

Pengolahan Limbah Tekstil dengan Metode Hibrid Menggunakan Sistem Filtrasi *Bottom Ash* dan *Constructed Wetland*

Pieter Jhon Joshua Daris¹, Haryati Bawole Sutanto², Guruh Prihatmo³

^{1,2,3}) Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana,
Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo no.5-25 Yogyakarta, Indonesia

Email : peterdaris02@gmail.com, haryati@staff.ukdw.ac.id , guruh.pri@gmail.com

ABSTRAK

Air limbah tekstil yang dibuang secara langsung dapat menimbulkan kerusakan ekosistem perairan dan mempengaruhi kesehatan manusia, sehingga mengharuskan adanya alternatif pengolahan limbah yang efektif. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode hibrid yang bertujuan untuk mengeliminasi kandungan pencemar pada limbah tekstil. Penelitian dilakukan dengan mengalirkan limbah tekstil ke dalam filtrasi *bottom ash* dan dilanjutkan ke sistem *constructed wetland* dengan taraf waktu tinggal selama 4 hari. Hasil penelitian menunjukkan penurunan nilai TDS, TSS, COD, maupun kromium berturut-turut sebesar 16,47%, 97,09%, 72,14% dan 94,78% pada luaran *bottom ash*; dan 13,12%; 57,53%; 7,52%; dan 0,35% pada luaran *constructed wetland (outlet)*. Oleh karena itu, penggunaan metode hibrid telah efektif dalam mengolah limbah tekstil dengan melihat penurunan pada setiap parameter uji.

Kata kunci : air limbah tekstil, *bottom ash*, *constructed wetland*, kandungan pencemar.

ABSTRACT

Textile wastewater that is discharged directly can cause damage to aquatic ecosystems and affects human health, thus requiring an effective alternative wastewater treatment. This research was conducted using a hybrid method that aims to eliminate pollutants in textile waste. The study was conducted by flowing textile waste into the bottom ash filtration and proceed to constructed wetland system with the residence time of 4 days. The results showed a decrease in the value of TDS, TSS, COD, and chromium by 16.47%, 97.09%, 72.14%, and 94.78% respectively in bottom ash output; and 13.12%; 57.53%; 7.52%; and 0.35% in the constructed wetland output. Therefore, the use of the hybrid method has been effective in treating textile waste by looking at the decrease in each test parameter.

Keywords : *textile wastewater, bottom ash, constructed wetland, pollutant content.*

Pendahuluan

Pencemaran yang dihasilkan oleh limbah tekstil telah merusak lingkungan dengan berbagai beban pencemar yang sangat tinggi, seperti tingginya padatan terlarut maupun kandungan logam berat yang terdapat pada zat pewarna [5]. Tingginya beban pencemar dalam limbah tekstil menimbulkan kerusakan ekosistem perairan dan mempengaruhi kesehatan manusia [7]. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, diketahui bahwa hanya sebagian industri tekstil yang memiliki instalasi pengolahan limbah (IPAL). Namun, adanya IPAL pada beberapa industri tekstil tidak menjamin hasil olahan limbah cair produksinya terdegradasi dengan baik. Parameter yang sering tidak memenuhi standar baku mutu adalah TSS, TDS, maupun COD. Adapun faktor lain berupa logam berat seperti kromium (Cr) dilimbah tekstil yang berasal dari proses pencelupan, dikarenakan penyerapan yang kurang optimal oleh bahan tekstil [12].

