

## Pengaruh Waktu Tinggal Kadar COD, BOD, TSS dan Amonia Pada Limbah Cair Industri Tekstil dengan Metode *Constructed Wetland* Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*)

Dinda Fatimah Azzahra, Cintiya Septa Hasannah

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik

Universitas Singaperbangsa Karawang

dindaftmhazzhra@gmail.com , cintiya.septa@ft.unsika.ac.id

### ABSTRACT

*Textile waste has damaged the environment with various very high pollutants, such as high dissolved solids, COD, BOD, TSS and Ammonia. The high pollutant load in textile waste causes damage to aquatic ecosystems and affects human health if not managed properly. Constructed wetland is one of the efficient, effective and appropriate liquid waste treatment technologies because it uses a variety of vegetation. The study of the constructed wetland system using water jasmine plants (*Echinodorus palaefolius*) aims to reduce COD, BOD, TSS and Ammonia pollutants as an effect of detention time variations. Detention time includes 3,5,7 days. The results of the study showed that COD, BOD, TSS and Ammonia levels were affected by detention time. The efficiency of reducing COD levels on days 3, 5, and 7 was 58.38%, 54.30% and 55.45% respectively with concentrations of 397 mg/L, 430 mg/L and 425 mg/L. At BOD levels of 5.12%, 9.40% and 47.69% with concentrations of 111 mg/L, 106 mg/L and 61.2 mg/L. At TSS levels of 54.96%, 60.30% and 63.35% with concentrations of 59 mg/L, 52 mg/L and 48 mg/L. At Ammonia levels of 49.30%, 49.65% and 56.25% with concentrations of 1.46 mg/L, 1.45 mg/L and 1.26 mg/L. The results of textile wastewater quality standards are in accordance with the Minister of Environment Regulation No. 5 of 2014.*

**Keywords:** *Textile liquid waste, water jasmine, constructed wetland*

### ABSTRAK

Limah tekstil telah merusak lingkungan dengan berbagai bahan pencemar yang sangat tinggi, seperti tingginya padatan terlarut, COD, BOD, TSS dan Amonia. Tingginya beban pencemar dalam limbah tekstil menyebabkan kerusakan ekosistem perairan dan mempengaruhi kesehatan manusia jika tidak dikelola dengan baik. Lahan basah buatan merupakan salah satu teknologi pengolahan limbah cair yang efisien, efektif, dan tepat guna karena menggunakan keanekaragaman vegetasi. Penelitian sistem lahan basah yang dibangun menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) bertujuan untuk menurunkan pencemar COD, BOD, TSS dan Amonia sebagai pengaruh variasi waktu detensi. Waktu detensi meliputi 3,5,7 hari. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa kadar COD, BOD, TSS dan Amonia dipengaruhi oleh detensi waktu. Efisiensi penurunan kadar COD berturut-turut pada hari ke 3, 5, dan 7 yaitu 58,38%, 54,30% dan 55,45% dengan konsentrasi 397 mg/L, 430 mg/L dan 425 mg/L. Pada kadar BOD yaitu 5,12%, 9,40% dan 47,69% dengan konsentrasi 111 mg/L, 106 mg/L dan 61,2 mg/L. Pada kadar TSS yaitu 54,96%, 60,30% dan 63,35% dengan konsentrasi 59 mg/L, 52 mg/L dan 48 mg/L. Pada kadar Amonia yaitu 49,30%, 49,65% dan 56,25% dengan konsentrasi 1,46 mg/L, 1,45 mg/L dan 1,26 mg/L. Hasil baku mutu limbah cair tekstil sesuai peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014.

**Kata kunci:** Limbah cair tekstil, melati air, *constructed wetland*

## PENDAHULUAN

Industri tekstil merupakan salah satu sektor industri yang berkembang pesat, perkembangannya sering kali diiringi oleh peningkatan limbah cair. Dengan semakin meningkatnya pembuangan limbah cair tekstil yang akan mengakibatkan timbulnya masalah pencemaran lingkungan perairan menjadi semakin serius. Perkembangan dan kemajuan di bidang industri tersebut akan mempengaruhi limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil, baik dari segi kuantitas maupun kualitas limbah. Namun, kemajuan di bidang industri ini tidak diiringi dengan kesadaran yang memadai dalam pengelolaan lingkungan sebagai dampak kemajuan industri tersebut. Limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil akan mempunyai risiko sebagai penyebab pencemaran lingkungan, dan saat ini pencemaran lingkungan yang berakhir dengan kerusakan lingkungan menjadi suatu masalah utama dalam lingkungan, terutama bagi manusia. Limbah industri tekstil, khususnya limbah cair memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap pencemaran air yang sangat buruk. Hal ini merupakan suatu kondisi yang memiliki risiko tinggi, karena pencemaran pada air dapat menjadi sumber utama terjadinya kontak manusia dengan senyawa kimia beracun.

