



Pemanfaatan Limbah FABA (*Fly ash Bottom ash*) PLTU Karangandri Sebagai Adsorben Pengolahan Limbah Batik di Desa Kutawaru Cilacap

Arnesya Ramadhani dan Siti Khuzaimah*)

Program Studi Teknik Kimia, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali, Cilacap, Indonesia

*) Penulis korespondensi: sitikhuzaimah@unugha.id

DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.rbaet.2023.007.02.04>

Abstract

Article History

Submitted:

May 10, 2023

Accepted:

October 27, 2023

Published:

October 31, 2023

© 2023 Universitas
Brawijaya

Utilization of FABA Waste (Fly ash Bottom ash) of PLTU Karangandri as an Adsorbent for Batik Waste Process in Kutawaru Village, Cilacap. In this modern era, many technologies are increasingly advanced and industrial developments are increasing, resulting in waste that can contaminate water. The purpose of this study was to determine the best adsorbents from fly ash and bottom ash and to determine the effect of filtration time on the decrease in content, color, BOD₅, COD, TSS and pH in the Cilacap batik fabric industrial wastewater treatment process. The steps taken in this study were to find the best filtration time from variations of 60, 120, 180 minutes on fly ash and bottom ash adsorbents and to determine the best adsorbents from fly ash and bottom ash. The results of the color, BOD₅, COD, TSS and pH tests showed that the most optimum adsorbent was fly ash, which produced the highest percentage reduction in color content at 60 minutes filtration time of 34.1%, the highest percentage reduction in BOD₅ levels at 180 minutes of 69.5%, the highest percent reduction in COD levels at 120 minutes was 71.5%, the highest percent reduction in TSS levels at 180 minutes was 69.1% and a neutral pH was produced. Analysis of the results of the most optimum time is the filtration time of 180 minutes where the results of filtration using bottom ash adsorbents show the highest percentage reduction in BOD₅, COD, TSS levels of 55.4%, 55.3%, 20.4%.

Keywords: batik wastewater; bottom ash; fly ash

Abstrak

Di era yang modern ini banyak teknologi yang semakin maju dan perkembangan industri semakin meningkat sehingga menghasilkan limbah yang dapat mencemari air. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui adsorben terbaik dari *fly ash* dan *bottom ash* serta untuk mengetahui pengaruh waktu filtrasi terhadap penurunan kadar, warna, BOD₅, COD, TSS, dan pH pada proses pengolahan air limbah industri kain batik Cilacap. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu mencari waktu filtrasi terbaik dari variasi waktu 60, 120, 180 menit pada adsorben *fly ash* dan *bottom ash* serta menentukan adsorben terbaik antara *fly ash* dan *bottom ash*. Hasil uji warna, BOD₅, COD, TSS dan pH menunjukkan adsorben yang paling optimum adalah *fly ash*, dimana menghasilkan persen penurunan kadar warna tertinggi pada waktu filtrasi 60 menit sebesar 34,1%, persen penurunan kadar BOD₅ tertinggi pada waktu 180 menit sebesar 69,5%, persen penurunan kadar COD tertinggi pada waktu 120 menit sebesar 71,5%, persen penurunan kadar TSS tertinggi pada waktu 180 menit sebesar 69,1% dan dihasilkan pH yang netral. Analisa hasil waktu yang paling optimum adalah waktu filtrasi 180 menit dimana hasil filtrasi menggunakan adsorben *bottom ash* menunjukkan persen penurunan kadar BOD₅, COD, TSS tertinggi sebesar 55,4%, 55,3%, 20,4%.



Kata kunci: *bottom ash*; *fly ash* limbah cair batik

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Jumlah air tawar di bumi sangat terbatas, akan tetapi kebutuhan air terus meningkat dengan meningkatnya populasi manusia di bumi [1]. Di era yang modern ini banyak teknologi yang semakin maju dan perkembangan industri semakin meningkat sehingga menghasilkan limbah yang dapat mencemari air. Salah satu pencemaran air yang disebabkan oleh industri adalah produksi kain batik. Seiring terjadinya peningkatan jumlah industri kain batik akan mengakibatkan meningkatnya penggunaan bahan pewarna benang tekstil yang mengandung zat surfaktan. Jenis pewarna sintetis yang sering digunakan oleh industri batik antara lain yaitu remazol, indigosol, dan naphthol. Penggunaan pewarna sintetis tersebut tergolong tidak ramah lingkungan, jika dibuang ke sungai dapat merusak ekosistem air dan jika dibuang ke dalam tanah dapat merusak ekosistem tanah sebab bakteri tidak mampu mendegradasi bahan-bahan kimia. Pewarna sintetis bersifat karsinogenik jika masuk ke dalam tubuh manusia. Di samping berbahaya bagi manusia, bahan pewarna naptol dan indigisol bisa mengakibatkan organisme dalam air akan mati. Hal itu disebabkan bahan pewarna tersebut dapat mengubah nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam air. Kandungan oksigen (O₂) yang notabene diperlukan organisme air akan menurun jika limbah pewarna masuk ke air.