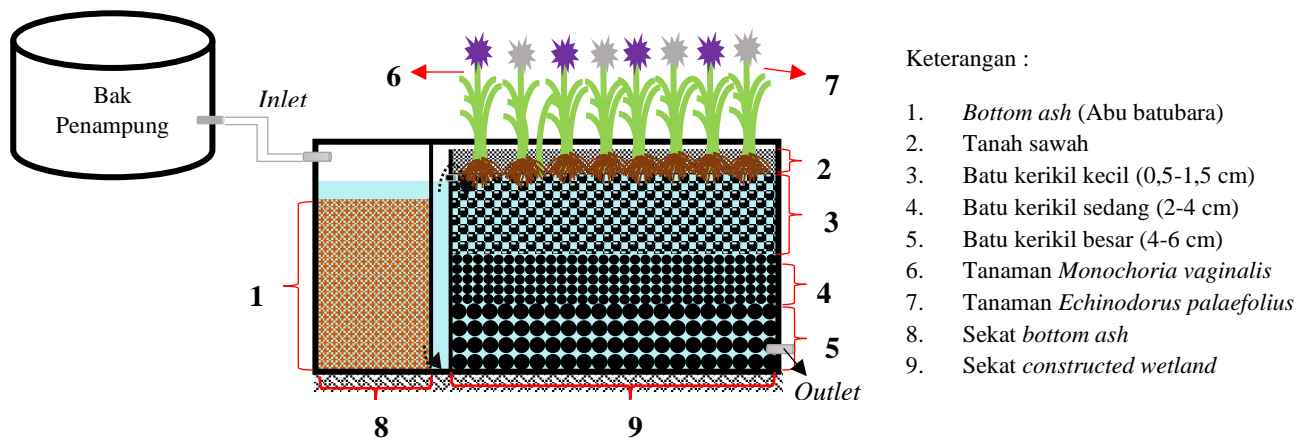
Banyaknya pencemar berbahaya yang terkandung pada limbah industri tekstil ini, mengharuskan adanya alternatif pengolahan limbah yang mampu menurunkan kandungan pencemar dari sisa hasil produksi industri tekstil. Dilihat berdasarkan karakteristik limbah tekstil, untuk mendapatkan sistem pengolahan yang efektif dibutuhkan gabungan antara proses fisik maupun biologi; sehingga pencemar dapat direduksi dan juga tidak menimbulkan dampak baru bagi lingkungan. Salah satu metode pengolahan yang dapat diterapkan adalah metode hibrid dengan menggunakan sistem filtrasi *Bottom Ash* dan sistem lahan basah buatan (*Constructed wetland*) sebagai pengolahannya [4]. Penggunaan gabungan sistem tersebut bertujuan untuk mendapatkan hasil olahan yang optimal serta ekonomis, karena banyaknya masalah finansial pada industri tekstil terutama industri rumahan. *Bottom ash* merupakan material sisa pembakaran batubara yang sering dibuang, padahal memiliki keunggulan dalam proses filtrasi karena adanya pori yang sangat banyak di permukaannya serta terkandungnya mineral berupa silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3) yang mampu mengadsorpsi beban pencemar [12].

Sementara itu, penggunaan sistem *constructed wetland* memiliki kemampuan dalam proses filtrasi pada media tanah yang digunakan dan juga adanya proses adsorpsi pada tanaman dan mikroorganismenya [13]. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas metode hibrid menggunakan filtrasi *bottom ash* dan *constructed wetland* dalam mengeliminasi kandungan pencemar didalam limbah tekstil serta persentase total penurunan pada setiap parameter uji.

Metode Penelitian

Sampel limbah tekstil diambil dari salah satu pabrik tenun lurik di daerah Sewon, Bantul, DIY. Percobaan pengolahan limbah dengan metode hibrid dan pengujian parameter TDS, TSS, warna serta COD dilakukan di laboratorium Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta. Sedangkan untuk pengujian konsentrasi kromium dilakukan di laboratorium kimia Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit, DIY.

Bahan yang digunakan adalah *bottom ash*, dan untuk lahan basah buatan digunakan tanah sawah serta batu kerikil berbeda ukuran (kecil, sedang, besar). Tanaman yang digunakan adalah melati air (*Echinodorus palaefolius*) dan eceng padi (*Monochoria vaginalis*).



Gambar 1. Desain Reaktor Pengolahan Limbah

Penelitian dilakukan selama tiga bulan, dan diatur taraf waktu tinggal atau *hydraulic retention time* (HRT) selama 4 hari. Untuk data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) satu arah.

Hasil Dan Pembahasan

Pada penelitian ini, dengan menggunakan metode hibrid diketahui optimal dalam mengolah limbah tekstil karena adanya proses filtrasi, adsorpsi, perombakan senyawa maupun pertukaran ion sehingga kandungan beban pencemar dapat didegradasi.

Tabel 1. Rerata konsentrasi dan persentase penyisihan parameter uji TDS, TSS, COD, dan Kromium pada sistem pengolahan limbah dengan metode hibrid

Parameter	Satuan	Titik sampling			Baku mutu*
		Inlet	Bottom ash	Outlet	
TDS	mg/L	2202,25 ^c	1839,5 ^b (16,47%)	1598,1875 ^a (13,12%)	2000
TSS	mg/L	39962,5 ^b	1162,5 ^a (97,09%)	493,75 ^a (57,53%)	50
COD	mg/L	3826,6688 ^b	1066,25 ^a (72,14%)	986,0413 ^a (7,52%)	150
Kromium	mg/L	0,2061 ^b	0,010763 ^a (94,78%)	0,010725 ^a (0,35%)	1,0

*Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta No.7 Tahun 2016

Data hasil analisis pada tabel 1 menunjukkan adanya penurunan setiap parameter uji. Tetapi, hanya parameter TDS dan kromium yang memenuhi standar baku mutu, sedangkan parameter COD dan TSS tidak memenuhi standar baku mutu menurut Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 yaitu 150 mg/L bagi COD dan 50 mg/L bagi TSS.

