

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI BENANG MENGUNAKAN KOMBINASI FILTRASI MEDIA BIOCHAR DAN *CONSTRUCTED WETLANDS*

Nurma Sytoh dan Novirina Hendrasarie

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: novirina@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Pengolahan limbah cair sistem filtrasi dan sistem *Constructed Wetlands* telah banyak digunakan dengan pemanfaatan bahan alami untuk mereduksi kandungan limbah serta memiliki nilai estetika menjadi daya tarik tersendiri dari penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas dari media penyaring berupa Biochar sekam dan Antrasit serta jenis tanaman (*Zantedeschia aethiopica* dan *Epipremnum aureum*) yang digunakan pada system *Constructed Wetlands*. Parameter utama yang digunakan adalah COD, TSS, Amonia, dan warna. Reactor *wetlands* memiliki waktu tinggal mulai dari 3 hari, 6 hari, 9 hari, 12 hari hingga 15 hari. Waktu tinggal limbah proses filtrasi selama 5 jam. Filtrasi terbaik menggunakan media penyaring Antrasit memiliki efisiensi penyisihan COD, TSS, Amonia, Warna berturut-turu sebesar 40,86%; 31,71%; 15,8%; 9,78%. Sistem *Constructed Wetlands* terbaik, ada pada reactor berisi tanaman *Epipremnum aureum* inlet dari effluent filtrasi antrasit yang memiliki efisiensi penyisihan parameter COD, TSS, Amonia, dan warna sebesar 77,4%; 86,43%; 91,38%; 97,7%.

Kata kunci: *Constructed Wetlands*, *Zantedeschia aethiopica*, *Epipremnum aureum*, Air Limbah Pewarnaan Benang

ABSTRACT

Processing wastewater filtration systems and Constructed Wetlands systems have been widely used with the use of natural materials to reduce waste content and have aesthetic value which is the main attraction of this research. This study aims to determine the effectiveness of the filter media in the form of biochar husk and anthracite and the types of plants (Zantedeschia aethiopica and Epipremnum aureum) used in the Constructed Wetlands. The main parameters used are COD, TSS, Ammonia, and color. Reactor wetlands have residence times ranging from 3 days, 6 days, 9 days, 12 days to 15 days. The residence time of the waste filtration process is 5 hours. The best filtration using anthracite filter media has an efficiency of removal of COD, TSS, Ammonia, Color of 40.86%, respectively; 31.71%; 15.8%; 9.78%. The best Constructed Wetlands system is in a reactor containing an Epipremnum aureum inlet plant from anthracite filtration effluent which has an efficiency of removing COD, TSS, Ammonia, and color parameters of 77.4%; 86.43%; 91.38%; 97.7%.

Keywords: *Constructed Wetlands*, *Zantedeschia aethiopica*, *Epipremnum aureum*, Yarn Dyeing Wastewater

PENDAHULUAN

Pabrik Benang sebagai sector industry hulu keberadaannya begitu luas. Pada pabrik benang proses produksi yang terjadi meliputi pemintalan, pewarnaan, dan pencucian. Dari semua proses tersebut, setiap proses dapat menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan (Alghaf & Hendrasarie, 2021). Berbagai teknik atau metode pengolahan limbah cair tekstil telah banyak digunakan yaitu koagulasi-flokulasi, adsorpsi (Martina et al., 2018), biofilter (Muzakky et al., 2017), Anaerobic Baffle Reactor, lumpur aktif, bioremediasi, dan ozonisasi (Sitanggang, 2017).

Salah satu alternatif pengolahan limbah cair industri benang adalah Sistem lahan basah (*Constructed Wetlands*) dengan menggunakan vegetasi alami lahan basah yang memanfaatkan beberapa tanaman air. Adapun tanaman air yang bisa digunakan dalam system lahan basah adalah *Scirpus grossus*, *Iris psudacorus* (Tangahu & Ningsih, 2016), Akar Wangi (Astuti et al., 2017), *Typha Latifolia*, dan *Canna Indica* (Maria, 2020). Tanaman *Epipremum aureum* dapat mereduksi fluoride lebih dari 50% (Singh et al., 2019) serta masih banyak lagi tanaman air lainnya.