Cilacap merupakan salah satu kota industri di Jawa Tengah, salah satu industri yang ada di Cilacap yaitu industri kain batik Kutawaru Cilacap. Industri kain batik tersebut menghasilkan limbah cair yang dapat mencemari lingkungan sekitarnya. Selain itu, Cilacap juga memiliki beberapa industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) salah satunya yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Karangandri Cilacap. Industri tersebut memiliki limbah abu hasil pembakaran batu bara yaitu *fly ash* dan *bottom ash*. Limbah cair yang dihasilkan industri batik Kutawaru Cilacap dan limbah padat yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Karangandri Cilacap harus diberikan perlakuan

khusus agar tidak membahayakan lingkungan sekitar.

Pencegahan pencemaran lingkungan akibat dari limbah yang dihasilkan industri kain batik yaitu dengan menggunakan media filter. Media filter merupakan parameter desain untuk sistem filtrasi dan infiltrasi, berbagai macam media filter yaitu pasir, kerikil, tanah, gambut, zeolit, dan karbon aktif [2]. *Fly ash* dan *bottom ash* yang dihasilkan dari limbah PLTU dapat berpotensi sebagai adsorben, sehingga dapat menjadi alternatif dalam pengolahan limbah cair produksi kain batik. Karakteristik *fly ash* dan *bottom ash* berpotensi sebagai adsorben antara lain yaitu memiliki permukaan yang luas, memiliki kandungan mineral seperti oksida besi dan oksida silikon, memiliki muatan positif atau negative dan memiliki porositas. Saat ini, banyak peneliti membuktikan bahwa *fly ash* dan *bottom ash* dapat mengadsorb logam berat [3]. Hasil penelitian yang telah dilakukan [4] juga menunjukkan bahwa *bottom ash* bekerja efektif sebagai adsorben [4]. Hasil penelitian [5] dan [6], menunjukkan bahwa *bottom ash* sangat efektif untuk penghilangan Total Padatan Tersuspensi (TSS) [5] [6]. Hasil penelitian [7] menunjukkan bahwa *fly ash* dapat menghilangkan warna dari limbah tekstil dengan kondisi operasi yaitu pH 2, temperatur 25 dan massa *fly ash* sebesar 40g/l [7]. Oleh karena itu, pada penelitian ini kami membuat media filtrasi dengan memanfaatkan limbah *fly ash* dan *bottom ash* dari industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Karangandri Cilacap sebagai adsorben untuk pengolahan limbah industri kain batik Kutawaru Cilacap. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui adsorben terbaik antara *fly ash* dan *bottom ash* PLTU Karangandri Cilacap serta untuk mengetahui pengaruh waktu filtrasi terhadap penurunan kadar warna, pH, BOD₅, COD, dan TSS pada proses pengolahan air limbah industri kain batik Cilacap.

MATERIAL DAN METODE

Bahan

Bahan penelitian yang digunakan yaitu *fly ash* dan *bottom ash* dari PLTU Karangandri Cilacap, ijuk, pasir, kerikil sungai Serayu Kecamatan Kesugihan Cilacap, dan limbah cair industri kain batik Kutawaru Cilacap.

Alat

Alat yang digunakan yaitu oven, alat filtrasi, ayakan (*screen*) ukuran 150 *mesh*, gelas beker, gelas ukur, cawan penguap, neraca analitik, gelas arloji, pH meter, dan spatula.

