

Penerapan Teknologi Fitoremediasi untuk Menghilangkan Kadar COD dan TSS pada Air Buangan Industri Tahu

Muhammad Al Kholif^{1,*}, Ida Istaharoh², Pungut³, Joko Sutrisno⁴, Sri Widyastuti⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Surabaya, Indonesia

*alkholif87@unipasby.ac.id

ABSTRACT

Tofu industrial wastewater is a contributor to environmental pollution. Wastewater contains high levels of COD and TSS. The purpose of this study was to determine the effectiveness of reducing pollutant loads in tofu liquid waste by using the phytoremediation method using water jasmine (*Echinodorus Palaefolius*). The initial stage of the research was a preliminary test to determine the initial content of the waste. The acclimatization process is carried out by observing the process of plant growth during the research process. To maximize plant growth, dilution is carried out with various concentrations of 25% wastewater with 75% diluting water and 50% wastewater with 50% diluting water. Sampling was carried out every 12 hours for 5 days. The results showed that the highest effectiveness of COD reduction occurred in dilution 25% with a residence time of 12 hours at 39.83%, while for TSS parameters the highest effectiveness was at diluting 25% with a residence time of 12 hours by 69%.

Keywords : tofu wastewater, phytoremediation, *echinodorus palaefolius*, COD, TSS.

ABSTRAK

Air limbah industri tahu merupakan salah satu penyumbang terjadinya pencemaran lingkungan. Air limbah tahu banyak mengandung kadar COD dan TSS. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui efektivitas penurunan beban pencemar pada limbah cair tahu dengan metode fitoremediasi yang menerapkan tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*). Tahap awal penelitian yaitu dilakukan uji pendahuluan untuk mengetahui kadar awal dari limbah tersebut. Proses aklimatisasi dilakukan dengan jalan melihat proses pertumbuhan tanaman selama proses penelitian. Untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman, maka dilakukan pengenceran dengan variasi konsentrasi 25% air limbah dengan 75% air pengencer dan 50% air limbah dengan 50% air pengencer. Pengambilan sampel dilakukan setiap 12 jam sekali selama 5 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektifitas tertinggi penurunan COD terjadi pada pengenceran 25% dengan waktu tinggal 12 jam sebesar 39,83% sedangkan untuk parameter TSS efektifitas tertinggi pada pengenceran 25% dengan waktu tinggal 12 jam sebesar 69%.

Kata Kunci: Air limbah industri tahu, COD, fitoremediasi, tanaman melati air, TSSa.

1. PENDAHULUAN

Air buangan industri tahu yang dibuang ke lingkungan memiliki kadar pencemar organik yang tinggi dan terdapat padatan tersuspensi terlarut. Senyawa organik seperti BOD, COD dan TSS merupakan pencemar utama dalam beberapa kasus air limbah salah satunya adalah air buangan industri tahu. Tingginya senyawa pencemar tersebut akan berdampak pada kualitas lingkungan sehingga perlu dilakukan pengolahan lanjutan (Kaswinarni, 2007). Kajian untuk mengetahui teknologi pengolahan limbah yang tepat sudah pernah dilakukan. Dimana, kajian tersebut bertujuan untuk mengetahui tingkat efektif, efisien, kekurangan, kelebihan serta dampaknya

terhadap lingkungan dan masyarakat (Subekti, 2011). Pengolahan air limbah secara fitoremediasi sudah lama dikembangkan termasuk untuk mengolah air limbah yang mengandung logam berat. Kemampuan tanaman dalam mengakumulasi pencemar menjadikan teknologi fitoremediasi masih sangat digunakan untuk mengolah air buangan (Wandana & Laksmono, 2010).

Konsep dasar dari pengolahan dengan sistem fitoremediasi ini yaitu, fitoekstraksi, fitovolatilisasi, fitodegradasi, fitostabilisasi, rhizofiltrasi dan interaksi dengan mikroorganisme pendegradasi polutan (Hidayati, 2005). Penerapan fitoremediasi dalam pengolahan air limbah sering

digunakan dalam teknologi wetland. Penggunaannya yang sederhana, mudah dan murah serta efisien dalam menurunkan kadar pencemar pada air limbah mengakibatkan wetland banyak diterapkan sebagai pengolahan air limbah (Gupta et al., 2016).

Melihat kondisi air limbah industri tahu yang semakin hari semakin berkembang dan limbah yang dibuang ke lingkungan juga begitu banyak, maka alasan utama pemilihan tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) adalah tanaman ini sering digunakan dalam penerapan fitoremediasi. Selain itu kemampuan dalam mereduksi beban pencemar terbilang cukup berhasil (Sutyasmi & Susanto, 2013). Penurunan beban pencemar air limbah industri penyamakan kulit dengan sistem wetland menggunakan tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) mampu menurunkan kadar BOD, COD dan TSS secara berturut-turut sebesar 45-95%, 15-75% dan 34-95% (Sutyasmi & Susanto, 2013).