Constructed Wetlands sangat cocok digunakan sebagai pengolahan limbah di negara berkembang karena penerapannya mudah, memiliki nilai keindahan yang tinggi, dan membutuhkan biaya yang relative murah. Tanaman *Pistia Stratiotes* dapat menyisihkan Kromium paling besar 78% dan menyisihkan COD paling besar 94% pada limbah industry tekstil (Brilian & Muntalif, 2019) Dan untuk tanaman *Typha Latifolia* dapat menyisihkan COD sebesar 91% serta *Canna Indica* dapat menyisihkan COD sebesar 91,4% pada limbah cair industry batik (Maria, 2020).

Biasanya *Constructed Wetlands* digunakan sebagai pengolahan sekunder. Salah satu proses pendahuluan yang dapat diterapkan sebelum diolah ke system *Constructed Wetlands* adalah proses filtrasi dengan menggunakan media alami yang dapat mengurangi beban pencemar sebelum diolah pada system *Constructed Wetlands*. Filtrasi dapat diterapkan untuk meningkatkan

efisiensi pengurangan beban pencemar (Vymazal, 2010).

Terdapat banyak sekali media alami yang dapat digunakan pada proses filtrasi dalam penjernihan air. Salah satu media alami yang bisa digunakan adalah biochar. Sekam padi, tongkol jagung, buah kakao, kulit kemiri, sekam kopi, dan limbah biomassa pertanian lainnya digunakan untuk membuat biochar. (Widiastuti & Lantang, 2017). Biochar memiliki kemampuan dalam menjernihkan air melalui proses filtrasi. Karena biochar tidak tahan cuaca lebih lanjut, dapat digunakan sebagai filter air untuk waktu yang lama. Ketika biochar dibentuk dengan pembakaran di lingkungan rendah oksigen atau tanpa oksigen, menghasilkan tiga zat yang stabil dan kaya karbon: metana, hidrogen, minyak bio, dan biochar (Nelson et al., 2020). Biochar yang berasal dari jerami dilaporkan sebagai pengganti karbon aktif untuk menghilangkan warna biru terang dan Rhodamin B (Gupta et al., 2016).

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan mengangkat teknologi system kombinasi *Constructed Wetlands* dengan tanaman *Zantedeschia aethiopica* dan *Epipremnum aureum* dan filtrasi dengan menggunakan media berupa campuran kerikil, pasir, antrasit, dan biochar dalam mereduksi kandungan COD, TSS, dan Warna, pada limbah industri benang.

METODE PENELITIAN
Karakteristik Awal Limbah

Tabel-1: Karakteristik Awal Limbah Industri Benang

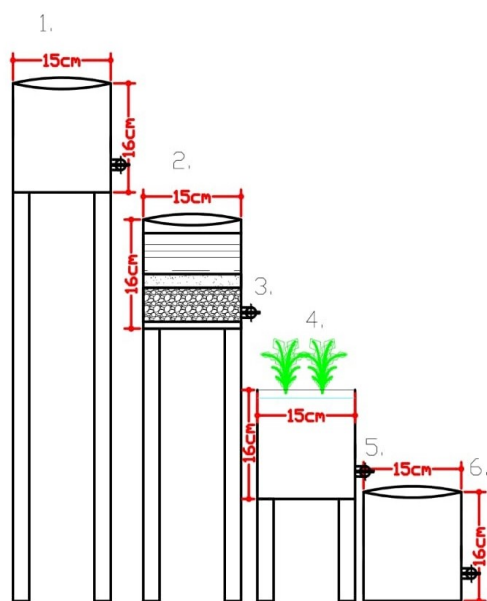
No	Parameter	Hasil Analisa	Nilai Baku Mutu
1	COD (mg/L)	881	150
2	TSS (mg/L)	360	50
3	Amonia (mg/L)	95	8
4	Warna (PtCo)	4147	200
5	pH	11,1	6-9
6	Suhu (°C)	32,2	-

Persiapan Alat dan Bahan

Reaktor yang akan digunakan untuk *constructed wetland* adalah sebuah toples dengan kapasitas 2 L dengan diameter 15cm

dan tinggi 16cm. Pada reactor *constructed wetland* akan ditanami tumbuhan *Calla Lily* dan Sirih Gading yang akan diberi media apung sebagai tempat tumbuh tanaman. Sedangkan untuk reaktor proses filtrasi digunakan toples dengan kapasitas 2 L dengan diameter 15 cm dan tinggi 16cm. Untuk reaktor tahap Range Finding Test (RFT) digunakan ember kapasitas 5 liter. Sketsa *reactor* dapat dilihat pada gambar 1.