Proses pengolahan menggunakan metode hibrid terdiri dari dua sistem yang memiliki peranan masing-masing. Pertama, *bottom ash* sebagai filtran yang mampu menyaring maupun memisahkan padatan terlarut maupun padatan tersuspensi serta mampu mendegradasi logam berat melalui pertukaran ion [11,12]. Kedua, *constructed wetland* yang melibatkan berbagai komponen dalam pengolahannya seperti mikroorganisme yang merombak dan mendegradasi beban organik, tanah yang mengoksidasi ion logam, serta tanaman yang menyerap beban pencemar [2,7,8].

Hasil percobaan pada tabel 1 menunjukkan proses filtrasi menggunakan *bottom ash* menghasilkan persentase penurunan TSS, COD, maupun kromium yang cukup besar. Hal ini dikarenakan *bottom ash* memiliki pori mikro pada permukaannya sehingga mampu mengadsorpsi partikel-partikel pencemar. Prinsip gravitasi juga merupakan kunci utama yang digunakan *bottom ash* untuk memfiltrasi limbah olahan [11], karena padatan dengan ukuran molekul yang kecil akan tertahan pada permukaan *bottom ash*.

Kandungan silika (SiO₂) pada *bottom ash* juga mengoptimalkan *bottom ash* dalam mengadsorpsi dengan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut pada permukaan *bottom ash* [11]. Sementara itu, degradasi logam berat kromium juga dipengaruhi oleh pertukaran ion oleh permukaan *bottom ash* yang mengakibatkan terjadinya ikatan intramolekuler. Umumnya ion-ion positif berupa Si⁴⁺ dan Al³⁺ melengkapi kekurangan anion pada *bottom ash*, sehingga ion-ion tersebut dapat digantikan kation logam berat khususnya kromium [12]. Namun demikian, padatan terlarut maupun tersuspensi masih dipengaruhi oleh waktu kontak limbah sehingga penurunan TDS masih kurang optimal. Semakin tinggi waktu kontak limbah terhadap media khususnya *bottom ash*, maka semakin tinggi efektivitas media dalam menurunkan beban pencemar [10,12].

Kapasitas beban pencemar khususnya senyawa kimia yang terkandung dalam limbah juga mempengaruhi sistem kerja media yang digunakan. Hal tersebut terlihat pada sistem *constructed wetland* yang mengolah secara biologis menghasilkan penurunan TDS, COD, dan kromium relatif kecil. Konsentrasi pencemar yang tinggi berpengaruh pada beberapa komponen dari *constructed wetland*, misalnya mikroorganisme yang kekurangan nutrisi sehingga mengalami proses *sliding* [1]; serta peranan tanaman juga dipengaruhi oleh tingginya beban pencemar yang terlihat pada warna daun yang menguning serta pembusukan beberapa batang tanaman [3].



Gambar 2. Efisiensi Perubahan Warna (Inlet, *Bottom ash 1*, *Bottom ash 2*, *Outlet 1*, *Outlet 2*)

Namun, media yang mampu beradaptasi berperan penting dalam penurunan senyawa pencemar, ini terlihat pada penurunan nilai TSS yang cukup tinggi. Salah satunya, biosurfaktan yang dihasilkan oleh mikroorganisme mampu untuk melisiskan padatan organik non-polar, sehingga dapat berikatan dengan air yang bersifat polar [7]. Tanaman juga berperan dalam mengurai zat warna naphthol ($C_{10}H_8O$) dan diubah menjadi CO_2 dan H_2O melalui *phytotreatment*, sementara akar tanaman membantu mengadsorpsi molekul ringan yang terlewat oleh proses filtrasi [2,9,14]. Media tanah juga memainkan peranan penting dalam sistem *constructed wetland* karena mampu mereduksi bilangan oksidasi kromium sehingga ion logam berikatan dengan besi oksida pada tanah [8].

