

Uji Efektivitas Tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dalam Menurunkan Kadar BOD, COD, Dan TSS pada Limbah Cair Tahu

Fakhril Ruzzi¹, Andi Irawan^{2*}, Sri Yanti Lisha³

^{1,3} Teknik Lingkungan , Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang, 25586, Indonesia

² Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Barat, 25137, Indonesia

*Corresponding author, e-mail: andi.irawan.mt@gmail.com

Received 24th Feb 2023; Revised 7th March 2023; Accepted 30th March 2023

DOI: doi.org/10.24036/cived.v10i1.122681

ABSTRAK

*Limbah industri tahu yang melewati batas baku mutu dapat mengakibatkan dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu teknik pengolahan yang dapat dilakukan adalah fitoremediasi. Salah satu karakteristik yang menyatakan tingkat pencemar suatu limbah yaitu nilai Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS). Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat efektifitas kemampuan tanaman *Salvinia molesta* dan *Eichhornia crassipes* dalam menurunkan kadar pencemar pada limbah cair industri tahu. Penelitian ini menggunakan sistem batch dan variasi jumlah mixing tanaman yang digunakan ialah SM250;EC50, SM200;EC100, SM150;EC150, SM100;EC200, dan SM50;EC250 (g) tanaman serta variasi waktu kontak terhadap limbah dengan tanaman 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Pengujian awal limbah didapatkan nilai BOD sebesar 4.236 mg/L, COD sebesar 1936 mg/L, dan TSS sebesar 740,573 mg/L dengan pengenceran optimum yang sudah didapatkan 10%. setelah dilakukan uji fitoremediasi terjadi penurunan terbaik pada nilai BOD hingga 41 mg/L dengan efisiensi 94,31%, COD 104 mg/L dengan efisiensi 94,63%, dan TSS 63,49 mg/l dengan efisiensi 91,43%. Nilai tersebut memenuhi nilai baku mutu kadar menurut PermenLH no 5 tahun 2014. Penurunan kadar BOD, COD, dan TSS optimum tersebut terdapat pada variasi jumlah mixing tanaman SM50;EC250 dan pada hari ke 15. Ini membuktikan bahwa tanaman *Salvinia molesta* dan *Eichhornia crassipes* ini efektif dalam menurunkan kadar limbah cair industri tahu.*

Kata Kunci: Limbah Cair Tahu; *Salvinia molesta*; *Eichhornia crassipes*; Fitoremediasi.

ABSTRACT

*Tofu industrial waste that exceeds the quality standard can have a negative impact on the environment. One of the processing techniques that can be done is phytoremediation. One of the characteristics that indicate the level of pollutants in a waste is the value of Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS). The purpose of this study was to see the effectiveness of the ability of *Salvinia molesta* and *Eichhornia crassipes* in reducing pollutant levels in the tofu industrial wastewater. This study used a batch system and variations in the amount of plant mixing used were SM250; EC50, SM200; EC100, SM150; EC150, SM100; EC200, and SM50; EC250 (g) plants and variations in contact time of waste with plants 5 days, 10 days, and 15 days. Preliminary testing of waste obtained BOD value of 4.236 mg/L, COD of 1936 mg/L, and TSS of 740.573 mg/L with the optimum dilution that has been obtained 10%. after the phytoremediation test, the best decrease was in the BOD value up to 41 mg/L with an efficiency of 94.31%, COD 104 mg/L with an efficiency of 94.63%, and TSS 63.49 mg/L with an efficiency of 91.43%. This value meets the quality standard value according to the Minister of Environment Regulation No. 5 of*

2014. The decrease in the optimum levels of BOD, COD, and TSS was found in variations in the number of mixing plants SM50; EC250 and on day 15. This proves that the *Salvinia Molesta* and *Eichhornia Crassipes* plants are effective. in reducing the level of liquid waste in the tofu industry.

Keywords: Tofu Liquid Waste; *Salvinia Molesta*; *Eichhornia Crassipes*; Phytoremediation.

Copyright © Fakhri Ruzzi, Andi Irawan, Sri Yanti Lisha

This is an open access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

PENDAHULUAN

Industri merupakan salah satu sektor yang memiliki peranan penting dalam pembangunan wilayah. Hampir semua negara memandang bahwa industrialisasi adalah suatu keharusan karena menjamin kelangsungan proses pembangunan ekonomi jangka panjang dengan laju pertumbuhan ekonomi yang tinggi dan berkelanjutan yang menghasilkan peningkatan pendapatan perkapita setiap tahun. Pembangunan ekonomi di suatu negara dalam periode jangka panjang akan membawa perubahan mendasar dalam struktur ekonomi dan lingkungan negara tersebut, dengan pesatnya pertumbuhan industri di suatu kawasan dapat merubah lingkungan yang ada disekitar industri tersebut menjadi tercemar.

Industri terbagi menjadi beberapa jenis seperti Industri farmasi (obat-obatan), Industri pupuk, Industri elektronika, Industri kendaraan bermotor, Industri kertas, dan Industri pangan, Industri tahu termasuk kedalam sektor Industri pangan karena berkaitan langsung dengan pengolahan pangan, Industri pangan biasanya ditemukan dalam bentuk IKM (Industri Kecil Menengah). Industri tahu merupakan usaha yang didirikan dalam rangka pengembangan kegiatan di bidang pangan yang mempunyai dampak positif dan negatif bagi lingkungan. Berdasarkan data dari dinas tenaga kerja dan perindustrian Kota Padang pada tahun 2019 jumlah industri tahu yang terdata sebagai Industri Kecil Menengah (IKM) di Kota Padang yaitu sebanyak 31 IKM. Dari jumlah IKM tahu yang terdata tersebut hanya 1 IKM saja yang memiliki IPAL sedangkan 30 lainnya tidak memiliki IPAL.

Rata-rata nilai BOD, COD, dan TSS pada limbah cair tahu melebihi baku mutu dengan nilai 660 mg/L, 1950 mg/L dan 883 mg/L [1]. Pencemaran lingkungan tersebut berupa hasil limbah cair, Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut air dadih. Limbah cair yang mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, mengalami perubahan fisik, kimia, dan biologi yang akan menghasilkan zat beracun atau menciptakan media untuk tumbuhnya mikroorganisme. Limbah akan berubah warnanya menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk. Bau busuk ini akan mengakibatkan gangguan pernafasan. Apabila limbah ini dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan bila masih digunakan maka akan menimbulkan waterborn disease seperti gatal, diare, dan mual. Salah satu cara untuk mengetahui seberapa jauh beban pencemaran pada air limbah adalah dengan mengukur BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solid*) [2].

Pengolahan limbah cair dapat dilakukan secara fisik, kimia, ataupun biologi [3]. Salah satu pengolahan limbah secara biologi yaitu dengan proses fitoremediasi, proses fitoremediasi adalah proses biologi dengan cara memanfaatkan tanaman eceng gondok dan kiambang. Tanaman eceng gondok dan kiambang mampu menyerap berbagai zat yang terkandung di dalam air, baik terlarut ataupun tersuspensi.

METODE

Aklimatisasi

Tahap aklimatisasi pada tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dilakukan dengan cara mengambil tumbuhan yang sama ukuran tinggi dan menanamnya pada reaktor aklimatisasi. Adapun tujuan tahapan ini ialah didapatkan tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* yang sudah beradaptasi pada media yang digunakan nantinya yaitu pada tahap *Range Finding Test* dan tahap uji fitoremediasi *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* sesuai dengan kriteria analisis tumbuhan yang akan diambil pada tahap uji fitoremediasi yaitu sama tinggi tanamannya.

Adapun tahapan yang dilakukan pada proses ini yaitu :

1. Diambil tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes*
2. Dimasukkan tanaman tersebut ke dalam reaktor yang sudah disiapkan berisi air

Uji Kualitas Air Limbah

Hal yang selanjutnya dilakukan setelah tahapan aklimatisasi ialah uji kualitas limbah cair tahu di laboratorium. Tujuannya yaitu untuk mengetahui konsentrasi BOD, COD, TSS pH awal limbah sebelum dilakukan uji fitoremediasi. Selanjutnya prosedur kerja analisis BOD, COD, dan TSS terlampir pada lampiran

Range Finding Test (RFT)

Range Finding Test (RFT) ini dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi dalam menentukan batas kritis suatu konsentrasi pada tanaman. Variasi konsentrasi pada limbah cair tahu dilakukan dengan cara pengenceran terhadap limbah tersebut yang kemudian diujikan kepada tumbuhan. USEPA Guidelines Part 850.4500 menyatakan bahwa banyak konsentrasi yang divariasikan pada tahap RFT yaitu 5 konsentrasi. Rentang variasi mengikuti deret geometrik yaitu konsentrasi 0%, 10%, 20%, 40%, 60%, 80%. Sedangkan tanaman yang dipakai disini yaitu tanaman yang melalui tahapan aklimatisasi sebelumnya. RFT dilakukan selama 4 hari atau 96 jam. Lamanya RFT ini mengacu pada USEPA (2012). Namun apabila dalam waktu 96 jam tidak terjadi perubahan pada tumbuhan, maka waktu diperpanjang selama 24 jam. Jika perpajangan waktu RFT masih belum menyebabkan perubahan terhadap tumbuhan, waktu diperpanjang lagi hingga 14 hari.