Tujuan utama dari penelitian yang dilakukan adalah mengkaji efektivitas tanaman hipeakumulator (tanaman melati air) dalam menurunkan kadar COD dan TSS yang terkandung dalam air limbah industri tahu dengan membandingkan variasi pada pengenceran yang dilihat dari segi waktu tinggal. Jenis tanaman yang digunakan adalah tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*). Proses penyerapan bahan pencemar akan terjadi secara alamiah melalui akar tanaman, dan mikroorganisme yang saling berinteraksi. Mikroorganisme akan menempel pada akar tanaman. Tanaman yang menghasilkan oksigen dapat membantu dalam proses pertumbuhan mikroorganisme pengurai limbah (Zhang, 2012).

Pada penelitian ini diperlukan penelitian pendahuluan guna mengetahui kadar awal limbah. Penelitian pendahuluan dilakukan dengan propagasi untuk tanaman uji, tahap aklimatisasi dan variasi konsentrasi. Tahap propagasi dilakukan untuk pembiakan tanaman supaya mencapai pertambahan jumlah, memelihara sifat-sifat penting dari tanaman, dan juga untuk mempertahankan eksistensi jenisnya (Askari & De Klerk, 2018). Tahap aklimatisasi dilakukan untuk mengetahui tingkat penyesuaian diri tumbuhan tersebut terhadap lingkungan yang baru. Sedangkan konsentrasi dilakukan untuk mengetahui konsentrasi maksimum pada air limbah cucian tahu yang dapat menyebabkan tumbuhan mati.

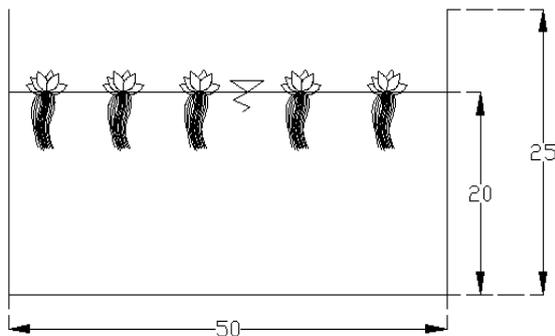
Pada beberapa penelitian yang sejenis dengan menggunakan tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) menggunakan media tanam biochar tempurung kelapa guna memaksimalkan tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) dapat tumbuh dengan baik (Al Kholif dkk., 2020). Secara garis besar selama proses penelitian menunjukkan bahwa rata-rata penyisihan kadar COD dan TSS masih memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013. Namun jika dilihat secara spesifik untuk setiap parameter menunjukkan bahwa tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) kurang efektif dalam menurunkan kadar pencemar pada air limbah cucian tahu dikarenakan asam (cuka) dalam air limbah cucian tahu yang terlalu tinggi sehingga tanaman Melati Air kurang optimal dalam mendegradasi limbah terlebih jika tidak terdapat media tanam.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah menggunakan tanaman Melati Air (*Echinodorus polifolius*) untuk meremediasi air limbah cucian tahu guna menurunkan beban pencemar COD dan TSS pada limbah. Pada penelitian ini akan diketahui efektivitas penurunan kadar COD dan TSS pada air limbah cucian tahu dengan tanaman Melati Air (*Echinodorus polifolius*). Tanaman Melati Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman yang memiliki karakteristik jumlah daun, rumpun akar, umur, serta tinggi tanaman yang relatif sama, dengan biomassa sama. Kemudian melakukan tahap propagasi dan aklimatisasi serta pengenceran. Proses aklimatisasi tanaman Melati Air dapat berlangsung selama kurang lebih 14 hari dengan penggunaan air bersih selama 2 hari, 4 hari menggunakan 25% air limbah tahu, 4 hari berikutnya menggunakan 50% air limbah tahu dan 4 hari selanjutnya menggunakan 100% air limbah tahu. Proses aklimatisasi dapat dikatakan berhasil jika terjadi perubahan morfologi pada daun, batang dan akar (Al Kholif dkk., 2020). Untuk memaksimalkan proses pertumbuhan tanaman, maka pH dan suhu harus tetap di jaga. pH dan suhu optimal yang baik untuk tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) adalah pada pH 4,5-7 dan rentang suhu 25-35°C (Setiyanto dkk., 2016).

