunjukkan tanda-tanda kerusakan atau pembusukan pada beberapa bagian. Secara keseluruhan, tanaman terlihat stress dan kurang vigor dibandingkan dengan kondisi awalnya (Putri,A.,2023)

Limbah cair tahu berwarna kuning muda dan disertai adanya suspensi berwarna putih. Bau busuk pada air buangan industri tahu disebabkan adanya proses pemecahan protein yang mengandung sulfur atau sulfat tinggi oleh mikroba alam. Padatan yang terlarut dan tersuspensi dalam air limbah pabrik tahu menyebabkan air keruh. Zat yang menyebabkan air keruh adalah zat organik atau zat-zat tersuspensi dari tahu atau kedelai yang tercecceh sehingga air limbah berubah menjadi seperti emulsi keruh. (Ratnani,2012)

Morfologi daun kangkung air terdapat bercak kuning karena bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti jamur, kekurangan

unsur magnesium dan nitrogen. Daun yang menguning menunjukkan adanya gejala klorosis. Menurut Ansori, klorosis adalah degenerasi klorofil, atau klorofil yang tidak berkembang atau tidak ada, menyebabkan daun menguning atau membentuk mosaik bernuansa hitam, kuning, dan putih. Karena rusaknya enzim penghasil klorofil pada struktur sulfidril, dimana kandungan logam pada tanaman berikatan dengan gugus tersebut, maka enzim tersebut tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya sehingga mengakibatkan klorosis dan nekrosis pada daun. (Indrawati,2024).

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kangkung air (*Ipomoea aquatica*) efektif dalam mengurangi kadar logam berat pada limbah cair tahu ini terbukti dari kadar TDS yang lebih rendah ditunjukkan pada perlakuan menggunakan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dengan konsentrasi 25% sebesar 1.503 ppm dengan lama waktu yang diperlukan selama 6 hari. Perubahan 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, 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. Apabila masih banyak kekurangan dalam penelitian ini semoga dapat dijadikan pembelajaran untuk peneliti selanjutnya. Misalnya, dengan menambah waktu kontak menjadi lebih lama, menambah jumlah variasi tanaman air yang lebih beragam serta menerapkannya metoda fitoremediasi ini langsung dilapangan.

DAFTAR RUJUKAN

- Aditya, L.A., Latuconsina, H., Prasetyo, H.D., 2023. Phytoremediation Effectiveness *Azolla* sp. and *Ipoemea aquatica* Towards Amonia Levels Reduction in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Water Cultivation. *Agrikan Jurnal Agribisnis Perikanan*. 16(1), 160–164.
- Ahmad, H., & Adiningsih, R. (2019). Efektivitas metode fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok

- dan kangkung air dalam menurunkan kadar bod dan tss pada limbah cair industri tahu. *Jurnal Farmasetis*, 8(2), 31-38.
- Aris, B. S., Rudi, R., & Lasarido, L. (2021). Pengelolaan limbah industri tahu menggunakan berbagai jenis tanaman dengan metode fitoremediasi. *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 20(2), 257-264.
- Badriyah, L., Junaedi, A. S., & Zainuri, M. (2023). PENGARUH PEMBERIAN PROBIOTIK DAN KANGKUNG AIR (*Ipomoea aquatica* Forsk) TERHADAP PENURUNAN AMONIA LIMBAH BUDIDAYA LELE SANGKURIANG (*Clarias gariepinus*). In *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Universitas Asahan* (Vol. 1, pp. 311-317).
- 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), 172-177.
- Hasan, Z., Andriani, Y., Dhahiyat, Y., Sahidin, A., & Rubiansyah, M. R. 2017. Growth of different strains of three fishes and water spinach (*Ipomoea reptans* Poir) based aquaponic. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(2), 175-184.
- HM, E. I. R., & Setiawati, T. C. (2023). Perbaikan beberapa karakteristik limbah cair tahu menggunakan variasi jumlah tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan tanaman kiambang (*Pistia stratiotes*). *Berkala Ilmiah Pertanian*, 6(1), 8-12.
- Indrawati, R. (2024). Efektivitas Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Dan Tapak Dara Air (*Ludwigia adscendens*) Sebagai Fitoremediator Pada Air Sungai Tercemar Limbah Cair Tahu
- Maslinda, M., & Sedionoto, B. (2022). Efektifitas Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) Dalam Menurunkan Kadar Amonia Pada Limbah Cair Pabrik Tahu Di Lok Bahu Samarinda. In *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan Masyarakat Muhammadiyah Pontianak* (Vol. 1, No. 1, pp. 34-43).
- Nur, F. (2013). Fitoremediasi logam berat kadmium (Cd). *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 1(1), 74-83.
- Patmawati, I. Y. (2022). *BIOREMEDIASI ANAEROB-AEROB LIMBAH CAIR TAHU*. CV Literasi Nusantara Abadi.
- Putri, A. A., Permana, F. G., Wulandari, A., & Irawanto, R. (2023). Respon Pertumbuhan *Ipomoea Reptans* Pada Media Tanam (Tanah dan Air) Terhadap Pencemar Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu). *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*, 13(1), 14-24.
- Ratnani, R. D. (2012). Kecepatan Penyerapan Zat Organik Pada Limbah Cair Industri Tahu Dengan Lumpur Aktif. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 7(2).
- Roifa, A. M., Laili, S., & Lisminingsih, R. D. (2024). Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS), Oksigen Terlarut (DO) dan pH Dalam Fitoremediasi Limbah Laundry Dengan Tanaman Kangkung Air *Ipomoea aquatica*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Sains Unisma Malang*, 2(1), 1-6.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta. Google Scholar