Tabel 1. Rincian Reaktor Uji RFT Tumbuhan *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes*

| Jumlah Reaktor RFT | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SM:EC1 | SM:EC2 | SM:EC3 | SM:EC4 | SM:EC5 | SM:EC6 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Total | | | | | 6 |

Keterangan :

SM:EC1= Menyatakan reaktor dengan konsentrasi 0% artinya limbah tanpa pengenceran air yaitu limbah 5000 ml + 0 ml air

SM:EC2= Menyatakan reaktor dengan konsentrasi 10% artinya pengenceran dengan air 500 ml + 4.500 ml limbah

SM:EC3= Menyatakan reaktor dengan konsentrasi 20% artinya pengenceran dengan air 1.000 ml + 4.000 ml limbah

SM:EC4= Menyatakan reaktor dengan konsentrasi 40% artinya pengenceran dengan air 2.000 ml + 3.000 ml limbah

SM:EC5= Menyatakan reaktor dengan konsentrasi 60% artinya pengenceran dengan air 3.000 ml + 2.000 ml limbah
SM:EC6= Menyatakan reaktor dengan konsentrasi 80% artinya pengenceran dengan air 4.000 ml + 1.000 ml limbah

Penelitian Utama (Fitoremediasi)

Pada tahap ini yang harus dilakukan yaitu mempersiapkan limbah cair tahu dengan konsentrasi yang didapatkan dari tahap RFT. Pengujian dilakukan dengan menggunakan reaktor dan tumbuhan yang sama dengan aklimatisasi. Penelitian ini dilakukan secara duplo. Menggunakan variasi komposisi optimum mixing tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* kemudian menambahkan air limbah yang telah disiapkan ke setiap masing-masing variasi pada reaktor pengamatan pada parameter BOD, COD, dan TSS yang dilakukan dalam 1 kali dalam 5 hari. Untuk parameter monitoring seperti pH dilakukan setiap hari. Berikut adalah parameter yang akan diamati selama penelitian berlangsung.

Parameter utama

BOD, COD, dan TSS dilakukan dalam setiap 5 hari sekali dengan pengambilan sampling pagi dan sore hari.

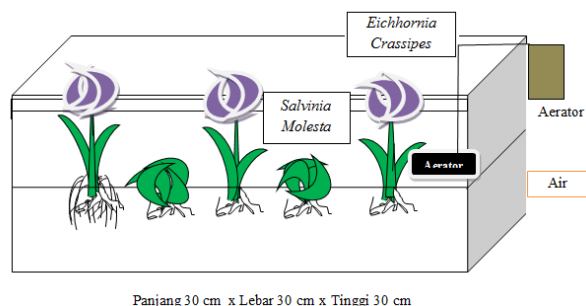
Parameter pendukung

pH dilakukan setiap hari selama penelitian setiap hari selama penelitian.

Tahapan Persiapan Fitoremediasi

1. Penyiapan rangkaian fitoremediasi

Rangkaian dalam proses fitoremediasi ini menggunakan reaktor plastik dengan ukuran panjang kali lebar kali tinggi berukuran 30 cm x 30 cm x 40 cm dengan media tanam berupa air seperti ditunjukkan pada Gambar berikut ini:



Adapun reaktor yang dibutuhkan sebanyak 6 reaktor dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 2. Rincian Reaktor Uji Fitoremediasi

| No | Variasi Penelitian | | | | |
|----|-------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Jumlah Tanaman (gram) | | Waktu Kontak (Hari) | Waktu Kontak (Hari) | Waktu Kontak (Hari) |
| | <i>Salvinia Molesta</i> | <i>Eichhornia Crassipes</i> | | | |
| 1 | 250 | 50 | 5 | 10 | 15 |
| 2 | 200 | 100 | | | |
| 3 | 150 | 150 | | | |
| 4 | 100 | 200 | | | |
| 5 | 50 | 250 | | | |

Tahapan Proses Fitoremediasi

Tahapan eksperimen dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Disiapkan 6 reaktor.
2. Limbah dimasukkan ke dalam masing-masing reaktor sesuai dengan konsentrasi optimum hasil dari proses RFT.
3. Tanaman dimasukkan ke dalam 5 reaktor dengan variasi komposisi optimum mixing tanaman yaitu 250;50 tanaman untuk 1 reaktor masing-masing, 200;100 tanaman untuk 1 reaktor masing-masing, 150;150 tanaman untuk 1 reaktor masing-masing, 100;200 tanaman untuk 1 reaktor masing-masing, dan 50;250 tanaman untuk 1 reaktor pada rangkaian media tanam dengan akar harus berada di dalam media tanam dan 1 reaktor tanpa tanaman.
4. Keseluruhan media tanam akan diberikan penambahan aerasi menggunakan aerator. Penelitian Krisna (2017) menyatakan bahwa pentingnya oksigen bagi pertumbuhan dan fungsi sel tanaman. Penelitian ini menyatakan jika oksigen tidak tersedia dalam media perakaran, tanaman akan berpotensi mengalami hipoksia yaitu kondisi dimana oksigen terlalu rendah untuk metabolisme dan anoksia yaitu adanya kehilangan simpanan oksigen, sehingga akan berpotensi menyebabkan kematian dalam jangka panjang. Aerasi ialah salah satu cara penambahan oksigen pada suatu larutan media tanam. Penggunaan aerator ini akan meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut pada media tanam sehingga mencegah tanaman mengalami kematian.
5. Selanjutnya dilakukan Fitoremediasi dengan mengamati variasi mixing komposisi optimum tanaman dan lama waktu kontak. Rangkaian terdiri dari 5 variasi jumlah tanaman yaitu 250;50 tanaman (T1), dengan 200;100 tanaman (T2) dengan 150;150 tanaman (T3) dengan 100;200 tanaman (T4) dan 50;250 tanaman (T5) yang masing-masing variasi pada rangkaian tersebut diberi variasi yaitu 5 hari (H5), 10 hari (H10), 15 hari (H15) (Arimbi, 2017).

Tabel 3. Matriks perlakuan

| | H5 | H10 | H15 |
|----|------|-------|-------|
| T1 | T1H5 | T1H10 | T1H15 |
| T2 | T2H5 | T2H10 | T2H15 |
| T3 | T3H5 | T3H10 | T3H15 |
| T4 | T4H5 | T4H10 | T4H15 |
| T5 | T5H5 | T5H10 | T5H15 |

6. Dilakukan Pengukuran kualitas limbah akhir setelah proses fitoremediasi untuk parameter BOD yang mengacu pada SNI 689.72:2009, COD yang mengacu pada SNI 6989.73:2009, dan TSS mengacu pada SNI 6989.3:2019

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Analisa parameter awal limbah

Sebelum dilakukannya proses fitoremediasi menggunakan tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* pada limbah cair industri tahu, limbah tersebut dilakukan analisa kandungan nilai BOD, COD, dan TSS terlebih dahulu. Pengujian nilai BOD, COD, dan TSS awal ini sangat dibutuhkan karena hasil yang diperoleh akan menjadi acuan untuk apakah tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* ini mampu menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah cair tersebut. Kemudian parameter pH juga dilakukan pengujian pada analisa limbah awal sebelum perlakuan. Dari penelitian yang telah dilakukan pada sampel

awal limbah cair tahu sebelum dilakukan perlakuan menggunakan tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* maka didapatkan hasil seperti pada tabel 4.