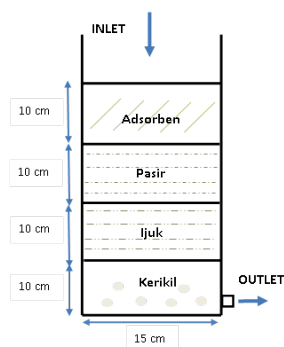
Prosedur

Tahap Persiapan Media Filtrasi

Tahap persiapan media filtrasi yang pertama yaitu *fly ash* dan *bottom ash* masing-masing sebanyak 5 kg dicuci menggunakan aquades. Selanjutnya di oven selama 180 menit dengan suhu 150°C. Untuk media pasir, sebanyak 5 kg pasir, ijuk, dan kerikil dicuci dengan aquades selanjutnya dioven selama 120 menit dengan suhu 60°C.

Filtrasi Limbah Cair Kain Batik Menggunakan *Fly ash* dan *Bottom ash*

Masukan media filter kedalam alat filtrasi 1 yang terdiri dari kerikil, ijuk, pasir, dan adsorben *fly ash* dan alat filtrasi 2 terdiri dari kerikil, ijuk, pasir dan adsorben *bottom ash*, masing-masing media filter ditambahkan sampai memenuhi ruang ukuran 10 cm seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**. Selanjutnya, masukkan limbah cair kain batik kedalam alat filtrasi 1 dan 2 masing-masing sebanyak 1000 ml, lalu dilakukan proses filtrasi dengan variasi waktu filtrasi 60, 120, dan 180 menit. Lakukan uji warna, pH, BOD₅, COD, TSS pada filtrat dari alat filtrasi 1 dan 2. Pada penelitian ini akan dihasilkan waktu filtrasi terbaik dan adsorben terbaik.



Gambar 1. Alat filtrasi

Analisa Hasil

Hasil yang diperoleh diuji secara fisik berupa uji warna, pH, dan secara kimia *Biochemical Oxygen Demand 5 Days* (BOD₅), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solids* (TSS) [8]. Pengujian warna, BOD₅, COD dan TSS dilakukan UPTD laboratorium lingkungan DLH Cilacap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini *fly ash* dan *bottom ash* merupakan adsorben yang digunakan untuk pengolahan limbah cair kain batik. Sebelum digunakan *fly ash* dan *bottom ash* dilakukan *pretreatment* terlebih dahulu dengan cara pencucian, pengeringan, dan pengayakan [9]; [10]; [11]; [12]. Pencucian dilakukan menggunakan aquades kemudian, dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 115°C selama 180 menit, lalu diayak menggunakan ayakan ukuran 150 *mesh*. Limbah cair kain batik sebelum melalui proses pengolahan memiliki kadar warna, BOD₅, COD, TSS, dan pH tinggi diatas baku mutu yang ditunjukkan pada **Tabel 1**. Pengujian warna, BOD₅, COD, TSS, dan pH pada limbah cair kain batik dilakukan di UPTD laboratorium lingkungan DLH Cilacap.

Tabel 1. Hasil analisa sampel awal dan baku mutu limbah tekstil








No	Parameter	Satuan	Sampel Awal	Baku Mutu*
1	Warna	Skala TCU	4580	-
2	BOD ₅	mg/L	8480	85
3	COD	mg/L	13678	250
4	TSS	mg/L	460	60
5	pH	-	9.5	6-9

*Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor: KEP-51/MENLH/10/1995

Pengaruh *Fly ash*, *Bottom ash* dan Lama Waktu Filtrasi Terhadap Penurunan Kadar Warna

Warna dari limbah cair kain batik sebelum dilakukan pengolahan yaitu berwarna hitam. Limbah cair kain batik tersebut diolah menggunakan metode filtrasi. Adsorben yang digunakan yaitu *bottom ash* dan *fly ash* yang tersusun didalam alat filtrasi bersama dengan media filtrasi lainnya seperti pasir, ijuk, dan kerikil. Variasi waktu filtrasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah 60, 120, dan 180 menit. Perubahan warna pada limbah cair kain batik setelah melalui proses pengolahan terhadap variasi waktu filtrasi ditunjukkan pada **Tabel 2**. Warna yang dihasilkan pada sampel pengolahan limbah cair kain batik menggunakan adsorben *fly ash* lebih cerah daripada sampel pengolahan limbah cair kain batik menggunakan adsorben *bottom ash*. Hal tersebut menunjukkan bahwa adsorben *fly ash* lebih efektif menyerap warna dan menghilangkan kekeruhan pada limbah cair kain batik [13].