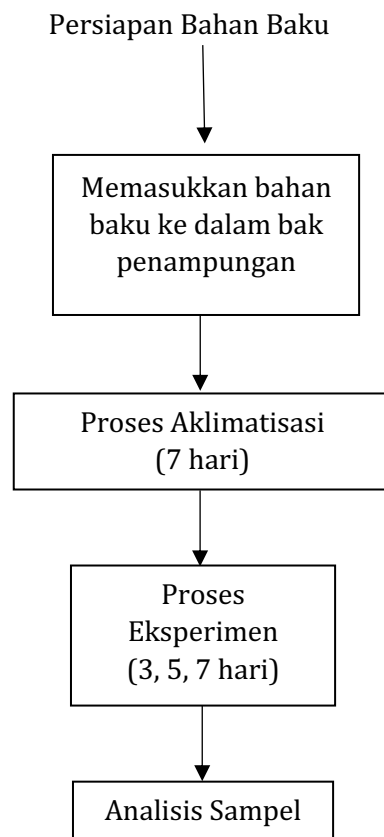
Pencemaran tersebut tidak hanya merusak lingkungan, tetapi bagi makhluk hidup juga yang ada di perairan. Limbah cair industri tekstil yang dihasilkan dari proses pengkajian, proses penghilangan kanji, pengelantangan, pemasakan, merserisasi, pewarnaan, pencetakan dan proses penyempurnaan menghasilkan limbah cair berwarna yang dapat mempengaruhi secara fisik, kimia, maupun biologi. Air yang telah tercemar tidak dapat dimanfaatkan lagi untuk keperluan sehari-hari, karena yang dihasilkan oleh limbah tekstil telah merusak lingkungan dengan berbagai bahan pencemar yang sangat tinggi, seperti tingginya COD, BOD, TSS dan Amonia. Tingginya beban pencemar dalam limbah tekstil menimbulkan kerusakan ekosistem perairan dan mempengaruhi kesehatan manusia jika tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, perlu adanya metode pengolahan limbah efektif dan berkelanjutan untuk mengurangi dampak negatifnya. Dalam upaya mengatasi permasalahan ini, *Constructed Wetland* menjadi salah satu metode yang menarik perhatian sebagai solusi pengelolaan limbah cair.

*Constructed Wetland* merupakan teknologi alternatif yang dapat digunakan untuk mengolah limbah cair industri tekstil ini dengan sistem lahan basah buatan. Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*) merupakan sistem yang memanfaatkan media seperti lahan rawa, dengan air yang berasal dari air limbah dan ditumbuhi vegetasi air yang berfungsi sebagai pereduksi bahan pencemar yang terdapat dalam limbah. *Constructed Wetland* sangat cocok digunakan sebagai pengolahan limbah di negara berkembang karena teknologi pengolahan yang memiliki efisiensi dari segi biaya, hasil, dan ramah lingkungan untuk memediasi limbah yang mengandung COD, BOD, TSS dan Amonia.

Pada penelitian sebelumnya memiliki tujuan untuk melihat efisiensi penyisihan parameter BOD, COD, TSS dan Warna air limbah industri pencelupan kain menggunakan metode *constructed wetland*. Menurut I Gede Herry Purnama (2018) penggunaan tanaman Eceng Gondok dapat menurunkan kadar BOD sebanyak 24,57%, COD sebanyak 33,29%, TSS sebanyak 32,24% dan warna 19,06%. Akan tetapi penggunaan tanaman Eceng Gondok masih memiliki efisiensi yang terbilang cukup rendah. Namun demikian, masih diperlukan berbagai penelitian untuk meningkatkan efektivitas dari sistem *constructed wetland* sehingga dapat memberikan penentuan alternatif pengolahan limbah. Oleh karena itu pada penelitian ini akan melakukan kebaruan dengan menggunakan tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang. Waktu Pelaksanaan kegiatan dimulai Juli 2023 hingga Agustus 2023. Prosedur Penelitian pada proses pengolahan limbah cair tekstil dalam penelitian ini terdapat beberapa proses diantaranya proses aklimatisasi, tahap eksperimen, dan dilanjutkan dengan analisis sampel penelitian.



**Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Sampel Penelitian**

## Proses Aklimatisasi

Tahap proses aklimatisasi tanaman melati air dilakukan dengan tujuan agar tanaman bisa beradaptasi dengan air limbah dan media tanam yang baru. Selanjutnya tanaman dicuci dan dilakukan aklimatisasi selama 7 hari dengan kriteria 1 hari menggunakan air bersih, 2 hari menggunakan 25% air limbah, 2 hari menggunakan 50% air limbah, dan 2 hari menggunakan 100% air limbah. Tanda proses aklimatisasi telah berlangsung adalah dengan adanya perubahan morfologi pada daun, batang, dan akar. Adapun pH dan suhu optimum untuk pertumbuhan tanaman melati air adalah pH 4,5-7 dengan rentang suhu antara 25-35°C (Setiyanto et al.,2016).