:

Tabel 4. Hasil Penelitian

| No | Parameter | Satuan | Hasil analisa | Baku mutu | Keterangan |
|----|-----------|--------|---------------|-----------|----------------|
| 1. | BOD | Mg/L | 720 | 150 | Tidak memenuhi |
| 2. | COD | Mg/L | 1936 | 300 | Tidak memenuhi |
| 3. | TSS | Mg/L | 740,573 | 200 | Tidak memenuhi |
| 2. | pH | - | 5 | 6-9 | Tidak memenuhi |

Hasil analisa parameter awal limbah pada pengujian konsentrasi BOD, COD, TSS dan pH bahwa parameter tersebut menunjukkan hasil belum memenuhi baku mutu limbah sesuai dengan Permen LH No 5 tahun 2014. Nilai BOD, COD, dan TSS yang didapatkan ialah 720 mg/L, 1936 mg/L, dan 740,573 mg/L belum memenuhi baku mutu.

Analisa parameter setelah dilakukan fitoremediasi

Fitoremediasi dilakukan dengan perlakuan limbah tanpa tanaman dan dengan menggunakan metoda mixing tanaman. Menggunakan metoda mixing tanaman dibuat variasi dengan jumlah mixing tanaman SM 250:EC 50, SM 200: EC 100, SM 150:EC 150, SM 100:EC 200 dan SM 50:EC 250 (mg). Perlakuan menggunakan tanaman dilakukan dengan duplo pada setiap perlakuan. Artinya dilakukan 2 percobaan dengan perlakuan yang sama jumlah mixing tanaman yang sama baik itu untuk SM 250:EC 50, SM 200: EC 100, SM 150:EC 150, SM 100:EC 200 dan SM 50:EC 250 (mg). Tujuan dilakukannya duplo ini ialah untuk melihat keakuratan dari perlakuan proses fitoremediasi yang dilakukan dan diharapkan hasil harus menunjukkan sama atau mendekati sama untuk kepastian hasil. Berikut ini Tabel hasil proses fitoremediasi yang telah dilakukan sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Fitoremediasi

| Jumlah Tanaman | Hari | pH | Konsentrasi BOD (mg/L) | Konsentrasi COD (mg/L) | Konsentrasi TSS (mg/L) |
|-----------------|------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Tanpa Tanaman | 5 | 5.0 | 648 | 1736 | 634,991 |
| | 10 | 5.1 | 632 | 1704 | 600,232 |
| | 15 | 5.2 | 616 | 1688 | 565,179 |
| SM 250 : EC 50 | 5 | 5.5 | 456 | 1328 | 448,872 |
| | 10 | 6.1 | 368 | 968 | 287,902 |
| | 15 | 7 | 182 | 352 | 115,148 |
| SM 200 : EC 100 | 5 | 5.7 | 432 | 1264 | 441,257 |
| | 10 | 6.4 | 320 | 856 | 271,178 |
| | 15 | 7 | 128 | 344 | 106,584 |
| SM 150 : EC 150 | 5 | 5.7 | 424 | 1248 | 433,902 |
| | 10 | 6.7 | 288 | 720 | 264,654 |
| | 15 | 7 | 112 | 296 | 91,364 |
| SM 100 : EC 200 | 5 | 5.8 | 408 | 1216 | 425,875 |
| | 10 | 6.8 | 248 | 672 | 250,697 |
| | 15 | 7 | 80 | 264 | 79,791 |
| SM 50 : EC 250 | 5 | 5.9 | 384 | 1176 | 412,699 |
| | 10 | 6.8 | 232 | 608 | 241,471 |
| | 15 | 7 | 41 | 104 | 63,49 |

Nilai Efisiensi

Nilai efisiensi ialah suatu ukuran yang menyatakan keberhasilan suatu kegiatan. Efisiensi ini menyatakan tingkat keberhasilan dari proses fitoremediasi yang telah dilakukan dengan menghitung nilai efisiensi dapat menunjukkan hasil yang akan menyatakan apakah tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* efektif dalam menurunkan kadar pencemar limbah cair industri tahu. Efisiensi juga diartikan sebagai perbandingan yang antara input (masukan) dengan output (keluaran) artinya dapat menyatakan perbandingan kadar pencemar BOD, COD, dan TSS limbah sebelum dilakukan fitoremediasi dan setelah dilakukan fitoremediasi. Nilai efisiensi terbaik ialah nilai yang menunjukkan kearutan mendekati 100%. Artinya jika efisiensi mendekati 100% tanaman yang digunakan dalam menurunkan kadar limbah cair industri tahu terbukti efektif.

Tabel 6. menunjukkan nilai efisiensi setelah dilakukan proses fitoremediasi menggunakan tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes*

| Jumlah Tanaman | Hari | Nilai Efisiensi BOD (%) | Nilai Efisiensi COD (%) | Nilai Efisiensi TSS (%) |
|-----------------|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Tanpa Tanaman | 5 | 10 | 10,331 | 14,26 |
| | 10 | 12,22 | 11,983 | 18,95 |
| | 15 | 14,44 | 12,81 | 23,68 |
| SM 250 : EC 50 | 5 | 36,67 | 31,405 | 39,39 |
| | 10 | 48,89 | 50 | 61,12 |
| | 15 | 74,72 | 81,818 | 84,45 |
| SM 200 : EC 100 | 5 | 40 | 34,711 | 40,42 |
| | 10 | 55,56 | 55,785 | 63,38 |
| | 15 | 82,22 | 82,231 | 85,61 |
| SM 150 : EC 150 | 5 | 41,11 | 35,537 | 41,41 |
| | 10 | 60 | 62,81 | 64,26 |
| | 15 | 84,44 | 84,711 | 87,66 |
| SM 100 : EC 200 | 5 | 43,33 | 37,19 | 42,49 |
| | 10 | 65,56 | 65,289 | 66,15 |
| | 15 | 88,89 | 86,364 | 89,23 |
| SM 50 : EC 250 | 5 | 46,67 | 39,256 | 44,27 |
| | 10 | 67,78 | 68,595 | 67,39 |
| | 15 | 94,31 | 94,628 | 91,43 |

Pembahasan Tahapan aklimatisasi

Penelitian ini diawali dengan proses aklimatisasi pada tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes*. Aklimatisasi ini bertujuan dalam menstabilkan dan menyesuaikan tanaman dengan keadaan lingkungan. Tanaman diaklimatisasi dengan cara dimasukkan ke dalam bak yang berisi air. Sebelum tahapan aklimatisasi ini dimulai tanaman dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran yang menempel pada akar dan daun. Selanjutnya tanaman diaklimatisasi selama 7 hari. Dari proses aklimatisasi selama 7 hari, dapat disimpulkan bahwa tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* tidak ada yang mati, hanya mengalami layu pada beberapa tanaman yang disebabkan oleh faktor lingkungan. Hal ini disebabkan oleh adaptasi tanaman tersebut terhadap lingkungan yang baru.

Tahapan Range Finding Test (RFT)

Tahapan *Range Finding Test* (RFT) dilakukan dengan maksud untuk mendapatkan konsentrasi optimum bagi limbah terhadap tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes*. Adanya tahapan RFT ini dapat menunjukkan konsentrasi optimum yang disukai tanaman sehingga

tanaman dapat hidup dengan baik pada proses fitoremediasi nantinya. Tahapan RFT ini diperoleh dengan cara pengenceran terhadap limbah dan selanjutnya diujikan pada tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes*. Konsentrasi yang digunakan pada tahapan RFT ini ialah konsentrasi 0%, 10%, 20%, 40%, 60% dan 80%. Dari proses RFT tersebut menunjukkan hasil bahwa tahapan proses RFT ini optimum pada konsentrasi 10%. Pada konsentrasi 10% ini tumbuhan ini mampu bertahan dilihat dari kemampuannya pada hari 4 tidak banyak perubahan pada daun batang sehingga artinya tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* ini optimum hidup pada konsentrasi 10%. Data dilihat pada tabel diatas untuk konsentrasi 0% tanaman pada hari ke 3 saja sudah menunjukkan ketidaksesuaian lingkungan terhadap konsentrasi yang diberikan ditandai dengan sudah mulai banyaknya daun yang mati.