Tabel 2. Perubahan warna pada limbah cair kain batik setelah diolah menggunakan adsorben *bottom ash* dan *fly ash* terhadap waktu filtrasi

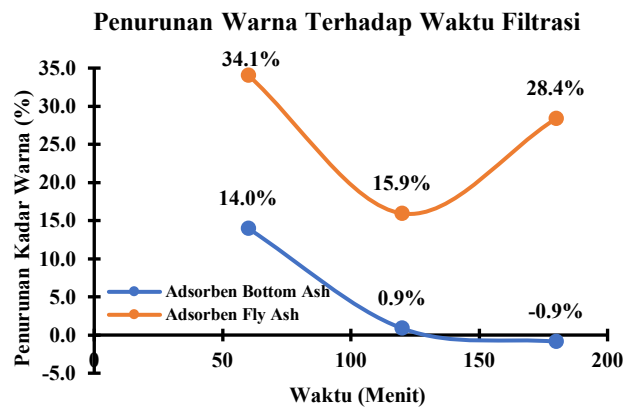
Sampel Awal	<i>Bottom ash</i>		
	60 menit	120 menit	180 menit
			
	<i>Fly ash</i>		
	60 menit	120 menit	180 menit
			

Pengujian kadar warna menggunakan spektrofotometri dilakukan di UPTD laboratorium lingkungan DLH Cilacap. Hasil uji kadar warna pada sampel limbah cair kain batik menggunakan adsorben *bottom ash* pada waktu 60, 120, dan 180 menit sebesar 3940, 4540, dan 4620 TCU. Sedangkan hasil uji kadar warna pada sampel limbah cair kain batik menggunakan adsorben *fly ash* pada waktu 60, 120, dan 180 menit lebih kecil yaitu sebesar 3020, 3850, dan 3280 TCU. Sehingga, persen penurunan kadar warna pada sampel limbah cair kain batik menggunakan adsorben *bottom ash* dan *fly ash* pada waktu 60, 120, 180 menit yaitu sebesar 14%, 0,9%, -0,9% dan 34,1%, 15,9%, 28,4%.

Hasil uji warna pada sampel limbah cair kain batik menggunakan adsorben *bottom ash* pada menit 180 mengalami kenaikan dari sampel awal ditandai dengan persen penurunan warna menjadi -0,9%, hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor seperti migrasi pertikel, jenuhnya adsorben *bottom ash*, interaksi antara zat warna, perubahan fisik dan kimia. Hasil persen penurunan kadar warna terhadap waktu filtrasi ditunjukkan pada **Gambar 2**. Persen penurunan kadar warna pada sampel limbah cair kain batik menggunakan adsorben *fly ash* lebih tinggi dibandingkan adsorben *bottom ash* dan persen penurunan kadar warna yang tertinggi yaitu pada waktu filtrasi 60 menit menggunakan adsorben *fly ash*. Faktor *fly ash* dan *bottom ash* dapat menyerap kadar warna karena memiliki permukaan yang luas, memiliki kandungan mineral seperti

oksida besi dan oksida silikon, memiliki muatan positif atau negative dan memiliki porositas. Karena wujud *fly ash* lebih kecil dari pada *bottom ash*, hal tersebut membuat luas permukaan *fly ash* lebih besar dari *bottom ash* sehingga *fly ash* lebih optimum dalam menyerap kadar warna dalam limbah cair [14]. Penurunan kadar warna diperoleh dari persamaan berikut:

$$\% \text{ Penurunan Warna} = \frac{[\text{Warna awal} - \text{akhir}]}{\text{Warna awal}} \times 100 \quad (1)$$



Gambar 2. Persentase penurunan kadar warna terhadap waktu filtrasi

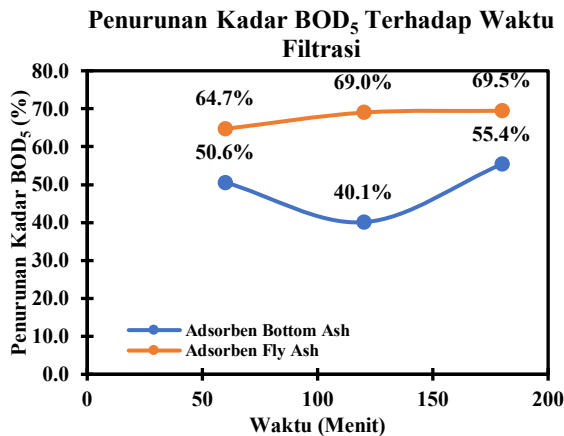
Pengaruh *Fly ash*, *Bottom ash* dan Lama Waktu Filtrasi Terhadap Penurunan Kadar BOD₅