Uji laboratorium kembali dilakukan untuk mengetahui kadar awal logam COD dan TSS. Reaktor penelitian terbuat dari bahan plastic

berbentuk persegi panjang dengan dimensi ukuran 50 cm x 20 cm x 25 cm. Sistem aliran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan sistem *batch*. Untuk memaksimalkan hasil penelitian, maka sampel air limbah industri tahu dilakukan pengenceran. Hal ini dikarenakan kadar asam dalam air limbah industri tahu sangat tinggi. Jika dilakukan tanpa pengenceran, maka dapat dipastikan tanaman Melati Air (*Echinodorus polifolius*) akan mengalami mati. Variasi pengenceran yang diterapkan adalah 25% sampel air limbah ditambah dengan 75% air dan 50% sampel air limbah ditambah dengan 50% air. Proses pengambilan sampel dilakukan setiap 12 jam sekali untuk kedua variasi selama 5 hari. Adapun ilustrasi reaktor fitoremediasi untuk pengolahan air limbah industri tahu disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi Reaktor Fitoremediasi

Pengumpulan data dilakukan setiap 12 jam sekali dalam waktu 5 hari pada setiap variabel penelitian. Setelah data terkumpul maka langkah selanjutnya adalah dilakukan analisis data. Analisis data menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Dimana:

a = Konsentrasi awal

b = Konsentrasi akhir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji pendahuluan

Hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa pada air limbah cucian tahu sebelum diberi perlakuan telah terkandung beban pencemar COD dan TSS yang cukup tinggi. Uji pendahuluan limbah cair tahu pada parameter COD sebesar 3670,88 mg/l dan parameter TSS sebesar 686,67 mg/l. Dari data tersebut menunjukkan bahwa parameter COD dan TSS air limbah cucian tahu melebihi baku mutu

berdasarkan (Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013. Mengacu dari ketentuan tersebut maka upaya penanganan air limbah harus dilakukan sebelum dibuang ke badan air. Pada penelitian ini perlakuan air limbah industri tahu dilakukan dengan fitoremediasi menggunakan tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*). Dengan beban karakteristik yang begitu besar, maka untuk memaksimalkan hasil penelitian dilakukan beberapa perlakuan pengenceran pada air limbah.

Merujuk dari data awal yang telah diperoleh, dimana kadar COD mencapai 3670,88 mg/L dapat dikatakan bahwa kadar tersebut masih sedikit lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar awal parameter COD pada industri tahu di Desa Kemantren Kecamatan Tulangan. Kadar COD awal pada industri tahu tersebut mencapai 4895,9 mg/L dan kadar BOD mencapai 1899,9 mg/L. Rata-rata nilai pH pada reaktor tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) yaitu sebesar 6,4-6,6, sedangkan kadar suhu pada inlet mencapai 25,5-27,1°C dan pada outlet mencapai 25,7-26,9 °C (Al Kholif dkk., 2020). Pada penelitian lain diperoleh kadar BOD, COD, dan TSS sebelum pengolahan berturut-turut sebesar 3.468 mg/l, 9.680 mg/l, 1.055 mg/l (Sari dkk., 2017). Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa semua parameter melebihi baku mutu oleh karena itu perlu suatu pengolahan limbah cair agar tidak membahayakan lingkungan.

3.2 Pengamatan fisik tanaman

Pada penelitian tanaman Melati Air (*Echinodorus polifolius*) dengan ketiga pengenceran yang digunakan dengan kedua waktu tinggal mengalami perubahan fisik yang menurun dari hari ke hari terutama pada hari ke lima dapat ditunjukkan pada Gambar 2.

Reaktor A

Reaktor B



Gambar 2. Kondisi Fisik Tanaman pada Hari Ke-5

Keterangan :

Reaktor A : Tanaman Melati Air dengan pengenceran 25% : 75%

Reaktor B : Tanaman Melati Air dengan pengenceran 50% : 50%

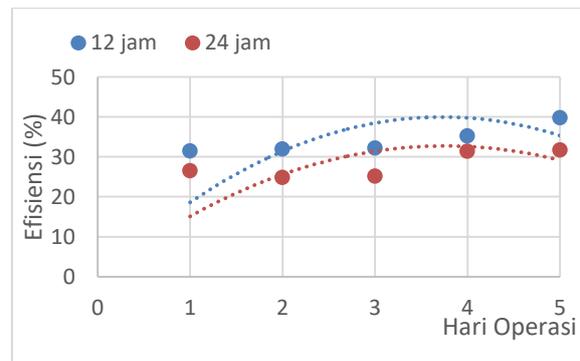
Tanaman Melati Air (*Echinodorus polifolius*) terjadi penurunan kesuburan dari hari pertama sampai hari kelima penelitian. Hal ini disebabkan karena adanya zat asam dalam air limbah. Selain itu tidak adanya bantuan media tanam yang dapat digunakan untuk memaksimalkan penguraian limbah sehingga kinerja tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) bisa menjadi ringan. Semakin besar konsentrasi limbah yang dipaparkan semakin cepat pula tanaman mengalami penurunan kualitas kesuburannya.

Proses penyerapan air limbah dengan sistem fitoremediasi terjadi ketika ada kontak antara air limbah dengan tanaman. Air limbah akan di uraikan oleh tanaman melalui proses penyerapan pada akar kemudian menuju ke batang dan ranting setelah itu di keluarkan di daun.