Hasil Uji Fitoremediasi tanaman Kiambang (*Salvinia Molesta*) Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*)

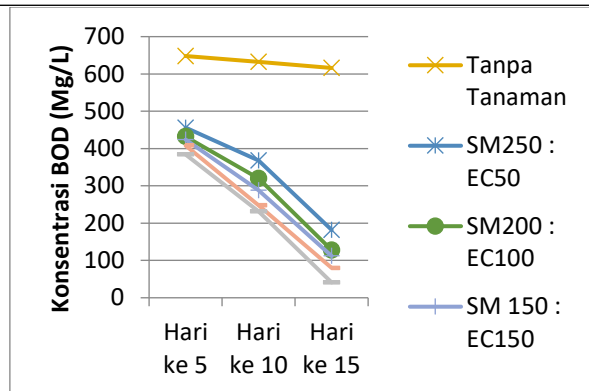
Tahapan ketiga setelah proses aklimatisasi dan RFT penentuan konsentrasi maksimum pencemar yaitu uji fitoremediasi tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes*. Penelitian fitoremediasi ini menggunakan tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dengan variasi jumlah mixing tanaman dan waktu kontak. Sebelumnya langkah yang akan dilakukan adalah memasukan limbah cair tahu dengan pengenceran pada konsentrasi optimum RFT yang telah dilakukan sebelumnya yaitu pada konsentrasi 10% dimasukkan ke dalam reaktor dan memanfaatkan aerator untuk menyuplai oksigen. Secara umum, aerasi bertujuan untuk meningkatkan kontak udara dengan air. Namun, pada prakteknya proses aerasi ini bertujuan untuk meningkatkan konsentrasi oksigen di dalam air limbah. Peningkatan oksigen bermanfaat untuk proses oksidasi senyawa-senyawa kimia dalam air limbah serta untuk menghilangkan bau (Madussa, 2017). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektifitas tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dalam menyerap kontaminan berupa limbah cair tahu. Penelitian dilakukan selama 15 hari. Pengukuran parameter BOD, COD, dan TSS terhadap penyerapan limbah cair tahu pada tanaman dilakukan secara duplo dengan kondisi yang sama sebanyak tujuh kali, yaitu hari ke-5, ke-10, ke-15 masing-masing dilakukan 2 kali dan untuk tanpa tanaman 1 kali.

Parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kadar BOD dari hari ke hari dapat dilihat pada Tabel Kadar BOD menyatakan banyaknya jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan pencemar organik di dalam air. Besarnya nilai BOD dalam suatu limbah artinya semakin tinggi konsentrasi bahan organik di dalam perairan atau limbah tersebut [4]. Selanjutnya adanya penurunan kadar polutan yang tinggi pada suatu air limbah dapat dipengaruhi oleh daya serap akar tanaman dimana tanaman tersebut menjadikan polutan tersebut sebagai unsur hara [5].

Pengaruh Waktu Kontak terhadap Penurunan Konsentrasi BOD

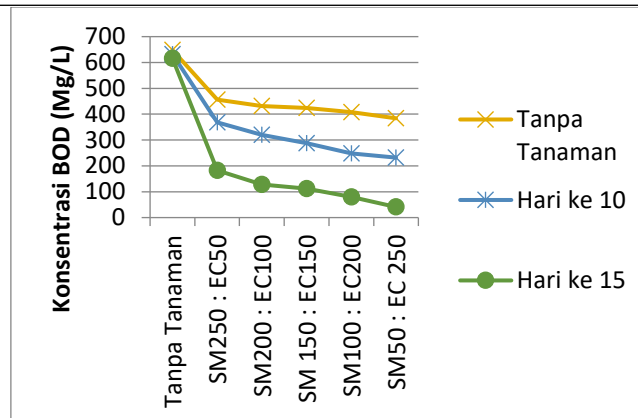
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pengujian terhadap variabel terikat dengan konsentrasi pengenceran optimum oleh tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dengan variasi terhadap waktu kontak oleh tanaman terhadap parameter nilai BOD menunjukkan hasil seperti Gambar berikut ini :



Gambar1. Hubungan antara waktu kontak terhadap nilai BOD

Gambar 1 yang menunjukkan hubungan antara jumlah *mixing* tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* terhadap nilai BOD. Gambar diatas menunjukkan hasil yang sangat jelas terlihat bahwa lamanya waktu kontak dapat menurunkan nilai BOD lebih tinggi. Gambar diatas menunjukkan bahwa semakin lamanya waktu kontak antara tanaman dengan limbah menyebabkan turunnya nilai BOD yang tinggi artinya lamanya kontak antara tanaman dengan limbah ini menyebabkan berkurangnya kandungan zat organik yang disebabkan oleh kemampuan tanaman yang menyerap zat organik sebagai unsur hara. Gambar diatas menunjukkan hubungan nilai BOD dengan waktu kontak tanaman dengan limbah untuk tanpa tanaman, jumlah *mixing* tanaman SM250;EC50, SM200;EC100, SM150;EC150, SM100;EC200, dan SM50;EC250. Nilai BOD rata-rata terendah setelah dilakukannya fitoremediasi didapatkan pada waktu kontak hari ke 15 yaitu 41 mg/L. Hasil ini semakin memperkuat bukti bahwa semakin lamanya waktu kontak tanaman dengan limbah maka penurunan nilai BOD akan semakin besar. Pada perlakuan tanpa tanaman terjadi juga pengurangan konsentrasi BOD yang awalnya 648 mg/L menjadi 552 mg/L namun hasil ini masih jauh dari nilai baku mutu suatu limbah. Adanya pengurangan konsentrasi BOD tersebut disebabkan karena terjadi proses biodegradasi. Biodegradasi didefinisikan sebagai suatu proses degradasi senyawa organik oleh mikroorganisme, baik di tanah, perairan, atau pada instalasi pengolahan air limbah [6]. Berkurangnya zat-zat organik sebagai akibat dari proses biodegradasi dalam limbah, akan menurunkan nilai BOD namun hal tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama [7]. Hal itu karena oksigen yang terlarut di dalam air diserap oleh mikroorganisme untuk memecah atau mendegradasi bahan buangan organik sehingga menjadi bahan yang mudah menguap. Sedangkan menggunakan tanaman penurunan konsentrasi BOD lebih efektif jika dibandingkan tanpa menggunakan tanaman. Penggunaan tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dapat mempercepat penurunan konsentrasi BOD seiring dengan lamanya waktu kontak antara tanaman dengan limbah. Penggunaan tanaman ini dapat menyerap kandungan zat-zat organik pada limbah sebagai unsur hara [8].

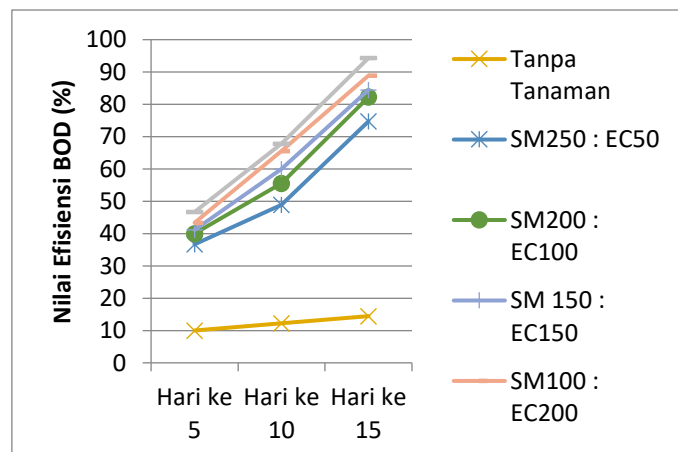
Hubungan antara jumlah *mixing* tanaman terhadap penurunan nilai BOD. Jumlah *mixing* tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* yang dikontakkan terhadap limbah menyebabkan turunnya nilai BOD. Semakin banyaknya jumlah tanaman *Eichhornia Crassipes* daripada tanaman *Salvinia Molesta* yang dikontakkan pada limbah penurunan kadar pencemar limbahnya semakin baik. Gambar diatas menunjukkan penurunan terbesar yaitu terdapat pada jumlah *mixing* tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dengan perbandingan SM50: EC250 yaitu 41 mg/L yang awalnya konsentrasi BOD limbah yaitu 720 mg/L.



Gambar 2. Hubungan antara Jumlah tanaman terhadap nilai BOD

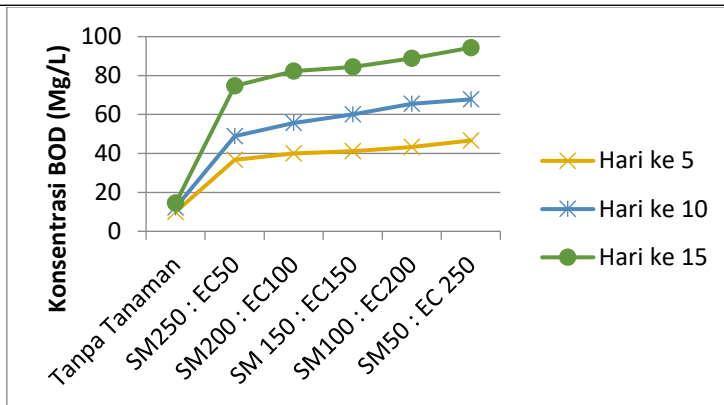
Efisiensi Tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* Terhadap Penurunan Nilai BOD

Efisiensi tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* terhadap penurunan nilai BOD menunjukkan seberapa besar kemampuan tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dalam menurunkan kadar pencemar suatu limbah. Semakin tinggi nilai efisiensi artinya tanaman tersebut mampu menurunkan kadar pencemar dari suatu limbah. Berikut ini dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat hubungan nilai efisiensi terhadap penurunan kadar BOD suatu limbah oleh tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes*.