## Tahap Eksperimen

Selanjutnya proses ini bak penampung diisi kembali dengan air limbah sebanyak 10 liter secara bertahap. Eksperimen dilakukan dengan memvariasikan waktu detensi. Waktu detensi limbah cair tekstil dalam *constructed wetlands* meliputi 3, 5, 7 hari. Pengamatan dilakukan untuk melihat pengaruh BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), dan Amonia sebagai parameter pencemar yang terkandung dalam limbah cair industri tekstil. Sampel pertama, kedua dan ketiga diambil pada outlet bak penampungan secara bertahap sesuai dengan detensi waktu sebanyak 1 liter untuk diuji.

## Analisis Sampel

Sampel tersebut kemudian dibawa ke Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Karawang untuk dilakukan pengujian COD, BOD, TSS dan Amonia. Teknik analisa data yang digunakan adalah analisis deskriptif kuantitatif. Data hasil uji yang telah didapatkan akan disajikan dalam metode grafik dan tabel untuk melihat efisiensi penurunannya. Untuk penentuan tingkat kinerja dari *constructed wetland* dalam menurunkan konsentrasi COD, BOD, TSS dan Amonia dihitung dengan persamaan yaitu :

$$Efisiensi (100\%) = \frac{Co-Ce}{Co} \times 100\%$$

Dimana :

Co = Konsentrasi awal (Mg/L)

Ce = Konsentrasi akhir (Mg/L)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Limbah Cair Industri Tekstil

Penelitian ini dilakukan pengolahan limbah tekstil menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus Palaefolius*) dengan variasi detensi waktu 3, 5, dan 7 hari. Limbah yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah cair tekstil hasil dari pewarnaan kain selama berkali-kali yang mempunyai karakter fisik air berwarna hitam pekat dan sedikit berbau yang merupakan campuran dari berbagai zat

pewarna. Pengujian karakteristik awal air limbah perlu dilakukan yang bertujuan untuk mengetahui konsentrasi atau kadar awal COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*) dan Amonia (NH<sub>3</sub>). Berikut merupakan hasil pengujian karakteristik awal air limbah tekstil ditunjukkan pada tabel 4.1 dengan nilai baku mutu air limbah untuk industri tekstil mengacu kepada Permen LH No.16 Tahun 2019.

**Tabel 1 Karakteristik Air Limbah Tekstil**

No	Parameter	Satuan	Nilai Ambang Batas	Hasil
1	Suhu	°C	-	27,2
2	pH	-	6-9	8,5
3	BOD	mg/L	60	117
4	COD	mg/L	150	954
5	TSS	mg/L	50	131
6	Amonia Total	mg/L	8,0	2,88

Tingginya konsentrasi BOD dan COD juga menunjukkan tingginya aktivitas mikroorganisme dalam limbah cair tekstil sehingga akan menurunkan jumlah oksigen terlarut dalam air. Konsentrasi TSS dan Amonia yang tinggi juga akan menyebabkan limbah cair tekstil sangat keruh dan berbau.

Berikut hasil uji setelah diolah dengan detensi waktu yang sudah ditentukan.

**Tabel 2. Hasil Uji Hari ke-3**

No	Parameter	Satuan	Nilai Ambang Batas	Hasil
1	BOD	mg/L	60	111
2	COD	mg/L	150	397
3	TSS	mg/L	50	59
4	Amonia Total	mg/L	8,0	1,46

**Tabel 3. Hasil Uji Hari ke-5**

No	Parameter	Satuan	Nilai Ambang Batas	Hasil
1	BOD	mg/L	60	106
2	COD	mg/L	150	436
3	TSS	mg/L	50	52
4	Amonia Total	mg/L	8,0	1,45