BOD₅ (*Biochemical Oxygen Demand*, 5 days) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat tersuspensi di dalam air. Uji kadar BOD₅ dilakukan di UPTD laboratorium lingkungan DLH Cilacap menggunakan spesifikasi metode SNI 6989.72-2009. Kadar BOD₅ pada sampel limbah cair kain batik menggunakan adsorben *bottom ash* pada waktu filtrasi 60, 120, dan 180 menit sebesar 4192, 5080, dan 3782 mg/L. Sedangkan kadar BOD₅ pada sampel limbah cair kain batik menggunakan adsorben *fly ash* pada waktu 60, 120, dan 180 menit sebesar sebesar 2993, 2630 dan 2590 mg/L.

Persen penurunan kadar BOD₅ terhadap waktu filtrasi menggunakan adsorben *bottom ash* dan *fly ash* ditunjukkan pada **Gambar 3**. Persen penurunan kadar BOD₅ pada limbah cair kain batik menggunakan adsorben *fly ash* lebih tinggi dibandingkan adsorben *bottom ash*. Hal tersebut menunjukkan bahwa *fly ash* lebih efektif untuk menurunkan kadar BOD₅ dibanding dengan *bottom ash*. Waktu filtrasi yang paling optimum untuk menurunkan kadar BOD₅ yaitu pada waktu 180

menit sebesar 55,4% pada penggunaan adsorben *bottom ash* dan 69,5% pada penggunaan adsorben *fly ash*. Pada penelitian ini menunjukkan semakin lama waktu filtrasi maka kadar BOD₅ semakin kecil sehingga persentase penurunan kadar BOD₅ semakin besar [15]. Penurunan kadar BOD₅ diperoleh dari persamaan berikut:

$$\% \text{ Penurunan } BOD_5 = \frac{[BOD_5 \text{ awal} - BOD_5 \text{ akhir}]}{BOD_5 \text{ awal}} \times 100 \quad (2)$$



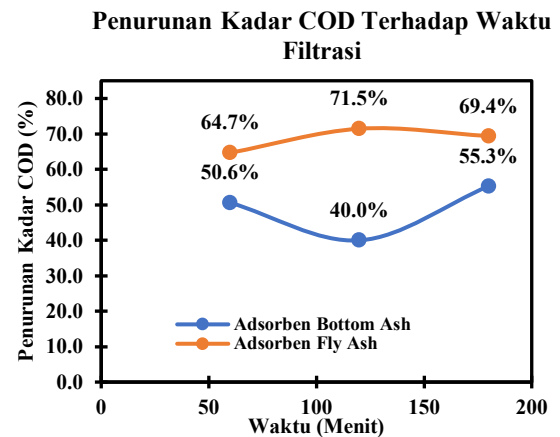
Gambar 3. Persentase penurunan kadar BOD₅ terhadap waktu filtrasi

Pengaruh *Fly ash*, *Bottom ash* dan Lama Waktu Filtrasi Terhadap Penurunan Kadar COD

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah pengukuran oksigen ekuivalen dari bahan organik dan anorganik dalam sampel air yang mampu di oksidasi oleh bahan kimiawi pengoksidasi [16]. Hasil uji kadar COD pada sampel limbah cair batik menggunakan adsorben *fly ash* dengan waktu filtrasi 60, 120, dan 180 menit sebesar 4829, 3902, dan 4185 mg/L. Sedangkan, hasil uji kadar COD pada limbah cair batik menggunakan adsorben *bottom ash* dengan waktu filtrasi 60, 120, dan 180 menit sebesar 6761, 8209, dan 6117 mg/L. Kadar COD dalam limbah cair batik menggunakan adsorben *bottom ash* lebih besar dari pada adsorben *fly ash*. Hal tersebut menunjukkan bahwa adsorben *fly ash* lebih efektif dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair batik. Persen penurunan kadar COD tertinggi dihasilkan pada sampel limbah cair batik menggunakan adsorben *fly ash* yaitu pada waktu filtrasi 120 menit sebesar 71,7%. Sedangkan, pada sampel limbah cair batik menggunakan adsorben *bottom ash* dihasilkan persen penurunan kadar COD tertinggi pada waktu filtrasi 180 menit sebesar 53,3%. Penurunan kadar COD terhadap waktu filtrasi ditunjukkan pada Gambar 4. Uji