Gambar 3. Hubungan antara efisiensi BOD terhadap waktu kontak

Gambar 3 menunjukkan hasil yaitu pada tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* terjadi peningkatan efisiensi tanaman seiring dengan lamanya waktu kontak dari tanaman dengan limbah. Efisiensi ini juga menunjukkan efektifitas kemampuan tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* baik dalam menurunkan kadar pencemar suatu limbah terbukti dengan peningkatan efisiensi. Nilai efisiensi yang tinggi menggambarkan hasil bahwa suatu tanaman tersebut efektif dalam menurunkan kadar pencemar suatu limbah. Gambar diatas mendapatkan nilai efisiensi tertinggi pada hari ke-15 dengan jumlah *mixing* tanaman SM50:EC250 yaitu dengan nilai 94,31%. Selanjutnya pada penelitian ini juga dapat dilihat hubungan antara nilai efisiensi dengan variabel variasi jumlah *mixing* tanaman. Nilai efisiensi terhadap variasi jumlah *mixing* tanaman dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hubungan Nilai Efisiensi dengan Jumlah Tanaman

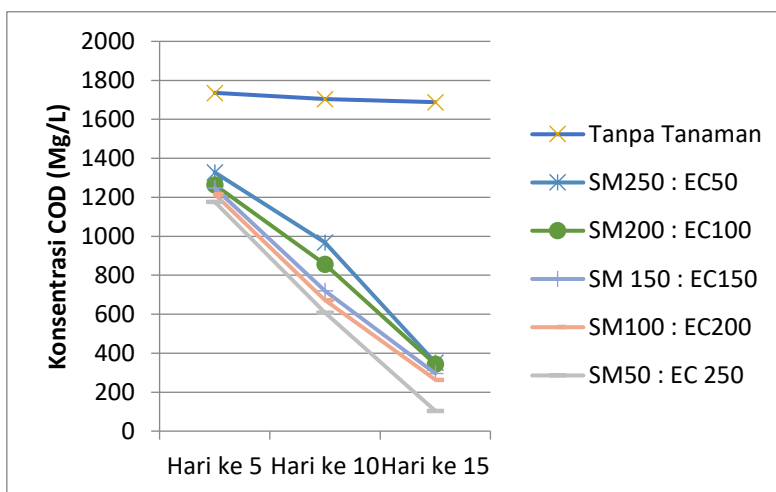
Gambar 4 menunjukkan hasil bahwa peningkatan efisiensi sejalan dengan lamanya waktu kontak dan jumlah *mixing* tanaman yang digunakan. Semakin lama waktu kontak dan banyaknya tanaman *Eichhornia Crassipes* daripada tanaman *Salvinia Molesta* yang digunakan pada percobaan yang dilakukan menyebabkan peningkatan nilai efisiensi dari pengurangan kadar organik limbah oleh tanaman semakin baik. Ini dapat dibuktikan pada gambar terlihat jelas bahwa dengan variasi jumlah *mixing* tanaman terbaik yaitu pada perbandingan SM50:EC250 mampu meningkatkan nilai efisiensi yaitu mencapai 94,31% Begitu juga sebaliknya tanpa menggunakan tanaman nilai efisiensi tanaman hanya 14,44% artinya efisiensi rendah.

Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Kadar COD dari hari ke hari dapat dilihat pada Tabel Kadar COD menyatakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan limbah yang terkandung dalam air. Besarnya nilai COD dalam suatu limbah artinya semakin tinggi konsentrasi bahan organik di dalam perairan atau limbah tersebut.

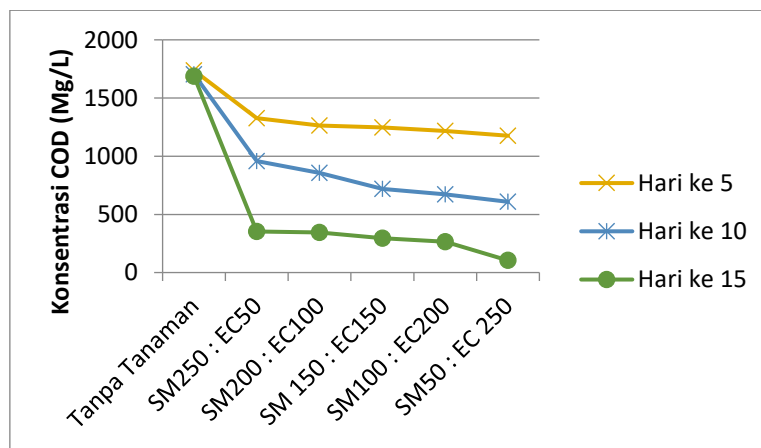
Pengaruh Waktu Kontak terhadap Penurunan Konsentrasi COD

Pengujian terhadap variabel terikat dengan konsentrasi pengenceran optimum oleh tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dengan variasi terhadap waktu kontak oleh tanaman terhadap parameter nilai COD.



Gambar 5. Hubungan antara waktu kontak terhadap nilai COD.

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara jumlah *mixing* tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* terhadap nilai COD. Gambar diatas menunjukkan hasil yang sangat jelas terlihat bahwa lamanya waktu kontak dapat menurunkan nilai COD lebih tinggi. Gambar diatas menunjukkan bahwa semakin lamanya waktu kontak antara tanaman dengan limbah menyebabkan turunnya nilai COD yang tinggi artinya lamanya kontak antara tanaman dengan limbah ini menyebabkan berkurangnya kandungan zat organik yang disebabkan oleh kemampuan tanaman yang menyerap zat organik sebagai unsur hara. Hubungan nilai COD dengan waktu kontak tanaman dengan limbah untuk tanpa tanaman, jumlah *mixing* tanaman SM250;EC50, SM200;EC100, SM150;EC150, SM100;EC200, dan SM50;EC250. Nilai COD rata-rata terendah setelah dilakukannya fitoremediasi didapatkan pada waktu kontak hari ke 15 yaitu 104 mg/L. Hasil ini semakin memperkuat bukti bahwa semakin lamanya waktu kontak tanaman dengan limbah maka penurunan nilai COD akan semakin besar. Pada perlakuan tanpa tanaman terjadi juga pengurangan konsentrasi COD yang awalnya 1736 mg/L menjadi 1688 mg/L namun hasil ini masih jauh dari nilai baku mutu suatu limbah. Adanya pengurangan konsentrasi COD tersebut disebabkan karena terjadi proses biodegradasi. Biodegradasi didefinisikan sebagai suatu proses degradasi senyawa organik oleh mikroorganism, baik di tanah, perairan, atau pada instalasi pengolahan air limbah. Berkurangnya zat-zat organik sebagai akibat dari proses biodegradasi dalam limbah, akan menurunkan nilai COD namun hal tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama. Hal itu karena oksigen yang terlarut di dalam air diserap oleh mikroorganism untuk memecah atau mendegradasi bahan buangan organik sehingga menjadi bahan yang mudah menguap. Sedangkan menggunakan tanaman penurunan konsentrasi COD lebih efektif jika dibandingkan tanpa menggunakan tanaman. Penggunaan tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* ini dapat menyerap kandungan zat-zat organik pada limbah sebagai unsur hara.