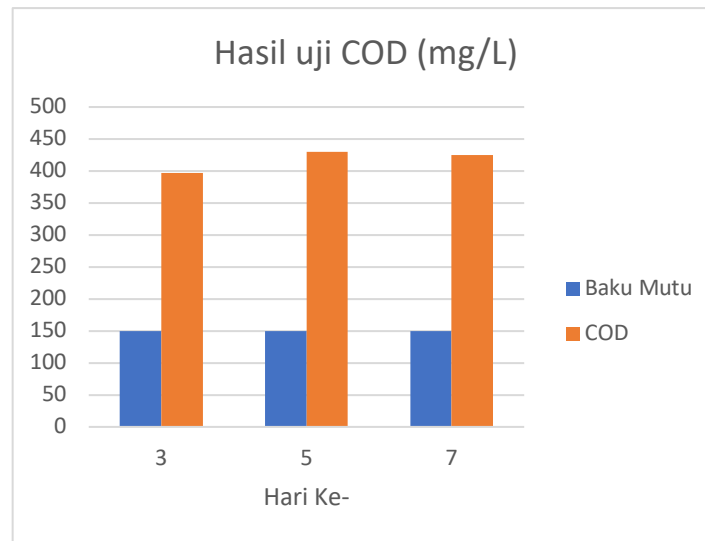
**Tabel 4. Hasil Uji Hari ke-7**

No	Parameter	Satuan	Nilai Ambang Batas	Hasil
1	BOD	mg/L	60	61,2
2	COD	mg/L	150	425
3	TSS	mg/L	50	48

4	Amonia Total	mg/L	8,0	1,26
---	--------------	------	-----	------

## Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Kadar COD

Pengaruh waktu tinggal terhadap kadar COD limbah cair tekstil sesudah diolah dengan tanaman melati air terhadap waktu masing-masing. Kadar COD limbah cair tekstil sangat tinggi melebihi baku mutu PerMen LH No.16 Tahun 2019. Adapun hasil uji pengukuran COD dapat dilihat pada Gambar 2.

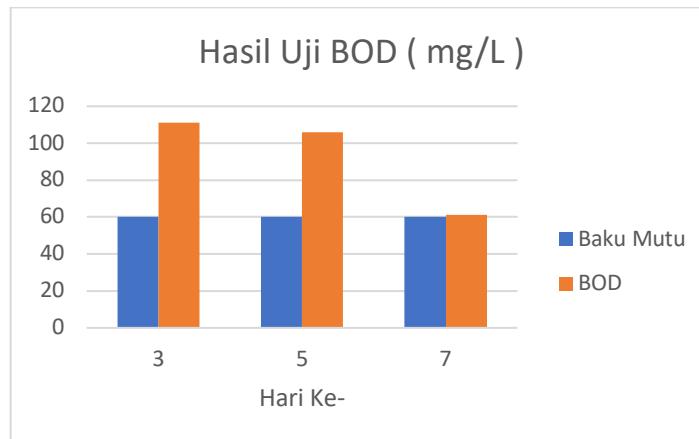


**Gambar 2. Nilai Pengujian COD**

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai kadar COD limbah cair tekstil yang diolah dengan *constructed wetland* mengalami penurunan pada hari ke 3 yaitu 397 mg/L. Nilai COD yang cenderung turun ini mengalami kenaikan pada hari ke 5 yaitu 436 mg/L dan hari ke 7 yaitu 425 mg/L. Penurunan COD yang tidak signifikan masih berada di atas baku mutu air sehingga kadar COD masih dianggap tinggi dan belum optimum. Penurunan kadar COD terjadi karena adanya mikroorganisme *rhizosfer* yang dapat mendegradasi senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga mudah diserap oleh akar tanaman untuk proses metabolisme (Windyanti dkk., 2020). Selain itu, semakin lama masa tinggal, semakin baik interaksi biologis antara limbah dan tanaman melati air, dimana bakteri yang ditemukan di akar tanaman mengikat oksigen dalam air limbah dan menguraikan kontaminan dalam air limbah, sehingga menurunkan nilai parameter COD (Riyanti dkk., 2019).

## Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Kadar BOD

Pengaruh waktu tinggal terhadap kadar BOD limbah cair tekstil sesudah diolah dengan tanaman melati air terhadap waktu masing-masing dapat dilihat pada Gambar 4.3. Kadar BOD limbah cair tekstil sangat tinggi melebihi baku mutu PerMen LH No.16 Tahun 2019.