Sedangkan bahan media filter seperti kerikil, pasir, antrasit di beli di toko peralatan aquarium dan untuk biochar sekam padi diperoleh dengan cara melakukan pembakaran pada suhu 350°C selama 1 jam. Untuk sampling limbah cair industri benang menggunakan metode grab sampling sesuai dengan SNI 6989.59:2008 (BSN, 2008). Sampel limbah cair industri benang diambil langsung pada tempat pewarnaan dan disimpan dalam botol ukuran 1,5 Liter yang kemudian disimpan dalam ice box dalam perjalanan menuju laboratorium untuk pengujian sampel sebagai karakteristik awal limbah industri benang. Sedangkan untuk tanaman *Calla Lily* sendiri didapatkan dengan cara membeli langsung di toko bunga. Tanaman *Calla Lily* yang akan digunakan belum melewati masa generatif (keluar bunga). Dan tanaman Sirih Gading didapatkan dengan cara membeli langsung di toko bunga. Tanaman yang akan digunakan pada penelitian ini memiliki panjang kurang lebih 10-15cm.



Gambar-1: Sketsa Reaktor

Keterangan :

- 1 Bak Pengumpul Awal
- 2 Bak Filtrasi
- 3 Titik Pengambilan sample (Outlet Filtrasi)
- 4 Bak Constructed Wetland
- 5 Outlet Constructed Wetland
- 6 Bak Sedimentasi
- 7 Titik Pengambilan Sample (Outlet Sedimentasi)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Media Penyaring pada Proses Filtrasi

Dalam penelitian kali ini digunakan 2 media penyaring berupa Biochar Sekam Padi; Pasir Silica; Kerikil serta Antrasit; Pasir Silica; Kerikil.

Dari Tabel 1 dan Tabel 2, dapat dilihat apabila proses Filtrasi menggunakan Antrasit hasilnya lebih baik dibandingkan dengan Biochar Sekam Padi. Hal ini dikarenakan adanya proses aktivasi pada antrasit, dimana proses aktivasi ini bertujuan untuk membuka pori pada karbon dari senyawa hidrokarbon dan membersihkan kotoran yang melekat pada permukaan karbon, serta membuka pori-pori baru yang lebih teratur. Sehingga daya jerap pada antrasit yang mengalami aktivasi lebih baik dibandingkan biochar yang tidak mengalami aktivasi (Efiyanti., 2020).

Tabel-2: Pengaruh Parameter dengan % Removal Pada Media Biochar Sekar

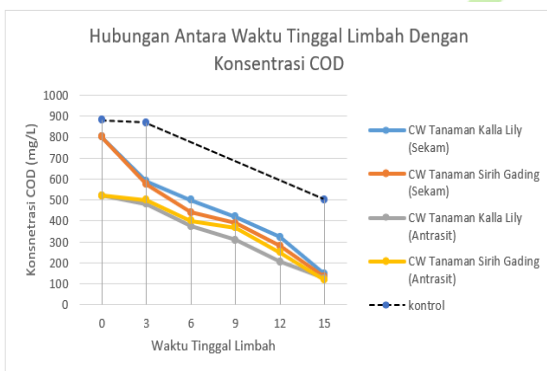
Parameter	Limbah Awal	Biochar Sekam		Baku Mutu
		konsentrasi	% removal	
COD (mg/L)	881	801	9,08%	150
TSS (mg/L)	410	360	12,2%	50
Amonia (mg/L)	95	91,9	3,26%	8
Warna (PtCo)	4147	2852,6	31,21%	200

Tabel-3: Pengaruh Parameter dengan % Removal Pada Media Antrasit

Parameter	Limbah Awal	Antrasit		Baku Mutu
		konsentrasi	% removal	
COD (mg/L)	881	521	40,86%	150
TSS (mg/L)	410	280	31,71%	50
Amonia (mg/L)	95	80	15,8%	8
Warna (PtCo)	4147	3741,4	9,78%	200

Kemampuan Tanaman *Zantedeschia aethiopica* dan *Epipremnum aureum* dalam Meremoval Parameter COD

Konsentrasi Awal COD untuk limbah cair pewarnaan benang sebesar 881 mg/L. Dengan adanya pengolahan dengan waktu detensi pada penelitian membuat COD pada air limbah mengalami penurunan sesuai yang tertera pada Grafik 2.