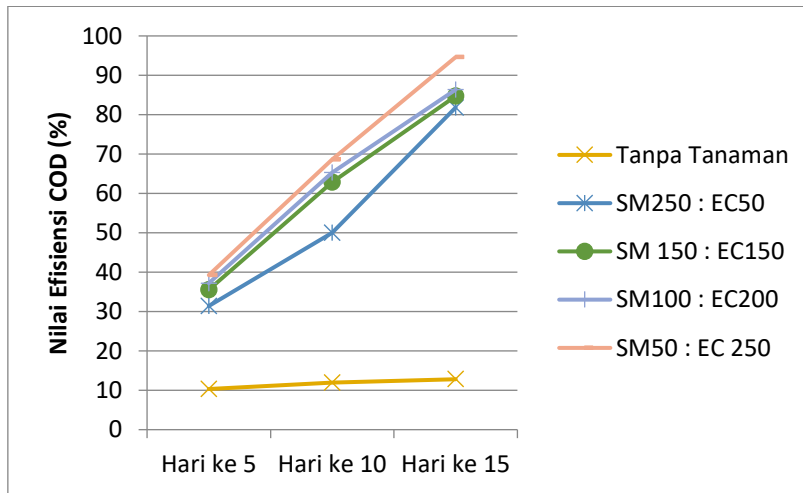


Gambar 6. Hubungan antara Jumlah tanaman terhadap nilai COD

Hubungan antara jumlah *mixing* tanaman terhadap penurunan nilai COD, gambar 6 menunjukkan hasil yang menyatakan bahwa jumlah *mixing* tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* yang dikontakkan terhadap limbah menyebabkan turunnya nilai COD. Semakin banyaknya jumlah tanaman *Eichhornia Crassipes* daripada tanaman *Salvinia Molesta* yang dikontakkan pada limbah penurunan kadar pencemar limbahnya semakin baik. Gambar diatas menunjukkan penurunan terbesar yaitu terdapat pada jumlah *mixing* tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dengan perbandingan SM50: EC250 yaitu 104 mg/L yang awalnya konsentrasi COD limbah yaitu 1936 mg/L.

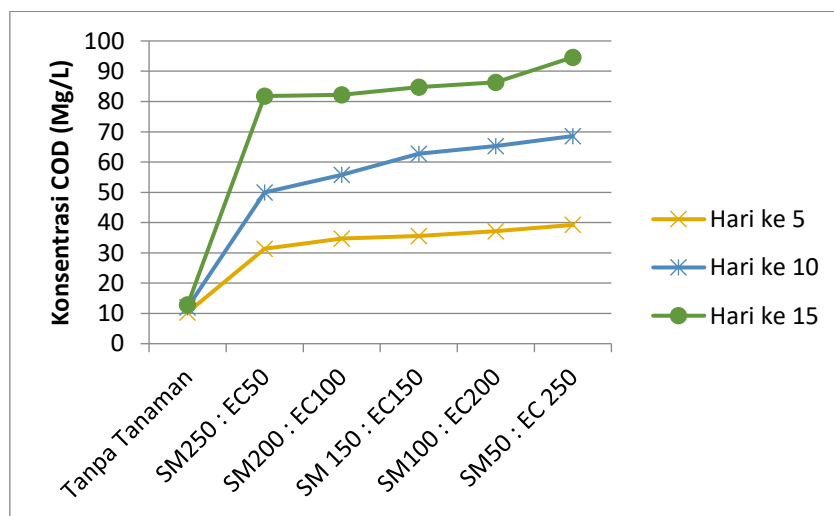
Efisiensi Tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* Terhadap Penurunan Nilai COD

Efisiensi tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* terhadap penurunan nilai COD menunjukkan seberapa besar kemampuan tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dalam menurunkan kadar pencemar suatu limbah. Semakin tinggi nilai efisiensi artinya tanaman tersebut mampu menurunkan kadar pencemar dari suatu limbah. Berikut ini dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat hubungan nilai efisiensi terhadap penurunan kadar COD suatu limbah oleh tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes*.



Gambar 7. Hubungan antara efisiensi terhadap waktu kontak

Gambar 7 menunjukkan hasil yaitu pada tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* terjadi peningkatan efisiensi tanaman seiring dengan lamanya waktu kontak dari tanaman dengan limbah. Efisiensi ini juga menunjukkan efektifitas kemampuan tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* baik dalam menurunkan kadar pencemar suatu limbah terbukti dengan peningkatan efisiensi. Nilai efisiensi yang tinggi menggambarkan hasil bahwa suatu tanaman tersebut efektif dalam menurunkan kadar pencemar suatu limbah. Gambar diatas mendapatkan nilai efisiensi tertinggi pada hari ke-15 dengan jumlah mixing tanaman SM50:EC250 yaitu dengan nilai 94,63%.



Gambar 8. Hubungan Nilai Efisiensi dengan Jumlah Tanaman

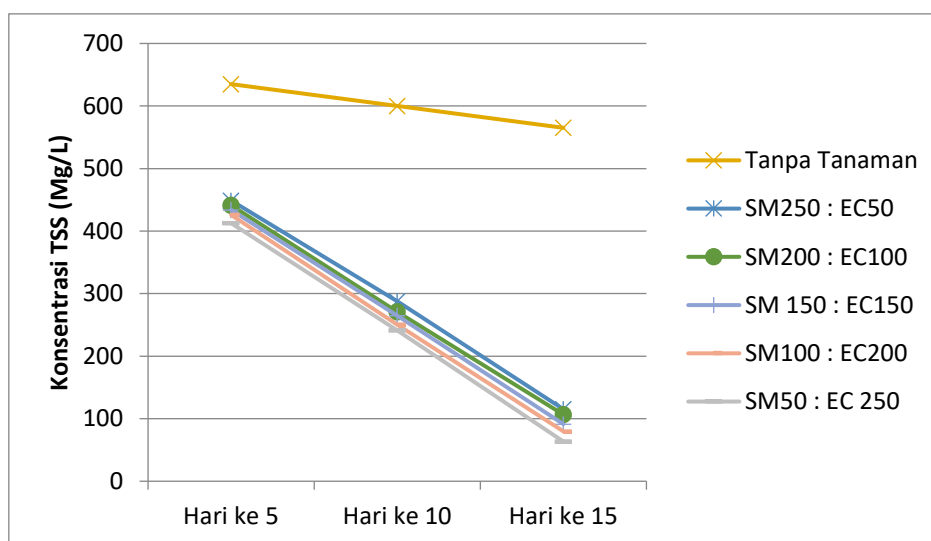
Peningkatan efisiensi sejalan dengan lamanya waktu kontak dan jumlah *mixing* tanaman yang digunakan. Semakin lama waktu kontak dan banyaknya tanaman *Eichhornia Crassipes* daripada tanaman *Salvinia Molesta* yang digunakan pada percobaan yang dilakukan menyebabkan peningkatan nilai efisiensi dari pengurangan kadar organik limbah oleh tanaman semakin baik. Ini dapat dibuktikan pada gambar terlihat jelas bahwa dengan variasi jumlah *mixing* tanaman terbaik yaitu pada perbandingan SM50:EC250 mampu meningkatkan nilai efisiensi yaitu mencapai 94,63% Begitu juga sebaliknya tanpa menggunakan tanaman nilai efisiensi tanaman hanya 12,81% artinya efisiensi rendah.

Parameter TSS (*Total Suspensi Solid*)

TSS dari hari ke hari dapat dilihat pada Tabel Kadar TSS (*Total Suspended Solid*) adalah padatan tersuspensi yang terdapat pada limbah dengan ukuran kurang dari 0,45 mikron (Mulia, 2005). Material tersuspensi dampak mengakibatkan kekeruhan yang dapat menghalangi cahaya matahari yang masuk ke dalam tanaman air [9]. Selanjutnya adanya penurunan kadar polutan yang tinggi pada suatu air limbah dapat dipengaruhi oleh daya serap akar tanaman dimana tanaman tersebut menjadikan polutan tersebut sebagai unsur hara.

Pengaruh Waktu Kontak terhadap Penurunan Konsentrasi TSS

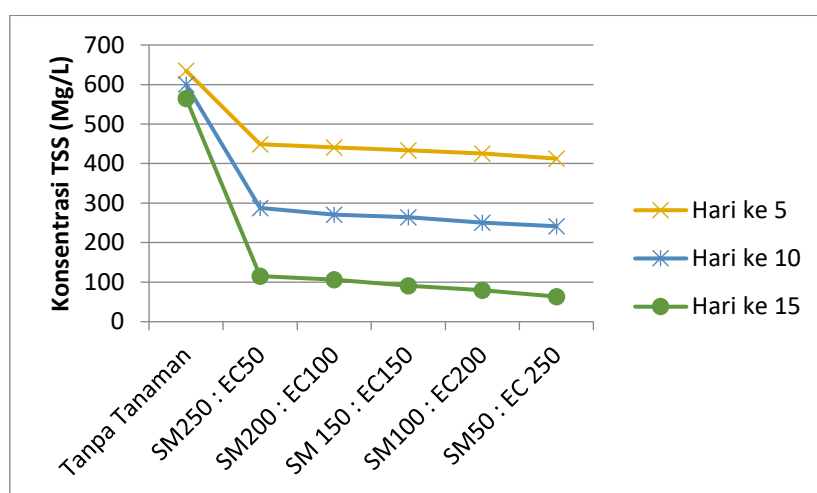
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pengujian terhadap variabel terikat dengan konsentrasi pengenceran optimum oleh tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dengan variasi terhadap waktu kontak oleh tanaman terhadap parameter nilai TSS.