Kesimpulan

1. Penggunaan metode hibrid terbukti dapat diterapkan untuk mengolah limbah tekstil karena memiliki kemampuan yang sangat optimal, terlihat pada *bottom ash* yang digunakan dalam memfiltrasi maupun mengadsorpsi serta adanya peranan *constructed wetland* mengadsorpsi senyawa pencemar melalui tanaman maupun media. Adapun kemampuan dalam merombak zat berbahaya terutama zat warna yang terdapat pada limbah tekstil oleh mikroorganisme.
2. Metode hibrid dilihat mampu menurunkan parameter uji berupa TDS, TSS, COD, maupun kromium dengan menggunakan filtrasi *bottom ash* secara berturut yaitu sebesar 16,47%; 97,09%; 72,14%; dan 94,78%. Kemudian pada luaran akhir melewati *constructed wetland* yang memiliki persentase kemampuan dalam menurunkan parameter uji secara berturut yaitu sebesar 13,12%; 57,53%; 7,52%; dan 0,35%.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengubah variansi jenis tanaman maupun media yang digunakan untuk mengetahui kemampuan paling optimal sistem *constructed wetland* dalam mengolah limbah tekstil.
2. Dikarenakan konsentrasi beban pencemar yang sangat tinggi sehingga diperlukan penelitian lanjutan dengan melakukan *pre-treatment* berupa penambahan kapur (CaO) yang bertujuan untuk mengendapkan maupun mengikat senyawa pencemar yang bersifat toksik.

Daftar Pustaka

- [1] Ghimire, U., Nandimandalam, H., Martinez-Guerra, E. & Gude, V. G., Wetlands for wastewater treatment. *Water Environment Research*, 91(10), 2019, pp. 1378-1389.
- [2] Indrayani, L., & Triwiswara, M., Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Industri Batik dengan Teknologi Lahan Basah Buatan. *Dinamika Kerajinan dan Batik*, 35(1), 2018, pp. 53-66.
- [3] Malik, R. A., Surakusumah, W., & Surtikanti, H. K., Potensi Tanaman Air sebagai Fitoakumulator Logam Kromium Dalam Limbah Cair Tekstil. *Jurnal Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 7(1), 2016, pp. 45-52.
- [4] Pálffy, T. G. et al., Performance assessment of a vertical flow constructed wetland treating unsettled combined sewer overflow. *Water Science & Technology*, 75(11), 2017, pp. 2586-2597.
- [5] Patel, H. & Vashi, R. T., Treatment of Textile Wastewater by Adsorption and Coagulation. *E-Journal of Chemistry*, 7(4), 2010, pp. 1468-1476.
- [6] Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah. pp. 17-19.
- [7] Purnamawati, K. Y., Suyasa, I. B. & Mahardika, I., Penurunan Kadar Rhodamin B Dalam Air Limbah dengan Biofiltrasi Sistem Tanaman. *Ecotrophic*, 9(2), 2015, pp. 46-51.
- [8] Putri, B. & Muntalif, B. S., Akumulasi Kromium pada *Pistia stratiotes* dalam *Constructed Wetland Tipe Free Water Surface* untuk Pengolahan Limbah Tekstil. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 25(1), 2019, pp. 73-90.
- [9] Putri, Y. D., Holik, H. A., Musfiroh, L. & Aryanti, A. D., Utilization of Ponteridaceae as Phytoremediation Agent in Chrome Waste Treatment. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, I(1), 2014, pp. 20-25.
- [10] Rismayani, S., Indarto, Wiwiati, W., Ariwahjoedi, B., Pemanfaatan Limbah *Bottom Ash* Sebagai Adsorben Limbah Zat Warna industri Tekstil. *Jurnal Riset Industri*, 1(3), 2007, pp. 136-146.
- [11] Ronny. & Syam, D. M., Aplikasi Teknologi Saringan Pasir Silika dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Mitra Husada Makassar. *Higiene*. 4(2), 2018, pp.62-66.
- [12] Rosyida, A., Bottom ash Limbah Batubara sebagai Media Filter yang Efektif pada Pengolahan Limbah Cair Tekstil. *Jurnal Rekayasa Proses*, V(2), 2011, pp. 56-61.
- [13] Skrzypiec, K. & Gajewska, M. H., The use of constructed wetlands for the treatment of industrial wastewater. *Journal of Water and Land Development*, 34(1), 2017, pp. 233-240.
- [14] Wahyu, D.A., Syafrudin, S. & Zaman, B., Pengaruh Jumlah Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dan Waktu Tinggal terhadap Penurunan Konsentrasi COD, BOD, dan Warna dalam Limbah Batik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(2), 2015, pp. 1-7.