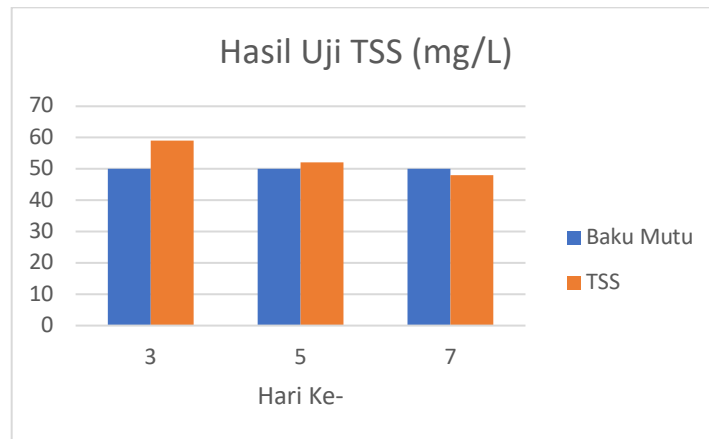
**Gambar 3. Nilai Pengujian BOD**

Gambar 3 menunjukkan hasil penurunan nilai BOD limbah cair tekstil, kadar BOD mulai menurun setelah diolah di bak *Constructed Wetland* terlihat bahwa waktu detensi berpengaruh pada penurunan kadar BOD. Semakin lama waktu detensi, maka semakin rendah kadar BOD pada hari ke 3 dan ke 5 terlihat masih berada di atas baku mutu yaitu 111 mg/L dan 106 mg/L. Namun pada hari ke 7 mengalami penurunan yaitu 61,2 mg/L hampir mendekati dengan nilai baku mutu air. Terjadinya penurunan kadar BOD dari air limbah yang diolah dengan *Constructed Wetland* disebabkan karena akar tanaman melati air dapat menyerap bahan organik yang terkandung dalam air limbah sehingga oksigen dalam air limbah meningkat sebagai hasil dari fotosintesis. Semakin tinggi kandungan bahan organik maka semakin banyak oksigen yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik tersebut. Jika kontaminan organik dalam air limbah telah terdegradasi, maka jumlah oksigen yang diperlukan juga lebih sedikit sehingga konsentrasi BOD menjadi berkurang (Al Muhdhar et.,al 2020).

Hasil penelitian ini menunjukkan kadar nilai BOD terjadi penurunan walaupun masih dibawah standar baku mutu air industri tekstil.

### **Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Kadar TSS**

Pengaruh waktu tinggal terhadap kadar TSS limbah cair tekstil sesudah diolah dengan tanaman melati air terhadap waktu masing-masing dapat dilihat pada Gambar 4 Kadar TSS air limbah tekstil menyatakan banyaknya zat padat tersuspensi dalam air limbah tekstil berupa partikel yang tidak terlarut yang berasal dari proses pengkajian, proses penghilangan kanji, pengelantangan, pemasakan, merserisasi, dan pewarnaan. Padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan inorganik terdiri dari partikel-partikel yang ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan sedimen.

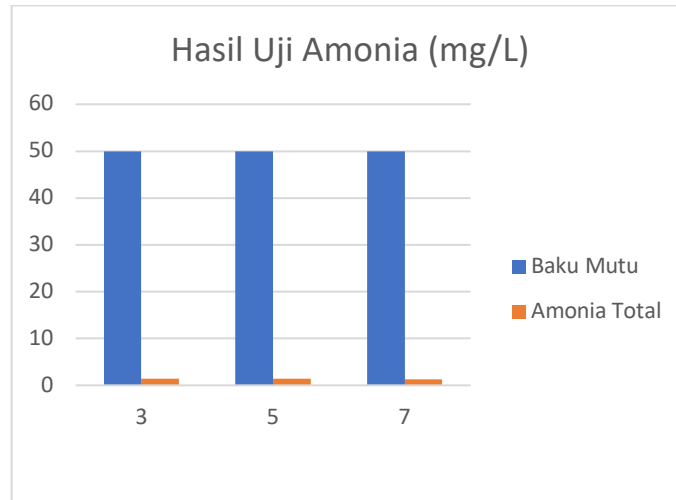


**Gambar 4. Nilai Pengujian TSS**

Gambar 4 menunjukkan hasil penurunan nilai TSS limbah cair tekstil pada *Constructed Wetland* dengan tanaman melati air terlihat bahwa penurunan TSS dipengaruhi oleh lamanya waktu detensi. Hasil kadar TSS yang semakin menurun seiring bertambahnya waktu detensi yaitu pada hari ke 3 dari 59 mg/L menjadi 52 mg/L pada hari ke 5. Selanjutnya untuk hari ke 7 mengalami penurunan kembali menjadi 48 mg/L. Dapat disimpulkan bahwa semakin bertambah hari air limbah yang diuji semakin turun nilai konsentrasinya sesuai dengan baku mutu air limbah. Menurut Alwi (2022), TSS mengalami penurunan karena adanya proses filtrasi, adsorpsi dan pengendapan oleh tanaman. Zat organik akan tersaring akar tanaman dan padatan akan terakumulasi pada akar tanaman sehingga dapat menurunkan kadar TSS.

### **Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Kadar Amonia**

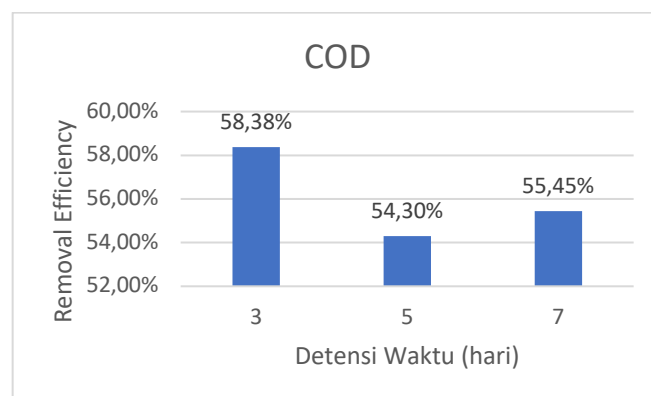
Pengaruh waktu tinggal terhadap kadar Amonia limbah cair tekstil sesudah diolah dengan tanaman melati air terhadap waktu masing-masing dapat dilihat pada Gambar 4.5. Kadar Amonia limbah cair tekstil sudah dibawah baku mutu PerMen LH No.16 Tahun 2019.