Gambar 9. Hubungan antara waktu kontak terhadap nilai TSS

Jumlah *mixing* tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* terhadap nilai TSS. Gambar diatas menunjukkan hasil yang sangat jelas terlihat bahwa lamanya waktu kontak dapat menurunkan nilai TSS lebih tinggi. Semakin lamanya waktu kontak antara tanaman dengan limbah menyebabkan turunnya nilai TSS yang tinggi artinya lamanya kontak antara tanaman dengan limbah ini menyebabkan berkurangnya kandungan zat organik yang disebabkan oleh kemampuan tanaman yang menyerap zat organik sebagai unsur hara. Gambar diatas menunjukkan hubungan nilai TSS dengan waktu kontak tanaman dengan limbah untuk tanpa tanaman, jumlah *mixing* tanaman SM250;EC50, SM200;EC100, SM150;EC150, SM100;EC200, dan SM50;EC250. Nilai TSS rata-rata terendah setelah dilakukannya fitoremediasi didapatkan pada waktu kontak hari ke 15 yaitu 63,49 mg/L. Hasil ini semakin memperkuat bukti bahwa semakin lamanya waktu kontak tanaman dengan limbah maka

penurunan nilai TSS akan semakin besar. Pada perlakuan tanpa tanaman terjadi juga pengurangan konsentrasi TSS yang awalnya 634,991 mg/L menjadi 565,179 mg/L namun hasil ini masih jauh dari nilai baku mutu suatu limbah. Adanya pengurangan konsentrasi TSS tersebut disebabkan karena terjadi proses biodegradasi. Biodegradasi didefinisikan sebagai suatu proses degradasi senyawa organik oleh mikroorganismenya, baik di tanah, perairan, atau pada instalasi pengolahan air limbah. Berkurangnya zat-zat organik sebagai akibat dari proses biodegradasi dalam limbah, akan menurunkan nilai TSS namun hal tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama. Hal itu karena oksigen yang terlarut di dalam air diserap oleh mikroorganismenya untuk memecah atau mendegradasi bahan buangan organik sehingga menjadi bahan yang mudah menguap. Sedangkan menggunakan tanaman penurunan konsentrasi TSS lebih efektif jika dibandingkan tanpa menggunakan tanaman. Penggunaan tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* ini dapat menyerap kandungan zat-zat organik pada limbah sebagai unsur hara.

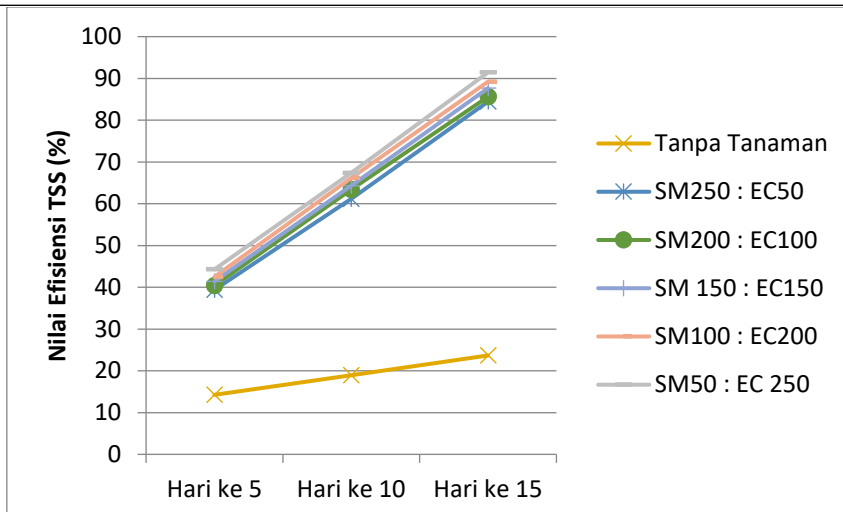


Gambar 10. Hubungan antara Jumlah tanaman terhadap nilai TSS

Hubungan antara jumlah *mixing* tanaman terhadap penurunan nilai TSS. Dari Gambar diatas menunjukkan hasil yang menyatakan bahwa jumlah *mixing* tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* yang dikontakkan terhadap limbah menyebabkan turunnya nilai TSS. Semakin banyaknya jumlah tanaman *Eichhornia Crassipes* daripada tanaman *Salvinia Molesta* yang dikontakkan pada limbah penurunan kadar pencemar limbahnya semakin baik. Penurunan terbesar yaitu terdapat pada jumlah *mixing* tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dengan perbandingan SM50: EC250 yaitu 63,49 mg/L yang awalnya konsentrasi COD limbah yaitu 740,573 mg/L.

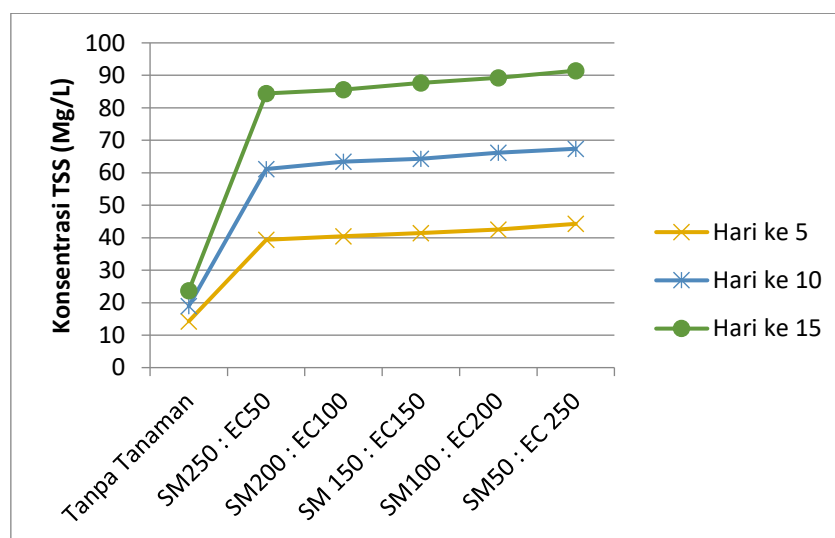
Efisiensi Tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* Terhadap Penurunan Nilai TSS

Efisiensi tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* terhadap penurunan nilai TSS menunjukkan seberapa besar kemampuan tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dalam menurunkan kadar pencemar suatu limbah. Semakin tinggi nilai efisiensi artinya tanaman tersebut mampu menurunkan kadar pencemar dari suatu limbah. Berikut ini dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat hubungan nilai efisiensi terhadap penurunan kadar TSS suatu limbah oleh tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes*.



Gambar 11. Hubungan antara efisiensi terhadap waktu kontak

Pada tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* terjadi peningkatan efisiensi tanaman seiring dengan lamanya waktu kontak dari tanaman dengan limbah. Efisiensi ini juga menunjukkan efektifitas kemampuan tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* baik dalam menurunkan kadar pencemar suatu limbah terbukti dengan peningkatan efisiensi. Nilai efisiensi yang tinggi menggambarkan hasil bahwa suatu tanaman tersebut efektif dalam menurunkan kadar pencemar suatu limbah. Nilai efisiensi tertinggi pada hari ke-15 dengan jumlah *mixing* tanaman SM50:EC250 yaitu dengan nilai 91,43%.