Grafik-2: Hubungan Antara Waktu Tinggal Limbah Dengan Konsentrasi COD Pada Masing-masing Reaktor Wetlands

Semakin menurun konsentrasi COD dibarengi dengan semakin lama waktu tinggal limbah pada reactor. Dengan semakin lamanya waktu tinggal limbah pada reactor memberikan kesempatan untuk kontak antar mikroorganisme dalam mengubah kandungan organik pada air limbah lebih sederhana sehingga dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrient untuk tumbuh kembang tanaman. Sehingga kandungan organik pada air limbah menurun (Hamdani, Munifatul, & Sudarmo, 2013).

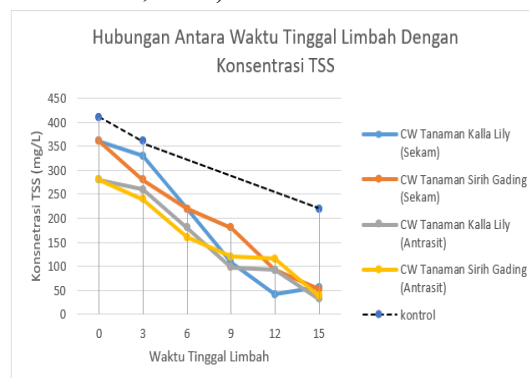
Penurunan terbaik kandungan COD pada tanaman *Zantedeschia aethiopica* dari effluent Filtrasi Biochar Sekam waktu tinggal

15 hari konsentrasi COD 147,2 mg/L dengan efisiensi penyisihan sebesar 81,62%. Sedangkan untuk tanaman *Epipremnum aureum* dari effluent dengan Filtrasi Biochar Sekam waktu tinggal 15 hari konsentrasi COD 132,48 mg/L dan efisiensi penyisihan sebesar 83,46%. Dan untuk tanaman *Zantedeschia aethiopica* dari effluent Filtrasi Antrasit waktu tinggal 15 hari konsentrasi COD 125,12 mg/L efisiensi penyisihan sebesar 75,99%. Tanaman Sirih Gading dari effluent Filtrasi Antrasit waktu tinggal 15 hari memiliki konsentrasi COD 117,76 mg/L dengan efisiensi penyisihan sebesar 77,4%.

Menurut PERMENLHK NO P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 kadar COD maksimal yang diperbolehkan sebesar 150 mg/L. Dari ke empat reactor tersebut effluent proses *Constructed Wetlands* dengan waktu tinggal 15 hari telah sesuai dengan baku mutu. Tanaman *Epipremnum aureum* memiliki nilai kandungan COD terbaik dibandingkan dengan tanaman *Zantedeschia aethiopica* baik dari effluent Filtrasi Biochar maupun effluent Filtrasi Antrasit.

Kemampuan Tanaman *Zantedeschia aethiopica* dan *Epipremnum aureum* dalam Meremoval Parameter TSS

Dari grafik 3 dapat dilihat apabila konsnetrasi TSS pada reactor control menurun seiring bertambahnya waktu tinggal limbah meski tanpa perlakuan proses apa pun. Hal ini dikarenakan adanya gaya gravitasi, dimana semakin lama waktu tinggal limbah memberikan waktu yang semakin lama untuk TSS dapat mengendap (Hamdani, Munifatul, & Sudarmo, 2013).



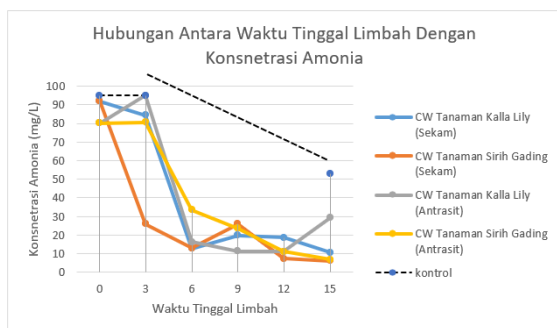
Grafik -3: Hubungan Antara Waktu Tinggal Limbah Dengan Konsentrasi TSS Pada Masing-masing Reaktor Wetlands