**Gambar 5. Nilai Pengujian Amonia**

Hasil pengujian kadar Amonia pada air limbah tekstil terlihat pada Gambar 5 menunjukkan penurunan nilai Amonia limbah cair tekstil, kadar Amonia menurun setelah diolah di bak *Constructed Wetland* terlihat bahwa waktu detensi berpengaruh pada penurunan kadar Amonia. Hasil pada hari ke 3 dan ke 5 yaitu 1,46 mg/L dan 1,45 mg/L kemudian hari ke 7 yaitu 1,26 mg/L menunjukkan hasil penurunan kadar amonia yang cukup signifikan karena semakin hari semakin turun sesuai dengan baku mutu air limbah. Menurut Masturah dkk (2014), proses penyerapan senyawa organik akan semakin maksimal jika masa tinggal tumbuhan lebih lama di dalam bak penampungan. Penurunan kadar amonia yang lebih besar terjadi karena dipengaruhi oleh volatilisasi kadar amonia tersebut. Serta karena adanya peran amonifikasi dan imobilisasi mikroorganisme (Ratnawati dan Talarima, 2017).

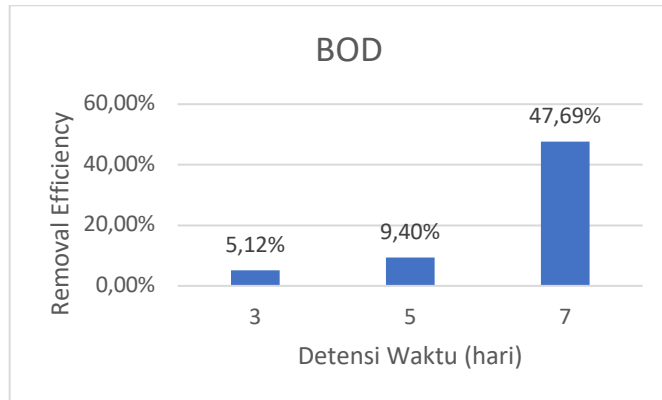
### Efisiensi Penurunan Kadar COD



**Gambar 6. Persentase Penurunan COD**

Berdasarkan Gambar 6 persentase penurunan COD (*Chemical Oxygen Demand*) hari ke 3 menghasilkan tertinggi yaitu 58,38%. Sedangkan hari ke 5 menghasilkan 54,30% dan hari ke 7 yaitu 55,45%

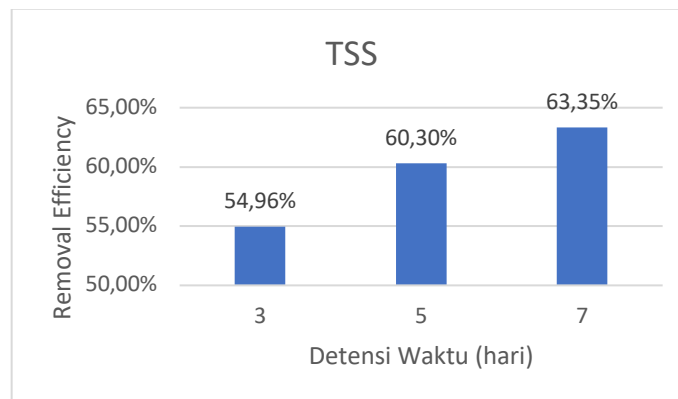
### Efisiensi Penurunan Kadar BOD



**Gambar 7. Persentase Penurunan BOD**

Berdasarkan Gambar 7 persentase penurunan BOD (*Biological Oxygen Demand*) hari ke 3 menghasilkan 5,12%. Sedangkan hari ke 5 menghasilkan 9,40% dan hari ke 7 tertinggi yaitu 47,69%.