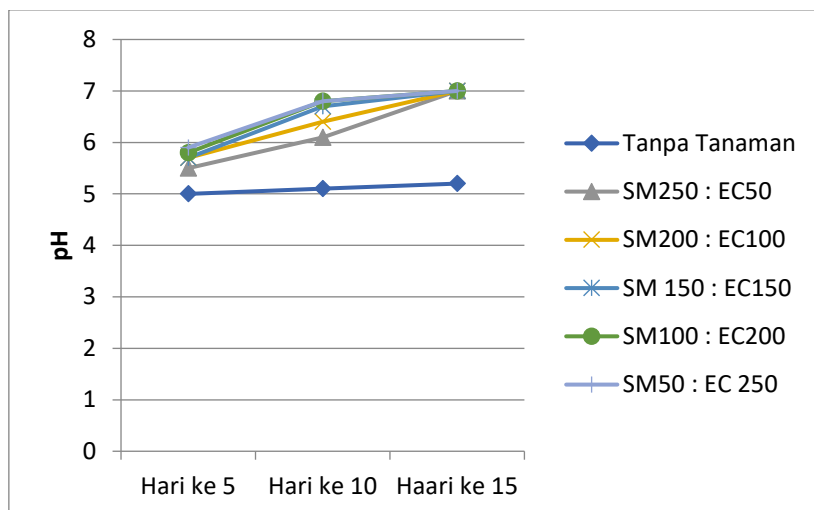


Gambar 12. Hubungan Nilai Efisiensi dengan Jumlah Tanaman

Semakin lama waktu kontak dan banyaknya tanaman *Eichhornia Crassipes* daripada tanaman *Salvinia Molesta* yang digunakan pada percobaan yang dilakukan menyebabkan peningkatan nilai efisiensi dari pengurangan kadar organik limbah oleh tanaman semakin baik. Variasi jumlah *mixing* tanaman terbaik yaitu pada perbandingan SM50:EC250 mampu meningkatkan nilai efisiensi yaitu mencapai 91,43% Begitu juga sebaliknya tanpa menggunakan tanaman nilai efisiensi tanaman hanya 23,68% artinya efisiensi rendah.

Hasil Uji pH

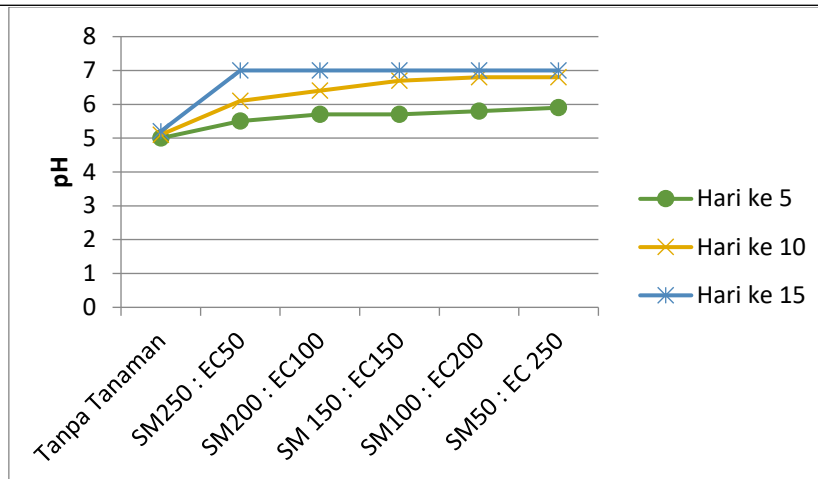
Analisa pH bertujuan untuk mengetahui kondisi keasaman air limbah pada tiap reaktor. pH diamati sebagai parameter pendukung dalam penelitian ini. Analisa pH dilakukan setiap hari selama 15 hari. Data pH dapat dilihat pada Tabel pH Dalam penelitian ini derajat keasaman atau pH digunakan sebagai parameter pendukung yang diamati setiap pengambilan sampel.



Gambar 13. Hubungan Nilai pH dengan waktu kontak

Nilai pH air limbah cenderung meningkat. Semakin lama waktu kontak, pH masing-masing reaktor menuju ke arah netral yaitu berada pada pH 7. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengolahan air limbah dapat mempengaruhi nilai pH air yang diolah menjadi lebih netral. Perubahan nilai pH tersebut 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 [10].

Nilai pH menunjukkan konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- pada limbah. Semakin tinggi ion H^+ menandakan bahwa limbah tersebut bersifat basa. Perubahan nilai pH ini disebabkan adanya proses fotosintesis karena pH berkaitan dengan nilai karbondioksida (CO_2) karena nilai pH ini disebabkan karena tumbuhan mengeluarkan CO_2 sebagai hasil samping respirasi saat malam hari yang menyebabkan berkurangnya ion H^+ sehingga kondisi air limbah lebih bersifat basa. Semakin lama konsentrasi BOD, COD, dan TSS semakin menurun dan mendekati stabil, maka pH menjadi turun dan mendekati netral. Kenaikan pH disebabkan adanya proses fotosintesis, denitrifikasi, pemecahan nitrogen organik dan reduksi sulfat [11].



Gambar 14. Hubungan Nilai pH dengan jumlah tanaman

Pengaruh variasi jumlah *mixing* tanaman terhadap nilai pH. Hasil penelitian menunjukkan nilai pH cenderung naik seiring dengan lamanya waktu kontak tanaman pada limbah. Nilai pH yang berubah disebabkan karena adanya aktifitas penyerapan nutrisi oleh tumbuhan. 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.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan adalah tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* mampu menurunkan nilai BOD hingga 41 mg/L yang awalnya nilai BOD 720 mg/L, nilai COD hingga 104 mg/L yang awalnya nilai COD 1936 mg/L, nilai TSS hingga 63,49 mg/L yang awalnya nilai TSS 740,573 mg/L setelah pengenceran optimum 40% sudah memenuhi baku mutu sesuai PermenLH No 5 tahun 2014. Tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* efektif menurunkan kadar pencemar limbah mencapai nilai efisiensi 94,31% untuk BOD, 94,63% untuk COD, dan 91,43% untuk TSS. Tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* optimum menurunkan kadar pencemar limbah seperti BOD, COD, dan TSS pada jumlah *mixing* tanaman SM50 : EC250 dan waktu kontak hari ke-15.

REFERENSI

- [1] Sataresmi. 2002. *Kandungan Amoniak Bebas dalam Limbah Cair Tahu*. Tugas Akhir dan Perencanaan Jurusan Teknik Lingkungan. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [2] Evasari. (2012). *Penurunan BOD, COD, dan Zat Warna Limbah Pencelupan dengan Fitoekestaksi Menggunakan Kiambang (Salvinia natans)*. Jurnal Bumi Lestari, Volume 16 No 1, hlm. 11-15.
- [3] Elystia, et al (2014). *Pengembangan Fitoremediasi untuk Meningkatkan Kualitas Air Limbah Hasil Pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah Sawit*, Volume 8 Nomor 1, 56-61.

-
- [4] Puspanti, Ani. (2013). *Kemampuan Tumbuhan Kayu Apu (Pistia statiotes L.) dalam menurunkan kadar pencemar BOD*. Jurnal Teknik Lingkungan, Volume 8 Nomor 4. Jakdud Press.
- [5] Al'Amin, Z. A. (2018). *Kemampuan Tanaman Kiambang (Salvinia molesta) Dalam Menurunkan Kadar Biological Oxygen Demand (BOD) pada Limbah Cair Industri Tahu (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Semarang)*.
- [6] Antonio, et Al. (2013). *Fitoremediasi Pengolaham Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Memanfaatkan Eceng Gondok*. Jurnal Teknik Lingkungan, Vol.6 No.3.
- [7] Asela, E. (2016). *Keefektifan Metode Fitoremdiasi dengan Pemanfaatan Tanaman Eceng Gondok untuk Menurunkan Kadar Amoniak dengan Limbah Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta*. Naskah Publikasi.
- [8] Zardyanti, Nurandani dan Suparni Setyowati Rahayu. 2008. *Fitoremediasi Pospat dengan memanfaatkan tanaman eceng gondok*. Jurnal Presipitasi, Vol 2 No1.
- [9] Pulungan, Gori. (2017). *Kemampuan Tumbuhan Kayu Apu (Pistia statiotes L.) dalam Menyisihkan Kromium Total (Cr-T) dan COD Limbah Elektroplating*. Jurnal Teknik Lingkungan, Volume 5 Nomor 4.
- [10] Irvan, et al (2012). *Bioteknologi Lingkungan. Bandung: Penerbit Alfabeta. Febrion, C. d. Kinetika Penyisihan Senyawa Organik dalam Pengolahan Limbah cair industri minyak sawit menggunakan Bioreaktor Trickling Filter*. ENVIROSAN, Vol. 1 Nomor. 2.
- [11] Relf, Frans. (1996). *Pengaruh Variasi Rasio Waktu Reaksi terhadap Waktu Stabilisasi pada Penyisihan Senyawa Organik dari Air Buangan Pabrik Minyak Kelapa Sawit dengan Sequencing Batch Reactor Aerob*.