3.3 Perubahan parameter COD dalam air limbah cucian tahu

1. Efektivitas penurunan parameter COD 25% : 75%

Data hasil laboratorium menunjukkan adanya penurunan beban pencemar baik sebelum dan sesudah diberi perlakuan tanaman melati air. Dari data hasil penurunan tersebut dapat dianalisis efektivitas presentase beban pencemar yang dapat diturunkan menggunakan melati air. Data tersebut dianalisa meliputi efektivitas penurunan COD dan pada air limbah tahu dengan perbandingan konsentrasi 25% : 75% dimana terdiri dari 25% air limbah dan 75% air pengencer. Efektivitas penurunan parameter COD pada air limbah industri tahu dengan menggunakan tanaman Melati Air yang akan ditunjukkan pada Gambar 3 dengan konsentrasi 25% : 75%.



Gambar 3. Efektivitas Penurunan Parameter COD pada Perbandingan 25% : 75%

Data Efektivitas penurunan parameter COD dengan pengenceran 25% : 75% seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas diketahui bahwa efektivitas tertinggi untuk kedua waktu tinggal (td) terjadi pada hari kelima, dimana pada td 12 jam mencapai nilai efektif yakni sebesar 39,83% dan pada td 24 jam sebesar 31,75%. Terdapat sedikit perbedaan dengan penelitian lain dimana pada waktu operasi 12 jam, pereduksian kadar COD dapat mencapai 28,25% pada hari ke-4 penelitian. Sedangkan pada waktu pengoperasian selama 18 jam diperoleh nilai efisiensi sebesar 41,68% (Al Kholif dkk., 2020).

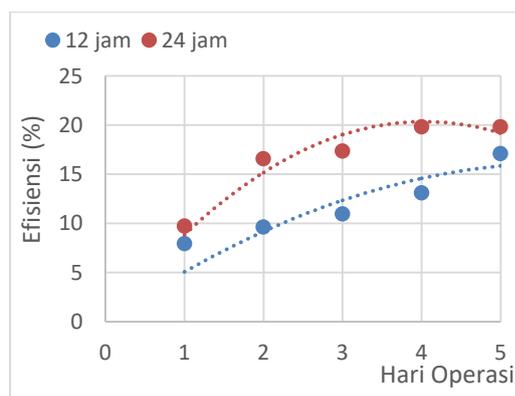
Menurut Riyanti dkk, (2019) Efisiensi penurunan COD limbah cair tahu dengan pada Sistem *Sub-Surface Flow Wetland* menggunakan Melati Airdengan media tanam pecahan genteng, karbon aktif, pasir silika dan batu zeolit pada hari ke-15 dengan konsentrasi 125 mg/l. Padmaningrum dkk, (2014) mengemukakan bahwa tanaman Melati Air dengan media tanam gabungan air sumur dan koral dapat dipergunakan untuk menurunkan nilai COD sebesar 446,890 mg/l. Sedangkan menurut (Setiyanto dkk, (2016) bahwa *Constructed wetlands* pada kontrol sebelum pengolahan kadar COD mampu menurunkan sebesar 86,18 mg/l dan setelah masuk pengolahan *constructed wetlands* Melati Air dengan gabungan karbon aktif, kerikil dan pasir kadar COD sebesar 60,52 mg/l.

Tanaman Eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm), Kiapu (*Pistia stratiotes*) dan Bayongbong (*Phragmites karka*) dengan media zeolit, arang aktif dan kerikil mempunyai kemampuan menurunkan bahan pencemar dengan efektivitas sebagai berikut ; TSS yakni 76,70 %, BOD₅ yakni 83,31%, COD yakni 44,78 %, ammonia sebesar 88,45 %, ortofosfat yakni 70,33 %, dan nitrat

sebesar 68,42 % (Harahap, 2014). Penurunan konsentrasi TSS metode fitoremediasi pada perlakuan variasi massa tumbuhan eceng gondok 1 kg sebesar 88,42% (Alfarokhi, 2016).

2. Efektivitas penurunan parameter COD 50% : 50%

Pada perbandingan 50% air limbah dengan 50% air pengencer untuk penurunan kada COD sudah mulai terlihat hasil yang lebih baik sejak hari ke-3 penelitian. Dari data hasil penurunan tersebut sehingga dapat dianalisis efektivitas presentase beban pencemar yang dapat diturunkan menggunakan melati air. Data tersebut dianalisa meliputi efektivitas penurunan COD dan pada air limbah tahu dengan perbandingan konsentrasi 50% : 50% dimana terdiri dari 50% air limbah dan 50% air pengencer. Efektivitas penurunan parameter COD yang akan ditunjukkan pada Gambar 4 dengan konsentrasi 50% : 50%.