COD dilakukan di UPTD laboratorium lingkungan DLH Cilacap dengan metode SNI 6989.73-2019. Penurunan kadar COD diperoleh dari persamaan berikut:

$$\% \text{ Penurunan } COD = \frac{[COD \text{ awal} - COD \text{ akhir}]}{COD \text{ awal}} \times 100 \quad (3)$$



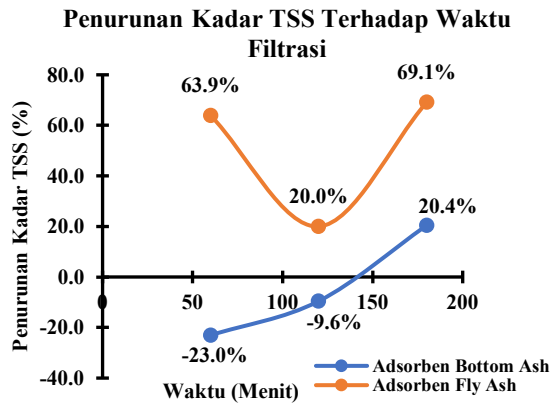
Gambar 4. Persentase penurunan kadar COD terhadap waktu filtrasi

Pengaruh *Fly ash*, *Bottom ash* dan Lama Waktu Filtrasi Terhadap Penurunan Kadar TSS

Kadar TSS pada sampel limbah cair batik menggunakan adsorben *fly ash* dengan waktu filtrasi 60, 120, dan 180 menit sebesar 166, 368 dan 142 mg/L dan kadar TSS pada sampel limbah cair batik menggunakan adsorben *bottom ash* dengan waktu filtrasi yang sama sebesar 566, 504 dan 366 mg/L. Adsorben yang paling efektif untuk menurunkan kadar TSS yaitu adsorben *fly ash*. Pada penggunaan adsorben *fly ash*, persen penurunan kadar TSS yang tertinggi yaitu pada waktu 180 menit sebesar 69,1%, sedangkan pada waktu 60 dan 120 menit menghasilkan persen penurunan kadar TSS yang lebih rendah yaitu sebesar 63,9% dan 20%. Limbah cair kain batik yang menggunakan adsorben *bottom ash* mengalami peningkatan kadar TSS dari kadar TSS pada sampel awal ditunjukkan dengan hasil persen penurunan kadar TSS pada menit ke 60 dan 120 sebesar -23% dan -9,6%, hal tersebut disebabkan oleh padatan halus dari *bottom ash* tidak dapat mengendap secara sempurna sehingga terikut kedalam hasil filtrasi. Hal tersebut, diperkuat dengan gambar yang ditunjukkan pada Tabel 2. Dimana hasil sampel pada waktu 60 dan 120 menit banyak padatan halus yang sulit untuk difiltrasi. Penelitian ini menunjukkan bahwa adsorben *bottom ash* kurang efektif untuk menurunkan kadar TSS. Persen penurunan kadar

TSS terhadap waktu filtrasi ditunjukkan pada **Gambar 5**. uji TSS dilakukan di UPTD laboratorium lingkungan DLH Cilacap dengan metode SNI 6989.03-2019. Penurunan kadar TSS diperoleh dari persamaan berikut:

$$\% \text{ Penurunan TSS} = \frac{[TSS \text{ awal} - TSS \text{ akhir}]}{TSS \text{ awal}} \times 100 \quad (4)$$



Gambar 5. Persentase penurunan kadar TSS terhadap waktu filtrasi

Pengaruh Fly ash, Bottom ash dan Lama Waktu Filtrasi Terhadap Penurunan pH

Pengaruh adsorben dan lama waktu filtrasi dapat menurunkan pH sampel. Pada **Tabel 3**, sampel awal memiliki pH yang cukup tinggi sebesar 9.5, setelah dilakukan pengolahan menggunakan adsorben *bottom ash* dengan waktu filtrasi 60, 120, dan 180 menit pH menurun dan menjadi netral yaitu 8, 7 dan 7. Hal tersebut juga terjadi pada pengolahan menggunakan adsorben *fly ash* dimana pada waktu filtrasi 60, 120, dan 180 menit pH menurun dan menjadi netral yaitu 7, 6, 8, dan 6,5. Penambahan adsorben *fly ash* dan *bottom ash* dapat mempengaruhi pH dalam limbah batik karena *fly ash* dan *bottom ash* mengandung senyawa yang dapat bereaksi dengan air dan mengubah keseimbangan ion hidrogen (H+) dalam larutan. Ini dapat mengakibatkan perubahan pH. Fenomena yang menjelaskan ini adalah reaksi kimia antara *fly ash* dan air, yang menghasilkan ion-ion hidrogen dan ion-ion lainnya yang mempengaruhi pH. pH yang dihasilkan masih dalam range baku mutu limbah cair baik yaitu 6-9. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan adsorben *bottom ash* dan *fly ash* dapat menetralkan pH limbah cair kain batik [8].