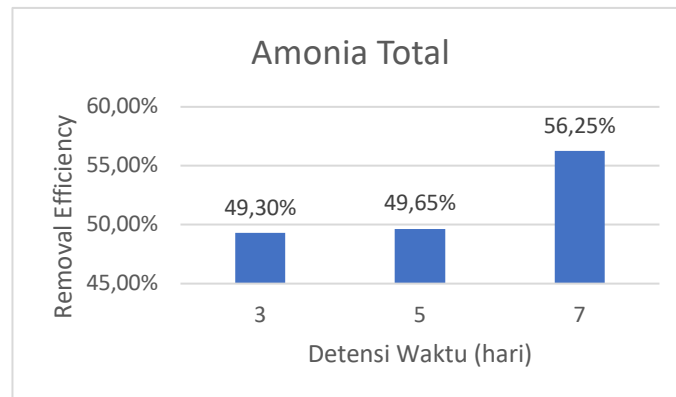
### Efisiensi Penurunan Kadar TSS



**Gambar 8. Persentase Penurunan TSS**

Berdasarkan Gambar 8 persentase penurunan TSS (*Total Suspended Solid*) hari ke 3 menghasilkan 54,96%. Sedangkan hari ke 5 yaitu 60,30% dan hari ke 7 menghasilkan tertinggi 63,35%.

## Efisiensi Penurunan Kadar Amonia



**Gambar 9. Persentase Penurunan Amonia Total**

Berdasarkan Gambar 9 persentase penurunan Amonia Total hari ke 3 menghasilkan 49,30%. Sedangkan hari ke 5 yaitu 49,65% dan hari ke 7 menghasilkan tertinggi 56,25%.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengolahan air limbah tekstil dengan metode *Constructed Wetland* yang menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus Palaefolius*) mampu mengurangi kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) pada hari ke 3, 5 dan 7 sebesar 5,12%, 9,40% dan 47,69%, kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada hari ke 3, 5 dan 7 sebesar 58,38%, 54,30% dan 55,45%, kadar TSS (*Total Suspended Solid*) pada hari ke 3, 5 dan 7 sebesar 54,96%, 60,30% dan 63,35% sedangkan kadar Amonia (NH<sub>3</sub>) pada hari ke 3, 5 dan 7 sebesar 49,30%, 49,65% dan 56,25%.

Sesuai baku mutu yang ditetapkan sebagai acuan yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.16 Tahun 2019 tentang Baku Mutu Air Limbah, untuk kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) sebesar 60 mg/L, kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) 150 mg/L, kadar TSS (*Total Suspended Solid*) 50 mg/L, dan amonia (NH<sub>3</sub>) sebesar 8 mg/L. Dapat disimpulkan bahwa yang dihasilkan dari proses pengolahan air limbah tekstil dengan metode *Constructed Wetland* untuk kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) belum memenuhi baku mutu sehingga perlu diolah dengan teknologi lebih lanjut. Sedangkan amonia (NH<sub>3</sub>) sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat saran yang dapat di berikan dalam penelitian ini yaitu , Parameter BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) yang mempunyai konsentrasi di atas baku mutu harus dilakukan pengolahan lebih lanjut. Dapat menggunakan teknologi, penggunaan tanaman yang lebih efisien untuk mengolah air limbah tekstil tersebut.

Lama waktu penelitian yang terbatas tentunya mempengaruhi hasil yang dilaporkan, tetapi disisi lain penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait kinerja dari *Constructed Wetland*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Muhdhar, M. H. I., Sari, M. S., Indriyanti, D. P., Sueb, & Rahmansyah, M. S. (2020). Phytoremediation Liquid Waste Krebet Sugar Factory Using Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) to Decrease BOD and COD Levels. AIP Conference Proceedings, 2231(1), 1-5. <https://doi.org/10.1063/5.0007273>
- Alwi, D. A. (2022). Unjuk Kerja Hybrid Constructed Wetland Kombinasi Dengan Konsorsium Bakteri Untuk Removal Kandungan Logam, Tss, Dan Warna Pada Air Limbah Tenun.
- Andari, Hanjani Antania. (2010). Penurunan COD dan Warna pada Limbah Industri Tekstil dengan Proses Anaerob-Aerob menggunakan Reaktor UASB dan HUASB. Universitas Diponegoro : Semarang.
- Audina, O., & Rahmadyanti, E. (2019). Kinerja hybrid constructed wetland sebagai upaya pelestarian sumber daya air pada pengolahan limbah cair industri batik di Sidoarjo. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 3(1), 1-8.
- Chandra, Budiman. (2006). Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta. EGC.
- Chequer, F. M. D., de Oliveira, G. A. R., Ferraz, E. R. A., Cardoso, J. C., Zanoni, M. V. B. and de Oliveira, D. P. (2013). Textile Dyes: Dyeing Process and Environmental Impact. In Gunay, M. (ed). *Eco-Friendly Textile Dyeing and Finishing*, InTech. 152-176.
- Effendi, H. (2003). Telaah Kualitas Air. Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Elavania, Novianti. (2016). Penurunan Zat Warna Dari Limbah Cair Industri Tenun Songket Dengan Membran Komposit Polysulfone-Polyamide (PSF-PA) Secara Ultrafiltrasi. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Firmansyah, G. A., & Rahmadyanti, E. (2019). Optimalisasi pengolahan air limbah industri batik menggunakan integrasi biofilter dan constructed wetlands sebagai sumber daya air terbarukan. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 3(1), 1-10.
- Hidayat, M. Fikri. (2014). Penurunan Kandungan Zat Warna pada Limbah Songket Menggunakan Membran Komposit Berbasis Kitosan-PVA Ultrafiltrasi. Laporan Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Kasman, M., Riyanti, A., & Kartikawati, C. E. (2019). Fitoremediasi Logam Aluminium (Al) Pada Lumpur Instalasi Pengolahan Air Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*). *Jurnal Daur Lingkungan*, 2 (1), 7-10.