Gambar 4. Efektivitas Penurunan Parameter COD pada Perbandingan 50% : 50%

Dari data efektivitas penurunan parameter COD dengan perbandingan 50%:50% diketahui bahwa efektivitas tertinggi terjadi pada hari kelima dengan td 12 jam yakni sebesar 17,11% dan sebesar 19,84% pada td 24 jam. Dari data efektivitas penurunan parameter COD pada gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar paparan limbah yang diberikan semakin rendah efisiensi penurunan.

Penurunan COD untuk tanaman bambu air, kangkung dan Eceng Gondok berturut-turut adalah 74,54%, 83,03%, dan 64,08% dalam menurunkan limbah cair tahu (Erawati & Kusumandari, 2014). Tanaman air memberikan efektivitas pengurangan COD sebesar 66,98% menggunakan media koral, kerikil dan ijuk dalam mengolah limbah cair industri penyamakan kulit (Prayitno & Sholeh, 2014). Pengolahan menggunakan *constructed*

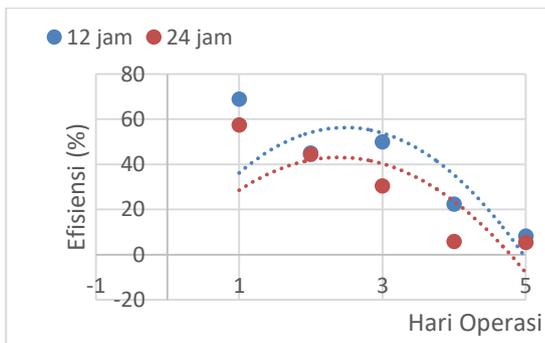
wetland dengan jenis aliran horizontal *subsurface* menggunakan tanaman *Typha Angustifolia* mampu menurunkan parameter COD sebesar 90,59% yang terjadi pada waktu tinggal 1 hari dengan beban organik 500 mg/L COD. Dapat disimpulkan bahwa *Typha Angustifolia* yang diterapkan yaitu mampu menghilangkan kadar COD pada air buangan industri tahu (Fajar & Handajani, 2014).

Pada sistem pengolahan secara alamiah yang sama dengan sistem *wetland* terkadang membawa sedimen dalam proses pengalirannya. Beberapa rangkaian sedimen membawa sejumlah besar nutrisi dari Loess Plateau dan daerah irigasi pertanian hulu ke Delta Sungai Kuning (Wang & Liang, 2000). Dengan demikian, nutrisi dalam sedimen yang terkandung dalam tanah basah sangat penting dalam menjaga kesehatan ekosistem muara di wilayah ini (Peng et al., 2010; Zhao et al., 2016).

3.4 Perubahan Parameter TSS dalam air limbah cucian tahu

1. Efektivitas penurunan parameter TSS 25% : 75%

Dari data hasil laboratorium dapat diketahui penurunan beban pencemar sebelum dan sesudah diberi perlakuan tanaman melati air. Dari data hasil penurunan tersebut dapat dianalisis efektivitas presentase beban pencemar yang dapat diturunkan menggunakan melati air. Terjadi perbedaan yang signifikan antara penurunan COD dan TSS. Pada data TSS bahkan terjadi minus atau tanaman yang digunakan tidak lagi dapat beroperasi dengan baik terutama pada konsentrasi 50%:50%. Hal ini terjadi karena pengaruh air limbah yang begitu pekat sehingga mempengaruhi pertumbuhan tanaman pengurai. Faktor pengenceran juga yang sama dengan volume limbah dapat juga mempengaruhi hasil akhir yang diperoleh Efektivitas penurunan parameter TSS yang akan ditunjukkan pada Gambar 5 dengan konsentrasi 25% : 75%.



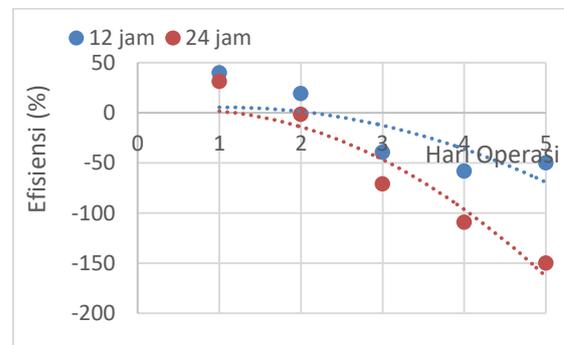
Gambar 5. Efektivitas Penurunan Parameter TSS pada Perbandingan 25% : 75%

Data efektivitas penurunan parameter TSS pada perbandingan 25%:75% diketahui bahwa efektivitas tertinggi pada hari pertama pada td 12 jam yakni sebesar 69% dan sebesar 57,35% pada td 24 jam. Pada hari berikutnya kadar TSS tidak lagi mengalami peningkatan efisiensi dan justru mengalami penurunan efisiensi. Terjadinya penurunan efisiensi dikarenakan oleh kemampuan tanaman Melati Air tidak dapat mereduksi kadar TSS pada air limbah industri tahu. Hal ini berbeda jauh dengan yang terjadi pada kadar COD.