Tabel 3. Pengaruh waktu filtrasi terhadap penurunan pH

Adsorben	Waktu (menit)	pH	
		Awal	Akhir
<i>Bottom ash</i>	60	9.5	8
	120	9.5	7
	180	9.5	7
<i>Fly ash</i>	60	9.5	7
	120	9.5	6.8
	180	9.5	6.5

Hasil Analisa Penentuan Adsorben Terbaik dan Waktu Terbaik

Hasil analisa seluruh sampel *fly ash* dan *bottom ash* terhadap waktu filtrasi dapat ditunjukkan pada **Tabel 4**. Pada **Tabel 4** dan hasil penjelasan sebelumnya menunjukkan bahwa adsorben terbaik adalah *fly ash* karena efektif menurunkan kadar warna, BOD₅, COD, TSS dan pH dibandingkan dengan *bottom ash*. Waktu terbaik adalah 180 menit karena lama waktu filtrasi 180 menit memiliki penurunan kadar warna, BOD₅, TSS dan pH yang cukup signifikan dibandingkan waktu 60 dan 120 menit.

Tabel 4. Hasil analisa filtrasi limbah batik menggunakan *bottom ash* dan *fly ash*.

No	Parameter	Satuan	Hasil					
			Bottom Ash			Fly Ash		
			60 min	120 min	180 min	60 min	120 min	180 min
1	Warna	Skala TCU	3940	4540	4620	3020	3850	3280
2	BOD ₅	mg/L	4192	5080	3782	2993	2630	2590
3	COD	mg/L	6761	8209	6117	4829	3902	4185
4	TSS	mg/L	566	504	366	166	368	142
5	pH	-	8	7	7	6.5	6.8	6.5

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa, adsorben yang paling optimum adalah *fly ash*, dimana menghasilkan persen penurunan kadar warna tertinggi pada waktu filtrasi 60 menit sebesar 34,1%, persen penurunan kadar BOD₅ tertinggi pada waktu 180 menit sebesar 69,5%, persen penurunan kadar COD tertinggi pada waktu 120 menit sebesar 71,5%, persen penurunan kadar TSS tertinggi pada waktu 180 menit sebesar 69,1% dan dihasilkan pH yang netral. Analisa hasil keseluruhan menunjukkan waktu yang paling optimum adalah waktu filtrasi 180 menit dimana hasil filtrasi menggunakan adsorben *bottom ash* menunjukkan persen penurunan kadar BOD₅, COD, TSS tertinggi sebesar 55,4%, 55,3%, 20,4% dan hasil filtrasi menggunakan adsorben *fly ash* pada waktu filtrasi 180 menit menunjukkan persen penurunan kadar BOD₅, TSS tertinggi dan pH yang dihasilkan netral.