Dari ke empat reactor penyisihan kandungan TSS tertinggi ada pada waktu tinggal limbah hari ke 15 yaitu pada tanaman *Epipremnum aureum* dari effluent Filtrasi Biochar Sekam sebesar 85,56% dengan konsentrasi 52 mg/L. Tanaman *Zantedeschia aethiopica* dengan effluent Filtrasi Antrasit hari ke 15 memiliki efisiensi penyisihan 88,57% dengan konsentrasi 32 mg/L. Tanaman sirih gading dari effluent Filtrasi Antrasit % penyisihan kadar TSS sebesar 86,43% dengan konsnetrasi 38 mg/L. Sedangkan pada tanaman kalla lily effluent Filtrasi Sekam persen penyisihan terbaik ada pada hari ke 12 sebesar 88,61% dengan konsentrasi 41 mg/L. factor yang mempengaruhi besar kecilnya TSS adalah arah angin dan suhu.

Menurut PERMENLHK NO P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 kadar TSS maksimal yang diperbolehkan sebesar 50 mg/L. Dari ke 4 reactor tersebut hanya reactor tanaman sirih gading dari effluent Filtrasi Biochar sekam masih belum dapat memenuhi standar baku mutu yang ada. Konsentrasi terendah didapati oleh tanaman *Zantedeschia aethiopica* dari effluent Filtrasi antrasit.

Kemampuan Tanaman *Zantedeschia aethiopica* dan Sirih Gading dalam Meremoval Parameter Amonia

Konsentrasi awal parameter ammonia pada limbah pewarnaan benang sebesar 95 mg/L. Berikut merupakan efisiensi penyisihan parameter ammonia pada reactor wetlands.



Grafik -4: Hubungan Antara Waktu Tinggal Limbah Dengan Konsentrasi Amonia Pada Masing-masing Reaktor Wetlands

Pada tanaman *Zantedeschia aethiopica* dan sirih gading inlet dari effluent biochar

sekam pada waktu tinggal limbah 3 dan 6 hari mengalami penurunan efisiensi konsentrasi kandungan ammonia namun pada hari ke 9 konsentrasi kembali naik hal ini sejalan dengan Nilai DO pada hari ke 9 mengalami penurunan yang cukup banyak dibandingkan dengan hari yang lainnya. Karena berkurangnya nilai DO membuat kondisi mikroba tidak dapat berkerja dengan maksimal karena kekurangan oksigen untuk memecah kandungan ammonia menjadi nitrat (proses Nitrifikasi) sehingga konsentrasi amonia pada hari ke 9 meningkat lebih tinggi dibandingkan yang lainnya. Selain nilai DO Nilai pH juga berpengaruh pada kondisi tanaman dimana tanamaan dapat tumbuh optimal pada pH netral (Dieta & Hendrasarie, 2019). Namun pada hari ke 12 dan 15 konsentrasi ammonia pada ke 2 reactor tersebut kembali menurun. Dan penyisihan terbaik pada tanaman *Zantedeschia aethiopica* dan *Epipremnum aureum* dari effluent filtrasi biochar sekam terdapat pada waktu tinggal 15 dengan efisiensi penyisihan berturut-turut sebesar 88,36% dengan konsentrasi 10,7 mg/L dan 93,25% dengan konsentrasi 6,2 mg/L.

Reactor tanaman *Zantedeschia aethiopica* dari effluent Antrasit seiring dengan semakin lama waktu tinggal limbah kandungan ammonia semakin menurun. Tetapi pada hari ke 15 kandungan ammonia mengalami kenaikan yang signifikan. Pada hari ke 15 Nilai DO pada reactor tersebut memiliki nilai paling kecil, selain itu kondisi tanaman pada hari ke 15 memiliki jumlah daun paling sedikit dan kondisi batang yang sudah coklat dan busuk. Kelebihan ammonia pada tanaman memungkinkan terjadinya keracunan pada tanaman hingga kematian (Hasiholan, Suprihati, & Isjwara, 2000). Efisiensi penyisihan kandungan terbaik pada reactor ini ada pada hari ke 12 sebesar 86,13% dengan konsnetrasi 11,1 mg/L.