Sistem kombinasi *constructed wetland* dan filtrasi menggunakan tumbuhan Melati Air dengan media tanam pecahan genteng, karbon aktif, pasir, silika dan batu zeolit terbukti efektif dalam mereduksi parameter pencemar limbah cair industri tahu dengan konsentrasi BOD, TSS dan minyak lemak secara berurut berkisar 97 mg/L, 40 mg/L dan 4,2 mg/L (Kasman dkk, 2018). Hal ini terjadi karena pada penelitian tersebut menggunakan media tanam seperti tanam pecahan genteng, karbon aktif, pasir silika dan batu zeolit. Pada perlakuan dengan penanaman Melati Air dengan metode lahan basah buatan yang menggunakan tanah sebagai bantuan filter dimana kadar TSS mengalami penurunan menjadi 235 mg/L pada waktu penanaman 3 hari (Arimbi, 2017). *Subsurface Wetland* Melati Air dengan media tanam kerikil dengan ketebalan 1-2 cm dapat menurunkan kandungan TSS sebesar 34 mg/L (S Desak Made & Sugito, 2013). Konsentrasi TSS pada air buangan juga dapat dilakukan dengan kombinasi filtrasi dan fitoremediasi. Penghilangan kadar TSS terbaik terdapat pada hari ke 15 dengan penurunan efektivitas 140,62 mg/L dan efisiensi 60,61% menggunakan tanaman air yang berbeda (Santoso dkk, 2014).

2. Efektivitas penurunan parameter TSS 50% : 50%

Pada perbandingan konsentrasi 50%:50% terjadi penurunan efisiensi yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan konsentrasi 25%:75%. Pada perbandingan ini kinerja tanaman Melati Air hanya efektif pada hari pertama sedangkan sisanya mengalami minus atau tanaman tersebut tidak lagi menyerap kadar TSS yang terdapat pada air limbah tahu. Terjadinya penurunan efisiensi yang sangat signifikan dikarenakan pada penelitian ini tidak menggunakan media tanam seperti tanah dan lainnya dalam proses penelitiannya. Efektivitas penurunan parameter TSS yang akan ditunjukkan pada Gambar 6 dengan konsentrasi 50%:50%.



Gambar 6. Efektivitas Penurunan Parameter TSS pada Perbandingan 50% : 50%

Dari data efektivitas penurunan parameter TSS 50%:50% diketahui bahwa efektivitas tertinggi terjadi pada hari pertama dengan td 12 jam yakni sebesar 40% dan sebesar 31% pada td 24 jam. Pada hari ketiga penurunan TSS kurang maksimal dikarenakan waktu operasi yang digunakan pada penelitian ini terlalu lama sehingga menjadikan tanaman mengalami kejenuhan sehingga kinerja tanaman sudah tidak bisa maksimal dalam menyerap polutan bahkan sampai meningkatkan kadar TSS (minus) pada air limbah cucian tahu. Hal ini dikarenakan tingginya karakteristik air limbah cucian tahu yang tidak dapat dinetralkan menggunakan tanaman Melati Air.

Dari data efektivitas penurunan parameter TSS pada Gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa semakin besar paparan limbah yang diberikan semakin rendah efisiensi penurunan. Hal tersebut dikarenakan semakin besar paparan limbah yang diberikan semakin banyak padatan yang dihasilkan. Sedangkan pada penelitian ini tidak terdapat media tanam.

Menurut Sari dkk, (2017) Tanaman Melati Air mampu menurunkan beban pencemar untuk parameter TSS dengan media batu kali dan kerikil ukuran 1-2cm yaitu pada konsentrasi 7% dengan waktu tinggal 216 jam mencapai 72,7%. Rahadian dkk (2017) mengemukakan bahwa terjadi penyisihan TSS sebesar 34-46% menggunakan kayu apu dalam menurunkan limbah laundry dengan penambahan nutrisi hidroponik. Penyisihan TSS sebesar 75,52%-80,96% dengan tanaman *Canda Indica* dengan media tanam berupa pasir, tanah humus dan kerikil (Nirmala dan Ratni, 2017). Puspawati, (2017) mengemukakan bahwa kombinasi metode filtrasi dan fitoremediasi dengan menggunakan pasir kuarsa, zeolite dan arang serta tanaman eceng gondok dapat menurunkan kadar TSS sebesar 86.64% pada td 90 menit dan COD 85.53% pada td 120 menit. Tjokrokusumo dan Sahwan, (2003) mengemukakan bahwa tanaman potensial penyerap dapat menurunkan BOD, COD, dan TSS berturut-turut sebesar 64; 67; 65%.