ACKNOWLEDGMENTS

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lestari, Fera, Try Susanto, and Kastamto Kastamto. 2021. "Pemanenan Air Hujan Sebagai Penyediaan Air Bersih Pada Era New Normal Di Kelurahan Susunan Baru." SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan 4(2):427.
- [2] Jayaranjan, Madawala Liyanage Duminda, Eric D. van Hullebusch, and Ajit P. Annachhatre. 2014. "Reuse Options for Coal Fired Power Plant *Bottom ash* and *Fly ash*." Reviews in Environmental Science and Biotechnology 13(4):467–86.
- [3] Asokbunyarat, Varinporn, Eric D. Van Hullebusch, Piet N. L. Lens, and Ajit P. Annachhatre. 2015. "Coal *Bottom ash* as Sorbing Material for Fe(II), Cu(II), Mn(II), and Zn(II) Removal from Aqueous Solutions." Water, Air, and Soil Pollution 226(5).
- [4] Zhou, Hongxu, Rabin Bhattarai, Yunkai Li, Shiyang Li, and Youheng Fan. 2019. "Utilization of Coal Fly and *Bottom ash* Pellet for Phosphorus Adsorption: Sustainable Management and Evaluation." Resources, Conservation and Recycling 149(June):372–80.
- [5] Bang, Ki Woong, Jin Chul Joo, Jin Ho Kim, Eunbi Kang, Jongsoo Choi, Jung Min Lee, and Yonghyok Kim. 2020. "Application of *Bottom ash* as Filter Media for Construction Site Runoff Control." Water (Switzerland) 12(4).
- [6] Segismundo, Ezequiel Q., Lee Hyung Kim, Sang Man Jeong, and Byung Sik Lee. 2017. "A Laboratory Study on the Filtration and Clogging of the Sand-*Bottom ash* Mixture for Stormwater Infiltration Filter Media." Water (Switzerland) 9(1).
- [7] Zaharia, Carmen, and Daniela Suteu. 2013. "Coal *Fly ash* as Adsorptive Material for Treatment of a Real Textile Effluent: Operating Parameters and Treatment Efficiency." Environmental Science and Pollution Research 20(4):2226–35.
- [8] Sri Hartati, Eis, Muhammad Hatta Dahlan, and Tuti Indah Sari. 2021. "Utilization of *Bottom ash* Coal and Agarwood in Waste Water Treatment in Palembang Jumputan Fabric." Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry 6(1):1–7.
- [9] Diraki, Ahmad, Hamish R. Mackey, Gordon Mckay, and Ahmed Abdala. 2019. "Removal of Emulsified and Dissolved Diesel Oil from High Salinity Wastewater by Adsorption onto Graphene Oxide." Journal of Environmental Chemical Engineering 7(3):103106.
- [10] Dotto, Guilherme L., and Gordon McKay. 2020. "Current Scenario and Challenges in Adsorption for Water Treatment." Journal of Environmental Chemical Engineering 8(4):103988
- [11] Streit, Angélica F. M., Leticia N. Côrtes, Susanne P. Druzian, Marcelo Godinho, Gabriela C. Collazzo, Daniele Perondi, and Guilherme L. Dotto. 2019. "Development of High Quality Activated Carbon from Biological Sludge and Its Application for Dyes Removal from Aqueous Solutions." Science of the Total Environment 660:277–87.
- [12] Zazycki, M. A., D. Perondi, M. Godinho, M. L. S. Oliveira, G. C. Collazzo, and G. L. Dotto. 2020. "Conversion of MDF Wastes into a Char with Remarkable Potential to Remove Food Red 17 Dye from Aqueous Effluents." Chemosphere 250:126248.
- [13] Chandrakala, B. J., D. R. Vasudha, Mohammed Yaseen, and H. B. Aravinda. 2018. "Purification of Water Using Low Cost Adsorbents-*Fly ash* and Activated Carbon." Ijsart 3(6):1237–42.
- [14] Gandhimathi, Rajan, Srikrishnaperumal Thanga Ramesh, Vijayaragavan Sindhu, and Puthiya Veetil Nidheesh. 2013. "*Bottom ash* Adsorption of Basic Dyes from Their Binary Aqueous Solutions." Songklanakarin Journal of Science and Technology 35(3):339–47.
- [15] Park, Jong Hwan, Ju Hyun Eom, Su Lim Lee, Se Wook Hwang, Seong Heon Kim, Se Won Kang, Jin Ju Yun, Ju Sik Cho, Young Han Lee, and Dong Cheol Seo. 2020. "Exploration of the Potential Capacity of *Fly ash* and *Bottom ash* Derived from Wood Pellet-Based Thermal Power Plant for Heavy Metal Removal." Science of the Total Environment 740:140205.
- [16] Poblete, Rodrigo, Isabel Oller, Manuel I. Maldonado, Yolanda Luna, and Ernesto Cortes. 2017. "Cost Estimation of COD and Color Removal from Landfill Leachate Using Combined Coffee-Waste Based Activated Carbon with Advanced Oxidation Processes." Journal of Environmental Chemical Engineering 5(1):114–21.

AUTHOR'S DECLARATION

All data are available from the authors.

Authors' contributions and responsibilities

All authors contribute equally.

Competing interests

The authors declare no competing interest.

Funding

No funding.

Additional information

No additional information from the authors.

Availability of data and materials