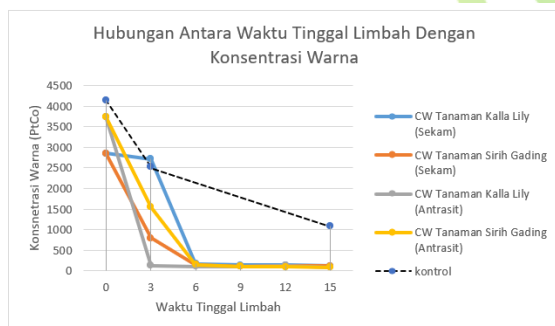
Rekator wetlands yang berisi tanaman *Epipremnum aureum* yang inletnya berasal dari effluent Filtrasi Antrasit mengalami peningkatan efisiensi penyisihan kandungan ammonia sejalan dengan lamanya waktu tinggal limbah. Nilai DO yang stabil membuat peran mikroorganisme menjadi berjalan secara maksimal. Senyawa ammonia (NH₃)

dan ion ammonium (NH_4^+) yang terbentuk dari penguraian bakteri dalam proses amonifikasi akan diasimilasi oleh tanaman menjadi bentuk senyawa organik (Hamdani, Munifatul, & Sudarmo, 2013). Efisiensi penyisihan terbaik pada reactor ini ada pada waktu tinggal 15 hari sebesar 91,38% dengan konsentrasi 6,9 mg/L.

Menurut PERMENLHK NO P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 kadar ammonia maksimal untuk limbah pabrik benang sebesar 8 mg/L. Dari ke empat reactor wetlands diatas hanya 2 reaktor wetlands yang memenuhi standard baku mutu. Yaitu reactor wetlands berisi tanaman *Epipremnum aureum* inlet dari effluent Filtrasi Biochar Sekam dan tanaman sirih gading inlet dari effluent filtrasi antrasit.

Kemampuan Tanaman *Zantedeschia aethiopica* dan Sirih Gading dalam Meremoval Parameter Warna

Pada limbah cair insudtri pewarnaan benang. Parameter warna menjadi parameter fisik utama yang bisa dilihat dari hasil uji. Berikut merupakan hasil penyisihan warna yang dilakukan pada system *Constructed Wetlands*



Grafik -5: Hubungan Antara Waktu Tinggal Limbah Dengan Konsentrasi Warna Pada Masing-masing Reaktor Wetlands

Dari grafik diatas dapat dilihat apabila efisiensi penurunan warna cenderung naik dan stabil sejalan dengan lama waktu tinggal limbah. Akar-akar tanaman yang semula berwarna putih menjadi warna kehitaman menjadi tanda dari penyerapan zat warna oleh akar tanaman. Bakteri pengurai dapat menurunkan zat warna dan memutuskan rantai ikatan. Pewarna rantai panjang dipecah menjadi pewarna rantai pendek yang menggunakan tumbuhan sebagai sumber energi untuk fotosintesis. Selain itu warna

merupakan bahan-bahan tersuspensi yang termasuk koloid sehingga lama-kelamaan zat warna tersebut dapat mengendap (Alalewi & Jiang, 2012). Pada tanaman *Zantedeschia aethiopica* inlet dari effluent filtrasi biochar sekam memiliki efisiensi penyisihan terbaik pada hari ke 15 yaitu 95,98% dengan kandungan warna 114,6 PtCo. Tanaman *Epipremnum aureum* inlet dari effluent filtrasi biochar sekam memiliki efisiensi penyisihan terbaik pada hari ke 9 dengan efisiensi penyisihan 96,07% kandungan warna 112,2 PtCo. Sedangkan pada tanaman *Zantedeschia aethiopica* inlet dari filtrasi Antrasit penyisihan terbaik berada pada waktu tinggal limbah 15 hari dengan efisiensi penyisihan sebesar 97,76% kandungan warna 83,8 PtCo. Dan untuk tanaman *Epipremnum aureum* inlet dari effluent Filtrasi antrasit memiliki efisiensi terbaik pada waktu tinggal 15 hari sebesar 97,7% dengan kandungan warna 86,2 PtCo.

Menurut PERMENLHK NO P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 kadar warna maksimal untuk industry pewarnaan benang adalah 200 PtCo. Sehingga dari ke empat reactor semuanya telah memenuhi standard baku mutu yang ada. Dengan penurunan kandungan warna terbaik ada pada reactor tanaman *kalla lily* inlet dari effluent filtrasi antrasit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa efisiensi media penyaring terbaik pada proses Filtrasi untuk limbah industri benang adalah Antrasit dengan presentase penurunan COD, TSS, Amonia, dan Warna berturut-turut adalah 40,86%; 31,71%; 15,8%; 9,78%.