- Kayombo, S., T.S.A Mbette, dan J.H.Y Katima. (2006). Waste Stabilization Ponds and Constructed Wetlands Design Manual. Prospective College of Engineering and Technology University of Dar es Salaam.
- Koesputri, A. S., Nurjazuli, N., & Dangiran, H. L. (2016). Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) Dengan Sistem Subsurface Flow Wetlands Terhadap Penurunan Kadar Bod, Cod Dan Fosfat Dalam Limbah Cair Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (eJournal)*, 4 (4), 771-778.
- Mahdiya, N., Finansia, C., Purnamaningsih, N., Rysmawaty, I., & Setyawaty, D. C. N. (2021). Pengolahan Limbah Cair Industri dengan Metode Constructed Wetland Menggunakan Tanaman *Echinodorus Radicans* di Kota Yogyakarta. *Jurnal Jarlit*, 17.
- Masturah, A., Darmayanti, L., & Lilis, Y. (2014). Pengolahan Air Limbah Domestik menggunakan Tanaman *Alisma Plantago* dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetland), 1 (1), 1-11.
- Metcalf dan Eddy. (2003). *Wastewater Engineering : Treatment and Reuse*, Fourth Edition, International Edition. McGraw-Hill: New York.
- Purnama, I. G. H., & Dwipayanti, N. M. U. (2018). STUDI PENURUNAN KANDUNGAN BOD55, COD, TSS, DAN WARNA PADA AIR LIMBAH INDUSTRI PENCELUPAN KAIN MENGGUNAKAN METODE LAHAN BASAH BUATAN (CONSTRUCTED WETLAND). *Simbiosis*, 6(2), 65-70.
- Ratnawati, R., & Talarima, A. (2017). Subsurface (SSF) Constructed Wetland untuk Pengolahan Air Limbah Laundry. *Teknik Waktu*, 15 (2), 1-6.
- Risnawati, Damanhuri. (2009). Penyisihan Logam Pada Lindi Menggunakan Constructed Wetland. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- 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), 16–20. <https://doi.org/10.33087/daurling.v2i1.19>
- Sasono, E., & Asmara, P. (2013). Penurunan Kadar Bod Dan Cod Air Limbah Upt Puskesmas Janti Kota Malang Dengan Metode Constructed Wetland. *Waktu*, 11 (1), 60-70.
- Sudinno, D., Jubaedah, I., & Anas, P. (2015). Kualitas Air dan Komunitas Plankton Pada Tambak Pesisir Kabupaten Subang Jawa Barat. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan*, 9(1), 13–28. <https://doi.org/10.33378/jppik.v9i1.55>
- Suriawiria, U. (1993). *Mikrobiologi Air*. Bandung: Penerbit Alumni.

# *Reslaj: Religion Education Social Laa Roiba Journal*

Volume 6 Nomor 12 (2024) 5574 – 5587 P-ISSN 2656-274x E-ISSN 2656-4691  
DOI: 10.47476/reslaj.v6i12.4685

Suswati, Anna Catharina Sri Purna dan Gunawan Wibisono. (2013). Pengolahan Limbah Domestik Dengan Teknologi Taman Tanaman Air (Constructed Wetlands). *Indonesian Green Technology Journal* Vol. 2 No. 2.

Tangahu, B.V. dan Warmadewanthi, I.D.A.A., (2001). Pengolahan Limbah Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (*Typha angustifolia*) dalam Sistem Constructed Wetland. *Jurnal Purifikasi*, Volume 3. No.3: 127-132.

Umaly, R.C. dan Ma L.A. Cuvin. (1988). *Limnology: Laboratory and field guide, Physico-chemical factors, Biological factors*. National Book Store, Inc. Publishers. Metro Manila. 322 p.

Windyanti, N., Rahayu, U., & Hermiyanti, P. (2020). Pemanfaatan Tanaman Melati Air Untuk Menurunkan Kandungan BOD dan COD Limbah Cair Perusahaan Karton di Pasuruan. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan*, 2(1), 1–6

Yuwono, Triwibowo. (2010). *Biologi Molekule*. Jakarta: Erlangga.