Kualitas tanah lahan basah secara signifikan dipengaruhi oleh banyak proses lingkungan kritis termasuk endapan sedimen, interaksi air tawar-air asin, akresi delta dan pertukaran bahan-energi (Bai et al., 2012). Dengan demikian tanah dibutuhkan dalam lahan basah sebagai endapan sedimen. Faktor kunci adalah bahwa sistem ini tidak terbatas pada sedimen. Penyebaran sedimen oleh mekanisme alami dan / atau rekayasa dapat mengurangi hilangnya lahan basah pesisir di beberapa delta terbesar di dunia (Edmonds, 2012; Nittrouer et al., 2012).

Untuk memaksimalkan hasil pada TSS seharusnya dilakukan pengolahan pendahuluan sebelum masuk ke dalam reaktor pengolahan. Hasil analisis menunjukkan bahwa tanaman Melati Air tidak begitu berhasil dalam menurunkan kadar TSS pada air limbah Tahu.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan diaman tanaman Melati Air kurang efektif dalam menurunkan beban pencemar pada limbah cair tahu jika tidak terdapat media tanam. Hal itu terbukti dengan adanya hasil data penelitian yang menunjukkan bahwa efektifitas tertinggi penurunan COD pada konsentrasi perbandingan 25%:75% dengan waktu tinggal 12 jam yaitu sebesar 39,83%. Pada parameter TSS efektifitas tertinggi pada

konsentrasi 25%:75% dengan waktu tinggal 12 jam sebesar 69%. Namun besar presentasi tersebut menunjukkan nilai yang masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Al Kholif, M., Pungut, Sugito, Sutrisno, J., & Dewi, W. S. (2020). Pengaruh Waktu Tinggal dan Media Tanam pada Constructed Wetland untuk Mengolah Air Limbah Industri Tahu. *Jurnal Al Ard*, 5(2), 107-115.
- Alfarokhi, A. I. (2016). *Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Sebagai Tumbuhan Fitoremediasi Dalam Proses Pengolahan Limbah Tambak Udang Vannamei* [UII Yogyakarta]. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/1271>
- Arimbi, A. (2017). *Efektivitas Tanaman Melati Air (Echinodorus Palaefolius) dalam Menurunkan Kadar Bod (Biological Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand) serta TSS (Total Suspended Solid) pada Limbah Cair Tempat Pematangan Ayam di Kecamatan Delitua Kabupaten Deli Serdang tahun 2017*. <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/2138>
- Askari, N., & De Klerk, G.-J. (2018). Growth of Lily Bulblets In Vitro, a Review. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 5(2), 133-143. <https://doi.org/10.22059/ijhst.2018.268870.263>
- Bai, J., Xiao, R., Zhang, K., & Gao, H. (2012). Arsenic and heavy metal pollution in wetland soils from tidal freshwater and salt marshes before and after the flow-sediment regulation regime in the Yellow River Delta, China. *Journal of Hydrology*, 450-451, 244-253. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.05.006>
- Edmonds, D. A. (2012). Restoration sedimentology. In *Nature Geoscience* (Vol 5, Number 11, bll 758-759). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/ngeo1620>
- Erawati, E., & Kusumandari, D. S. (2014). Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Tanaman terhadap Fitoremediasi Limbah Tahu. *Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya*