Pada sistem *Constructed Wetlands* tanaman yang memiliki efisiensi terbaik adalah Tanaman *Epipremnum aureum* yang inletnya berasal dari effluent Filtrasi Antrasit dalam mereduksi kandungan COD, TSS, Amonia, Warnasebesar 77,4%; 86,43%; 91,38%; 97,7%.

DAFTAR PUSTAKA

Alghaf, R. M., & Hendrasarie, N. (2021). Pengaruh Bentuk Impeller pada Proses Koagulasi-Flokulasi dalam Mengolah

- Limbah Industri Batik Organik. *ESEC Teknik Lingkungan*, 2(1), 93–102.
- Astuti, A. D., Lindu, M., Yanidar, R., & Kleden, M. M. (2017). Kinerja Subsurface *Constructed Wetlands* Multilayer Filtration Tipe Aliran Vertikal Dengan Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetivera Zozanoides*) Dalam Penyisihan BOD Dan COD Dalam Air Limbah Kantin. *Penelitian Dan Karya Ilmiah*, 1(2), 91–108.
- Brilian, P., & Muntalif, S. (2019). *Constructed Wetlands* Tipe Free Water Surface Untuk Pengolahan Limbah Tekstil. *Jurnal Teknik Lingkungan Volume*, 25(April), 73–90.
- BSN, B. S. N. (2008). Metoda pengambilan contoh air permukaan. *Sni 6989.59:2008*, 59, 19.
- Dieta, Y. A., & Hendrasarie, N. (2019). Kemampuan Adsorpsi Pb Dari Limbah industri Oleh Tumbuhan kayu Ambang (*Lemna minor*), Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dan Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes solm*). *ENVIROTEK*, 39-45.
- Gupta, P., Ann, T. W., & Lee, S. M. (2016). Use of biochar to enhance *Constructed Wetlands* performance in wastewater reclamation. *Environmental Engineering Research*, 21(1), 36–44.
- Kasman, M., Herawati, P., & Aryani, N. (2018). Pemanfaatan Tumbuhan Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) dengan Sistem *Constructed Wetlands* untuk Pengolahan Grey Water. *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(1).
- Kesehatan, R. I., Kurniawati, E., Sanuddin, M., Tinggi, S., Kesehatan, I., & Ibu, H. (2020). 9(2), 126–133.
- Maria, E. (2020). Penyisihan COD Limbah Cair Industri Batik Dengan Metode Fitoremediasi Pada *SSF-Wetland* Menggunakan Tanaman Obor (*Typha Latifolia*) dan Tanaman Tasbih (*Canna Indica.L*). *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 19(1), 1–9.
- Martina, A., Effendy, D. S., & Soetedjo, J. N. M. (2018). Aplikasi Koagulan Biji Asam Jawa dalam Penurunan Konsentrasi Zat Warna Drimaren Red pada Limbah Tekstil Sintetik pada Berbagai Variasi Operasi. *Jurnal Rekayasa Proses*, 12(2), 40.
- Muzakky, A., Karnaningroem, N., & Razif, M. (2017). Evaluasi dan Desain Ulang Unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Tekstil di Kota Surabaya Menggunakan Biofilter Tercelup Anaerobik-Aerobik. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 3(5), 11–18.
- Nelson, N., Fahyuan, H. D., Deswardani, F., Nurhidayah, N., & Afrianto, M. F. (2020). Pemberdayaan masyarakat dalam pengolahan air Sungai Batanghari menjadi air bersih menggunakan adsorben biochar. *Riau Journal of Empowerment*, 3(1), 61–68.
- Singh, K. P., Shyam Kumar, A., Paniteja, M., & Singh, S. (2019). Novel properties of *Epipremnum aureum* for treatment of fluoride-contaminated water. *SN Applied Sciences*, 1(7), 1–7.
- Sitanggang, P. Y. (2017). Pengolahan Limbah Tekstil Dan Batik Di Indonesia. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(12), 1–10.
- Tangahu, B. V., & Ningsih, D. A. (2016). Uji Penurunan Kandungan COD, BOD pada Limbah Cair Pewarnaan Batik Menggunakan *Scirpus Grossus* dan *Iris Pseudacorus* dengan Sistem Pemaparan Intermittent. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 8(2).
- Vymazal, J. (2010). *Constructed Wetlands* for wastewater treatment. *Water (Switzerland)*, 2(3), 530–549.