- Alam Indonesia.
<http://publikasiilmiah.ums.ac.id/handle/11617/5331>
- Fajar, A., & Handajani, M. (2014). Efisiensi Penyisihan Organik Limbah Cair Industri Tahu Dengan Aliran Horizontal Subsurface Pada Constructed Wetland Menggunakan Typha Angustifolia. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 20(1), 78–87.
- Gupta, P., Ann, T. W., & Lee, S. M. (2016). Use of biochar to enhance constructed wetland performance in wastewater reclamation. *Environmental Engineering Research*, 21(1), 36–44.
<https://doi.org/10.4491/eer.2015.067>
- Harahap, S. (2014). Penggunaan Reaktor Biofilter Bermedia Zeolit-Arang Aktif dan Tumbuhan Air Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Untuk Menurunkan Tingkat Pencemaran Perairan. *Ijas*, 4(1996), 31–41.
- Hidayati, N. (2005). Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator. *HAYATI Journal of Biosciences*, 12(1), 35–40.
[https://doi.org/10.1016/S1978-3019\(16\)30321-7](https://doi.org/10.1016/S1978-3019(16)30321-7)
- Kasman, M., Riyanti, A., Sy, S., & Ridwan, M. (2018). Reduksi Pencemar Limbah Cair Industri Tahu dengan Tumbuhan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dalam Sistem Kombinasi Constructed Wetland dan Filtrasi. *Jurnal Litbang Industri*, 8(1), 39.
<https://doi.org/10.24960/jli.v8i1.3832.39-46>
- Kaswinarni, F. (2007). Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat Dan Cair Industri Tahu (Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal, dan Gagak Sipat Boyolali). In *Universitas Diponegoro*.
- Nittrouer, J. A., Best, J. L., Brantley, C., Cash, R. W., Czapiga, M., Kumar, P., & Parker, G. (2012). Mitigating land loss in coastal Louisiana by controlled diversion of Mississippi River sand. *Nature Geoscience*, 5(8), 534–537.
<https://doi.org/10.1038/ngeo1525>
- Padmaningrum, R. T., Aminatun, T., & Yuliati. (2014). Pengaruh Biomasa Melati Air (*Echinodorus paleaefolius*) Dan Teratai (*Nyphaea firecrest*) Terhadap Kadar Fosfat. *Penelitian Saintek*, 19(2), 64–74.
- Peng, J., Chen, S., & Dong, P. (2010). Temporal variation of sediment load in the Yellow River basin, China, and its impacts on the lower reaches and the river delta. *Catena*, 83(2–3), 135–147.
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2010.08.006>
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013. (2013). *Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha lainnya*.
- Prayitno, P., & Sholeh, M. (2014). Peningkatan Kualitas Air Limbah Terolah Industri Penyamakah Kulit Menggunakan Taman Tanaman Air dengan Tumbuhan Bambu Air. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, 30(1), 23.
<https://doi.org/10.20543/mkkp.v30i1.120>
- Puspawati, S. W. (2017). *Alternatif Pengeolahan Limbah Industri Tempe dengan Kombinasi Metode Filtrasi dan Fitoremediasi*.
- Riyanti, A., Kasman, M., & Riwan, M. (2019). Efektivitas Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) dan pH Limbah Cair Industri Tahu dengan Tumbuhan Melati Air melalui Sistem Sub-Surface Flow Wetland. *Jurnal Daur Lingkungan*, 2(1), 16.
<https://doi.org/10.33087/daurling.v2i1.19>
- S, D. M., & Sugito. (2013). Penurunan TSS dan Phospat Air Limbah PUSKESMAS Janti Kota Malang dengan Wetland. *Jurnal Teknik WAKTU*, 11(01), 93–101.
<http://digilib.unipasby.ac.id/files/disk1/12/gdlhub--sugito-577-1-penuruna-d.pdf>
- Santoso, U., Mahreda, E. S., Shadiq, F., Biyatmoko, D., Sumber, P., Alam, D., & Lingkungan, D. (2014). Pengolahan Limbah Cair Sasirangan Melalui Kombinasi Metode Filtrasi dan Fitoremediasi Sistem Lahan Basah Buatan Menggunakan Tumbuhan Air yang Berbeda. *EnviroScienteeae*, 10(3), 157–170.
<https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es/article/view/1978>
- Sari, K. L., As, Z. A., & Hardiono, H. (2017). Penurunan Kadar BOD, COD dan TSS pada Limbah Tahu Menggunakan Effective Microorganism-4 (EM4) Secara Aerob. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 14(1), 449.
<https://doi.org/10.31964/jkl.v14i1.61>
- Setiyanto, R. A., Darundiati, Y. H., & Joko, T. (2016). Efektivitas Sistem Constructed Wetlands Kombinasi Malati Air

- (*Echinodorus Palaefolius*) dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Limbah Cair Rumah Sakit Banyumanik Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 4(1), 436–441.
- Subekti, S. (2011). Pengolahan limbah cair tahu menjadi biogas sebagai bahan bakar alternatif. *Seminar Nasional Sain dan Teknologi*, 1, 61–66.
- Sutyasmi, S., & Susanto, H. B. (2013). Penggunaan tanaman air (bambu air dan melati air) pada pengolahan air limbah penyamakan kulit untuk menurunkan beban pencemar dengan sistem wetland dan adsorpsi. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, 29(2), 69. <https://doi.org/10.20543/mkkip.v29i2.193>
- Tjokrokusumo, S. W., & Sahwan, F. L. (2003). Tanaman Potensial Penyerap Limbah Studi Kasus di Pulau Batam. *Jurnal Teknologi Lingkungan BPPT*, 4(2), 8–15.
- Wandana, R., & Laksmono, R. (2010). Pengolahan Limbah Laundry dengan Tanaman kayu Apu, (Rido dan Rudy Laksmono) 60. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 5(2), 60–64.
- Wang, Z. Y., & Liang, Z. Y. (2000). Dynamic characteristics of the yellow river mouth. *Earth Surface Processes and Landforms*, 25(7), 765–782. [https://doi.org/10.1002/1096-9837\(200007\)25:7<765::AID-ESP98>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/1096-9837(200007)25:7<765::AID-ESP98>3.0.CO;2-K)
- Zhang, Y. (2012). Design of a Constructed Wetland for Wastewater Treatment and Reuse in Mount Pleasant, Utah. *Master thesis*, 1–98. <http://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1232&context=gradreports>
- Zhao, Q., Bai, J., Huang, L., Gu, B., Lu, Q., & Gao, Z. (2016). A review of methodologies and success indicators for coastal wetland restoration. *Ecological Indicators*, 60, 442–452. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.07.003>